

**PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA**  
NOMOR : SKEP / 80 / VI / 2005

**TENTANG**

**PEDOMAN TEKNIS SPESIFIKASI PERALATAN FASILITAS SISI UDARA  
DAN SISI DARAT BANDAR UDARA**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA,**

- Menimbang : a. bahwa dalam Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 48 tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum telah diatur mengenai Peralatan Pemeliharaan Fasilitas Bandar Udara;
- b. bahwa untuk melaksanakan ketentuan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Pedoman Teknis Spesifikasi Peralatan Fasilitas Sisi Udara dan Sisi Darat Bandar Udara, dengan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara;
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 15 Tahun 1992 tentang Penerbangan (Lembaran Negara Nomor 53 Tahun 1992, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3481);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4075);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 128, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4146);
4. Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2005 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Susunan Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Negara Republik Indonesia;

5. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 24 Tahun 2001 tentang Struktur Organisasi dan Tata Kerja Departemen Perhubungan sebagaimana telah diubah terakhir dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 91 Tahun 2001;
6. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 47 Tahun 2002 tentang Sertifikasi Operasi Bandar Udara ;
7. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 48 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum.

### **M E M U T U S K A N :**

Menetapkan : **PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA TENTANG PEDOMAN TEKNIS SPESIFIKASI PERALATAN FASILITAS SISI UDARA DAN SISI DARAT BANDAR UDARA.**

**PERTAMA** : Pedoman Teknis Spesifikasi Peralatan Fasilitas Sisi Udara dan Sisi Darat Bandar Udara, sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini, terdiri dari :

1. Buku I tentang Petunjuk Teknis Spesifikasi Peralatan Pemeliharaan Fasilitas Sisi Udara;
2. Buku II tentang Petunjuk Teknis Spesifikasi Peralatan Pemeliharaan Fasilitas Sisi Darat (Pekerjaan Mekaikal, Air Bersih serta Pipa di bangunan dan di halaman);

**KEDUA** : Penyelenggara Bandar Udara dalam Spesifikasi Peralatan Fasilitas Sisi Udara dan Sisi Darat Bandar Udara, harus mematuhi Petunjuk teknis dalam peraturan ini.

**KETIGA** : Direktur Teknik Bandar Udara mengawasi pelaksanaan Peraturan ini.

KEEMPAT : Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : JAKARTA  
Pada tanggal : 20 JUNI 2005

---

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

ttd

CUCUK SURYO SUPROJO  
NIP.120089499

SALINAN Keputusan ini disampaikan kepada :

1. Menteri Perhubungan ;
2. Sekretaris Jenderal Dephub ;
3. Sekretaris Direktorat Jenderal Perhubungan Udara ;
4. Para Direktur Dilingkungan Ditjen Hubud.

SALINAN sesuai dengan aslinya  
Kepala Bagian Hukum  
Ditjen Hubud

E.A. SILOOY  
NIP.120108009

**LAMPIRAN**  
**DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA**  
**NOMOR           :**  
**TANGGAL       :**

---

**BUKU I**  
**PEDOMAN TEKNIS**  
**SPESIFIKASI PERALATAN PEMELIHARAAN FASILITAS SISI UDARA**

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Pengantar**

Pedoman Teknis Spesifikasi Peralatan Fasilitas Sisi Udara disusun sebagai acuan untuk pengadaan peralatan fasilitas sisi udara yang sesuai dengan kondisi bandar udara di Indonesia.

### **1.2. Tujuan.**

Tujuan penyusunan pedoman teknis spesifikasi peralatan fasilitas sisi udara :

1. Agar pemilihan pengadaan peralatan lebih terarah dan tepat.
2. Dimungkinkan adanya keseragaman dalam pengadaan suku cadang dan peralatan lainnya yang mudah didapat.
3. Sehubungan dengan perkembangan teknologi dalam bidang otomotif tidak menutup kemungkinan untuk menyesuaikan dengan teknologi yang selalu berkembang.

## **2. PEDOMAN TEKNIS SPESIFIKASI PERALATAN FASILITAS SISI UDARA**

### **2.1. WHEEL TRACTOR**

#### **2.1.1. Fungsi.**

Alat penarik dan penggerak Mower atau Grass Collector

#### **2.1.2. Spesifikasi Teknis**

- a. Mesin
  - a.1. Jenis bahan bakar : Solar
  - a.2. Jumlah Silinder : 3 – 4
  - a.3. Jumlah Stroke : 4
  - a.4. Power out put : 45 – 50 HP
  - a.5. Isi Silinder : 2500 – 3000 CC
- b. Sistim Pendingin : Air
- c. Kapasitas Tangki Bahan Bakar : 60 – 80 liter atau kapasitas standar yang mampu untuk operasional mesin selama 8 (delapan) jam secara terus menerus. Bagian bawah tangki dibuat saluran pembuang untuk membersihkan tangki dari air atau kotoran lain yang mengendap.

- d. Starter Mesin : Menggunakan dynamo starter standar pabrik dengan tenaga battery.
- e. Clutch : Menggunakan double clutch
- f. Transmisi : Mempunyai 4 – 9 tingkat kecepatan gerak maju dan 2 – 5 tingkat kecepatan gerak mundur dilengkapi dengan hundle lambat (low) dan cepat (high). Dalam kondisi darurat dapat diatur pemindahan gerak mundur tanpa menginjak kopling (AUTO REVERSE).
- g. Kemudi : Full Power Steering
- h. Rem ( Brakes ) : Rem harus dapat mengendalikan laju tractor dalam kondisi normal dan dapat dipergunakan pada saat parkir (menggunakan rem tangan / mechanical parking brake). Pada kondisi mesin mati pengereman dapat dilakukan oleh tenaga operator sebesar tidak melebihi 30 kg.
- i. Roda penggerak : Menggunakan 4 roda penggerak (4x4)
- j. Saluran gas buang : Didesain agar gas sisa pembakaran mesin cepat keluar, tidak menghalangi pandangan operator, pipa gas buang dilengkapi peredam suara dan terlindung dari air hujan secara langsung. Penahan percikan bunga api dari gas buang harus dilengkapi untuk mengontrol EMISI gas buang.
- k. B a n : Menggunakan desain Farm Type.
- l. Panel Instrumen : Pada bagian panel instrumen sekurang – kurangnya terdapat indicator – indicator, tekanan oli, temperatur air, amp meter atau volt meter (bisa option), volume bahan bakar serta switch lampu – lampu kontrol starter dan switch kontrol (kunci kontak) yang mudah terjangkau oleh pandangan operator.
- m. Sistim Listrik
  - m.1. Battery : Menggunakan battery 12 volt minimum 80 – 90 AH. Letak battery harus diatur sedemikian rupa agar memudahkan untuk memelihara atau menggantinya serta battery tersebut terlindung dari panas mesin dan air hujan secara langsung.

- m.2. Lampu : Menggunakan lampu – lampu standar pabrik letak lampu – lampu tersebut sedemikian rupa terlindung dari kemungkinan benturan dengan benda lain.
- m.3. Alternator : Menggunakan alternator 40 ampere standar pabrik untuk pengisian kembali arus listrik ke ACCU.
- n. Sistem Hydraulis : Seluruh komponen dari sistem hydraulis ini terlindung dari kemungkinan benturan benda lain, komponen ini terbuat dari bahan – bahan yang memenuhi syarat serta mampu beroperasi pada suhu antara 1 sampai dengan 40°C.
- o. Tenaga dari PTO : Transmisi penggerak PTO kurang lebih 540 RPM serta PTO ini menggunakan sistem INDEPENDEN.
- p. Tempat duduk operator : Tempat duduk operator dibuat menurut standar pabrik, dilengkapi dengan alat pelindung panas dan hujan (CANOPI) yang terbuat dari terpal.
- q. Hitch : Pada saat operasional peralatan mempunyai three point lift hitch.
- r. Radius putter : Guna memudahkan manouvernnya peralatan ini harus mampu berputar pada radius 3.000 mm.
- s. Pelumasan : Peralatan ini harus mempunyai nepel – nepel untuk memudahkan pengisian minyak pelumas atau gemuk (grease).

## 2.2. MOWER

### 2.2.1. Fungsi :

Alat pemotong rumput

### 2.2.2. Spesifikasi Teknis

Penjelasan Umum

Rotary Mower dimaksud mempunyai beberapa mata pisau yang digerakkan ( putar ) melalui roda gigi penggerak PTO dari Wheel Tractor pada putaran kurang lebih 540 RPM PTO. Peralatan ini dirancang untuk ditarik oleh Wheel Tractor.

- a. Bahan – bahan.  
Bahan yang digunakan adalah bebas dari kerusakan – kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja peralatan secara keseluruhan.
- b. Produk Komersil Standard.  
Peralatan ini dibuat harus mengikuti persyaratan dalam spesifikasi ini dan akan diproduksi sesuai standard pabrik dengan beberapa tambahan sesuai kebutuhn serta dilengkapi buku petunjuk ( katalog) atau brosur dan merupakan medel produksi terbaru.
- c. Konstruksi  
Peralatan ini harus dirancang dan dibangun untuk kebutuhan pemeliharaan fasilitas Bandar Udara berupa lapangan rumput. Peringatan – peringatan terhadap hal – hal yang membahayakan Operator atau orang disekitar harus dinyatakan tertulis pada bagian peralatan yang dapat terbaca dengan muda. Seluruh struktur dan bagian – bagian dari mower ini dirancang mampu untuk memotong rumput secara terus – menerus pada ketinggian pemotong minimum 1- 9 Cm dari permukaan tanah.
  - 1). Roda – roda gigi dan bearings  
Roda – roda gigi dan pisau pemotong rumput harus dilengkapi dengan ROLLER atau BALL BEARING. Rumah bearing harus mampu melindungi bearing dari air atau material lainnya.
  - 2). Pisau Pemotong  
Pisau pemotong harus mempunyai kekerasan ROCKWELL tidak kurang dari C38 dan tidak melebihi C50 pada ujung mata pisau.
  - 3). Data – data Teknis
 

1). Jumlah disk drive	:	1 buah
2). Jumlah pisau	:	2 – 4 buah
3). Lebar Pemotongan	:	1500 mm – 1900 mm
4). Kecepatan Kerja	:	6 – 12 Km/Jam
5). Power in put	:	Kurang lebih 30 HP ( PTO )
  - 4). Kemampuan  
Rotary Mower harus mampu dioperasikan selama 3 (tiga ) jam secara terus menerus

## **2.3. GRASS COLLECTOR**

### **2.3.1. Fungsi**

Pengumpul rumput hasil pemotongan.

### 2.3.2. Spesifikasi Teknis

- a. **Penjelasan Umum**  
Grass Collector yang dimaksud adalah suatu peralatan yang dapat dioperasikan dengan ditarik oleh peralatan lain (wheel tractor) yang mempunyai tenaga yang sesuai.
- b. **Bahan – bahan**  
Bahan peralatan yang digunakan adalah bebas dari kerusakan – kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerja peralatan secara keseluruhan.
- c. **Produk Komersial Standard**  
Peralatan ini diproduksi harus mengikuti persyaratan – persyaratan dalam spesifikasi ini dan sesuai standard pabrik dengan beberapa tambahan / perubahan sesuai kebutuhan serta dilengkapi buku petunjuk (katalog) atau brosur dan merupakan model terbaru.
- d. **Konstruksi**  
Peralatan ini harus dirancang dan dibangun untuk kebutuhan pemeliharaan fasilitas Bandar udara berupa shoulder / lapangan rumput. Peringatan – peringatan terhadap hal – hal yang membahayakan operator atau orang sekitarnya harus dinyatakan tertulis pada bagian peralatan yang dapat terbaca dengan mudah.

Seluruh struktur dan bagian – bagian dari Grass Collector ini dirancang mampu untuk mengangkut rumput hasil pemotongan, menampung serta memindahkan ke tempat pembuangan (disposal area) secara terus menerus kurang lebih selama 5 (lima) jam.

- e. **Data – data Teknis.**
  - e.1. Kemampuan / Daya Wheel Tractor : 25 – 55 HP
  - e.2. Lebar Penyapuan : 150 – 180 Cm
  - e.3. Jumlah Brush : 10 – 12 buah
  - e.4. Kapasitas Hopper : 1.5 – 1.8 M3
  - e.5. Transmisi : Dalam gear box digerakkan oleh Universal Drive shaft melalui V.Belt.

## 2.4. RUNWAY SWEEPER

### 2.4.1. Fungsi

Untuk membersihkan Runway , Taxi Way dan Apron

### 2.4.2. Spesifikasi Teknis

- a. **Mesin**
  - a.1. Jenis bahan bakar : Solar
  - a.2. Jumlah silinder : 6 Turbo Charged
  - a.3. Jumlah stroke : 4

a.4.	Daya out put	:	210 - 250 HP
a.5.	Volume silinder	:	6000 - 8200 cc
a.6.	Torsi maximum	:	509 Ft Lbs Putaran 1400 Rpm
b.	Sistim Pendingin	:	Air
c.	Kapasitas Tangki bahan bakar	:	130 – 160 Liter
d.	Dimensi	:	
d.1.	Panjang keseluruhan	:	... mm
d.2.	Lebar keseluruhan	:	... mm
d.3.	Tinggi	:	... mm
d.4.	Jarak sumbu roda	:	... mm
e.	Steering	:	Power Steering System
f.	Rem	:	
f.1.	Rem Depan	:	Hydraulic Disc Brake System
	Rem Belakang	:	Hydraulic Lining System dengan Vacuum
f.2.	Rem Tangan	:	Internal Expanding type pada Transmisi belakang.
g.	Sistim Suspensi	:	Semi elliptical, laminated leaf spring, dengan elescopic shock absorber at front and rear / Standard Pabrik
h.	Kelengkapan Sweeper	:	
h.1.	Blower	:	Bahan allmunium alloy open face turbine digerakkan oleh V-belt
h.2.	Dust Control	:	Dibawah kendaraan dilengkapi minimum 4 (empat) spray Nozzle, 1 (satu) didalam Hopper
h.3.	Hopper	:	Kapasitas 6 - 7m3 , Pengoperasian dengan system hydraulic.
h.4.	Sweeping speed	:	Max 40 km/jam. Travel speed : 75 km/jam
h.5.	Sweeper With	:	Max. 2500 mm
			Diameter Brush : 400 mm
			Lebar Brush : 2300 mm
			Kecepatan putar : Max. 360 rpm
i.	System Kelistrikan	:	Battery 24 V / 60 AH, pada rata-rata 20 Jam.
j.	Chassis	:	Standard Pabrik
k.	Instrumen Panel	:	Standard Kendaraan dilengkapi control sweeper

## 2.5. PUSHBACK TRACTOR

### 2.5.1. Fungsi :

Untuk menarik atau mendorong suatu benda beroda misalkan Pesawat terbang maupun Trailer.

### 2.5.2. Spesifikasi.

a.	Panjang	:	3149 mm
b.	Lebar	:	1778 mm
c.	Tinggi	:	1245 mm
d.	Jarak sumbu roda	:	1549 mm
e.	Kecepatan maju maksimum tidak ada beban	:	16 Km / jam.
f.	Radius sisi luar	:	5588 mm
g.	Sistim pendinginan	:	20,8 Liter.
h.	Tangki Bahan Bakar	:	72 Liter
l.	Oli transmisi	:	11,4 Liter
j.	Tempat Oli Mesin	:	6.6 Liter
k.	Daya tarik penuh	:	$\pm$ 240.000 Lbs
l.	Daya tarik operasional	:	$\pm$ 120.000 Lbs

## 2.6. DUMP TRUCK

### 2.6.1. Fungsi

Alat angkut material untuk pekerjaan konstruksi landasan serta dapat digunakan mengangkut lainnya.

### 2.6.2. Spesifikasi

a.	Mesin		
a.1.	Jenis bahan bakar	:	Solar
a.2.	Jumlah silinder	:	4 - 6
a.3.	Jumlah stroke	:	4
a.4.	Daya out put	:	100 – 130 PK
a.5.	Volume silinder	:	3800 – 4000 cc
a.6.	Torsi maximum	:	27 – 28 / 1800 ( kgm / rpm )
b.	Sistim Pendingin	:	Air
c.	Kapasitas Tangki bahan bakar	:	90 – 110 Liter
d.	Dimensi		
d.1.	Panjang keseluruhan	:	5800 – 5900 mm
d.2.	Lebar keseluruhan	:	1900 – 2000 mm
d.3.	Tinggi	:	2000 - 2100 mm
d.4.	Jarak sumbu roda	:	3300 – 3400 mm
e.	Steering	:	Ball & Nut type, Tilt Steering.

- |      |                    |   |   |
|------|--------------------|---|---|
| f.   | Rem                | : |   |
| f.1. | Rem Kaki           | : | Sirkuit Ganda, Servo Assistance, Hidraulis dengan Vacuum.                                       |
| f.2. | Rem Tangan         | : | Internal Expanding type pada Transmisi belakang.  |
| f.3. | Rem Pembantu       | : | Sistim pengereman gas buang.  |
| g.   | Sistim Suspensi    | : | Semi elliptical, laminated leaf spring, dengan telescopik shock absorber at front and rear.     |
| h.   | Kelengkapan        | : |   |
| h.1. | Tool Kit           | : | 1 ( satu ) set standard Tool;   |
| h.2. | Manual Book        | : | 1 ( satu ) katalog;<br>1 ( satu ) set Petunjuk service.   |
| i.   | System Kelistrikan | : | Battery 24 V / 60 AH, pada rata-rata 20 Jam.  |
| j.   | Dump Body          | : |   |
| j.1. | Tebal Plat Dinding | : | $\geq 3$ mm   |
| j.2. | Sub Frame          | : | UNP 120   |
| j.3. | Main Frame         | : | UNP 120   |
| j.4. | H o i s t          | : | DDM 4 – 7 ton   |
| j.5. | Side Frame         | : | Plat = $\geq 4$ mm  |
| j.6. | Pet / Topi         | : | Plat = $\geq 3$ mm  |
| j.7. | Lantai             | : | Plat = $\geq 4$ mm  |
| j.8. | Spark Board        | : | Plat = $\geq 2$ mm  |
| k.   | Instrumen Panel    | : | Meter Kecepatan, Lampu pengontrol, Oli, temperatur, Level Bahan Bakar, Charger, Switch Starter. |

## 2.7. HANDY MOWER

### 2.7.1. Fungsi

Alat pemotong rumput ringan / berkapasitas kecil dengan pisau yang berputar, digerakkan dengan tenaga mesin . Tenaga motor di pindahkan dari mesin ke pisau melalui poros penggerak yang flexible ( flexible shaft ) . Pisau terbuat bahan dari besi baja yang tahan terhadap benturan – benturan ( batu kerikil dan bahan keras lainnya ) .

### 2.7.2. SPESIFIKASI

#### a. Mesin

- |      |                   |   |        |
|------|-------------------|---|--------|
| a.1. | Jenis bahan bakar | : | Bensin |
| a.2. | Daya Mesin        | : | 1.7 HP |
| a.3. | Jumlah stroke     | : | 2      |

a.4.	Puturan Mesin	:	4500 – 8000 RPM
a.5.	Volume silinder	:	30 – 40 cc
a.6.	Kapasitas Tangki	:	0,9 – 1 Liter ( Bensin campur oli 25 : 1 )
a.7.	Type Transmisi dan Driving Shaft	:	Automatic centrifugal clutch dan flexible shaft

## 2.8. PICK UP

### 2.8.1. Fungsi

Sebagai alat kendaraan inspeksi fasilitas Bandara dan alat transportasi pengangkutan dengan kapasitas kecil .

### 2.8.2. Spesifikasi

#### a. Mesin

a.1.	Jenis bahan bakar	:	Bensin / Solar
a.2.	Jumlah Silinder	:	4
a.3.	Jumlah Stroke	:	4
a.4.	Power out put	:	60 – 80 HP
a.5.	Isi Silinder	:	2000 – 2500 CC

b. Sistim Pendingin : A i r

c. Kapasitas Tangki Bahan Bakar : 40 - 60 liter, di lengkapi saluran pembuang untuk membersihkan tangki dari air / kotoran endapan.

d. Starter Mesin : Menggunakan dinamo starter dengan tenaga battery (standard pabrik).

e. Clutch : Menggunakan Standard pabrik

f. Transmisi : Menghasilkan 5 ( lima ) gerak maju dan 1 ( satu ) gerak mundur

g. Kemudi : Full Power Steering

h. Rem ( Brakes ) : Sekurang – kurangnya terdapat disk brake (rem cakram) pada roda depan dan dilengkapi hand brake ( rem tangan ) untuk parkir.

i. Roda penggerak : Menggunakan roda penggerak belakang (2 x 4)

- j. Panel Instrumen : Harus terlihat dengan mudah dan jelas indicator – indicator berikut ini : Tacho meter, tekanan oli, temperatur air, ammeter atau volt meter ( tidak mutlak ), volume bahan bakar, switch lampu – lampu, kontrol starter (kunci kontak disediakan pabrik).
- k. Sistim Listrik
- k.1. Battery : Menggunakan battery 12 volt ( 60 – 70) AH. duduk battery harus dibuat sedemikian rupa agar memudahkan untuk memelihara dan menggantinya.
- k.2. Lampu : Menggunakan lampu – lampu yang sesuai serta letak lampu – lampu tersebut terlindung dari benturan benda lain.
- k.3. Altenator : Menggunakan altenator 40 (dynamo amper) yang sesuai / standard pabrik
- l. Kabin : Pada kabin harus dilengkapi :
- 1). 2 buah lampu beacon;
  - 2). 1 set sirine;
  - 3). 2 buah pemadam kebakaran portable;
  - 4). 1 set amplifier;
  - 5). Speaker komplet dengan microphone;
  - 6). 1 set all band radio transmitter;
  - 7). Kursi yang dilengkapi seat belt (kursi kemudi dapat diatur).

## 2.9. WORKSHOP EQUIPMENT AND TOOLS

Peralatan perbengkelan yang berfungsi sebagai peralatan penunjang perawatan guna menjaga kesinambungan kinerja peralatan fasilitas sisi udara agar memperoleh efisiensi kerja yang optimal . Workshop Equipment and Tools terdiri dari bermacam peralatan namun tidak terbatas dari daftar peralatan berikut ini :

### 2.9.1 ELECTRIC WELDING MACHINE

#### 2.9.1.1 Fungsi

Untuk menyambung dan memotong logam besi yang secara umum sering digunakan dalam konstruksi besi .

### 2.9.1.2 Spesifikasi

- a. Type : Engine driven outdoor
- b. Voltage input : 200 – 250 Volt
- c. Isolasi kabel : Klas H
- d. Volt sirkuit terbuka : 50
- e. Ukuran elektroda : 1,5 – 4 mm
- f. Arus listrik output : 40 – 250 Amp
- g. Motor penggerak ( generator ) : 15 – 16 HP

## 2.9.2 SERVICE TOOLS KIT

### 2.9.2.1 Fungsi

Untuk mendukung mekanik dalam perawatan dan perbaikan suatu peralatan

### 2.9.2.2 Spesifikasi

Standart tools kit

## 2.9.3 BATTERY CHARGER

### 2.9.3.1 Fungsi

Untuk pengisian ampere battery agar battery yang ada dapat terawat dengan baik dan dapat tahan lebih lama (awet).

### 2.9.3.2 Spesifikasi

- a. Voltage : 220 – 240 volt
- b. frequency : 50 / 60 Hz , 1 set
- c. Autput Quick Charge : 12 / 24 V , Tegangan 220 V , 1 set
- d. Battery Tester : 12 / 24 V , 1 set ( kelengkapan )
- e. Battery Hydrometer kit : Standard , 2 set ( kelengkapan )

## 2.9.4 AIR COMPRESSOR.

### 2.9.4.1 Fungsi

Untuk menghasilkan udara bertekanan yang disimpan dalam tabung yang dapat dipindahkan sesuai dengan kebutuhan, untuk itu alat ini dibutuhkan Engine Driver Out Door, artinya penggerak pompa kompresi udara dengan menggunakan mesin sendiri (diesel atau bensin), hal ini agar dapat untuk menghemat pemakaian listrik.

#### 2.9.4.2 Spesifikasi

- a. Type : Engine Driven Out Door
- b. Daya mesin : 1 – 3 HP
- c. Air flow : 5 – 10 CFM / 100 – 220 lt/mnt
- d. Kecepatan Maksimum : 1300 - 3000 rpm
- e. Tekanan udara maksimum : 10 - 15 bar pada 220 Psi
- f. Berat alat : 70 - 100 kgs

#### 2.9.5 ELEC RIC BENCH DRILL

##### 2.9.5.1 Fungsi

Untuk membuat lubang pada metal yang mempunyai kapasitas kerja maksimum yang dapat dipergunakan untuk melubangi besi flat setebal 13 mm

##### 2.9.5.2 Spesifikasi

- a. Kapasitas bor maksimum : 10 - 13 mm
- b. Spindle Traverse maksimum : 47 - 50 mm
- c. Spindle Taper : D4
- d. Jumlah percepatan spindle : 4
- e. Kecepatan spindle : 600 – 2600 Rpm
- f. Permukaan meja kerja : Standard
- g. Permukaan dasar kerja : Standard
- h. Jarak spindle nose ke min / mak : 512
- i. Jarak spindle ke meja plane min / mak : 0 – 408
- j. Meja swevel dalam plane horizontal : 360 derajat
- k. Daya motor : 0,16 – 0,5 Kw
- l. Berat alat : 25 – 30 kg
- m. Dimensi : 45 x 25 x 80  
( i x W x ii )

#### 2.9.6 GEAR OIL LUBRICATOR.

##### 2.9.6.1 Fungsi

Alat untuk memindahkan/memompakan oli ke dalam transmisi, gear box dan differential box, agar oli yang dimasukkan sesuai yang disyaratkan ( minimum oil sae 90 ).

##### 2.9.6.2 Spesifikasi

- a. Kapasitas : 20 – 25 liter
- b. Pompa output : 440 – 450 ccm / stroke

- c. Komponen : Oli hand pump assy
- d. Berat alat : 9 – 20 kgs

### **2.9.6. BENCH VISE**

#### 2.9.6.1 Fungsi

Untuk menjepit material dalam rangka mempermudah pengerjaan yang harus terbuat dari baja berkualitas baik.

#### 2.9.6.2 Spesifikasi

- a. Lebar jaws kurang dari : 150 mm
- b. Lebar clamping kurang dari : 220 mm
- c. Kedalaman clamping : 105 mm

### **2.9.7 HYDROULIC GARACE JACK 5 TONS**

#### 2.9.7.1 Fungsi

Untuk menaikkan kendaraan guna memudahkan pekerjaan pada bagian bawah kendaraan.

#### 2.9.7.2 Spesifikasi

- a. Kapasitas : 5 Ton
- b. Tinggi : Min 160 mm  
Max 560 mm
- c. Berat alat : 100 – 200 kgs

### **2.9.8 INJECTION NOZZLE TESTER.**

#### 2.9.8.1 Fungsi

Untuk pengetesan semprotan nozzle apakah masih memenuhi persyaratan yang ditentukan.

#### 2.9.8.2 Spesifikasi

- a. Tekanan uji : 400 bar
- b. Dilengkapi meter penunjuk.

## **2.9.9 TORQUE WRENCH**

### **2.9.9.1 Fungsi**

Untuk pengunci mur / baut yang dapat distel.

### **2.9.9.2 Spesifikasi**

- a. Kemampuan kerja : 5 – 20 kgm, atau setara
- b. Akurasi kerja :  $\pm 4 \%$

## **2.9.10 WATER JET WASHER**

### **2.9.10.1 Fungsi**

Untuk membersihkan peralatan pemeliharaan fasilitas sisi udara apabila sudah dipergunakan. Hal ini dimaksudkan untuk merawat peralatan tersebut, jika ternyata ada kebocoran – kebocoran atau kerusakan – kerusakan pada bagian under body segera dapat terdeteksi.

### **2.9.10.2 Spesifikasi**

- a. Daya motor : 6 – 7 Kw
- b. Daya semprot : 150 – 890 liter / jam
- c. Tekanan pompa : 10 – 190 bar
- d. Berat alat max : 40 Kgs
- e. Isi tangki deterjen : 5 – 7 liter
- f. Assesoris : Lengkap

## **2.9.11 ENGINE CRANE 2 TON**

### **2.9.11.1 Fungsi**

Untuk memindahkan atau mengangkat mesin atau differential gear / Gear box.

### **2.9.11.2 Spesifikasi**

- a. Kemampuan angkat : 0,5 s/d 2 ton
- b. Sistem kerja alat : Hidraulik
- c. Tinggi angkat Max : 20 cm

## **2.10. WATER TANK CAR**

### **2.10.1 Fungsi**

Alat untuk penyiraman tanaman dan penyediaan air cadangan.

## 2.10.2 Spesifikasi

- a. Mesin
- a.1. Jenis bahan bakar : Solar
  - a.2. Jumlah silinder : 4
  - a.3. Jumlah stroke : 4
  - a.4. Daya : 100 – 120 PS
  - a.5. Volume silinder : 3000 – 4000 cc
  - a.6. Transmisi : 5 kecepatan maju, 1 kecepatan mundur.
- b. Sistem Pendingin : Air.
- c. Kapasitas Tangki bahan bakar : 85 – 100 Liter.
- d. Dimensi
- Panjang keseluruhan : 5600–5900 mm;
  - Lebar keseluruhan : 1800–2000 mm;
  - Tinggi : 1900-2100 mm;
  - Berat Total : 7000–8000 Kg.
- e. Mekanisme Tank Car
- Pompa : Roda Gigi Putaran 1000 – 1500 RPM;
  - Volume : 4000 – 5000 Liter.
- f. System Rem : Hidraulik dengan vakum pembantu (sirkuit ganda hidrolis dengan vacuum Booster).
- g. System Suspensi : Semi elliptical alloy steel leaf spring, hidraulik double acting telescopic shock absorber at front and rear.
- h. Kelengkapan
- 1). Tool Kit : 1 ( satu ) set standard Tool;
  - 2). Manual Book : 1 ( satu ) katalog, 1 ( satu ) set Petunjuk service.
- i. System Kelesterikan : Battery 12 V / 120 Ah;
- j. Panel instrument : Meter kecepatan, Lampu Pengontrol : Oli, Temperatur, Level bahan bakar, Switch Starter, Charger.

## 2.11. RIDDING MOWER

### 2.11.1 Fungsi

Ridding Mower adalah peralatan pemotong rumput yang mana unit tractor dan mower terakit menyatu, maka peralatan ini disebut juga sebagai Lawn Tractor.

### 2.11.2 Spesifikasi

- a. Mesin
  - a.1. Jenis bahan bakar : Bensin / Premium;
  - a.2. Jumlah Silinder : 1 atau 2;
  - a.3. Power Out put : 17 – 17,5 HP;
  - a.4. Isi Silinder : ( 490 – 520 ) CC.
- b. Pendingin : Udara / air.
- c. Kapasitas tangki bahan bakar : Minimal 2,1 galon atau 8 liter, atau setara dengan kapasitas standar agar peralatan mampu untuk operasional 5 jam secara terus menerus.
- d. Starter mesin : Menggunakan dynamo starter standard pabrik dengan tenaga battery.
- e. Transmisi : Manual atau Automatic dengan
  - Gerak maju : 0 – 8 km / jam;
  - Gerak mundur : 0 – 5 km / jam;
- f. Radius putar : (18–20) inchi;
- g. Ban : Ukuran ban depan :  
15 x 6.0 – 6;  
Ukuran ban belakang :  
20 x 8.0 – 8.
- h. Sistim listrik : Menggunakan battery 12 volt.
- i. Berat keseluruhan : ( 200 – 215 ) kg.
- j. Panel instrumen : Sekurang – kurangnya terhadap indicator – indicator, volume bahan bakar, temperatur mesin, switch lampu – lampu, kontrol starter.
- k. Mower deck : ( 40 – 43 ) inchi.

- l. Tinggi pemotongan : ( 2.5 – 10 ) cm.
- m. Mower blade : ( 1 – 2 ) buah, terlindung pada bagian atas dan samping agar tidak membahayakan terhadap operator dan orang disekitarnya.
- n. Dimensi : - Tinggi ( 95 – 100 ) cm.  
- Panjang keseluruhan ( 150 – 160 ) cm;  
- Lebar keseluruhan ( 90 – 100 ) cm.

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

ttd

**CUCUK SURYO SUPROJO**

NIP. 120 089 499

SALINAN sesuai dengan aslinya  
Kepala Bagian Hukum  
Ditjen Hubud

E.A. SILOOY  
NIP.120108009

**LAMPIRAN**  
**PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA**  
**NOMOR : SKEP / 80 / VI / 2005**  
**TANGGAL : 20 JUNI 2005**

---

## **BUKU II**

**PETUNJUK TEKNIS**  
**SPESIFIKASI PERALATAN PEMELIHARAAN FASILITAS SISI DARAT (PEKERJAAN**  
**MEKANIKAL, AIR BERSIH SERTA PIPA DI BANGUNAN DAN DI HALAMAN)**

## A. PEKERJAAN MEKANIKAL

### I. PEKERJAAN PEMASANGAN POMPA AIR

#### 1. Peraturan dan Standard.

##### a. Peraturan

Berlaku :

- Untuk Pekerjaan Listrik berlaku Ketentuan – ketentuan dalam Peraturan Umum Instalasi Listrik
- Peraturan Keselamatan Kerja

##### b. Standard

Barang / komponen asal dalam negeri harus memenuhi Standard Industri Indonesia (SII) dan Standard PLN (SPLN), dan untuk barang / komponen asal luar negeri berlaku standard dari negeri asal barang / komponen tersebut yang sudah disetujui oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

##### c. Pelaksana

Pelaksana pekerjaan ini haruslah Rekanan atau Sub Rekanan yang ahli dalam pekerjaan pemasangan Pompa Air.

##### d. Kewajiban

Sebelum pelaksanaan pekerjaan, maka Pelaksana pekerjaan berkewajiban menyerahkan gambar kerja mengenai barang / komponen yang akan dipasang beserta rencana pemasangannya, dan menyampaikan hasilnya kepada Pemilik, termasuk data-data teknis yang lengkap dari barang / komponen tersebut yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan.

#### 2. Barang / Komponen Yang Dipakai

Diutamakan menggunakan produksi dalam negeri, buatan pabrik ternama yang produknya sudah dikenal luas, minimal dalam kurun waktu selama 10 (sepuluh) tahun. Barang / komponen tersebut harus barang yang baru dan baik.

##### a. Jenis Pompa

Jenis Pompa yang dipergunakan adalah pompa *sentrifugal* dan *submersible pump* dengan mesin penggerak listrik, kecuali jika ditentukan lain karena keadaan setempat.

##### - Pompa Air

Untuk pompa air kotor harus dipilih pompa yang khusus didisain / dibuat untuk keperluan tersebut

- *Pompa submersible*  
Untuk pompa sumur yang dalam / deep well dan sumber air yang besar (danau) harus digunakan pompa submersible.
- *Tinggi Hisap*  
Pemilihan tinggi hisap dari pompa harus disesuaikan dengan rencana letak pompa terhadap permukaan air yang akan dipompa, minimal sama dengan tinggi permukaan air / sumber air .
- *Tinggi Tekan*  
Pemilihan tinggi tekan vertikal / horisontal disesuaikan minimal dengan tempat yang paling tinggi atau paling jauh yang akan dilayani oleh pompa tersebut, termasuk dengan adanya fitting- fitting dari sambungan dan belokan.
- *Kapasitas*  
Kapasitas pompa disesuaikan dengan debit air yang diperlukan.
- *Mesin Penggerak*  
Untuk penggerak Pompa (motor) 0,75 HP ke bawah dapat digunakan motor listrik 1 fasa, 220 volt, 50 Hz, dengan lilitan bantu, kondensor dan saklar sentrifugal sebagai alat pemula jalan (*starter*).  
Untuk penggerak pompa (motor) diatas 0,75 HP, digunakan motor listrik 3 fasa, 4 penghantar, 380 volt, 50 Hz, yang dilengkapi dengan saklar otomatis (star / delta) sebagai alat pemula jalan (*starter*), dengan setting waktu yang dapat diatur.

**b. Pipa**

Pipa yang dipergunakan adalah

- Pipa Galvanis,
- Pipa PVC,
- Pipa Asbestos,
- Pipa Black Steel

**c. Kabel**

Kabel yang dipergunakan ialah

- Kabel type NYY
- Kabel type NYFGBY

**3. Pemasangan**

Pompa harus dipasang sedekat mungkin dengan sumber air yang akan dipompa, demikian pula tinggi terhadap sumber air harus disesuaikan sedemikian, sehingga dalam pengoperasiannya pompa dapat berjalan dengan baik.

**a. Pompa Biasa**

Untuk pompa biasa, pompa harus dipasang diatas pondasi dengan menggunakan anker baut. Tinggi pondasi kurang lebih 10 cm dari permukaan lantai, kecuali jika ditentukan lain. Sekeliling pondasi harus dibuat saluran air tumpahan dengan ukuran minimal kedalaman 5 cm, lebar 5 cm, serta pipa pembuangannya dipasang dibawah lantai.

- *Rumah Pompa*

Untuk melindungi pompa beserta instalasinya, pompa dipasang didalam bangunan permanen yang terlindung dari panas & hujan, kecuali jika ditentukan lain.

- *Pipa Hisap dan Pipa Tekan*

Ukuran / diameter pipa hisap dan pipa tekan harus sesuai dengan ukuran lubang inlet dan lubang outlet dari pompa yang bersangkutan.

Ujung dari pipa hisap harus dilengkapi dengan katup (valve) atau klep dan saringan. Pipa – pipa dipasang pada tempatnya dengan baik dengan menggunakan klem dan baut atau alat lain yang semacamnya.

- *Sambungan Listrik*

Sambungan listrik untuk pompa pada umumnya harus dilakukan melalui elektrik kabinet (panel) , yaitu kotak dimana sakelar utama dan sakelar star / delta dipasang.

Kabel yang dipergunakan didalam bangunan dapat dipakai kabel type NYY, dan diluar bangunan dipakai kabel tipe NYFGBY atau NYRGBY, ukuran penampang disesuaikan dengan besarnya beban dan jarak.

**b. Pompa Submersible**

Pompa *submersible* dipasang didalam sumur bor / bak penampungan air dengan jalan ditenggelamkan kedalam air yang akan dipompa. Pompa menggantung pada pipa hisapnya dan ditahan / ditopang oleh tutup sumur bor tersebut. Apabila pompa submersible dipasang untuk memompa air kotor, maka didalam kolam atau bak tempat penampungan air kotor tersebut tanpa perlu ditopang dengan sebuah konstruksi besi siku yang ditanamkan kedalam dinding dari bak tersebut, dan pompa harus dilengkapi dengan saringan yang sesuai *manual instruction*.

Letak pompa harus diatur sedemikian rupa, sehingga pompa dapat dioperasikan sebagaimana mestinya, serta memudahkan untuk dilakukan pemeliharaan / penggantian.

- *Sambungan Listrik*

Kabel yang dipakai untuk penyambung pompa ke Elektrikal Kabinetnya (panel) harus kabel khusus, yang dipasok bersama – sama dengan pompa yang bersangkutan sesuai dengan standard pabrik.

#### **4. Pengetesan dan Uji Coba**

Pengetesan dan uji-coba harus dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan bersama-sama dengan Konsultan Pengawas dan Pemilik.

##### **a. Pengukuran Tahanan Isolasi Dari Kabel**

Yang perlu diukur tahanan isolasinya ialah :

- Kabel – kabel
- Motor listrik dari pompa.

Untuk pengukur tersebut harus digunakan Mega Ohm Meter (MEGER) dengan tegangan ukur 500 Volt.

Hasil pengukuran dipandang baik apabila tahanan isolasi dalam Ohm Meter sedikitnya = 1000 x Tegangan kerja yang bersangkutan dalam satuan Volt.

##### **b. Uji coba**

Uji coba dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan dengan disaksikan oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik. Jika selama uji-coba terjadi kerusakan, maka perbaikan kerusakan tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan yang bersangkutan. Hasil uji-coba dituangkan dalam suatu berita acara yang ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

#### **5. Gambar dan Dokumen Lain**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk membuat / menyediakan dan menyerahkannya kepada Pemilik, dokumen-dokumen tersebut adalah sebagai berikut :

- Gambar – gambar sebagaimana terpasang.
- Buku Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan dari pompa yang bersangkutan.

Semuanya dibuat rangkap 3 (tiga), kecuali jika diperlukan lain.

#### **6. Masa Perawatan**

Lama masa perawatan (garansi) minimal 5 (lima) bulan. Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan tersebut yang disebabkan oleh tidak terpenuhinya ketentuan-ketentuan/persyaratan-persyaratan dalam gambar dan bestek, adalah menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk mengganti dan memperbaikinya, kecuali tidak dipenuhinya ketentuan pengoperasian alat secara benar.

#### **7. Suku Cadang**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk menyediakan Suku Cadang untuk perawatan selama minimal 3 (tiga) tahun.

## II. AIR CONDITIONING & VENTILASI

### 1. Peraturan dan Standard

#### a. Peraturan

Berlaku :

- Peraturan Keselamatan Kerja;
- Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL);
- Peraturan – peraturan lain yang berlaku.

#### b. Standard

Berlaku :

- Standard Industri Indonesia (SII);
- Standard PLN (SPLN);
- Standard ASTM;
- Standard ASHRE;
- Standard SMACNA (*Sheet Metal & Air Conditioning National Association*);
- Standard International atau standard negeri asal barang yang sudah disetujui oleh Konsultan Perencana.

#### c. Barang / Komponen

Diutamakan menggunakan barang / komponen asal dalam negeri, buatan pabrik ternama yang produknya sudah dikenal luas, minimal dalam kurun waktu selama 10 (sepuluh) tahun.

Komponen peralatan ini harus didisain untuk daerah tropis dan bebas korosi.

#### d. Pelaksana

Pelaksana pekerjaan ini harus Rekanan atau Sub Rekanan yang ahli dalam bidang mekanikal dan elektrikal, serta memiliki sertifikat untuk pekerjaan pemasangan dan perawatan dari pabrik AC yang bersangkutan.

#### e. Kewajiban

Sebelum pelaksanaan pekerjaan, maka Pelaksana pekerjaan berkewajiban menyerahkan gambar kerja mengenai barang / komponen yang akan dipasang beserta rencana pemasangannya, dan menyampaikan hasilnya kepada Pemilik, termasuk data – data teknis yang lengkap dari barang / komponen tersebut yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan.

## f. Pengujian

Bila keadaan memungkinkan pengujian (*testing*) peralatan yang dilakukan oleh pabrik terhadap barang / komponen yang akan dipakai dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

Hasil dari pengujian (*testing*) tersebut dituangkan dalam suatu Berita Acara atau Sertifikat pengetesan oleh pabrik.

## 2. Jenis AC Yang akan Dipakai

Pemilihan jenis AC yang akan digunakan beserta sistimnya, ditentukan berdasarkan luasnya bangunan / ruangan yang akan diberi AC, pembagian ruangan serta rencana penggunaannya nanti terkait dengan penghematan daya listrik dan lain – lain.

### a. AC Central

Dengan bagian – bagian sebagai berikut :

- Mesin Pendingin (Chiller);
- Sistim pipa air dingin, pipa kondensor & perlengkapannya;
- Pompa Chilled & Pompa Kondensor;
- Mesin Pengatur Udara (Air Handling Unit), Fan Coil Unit (FCU);
- Sistim terowongan udara segar dan udara balik (Duct);
- Kabinet sambungan dan unit kontrol.

#### ➤ Mesin Pendingin (Chiller)

Tipe yang digunakan adalah *Centrifugal Water & Cooled Water*. Digunakan model kelompok untuk pasangan luar dengan beberapa kompresor didalamnya, yang pengoperasiannya diatur oleh perangkat pengendali, guna memelihara tingkat dari suhu dan kelembaban yang sudah ditentukan.

Kompresor digerakkan oleh motor listrik dengan tegangan 220/380 Volt, 50 Hz, 3 fasa, 4 penghantar, yang di disain untuk daerah tropis.

Sedapat mungkin digunakan refrigerant yang tidak menyebabkan dampak lingkungan yang tidak diinginkan.

Pengadaan & Pemasangan instalasi pipa Chilled Water dari Chiller sampai ke Air Handling Unit atau Fan Coil Unit yang berada disetiap lantai beserta perlengkapannya yang terdiri dari Strainer, Flexible Connection, Expansion Joint dan lain-lain harus sesuai dengan gambar dokumen serta spesifikasi teknik.

Pengadaan & Pemasangan Valve, antara lain Check Valve, Motorized Two Way Valve, Gate Valve, Pressure Gauge, Thermometer dan lain-lain harus sesuai dengan gambar dokumen serta spesifikasi teknik.

Peralatan pendukung Chiller, baik secara mekanis maupun secara elektrik, seperti Safety Device, Kontrol-kontrol, Sequence Kontrol dan peralatan pendukung lainnya harus lengkap dan dapat dipertanggung jawabkan dalam pemasangan & pengadaannya.

Mesin pendingin harus dilengkapi dengan Peredam Getaran (*Vibration Isolator*) sehingga getaran yang terjadi dapat diredam seminim mungkin.

Selanjutnya Mesin Pendingin diperlengkapi sebagai berikut :

- ❖ Rumah (*Cassing*)  
Terbuat dari plat baja tebal 1,5 s/d 2 mm, Pressed body, dipasang diatas kerangka / dudukan mesin, dilengkapi dengan ventilasi dan banyak pintu, yang ukurannya cukup lebar untuk memudahkan perawatan. Rumah di disain sedemikian sehingga dapat meredam suara yang berasal dari kompresor dan peralatan lain.
- ❖ Evaporator  
Sesuai standard dan diberi lapisan penyekat panas, minimal tebal 50 mm.
- ❖ Kondensor  
Model yang diinginkan dengan hembusan udara dan dilapisi dengan bahan untuk melindunginya dari udara yang mungkin korosif.
- ❖ Panel listrik.  
Tempat untuk memudahkan tempat pelaksanaan interkoneksi antara berbagai sirkuit dari mesin pendingin, lewat saklar dan unit pengendali, serta sambungan keluar ke substation atau ruang teknik lainnya. Dilengkapi dengan saklar – saklar beserta pengaman thermis dan magnetis, tombol – tombol untuk menghidupkan atau mematikan mesin-mesin, perangkat pengatur / pengendali dan peralatan monitor.
- ❖ Peredam Getaran
- ❖ Sistim Perpipaan
  - Pipa Air Dingin  
Untuk pipa air dingin dengan ukuran diatas 1,5" digunakan pipa – pipa baja hitam, yang oleh pabriknya sudah diberi lapisan pelindung yang baik, kuat dan tahan lama, dengan ukuran dan cap / tanda sesuai ASTM atau standard lain yang sudah disetujui, tanpa ulir, sambungan dengan las. Untuk pipa air dingin dengan ukuran 1,5" kebawah digunakan pipa putih galvanis, dengan ujung berulir untuk sambungan.

- Pipa Lain

Untuk pipa – pipa air buangan dan lain – lain digunakan pipa putih galvanis, dengan ujung – ujung berulir untuk sambungan

- Fitting Sambungan

Untuk pipa baja hitam, belokan, pencabangan, penyusutan / reducer, flens dan lain – lain, digunakan fitting terbuat dari baja hitam untuk sambungan lain, dengan ukuran dan cap / tanda sesuai standard tersebut diatas. Untuk pipa putih / galvanis digunakan fitting sambungan sesuai pipa yang bersangkutan.

- Katup (Valve)

Untuk pipa – pipa dengan ukuran diatas 1,5" digunakan katup – katup dengan rumah yang terbuat dari baja tuang kualitas baik, dan dilengkapi dengan flens untuk sambungan pada kedua ujungnya. Untuk pipa – pipa dengan ukuran 1,5" kebawah digunakan katup – katup dengan rumah yang terbuat dari brons kualitas baik, dilengkapi dengan ulir untuk sambungan.

- Pompa Chilled Water & Pompa Kondensor

Digunakan pompa sentrifugal yang didisain / dirancang untuk keperluan sistim pendinginan. Kapasitas disesuaikan dengan rencana, tegangan 220 / 380 Volt, 50 Hz, 3 fasa, 4 penghantar, dilengkapi dengan saklar Star / Delta sebagai alat permulaan jalan (*starter*).

- Mesin Pengatur Udara (*Air Handling Unit*)

Air Handling Unit ini hendaknya Factory Build, dan harus sudah di test di pabrik pembuatnya. Performance Air Handling Unit berdasarkan *Standard AMCA 210-1967 untuk Standard test code for air moving device & Ari Standard 410-1964 untuk Standard for force circulation air cooling*.

Casing untuk Air Handling Unit adalah *Single Skin*.

Model kompak, sistim modular dan dengan dinding atau pintu yang mudah dibuka untuk memudahkan perawatan.

Rumah dari Mesin Pengatur Udara terbuat dari plat baja galvanis tebal  $\pm$  1,5 mm, mempunyai dua lapis dinding dengan bahan penyekat panas diantaranya.

Kapasitas disesuaikan dengan rencana, tegangan 220 / 380 Volt, 50 Hz, 3 fasa, 5 penghantar, selanjutnya AHU dilengkapi unit-unit berikut :

- ❖ Unit penyaring dan penghembus udara luar.

Dilengkapi dengan penyaring dari karbon aktif.

- ❖ Kumpanan pendingin dari pipa tembaga dan rumbai alumunium, yang diberi lapisan yang baik, kuat dan tahan lama untuk melindunginya dari udara yang mungkin korosif, dilengkapi dengan pemisah butiran – butiran air embunan, wadah untuk penampungnya dan pipa – pipa buangan.

- ❖ Mesin Penghembus / Kipas Sentrifugal  
Bagian dalam dari rumah mesin penghembus ini beserta daun – daun kipasnya juga harus diberi lapisan yang baik, kuat dan tahan lama untuk melindunginya dari udara yang mungkin dapat menimbulkan korosif.
- ❖ Peredam / Dumper  
Dengan daun – daun majemuk (sudu-sudu) yang dapat digerakkan secara serempak.

Sambungan – sambungan antara unit – unit modular dan lain – lainnya harus dilengkapi dengan penyekat kedap udara yang baik, kuat dan tahan lama. Bahan – bahan pelapis seperti cat dan lain – lain yang digunakan harus jenis yang tidak menimbulkan bau atau mencemari udara.

➤ Fan Coil Unit (FCU)

Seluruh *Fan Coil Unit* harus dilengkapi dengan *Instalation Casing* dari Galvanis Steel, Bak Air Kondensi (*drain pan*), Saringan pembersih udara, Thermostat, Plenum Box dan peralatan perlengkapan lainnya, sehingga sistim dapat bekerja secara sempurna. Peralatan yang akan dipasang, harus sudah di balansing di pabrik pembuatnya.

Apabila ruangan diatas plafon gantung / drop ceiling sangat sempit, sehingga tidak cukup ukurannya untuk pemasangan terowongan udara (duct), maka untuk pengaturan udara dalam ruang semacam itu digunakan Fan Coil.

Kapasitas dari Fan Coil disesuaikan dengan rencana, tegangan 220 Volt, 50 Hz, 1 fasa.

Kumparan pendingin dibuat dari pipa tembaga dengan rumbai dari alumunium, diberi lapisan yang baik, kuat dan tahan lama untuk melindunginya dari udara yang mungkin dapat menimbulkan korosif.

Saringan udaranya dari jenis yang mudah diganti. Selanjutnya dilengkapi dengan kipas sentrifugal tunggal atau ganda. Kebisingan yang ditimbulkan harus diusahakan sekecil mungkin.

➤ Terowongan Udara (Duct).

Digunakan terowongan (duct) dengan ukuran–ukuran standard perencanaan, dengan jenis sebagai berikut :

- ❖ Terowongan Segi empat  
Terbuat dari lembaran plat galvanis, untuk lurus atau lengkung, bercabang dan lain – lain sesuai rencana / kebutuhan.
- ❖ Terowongan bulat  
Terbuat dari plat galvanis, berdinding ganda dengan bahan penyekat panas (glasswool dan allumunium foil).
- ❖ Terowongan fiber glass  
Terbuat dari fiber glass, bentuk dan ukurannya sama seperti terowongan tersebut diatas.

- ❖ Terowongan flexible  
Terbuat dari alumunium dengan bahan yang dapat meredam suara / kebisingan.
  - ❖ Perlengkapan lainnya dari Terowongan Udara, seperti Diffuser, Exhaust grill, Dumper, harus dibuat sesuai standard pabrik.
- Pipa air dingin, Pipa Kondensor & Perlengkapannya
- ❖ Pemasangan semua sistim pemipaan harus sesuai dengan gambar & spesifikasi teknis.
  - ❖ Semua *katup (valve)* yang akan digunakan harus sesuai dengan klas tekanan kerja instalasi, minimum 250 PSIA
  - ❖ Semua *peralatan ukur yang dipasang*, harus dalam batas ukur yang baik dengan ketelitian tinggi & simetris, serta dipasang sambungan pipa (*pipa fitting*)
  - ❖ Pemasangan *tanda anak panah* ditempat yang mudah terlihat untuk menunjukkan arah aliran
  - ❖ Pemasangan *Automatic Release Vent* beserta penampangnya pada tempat yang memungkinkan terjadinya pengumpulan udara
  - ❖ Pemasangan *Vibration Isolator* pada semua dudukan, dan harus memenuhi spesifikasinya.
- Pipa Pengembun  
Pelaksana pekerjaan harus memasang pipa pengembun (*drain*) dari mesin Sistim Tata Udara sampai ketempat pembuangan yang terdekat.
- Sound Attenuator (duct silencer)  
Pemasangan *Silencer* pada tempat yang sesuai dengan gambar rancangan & spesifikasi. Silencer buatan pabrik yang telah diuji (test) Mesin pendingin dan disertai data tehnik yang jelas.
- Instalasi Ducting  
Sistim distribusi udara, supply ducts lengkap dengan isolasi, return ducts berikut isolasi, Grilles, Diffuser, Spliter Dumpers, Control Dumpers, Volume Dumpers, Fire Dumpers dan perlengkapan lainnya harus disertai ukuran, nomor, tipe, pabrik pembuat secara lengkap.  
Saluran udara harus dibuat dengan konstruksi mengikuti ketentuan yang dikeluarkan oleh SMACNA (*Sheet Metal & Air Conditioning National Association*)
- Mesin Pendingin  
Mesin pendingin dipasang ditempat yang sudah ditentukan diluar bangunan atau diatas bangunan / plat dak dari bangunan. Apabila dipandang perlu untuk mengurangi kebisingan, untuk mesin pendingin dibuatkan rumah dengan konstruksi khusus yang dapat meredam suara kebisingan yang ditimbulkannya.

Mesin pendingin dipasang diatas pondasinya atau dudukan dengan anker baut yang tahan karat. Tinggi pondasi  $\pm$  10 cm dan dilengkapi dengan saluran air buangan, ukuran-ukuran lebih dari pondasi disesuaikan dengan data teknis yang diterbitkan oleh pabrik mesin pendingin tersebut. Sambungan pipa-pipa air yang datang ke dan yang pergi dari mesin pendingin harus dilakukan lewat pipa sambungan lentur / fleksible connector, untuk meredam getaran agar tidak merambat ketempat lain.

➤ Kabinet Sambungan

Dipasang sesuai rencana / disain, diluar / didalam bangunan , dipasang pada dinding atau berdiri diatas lantai.

Penyambungan kabel meliputi interkoneksi antara berbagai bagian dari mesin pendingin, pompa air dingin, unit kontrol dan lain lain, termasuk sambungan listrik ke Substation atau ruang tehnik lainnya, dengan sambungan kabel kontrol keruang kendali, jika ada.

Kabel-kabel yang digunakan, untuk kabel listrik adalah dari tipe NYY dengan ukuran penampang sesuai dengan rencana, dan untuk kabel kontrol digunakan kabel telepon atau NYY 2,5 mm<sup>2</sup> dengan banyak penghantar sesuai dengan gambar.

Apabila pada penyambungan tersebut ada ujung-ujung kabel, maka pemasangan sepatu kabel tersebut harus dilakukan dengan menggunakan Crimping Tool.

➤ Kawat Ground / Arde

Semua kerangka yang konstruktif dari mesin-mesin pendingin, pompa-pompa, panel-panel listrik harus dihubungkan dengan kawat ground / arde dari kawat tembaga tidak terbungkus, dengan ukuran penampang minimal 6 mm<sup>2</sup>.

**b. AC Split**

Dipasang pada bangunan / ruangan yang tidak terlalu besar, terutama ruangan – ruangan elektronik, yang harus memenuhi persyaratan tersendiri mengenai tingkat suhu, tingkat kelembaban dan tingkat kebisingan.

- Mesin Pendingin / Kompresor

Kapasitas Mesin pendingin / Kompresor disesuaikan dengan rencana luas ruangan, tegangan 220 Volt, 50 Hz, 1 fasa dengan 2 penghantar ditambah satu penghantar untuk ground / arde, atau 220/380 Volt, 50 Hz, 3 fasa, 4 penghantar.

- Fan Coil

Jumlah dan lain – lain disesuaikan dengan Mesin Pendingin yang akan digunakan. Tegangan 220 Volt, 50 Hz, 1 fasa, 2 penghantar ditambah dengan 1 penghantar untuk ground / arde.

- Panel Listrik

Kecuali ditentukan lain, Panel listrik adalah dari tipe untuk ditanam sebagian atau dipasang pada permukaan dinding / tembok, tegangan kerja 220/380

Volt, 50 Hz. Dilengkapi dengan rel, saklar induk dan saklar – saklar cabang, masing – masing dari jenis pemutus beban, dan dilengkapi dengan pengaman thermis dan magnetis yang sesuai dengan rencana beban.

**c. AC Jendela / Window**

Dipasang untuk bangunan / ruangan yang tidak terlalu besar. Kapasitas disesuaikan dengan kebutuhan, tegangan kerja 220 Volt, 50 Hz, fasa tunggal, dua penghantar, ditambah satu penghantar untuk ground / arde, steker khusus diperlengkapi dengan pengaman arus type cartidge.

**2. Spesifikasi Tehnis Material & Peralatan**

**a. Sistim Air Condition**

a.1. Peralatan Chiller

Seluruh peralatan untuk Chiller, AHU, FCU, Split (cassette type) dan Split Duct harus dari merk yang sama, ini untuk memudahkan pemeliharaan. Pabrik harus sudah memasang menjadi 1 (satu) bagian *liquid chillers* lengkap dengan kompresor / motor, sistim pelumasan, cooler / pendingin, kodensor, isolasi, sistim kontrol, dan dokumen petunjuk sebelum start-up. Starter motor dan pengisian mula refrigerant dan oli untuk instalasi di lapangan.

a1.1 Kompresor

a11.1. Tipe kompresor adalah *Hermetik Centrifugal* dengan performansi yang tinggi, menggunakan refrigerant HFC-134.A.

a11.2. Kompresor, Motor dan Transmisi dilengkapi dengan *Hermetically Sealed & Pressure Lubricated*.

a11.3. *Journal Bearings* dilengkapi dengan *babit lined & pressure lubricated*.

a11.4. *Gigi Transmisi* menggunakan tipe *single helical*, dan harus tersusun dengan baik, ini untuk memudahkan pada saat pemeriksaan tanpa membongkar / memindahkan penutup (casing) dari kompresor atau impeller.

a11.5. Kompresor oleh pabrik pembuatnya harus dilengkapi dengan sistim instalasi pelumasan untuk menyalurkan oli.

Sistim ini terdiri dari :

→ Motor Driven Oil Pump

- Oil Cooler, Oil Regulator, Oil Filter
- Oil Pump Starter diletakkan pada bagian atas dari Chiller dan dihubungkan ke Motor Pompa serta Sirkuit Kontrol
- Automatik Control Valve
- Thermo Statically Control Oil Heater
- Reservoir Oil Temperatur Gauge
- Oil Pump dengan power ranger 230 - 460 volt, 3 phase, 50 Hz
- Jika Starter Pompa Oli tidak tersedia, tetapi diperlukan untuk dipasang dilapangan, maka Pelaksana pekerjaan diwajibkan mengadakan peralatan tersebut tanpa biaya tambahan.

a11.6. Kompresor dilengkapi dengan *Variable Inlet Van* untuk mengontrol kapasitas pendinginan.

#### a1.2 Kompresor

a12.1. Kompresor menggunakan tipe *Hermatic, Semi Hermatic, Single Speed, Non Reversing*, dilengkapi dengan angker hubungan singkat tipe induksi yang ditunjukkan pada daftar peralatan.

a12.2. Putaran Motor maksimum 2.950 rpm pada 50 Hz

a12.3. Susunan motor untuk service / pembersihan dengan hanya sedikit pembongkaran kompresor dan tanpa merubah pemipaan refrigerant

a12.4. Pada saat operasi penuh, putaran motor tidak boleh melebihi kecepatan yang tertulis pada plat nama.

a12.5. Voltage motor terendah (600 volt atau kurang) dapat dibuat dengan *way-delta type reduce inrush starters standing type*.

#### a1.3 Cooler / Mesin Pendingin (Evaporator) & Kondensor

a13.1. Rumah (*casing*) Cooler / pendingin & Kondensor berbentuk horisontal dengan konstruksi tabung (*tube*) didalamnya, tube dan sirip-sirip dari *tube finned copper tubing* terbuat dari tembaga dengan performansi yang tinggi.

a13.2. Tabung (*tube*) terbuat dari tembaga yang memiliki efisiensi tinggi dengan integral internal & external fins (sirip). Ukuran tube nominal diameter luar  $\varnothing$  0,75",

dengan ketebalan bahan 0,028" (0,71 mm) diukur dari bagian bawah sirip.

a13.3. Cooler (mesin pendingin) harus di disain sedemikian rupa, sehingga tidak menimbulkan kebocoran refrigerant dalam kompresor, hal ini untuk mencegah kerugian tekanan.

a13.4. Tube harus dapat dikeluarkan dari sisi keluar Heat Exchange, kondensor atau evaporator tanpa mempengaruhi kekuatan & daya tahan tube, serta tanpa menimbulkan pengurangan jarak antara tube.

a13.5. Suku cadang dari peralatan-peralatan tersebut diatas harus tersedia.

a1.4 Penyekat (*insulation*)

a14.1. Penyekatan untuk motor kompresor, shell (rumah) evaporator, tube, suction elbow dan purge chamber dapat dipasang di pabrik.

a14.2. Tebal penyekat 0,75", tahan api dan memiliki konduktifitas thermal max 0,28 Btu. Inchi / hr.ft.deg F (0,0404 w/m<sup>0</sup> C).

a1.5 Peredam Getaran (*vibration isolator*)

a15.1. Chiller harus dilengkapi dengan plat penahan (*plate support*) dan sadel penyekat (*isolator pads*) untuk mengganjal peralatan diatas ketinggian sadel beton (*level concrete pads*).

a15.2. *Spring type vibration isolator* harus dipasang.

a1.6 Kontrol, Keamanan & Diagnostik

a16.1. *Kontrol*

a. Sistim kontrol menggunakan *micro processor electric* dan bekerja secara otomatis

b. *Kemampuan pengontrolan* diatur oleh perubahan beban pada sisi masuk dari vanes yang terletak didalam kompresor. Beban pengaturan berkisar antara 100 % sampai dengan 10 % dibawah kondisi beban puncak normal standard ARI, tanpa menggunakan gas panas yang di by pass.

c. *Sistim kontrol harus bekerja secara otomatis berdasarkan energi yang diperlukan oleh kompresor,*

kelambatan kerja kompresor pada kondisi ON atau OFF merupakan fungsi dari peralatan elektrik.

- d. Pemasangan peralatan kontrol dihubungkan dengan terminal-terminal pada peralatan lain secara *inter lock* sebelum pemasangan pipa dan pemasangan kabel (*wiring*) dilakukan.
- e. Pompa Oli dilengkapi dengan *switch kontak* untuk mengoperasikan pompa secara manual ketika kompresor tidak beroperasi. Pompa oli bekerja terlebih dahulu sebelum motor chiller *start up*, dan memperlambat terjadinya pemberhentian tekanan oli pada saat kerja mesin menurun.
- f. Pemasangan instalasi kabel (*wiring*) dari diagram kontrol di lapangan merupakan tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.
- g. Pada peralatan mesin yang dilengkapi dengan konfigurasi diffuser variable, menggunakan micro processor tersendiri yang memberikan sense beban kompresor (motor amps), dan keadaan yang terjadi pada kompresor (temperatur pendingin & temperatur kondensor). Micro processor memberikan sinyal kepada variable diffuser untuk memperoleh efisiensi yang optimum dari kerja kompresor.
- h. Sistim micro processor termasuk rangkaian program yang berhubungan dengan pre-lube & post lube, pre flow & post flow dan diperlukan sebelum mesin start-up pada saat mesin akan diberhentikan. Sistim harus dijamin bekerja dengan baik, dan mencegah menurunnya temperatur pada saat terjadinya perubahan beban. Setelah shut-down sistim harus tetap menunjukkan keadaan yang baik hingga waktu menghidupkan kembali (*re-start*).

#### a16.2. *Keamanan (safety)*

- a. *Mesin dapat dimatikan secara otomatis untuk keamanan dari peralatan yang dioperasikan.* Peralatan yang ber operasi secara *manual* dilengkapi dengan alarm untuk mendeteksi kondisi pada saat beroperasinya peralatan seperti dibawah ini :
  - a.1. Motor Over Current, Over / Under Voltage
  - a.2. High Compressor Discharge Temperature

- a.3. Bearing High Temperature
  - a.4. High Motor Temperature
  - a.5. Low Refrigerant Temperature
  - a.6. High Condensor Pressure
  - a.7. Low Oil Pressure
- b. Kontrol harus dapat bekerja secara otomatis pada saat terjadi perubahan beban *chiller*, terjadi kenaikan temperature refrigerant yang dideteksi oleh alarm. Jika suatu kondisi ingin tetap dipertahankan konstan, kontrol akan memberikan sinyal *shut down* pada mesin.
  - c. Batas penurunan temperatur *chilled water* pada saat shut down, ditetapkan dengan menggunakan kontrol secara otomatis untuk melindungi beban pendinginan.
  - d. Sistim mikro prosesor harus dapat menjaga keamanan mesin pada saat melakukan start yang dilakukan setelah periode pengetesan awal.
  - e. Chiller harus dilengkapi dengan *Emergency Lubrication* untuk tetap memberikan pelumasan pada bearing pada saat mesin dimatikan.

#### a16.3. *Diagnostik*

- a. Pemeriksaan yang teliti dilakukan dengan mem perhatikan segi keamanan dengan memeriksa terlebih dahulu kontrol panel. Peralatan yang harus diperiksa seperti tertera pada point *keamanan mesin* (a16.2.a), adalah alat yang pertama mengalami shut down.
- b. Pencatatan minimal 5 (lima) mode kegagalan (machine shut down) harus disimpan didalam memory dari sistim diagnostik untuk dipanggil kembali secara manual oleh Operator.
- c. Module menunjukkan pemeriksaan, dan sistim kontrol mikro prosesor harus diperiksa terlebih dahulu secara teliti sebelum test program dilakukan, serta harus memeriksa semua switch, thermisor, potentio meter, fans, pumps, motor dan lain-lain sebelum mesin dioperasikan.
- d. Tentukan masa penggunaan dari peralatan ampere motor kompresor, power-on, pre-alarm dan kondisi alarm yang diinginkan.

a1.7 Kompresor Motor Starter

- a17.1. Mesin Chiller dilengkapi dengan *Free Standing Way-delta Closed Transtion* tipe standard, lengkap dengan 3 (*tiga*) *Leg Over Load Protection* untuk berbagai motor, dengan memperhatikan lampiran dari NEMA-1 untuk instalasi bagi Pelaksana pekerjaan elektrikal.
- a17.2. Pabrik pembuat Chiller harus menyertakan diagram *control wiring* untuk Pelaksana pekerjaan elektrikal.
- a17.3. Jika Sistim Kontrol Chiller tidak dilengkapi dengan *Under / Over Voltage Protection* dan *Motor Current Display*, maka harus dilengkapi terlebih dahulu dengan *Under / Over Voltage Protection*, dan arus motor starter kompresor.

a1.8 Persyaratan Elektrikal

- a18.1. Pelaksana pekerjaan instalasi AC harus menggunakan & memasang *starter motor kompresor* berdasarkan petunjuk dari pabrik pembuat Chiller.
- a18.2. Pelaksana pekerjaan instalasi AC harus memasang jalur-jalur elektrik, disconnect switch, alat pelindung elektrikal & terminal motor.
- a18.3. Pelaksana pekerjaan instalasi AC harus memasang *Wire Flow Switch* yang dihubungkan ke *Control Circuit* untuk menjamin operasi Chiller.
- a18.4. Karakteristik peralatan Power Elektrikal, seperti *Voltage, Phase dan Frekwensi* yang digunakan harus sesuai dengan perencanaan.
- a18.5. Pelaksana pekerjaan harus menyediakan *Power Supply ke Pompa Oli & Pemanas Oli* dengan karakteristik yang sama pada daftar peralatan.

a1.9 Pemipaan (*piping*)

- a1.9.1. Pelaksana pekerjaan harus memasang *Pipa Air Dingin* ke nozle-nozle dari Cooler, dan harus membuat perlengkapan untuk pemeriksaan dan atau penggantian pipa ketika dilakukan pembersihan tube kondensor & cooler.

- a1.9.2. Pelaksana pekerjaan harus membuat & memasang *pipa air ke Oil Cooler, pipa-pipa drain dan lubang angin (vent)* yang dibutuhkan sesuai dengan gambar & kode lokasi.
- a1.9.3. Pelaksana pekerjaan harus membuat & memasang *Lintasan refrigerant vent (relief) keluar* yang berhubungan dengan tekanan udara luar sesuai dengan gambar.
- a1.9.4. Pelaksana pekerjaan harus memasang *Thermometer & alat ukur lainnya* yang diletakkan berdekatan dengan pipa Chiller, sehingga mudah dibaca pada posisi berdiri.

#### a1.10 Testing

##### a1.10.1. Testing di pabrik

Pelaksana pekerjaan harus menyampaikan kepada Pemilik mengenai rencana testing chiller di pabrik negara asal pembuatan chiller (*country origin*) dalam jangka waktu 3 (tiga) bulan sebelumnya. Biaya pengetesan dan Tenaga Ahli dari pihak Pemilik, Management Konstruksi, menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan. Test chiller yang dilakukan meliputi :

- Leak Test
- Refrigerant Pressure Test
- Evacuation
- Dehydration
- Charge Chiller with Refrigerant & Oil
- Testing Chiller harus mengikuti standar ARI D-550

##### a1.10.2. Testing di Site (tempat / lokasi)

Sebelum testing di site (tempat) dilakukan, Pelaksana pekerjaan harus menyerahkan dokumen peralatan AC, yang meliputi :

- Satu set lengkap gambar instalasi
- Wiring diagram
- Instalation Instructions
- Start-up Instructions
- Operation & Maintenance Instructions
- Tegangan & Frekwensi.

##### a1.10.3. Training (pelatihan)

Pelaksana pekerjaan harus mengadakan *training* (pelatihan) kepada Pemilik proyek mengenai service & pengoperasian Chiller. Yang menjalani pelatihan adalah Calon Operator yang ditunjuk oleh Pemilik proyek, maka setelah pelatihan tersebut diatas dilakukan, Pelaksana

pekerjaan harus melaporkan kepada Pemilik proyek mengenai hasil pelatihan tersebut diatas.

#### a1.11 Kelengkapan Peralatan untuk Unit Chiller

##### a1.11.1. Sistim Kontrol Chiller dilengkapi dengan "Expanded Service Panel", yang meliputi :

- *Remote Set Point* untuk pengindraan yang teliti dan memilih alternatif temperatur Chilled Water yang berasal dari Central Energy Management System (EMS) atau merupakan fungsi dari temperatur, dan perubahan temperatur evaporator.
- Perlengkapan *Indikator Panel* untuk Operator Chiller dilengkapi dengan *self diagnostik*. Panel berada pada mesin dan dilengkapi dengan remote.
- Pemilihan batas power yang diperlukan berdasarkan batas power dari central EMS atau yang berasal dari *Stepped Contact Closure*.
- *Re-start* bekerja secara otomatis jika terjadi kerusakan pada power.

##### a1.11.2. Penyekatan (Insulation)

Penyekatan untuk *Cooler Shell* dan sisi hisap dari elbow dilakukan dipabrik atau dikerjakan dilapangan oleh Pelaksana pekerjaan.

##### a1.11.3. Pengepakan Plat Pondasi

Pabrik pembuat Chiller harus melengkapi unitnya dengan plat pondasi dalam satu paket, yang terdiri dari plat pondasi, dongkrak ulir, dan leveling pads. Pengepakan dibungkus dengan bungkus standar.

##### a1.11.4. Pegas Peredam

Pegas peredam pemilihannya disesuaikan dengan kebutuhan peredam yang diinginkan.

##### a1.11.5. Pemintasan Gas Panas

Valve (katup) dan pipa untuk pemintasan gas panas disesuaikan dengan beban evaporator dan dibuat untuk

kapasitas beban Chiller di bawah 10 % dari beban maksimum, dengan pengoperasian yang cukup panjang.

#### a1.11.6. Perlengkapan Starter

Perlengkapan Starter dikirim dari pabrik pembuat Chiller dengan menyertakan daftar perlengkapan, minimal terdiri dari :

- Ampere meter 3- phase switch in starter door
- Main Circuit Breaker
- Phase failure & Phase reversal protection
- Oil Pump disconnect switch
- Volt meter 3-phase switch in starter door

#### a1.11.7. Tube Pendinginan & Tube Kondensor

Terbuat dari material tertentu dan dengan ketebalan tertentu pula sesuai dengan list peralatan.

#### a1.12 Data Teknis Centrifugal Chiller

- Beban pendinginan : Lihat Daftar
- Kilo Watt / Ton Refrigerant (KW/TR) : 0,7 (max)
- Temperatur Air keluar (chilled water) : 44<sup>0</sup> F
- Kenaikan temperatur air dingin : 10<sup>0</sup> F (max)
- Temperatur air masuk kondensor : 87<sup>0</sup> F
- Temperatur air keluar kondensor : 97<sup>0</sup> F
- Laju alir air dingin(chilled water flow) : Lihat Daftar
- Fouling Faktor : 0,00025
- Jumlah Chiller : Lihat Daftar

Kondisi yang diijinkan pada saat beban puncak dalam keadaan operasi menurut standar ARI D-550 adalah sebagai berikut :

- Temperatur air keluar Cooler, adalah 40 – 48<sup>0</sup> F, atau berkisar antara 4,4 – 8,9<sup>0</sup> C;
- Temperatur air masuk Cooler, adalah 80 – 100<sup>0</sup> F, atau berkisar antara 26,7 – 38<sup>0</sup> C.

#### a1.13 Design Working Pressure

Disain Water Pressure untuk *Chilled Water Side* dan *Condensor Water Side* minimal 300 psia.

a.2. Pompa Chilled Water & Pompa Kondensor

a2.1. Semua pompa harus terbuat dari material yang sesuai dengan spesifikasi teknis, berikut :

a2.1.1. *Impeller* harus terbuat dari *Bronze* dan harus sudah di balance secara statis, dinamis dan hidrolis. *Impeller* harus terkunci dengan kuat ke poros pompa.

a2.1.2. *Poros / Shaft* harus terbuat dari *Stainless Steel 461 AISI* atau standard yang setara dengan shaft sleeve collar dari carbon steel. Poros harus dengan baik untuk mencegah terjadinya dorongan axial pada saat poros berputar.

a2.1.3. *Bantalan / Bearing* harus dari jenis *Grease Lubricated* dengan bearing housing (radial / thrust) dari Cast Iron, Bearing Cover dari Cast Iron, Bearing harus mampu menahan gaya axial yang disebabkan oleh dorongan shaft impeller.

a2.1.4. *Gasket* harus terbuat dari *Cellulose / SBR*.

a2.1.5. *Casing* pompa harus terbuat dari Cast Iron, sambungan pada sisi hisap dan pada sisi tekanan harus diberi Flens.

a2.1.6. *Seal* pompa harus terbuat dari jenis carbon atau stainless steel atau Rubber atau Ni-Resist.

a2.1.7. *Spacer Coupling*, pada pompa harus dipasang *Spacer Coupling* untuk kemudahan dalam perawatan.

a2.2. Peralatan Pendukung Pompa

Pompa yang digunakan harus dilengkapi dengan peralatan sebagai berikut :

a2.2.1. *Peredam Getaran* (vibration isolator) yang diletakkan pada alas pompa dan motor, sehingga getaran yang terjadi seminimum mungkin.

a2.2.2. *Pompa Chilled Water* harus dilengkapi dengan inersia Base.

a2.2.3. *Peralatan pendukung* baik secara elektris maupun secara mekanis termasuk safety device dan kontrol-kontrolnya harus dipasang lengkap.

a2.2.4. *Pompa* yang digunakan dari jenis *centrifugal End Suction Pump*.

a2.3. *Data Teknis Pompa Chilled Water, Pompa Kondensor, dan Pompa Make Up Water.*

Kapasitas : .....  
Head : .....  
Motor Speed : .....  
Efisiensi : .....  
Daya : .....  
Type : Centrifugal End Suction Pump  
Jumlah : .....

a.3. *Air Handling Unit (AHU)*

a3.1. *Casing (Rumah)*

Setiap Casing untuk Air Handling Unit harus terbuat dari *Welded Steel Frame* minimum 18 g untuk tekanan diatas 1,5 in wg, dan 16 g untuk tekanan dibawahnya. Tipe casing untuk Air Handling Unit adalah *Single Skin*.

a3.2. *Putaran Motor Air Handling Unit*

Putaran motor fan maksimum 1.500 rpm, seluruh motor fan harus dilengkapi dengan *pengaman arus*.

a3.3. *Koil Pendingin*

Koil pendingin harus dapat dilepas dari unit tanpa membongkar seluruh peralatan yang ada. Koil harus terbuat dari *tabung tembaga tanpa ada sambungan*, yang dilengkapi dengan *sirip alumunium* dibagian permukaan luar dari pipa.

Untuk mencegah air yang mengembun mengalir diantara aliran udara, maka koil harus dilengkapi dengan *Pipa drain*. Kotak dari kerangka koil harus dari baja galvanis.

Jumlah row dari koil pendingin yang dipakai harus dihitung berdasarkan data menurut daftar perencanaan ditambah 10 %. Kecepatan tertinggi yang diperkenankan pada permukaan penampang koil pendinginan adalah 550 fpm. Sirip-sirip alumunium yang dipasang pada koil pendingin harus berbentuk tegak lurus.

a3.4. *Filter*

a34.1. AHU filter harus berdasarkan standard *National Bureau of Standard Atmospheric Dust Spot & ASHRAE 52-76 Test Methode*.

a34.2. Filter untuk AHU mempunyai tipe *aluminium* yang mudah dibersihkan / dicuci.

a34.3. Filter harus memiliki *effisiensi penahan debu* minimum 65 % tahanan mula-mula maksimum 2,5 mm pada kecepatan udara 550 fpm.

a34.4. *Tebal saringan filter maksimum 2" (5 cm)*, dan rangka dari aluminium standar dengan ukuran filter persegi empat minimum 50 cm.

a34.5. *Face velocity* maksimum untuk AHU adalah 550 fpm.

a3.5. *Peredam Getaran (spring vibration isolator)*

Semua kaki mesin AHU harus dilengkapi dengan peredam getaran dengan jenis spring (*spring vibration isolator*).

a3.6. *Data Teknis Air Handling Unit*

Simbol	: . . . . .
Lokasi	: . . . . .
Beban Sensible (ERSH)	: . . . . .
G T H	: . . . . .
Fan	
→ Kapasitas Udara	: . . . . .
→ Static Pressure Extern	: . . . . .
→ Face Velocity Max	: 550 FPM
→ Fan Motor Speed	: 1.450 RPM
→ Daya Motor	: . . . . . Kw
Cooling Coil	
→ Entering Air Temp (DB/WB)	: 77/63 ° F
→ Leaving Air Temp (DB/WB)	: 55/54 ° F
→ Entering Chilled Water Temp	: 44 ° F
→ Leaving Chilled Water Temp	: 54 ° F
Operation Weight	: . . . . .
Quantity	: . . . . .
Vibration Isolation	: . . . . .

a.4. *Fan Coil Unit (FCU)*

a4.1. *Kelengkapan*

a4.1.1. Fan coil harus dilengkapi dengan *Thermostat* yang dapat menunjukkan temperatur yang terjadi secara tepat.

a4.1.2. Pada *kecepatan putaran yang tinggi*, noise kriteria yang terjadi maksimum 40 dB.

a4.1.3. Seluruh motor fan harus dilengkapi dengan *Pengaman arus*

a4.2. Data Teknis

Lokasi ruang mesin	: . . . . .
Beban Pendinginan	: . . . . .
Coil entering air temp (DB/WB)	: 77 / 64 ° F
Coil leveling air temp (DB/WB)	: 55 / 52 ° F
Cooling supply air temperatur	: 55 ° F
Coil by-pass factor	: 0,2
Jumlah	: . . . . . Unit
D a y a	: . . . . . Kw

a.5. Pipa Air Dingin & Pipa Kondensor

a5.1. Bahan

Pipa Chilled Water digunakan jenis BS-40-1387

a5.2. Belokan (*bend*)

- Semua belokan harus dari jenis *Long Radius Elbow*, kecuali bila ruangan tidak memungkinkan.
- Belokan harus mempunyai jari-jari minimal 5 kali garis tengah pipa.

a5.3. Sambungan

- Untuk pipa dengan garis tengah 2" (5 cm) harus dipakai *sambungan ulir*, ulir tersebut harus di *reamer* agar kotoran tidak tajam, dan kotoran yang masuk ke pipa harus dibersihkan sebelum disambung.
- Pipa dengan ukuran 2,5" keatas harus memakai *sambungan flens*.
- Semua bahan sambungan & pipa harus yang sejenis.

a5.4. Sambungan Ekspansi

Untuk pipa lurus lebih dari 40 meter dan pada tempat yang dirasakan perlu, harus dilengkapi dengan sambungan ekspansi dengan bahan dari stainless steel.

a5.5. Katup (valve)

Katup (*valve*) harus memenuhi standar yang berlaku (JIS, DIN, ASTM) atau yang setara.

a5.6. Isolasi Pipa

➤ Persyaratan umum

Isolasi pipa Chilled Water yang digunakan harus memiliki kriteria *nilai penyebaran api & nilai pengadaaan asap maksimum 50* sesuai dengan NFPA standar nos 90 A & 90 B, juga BS-4735 serta kemampuan bakar mengikuti standar ASTM-D 1692-74. Seluruh material isolasi harus memenuhi persyaratan berikut :

- Bebas dari kandungan Asbes;
- Tidak mudah terserang jamur / binatang kecil;
- Tidak membusuk & Tidak mudah melapuk.

➤ Jenis Material Isolasi Pipa Chilled Water

→ Phenolic Foam

- Density minimum 30 kg/cu.m
- Hantaran panas 0,02 w/m<sup>0</sup> C pada 10<sup>0</sup> C
- Memiliki sel tertutup minimal 90 %
- Tahan terhadap tekanan minimal 84 KN/m2.

→ Polythylene Foam

- Isolasi tersebut harus dapat menahan vapour (kondensasi) secara terus menerus dengan density minimum 1,8 lb/cu.ft (30 kg/cu.m)
- Konduktivitas panasnya maksimal 0,018 BTU in/ft.<sup>0</sup> F pada 10<sup>0</sup> C.

a.6. Pipa Pengembunan

a6.1. B a h a n

Pipa Pengembunan (*drain*) digunakan pipa PVC klas AW, kecuali dinyatakan lain oleh Konsultan Perencana.

a6.2. Peralatan

- Pipa Pengembunan (*drain*) harus dilengkapi dengan leher angsa (*U trap*), serta peralatan lain yang diperlukan.

- Pipa Pengembunan harus *diberi isolasi*, baik pipa dari mesin AC maupun pipa risernya. Isolasi harus dari jenis material isolasi pipa atau sejenis, bahan tahan api.
- Bagian luarnya *dilapisi dengan Vapour Barrier Jacket* seperti aluminium dua sisi atau sejenis, dengan direkatkan dari adhesive tape 2", serta surface finish sampai tak terjadi pengembunan pada permukaan pipa.

a.7. Cooling Tower

Lokasi	: . . . . .
No's Off	: . . . . .
Model & tipe	: Square type, Super Low High
Water flow maksimum	: . . . . .
Entering / Leaving Water temperatur	: 97 / 85 ° F
Ambient Wet Bulb Temperatur	: 85 ° F
Hot Water Inlet Hole	: . . . . .
Cold Water Outlet Pipe	: . . . . .
Sistim Distribusi	: Open Gravity tipe
Evaporation Loss (%)	: 18 -19 %
Drift Loss	: . . . . .
Dead Weight (kg)	: . . . . .
Operating Weight (kg)	: . . . . .
Drive System	: V-belt system
Fan Type	: Axial Flow
Diameter Fan maksimum	: . . . . . (mm)
Noise Level (dBA)	: . . . . .
Dimensi maksimum (WxLxH)	: . . . . .

Material

Casing	: Fiber glass Reinforced Plastic
Frame Work Basin	
Frame	: Steel (hot-dip galvanized)
Filling	: PVC
Distribution Basin	: Fiber glass Reinforced Plastic
Cold Water Basin	: Fiber glass Reinforced Plastic
Louvers	: PVC
Fan	: Alumunium Cast Alloy
Fan Stack	: Axial Flow

Elektrikal

Type of Motor	: Totally Enclosed Fan Cooled
Out Door 3 phase	
	Induction Motor 6 pole
Power Source	: 3 phase / 380 V / 50 Hz.
Rated Output (maks) KW	: . . . . .
Quantity of Fan (maks)	: . . . . .

a.8. Expansion Tank

Data Teknik

- Kapasitas maksimum 600 liter;
- Tangki dari bahan *Fiber Glass Reinforced Plastic* (FRP) dari campuran *duroplast* plastic dengan penguat fiber glass yang memiliki tensile strength minimum 18.000 psi;
- Tangki harus dari bahan yang tahan terhadap kondisi lingkungan, tidak berbau & tidak beracun.

a.9. Sound Attenuator (duct silencer)

a9.1. Material Bagian Luar

Material bagian luar silencer harus terbuat dari bahan *galvanized steel gauge-22*, dan konstruksinya harus sesuai dengan ASHRAE guide.

a9.2. Material Spliter

Spliter Silencer harus terbuat dari bahan *Perforated Galvanized Steel & minimum gauge-26*. Bentuk spliter harus Aerodinamis, bagian depan spliter yang menghadang aliran udara harus berbentuk solid & menyatu dengan bagian yang tidak ada sambungan (*perforated*).

a9.3. Acoustic Performance (Dynamic Insertion Loss)

Acoustic Performance harus dinyatakan secara jelas pada aliran udara & suara searah (*forward flow*), atau aliran udara & suara berlawanan (*reverse flow*) pada kecepatan aliran udara tertentu. Pelaksana pekerjaan harus melampirkan data teknis yang jelas, yaitu *dynamic insertion loss & pressure drop silencer*, serta lengkap dengan brosur dan merek produk yang diusulkan.

a.10. Instalasi Ducting

a10.1. Bahan Ducting

- 1.a. Baja Lapis Seng (BLS) yang *digalvanized / Zincalume* yang merupakan baja lembaran dengan proses continuous Hot Dip, campuran lapisan Zincalume ini terdiri dari 55% A1, 43,4% Zn dan 1,6% Si, dilapisi dengan *glasswool & aluminium foil fire retardant double sided*.
- 1.b. Dinding saluran udara harus bebas dari gelombang / gelembung-gelembung setempat sebagai akibat dari tekukan, untuk itu pemotongan & penekukan atau lipatan plat harus dibuat dengan mesin (mesin potong / mesin potong tekuk).

- 1.c. Daftar penggunaan bahan untuk saluran udara dengan kecepatan udara maksimum 2w.500 fpm dan tekanan statik maksimum 3,5" wg, menggunakan bahan yang sesuai dengan tabel dibawah ini :

Sisi terpanjang saluran ( <i>inch</i> )	Tebal plat ( <i>mm</i> )	Ukuran BLS Zinalume ( <i>standar SII</i> )	Lapisan Seng Galvanis ( <i>g/sq.m</i> )
s/d 12	60	BLS 60-K	305
13 – 18	70	BLS 70-K	305
19 – 30	80	BLS 80-K	305
31 – 40	100	BLS 100-K	305
> 40	120	BLS 120-K	305

**Standar Mutu Bahan (*SII. 0137 – 80*)**

a10.2. Sambungan Ducting

- 2.a. Sambungan Seam, Groove, Pittsburgh lock seams & Slim joints harus digunakan pada sambungan saluran udara, kecuali dinyatakan lain.
- 2.b. Sambungan seam duct yang dipakai adalah *seam low velocity duct*, yaitu *groove seam*.
- 2.c. Semua *slip joint* harus dibuat sesuai dengan arah aliran udara, sehingga tidak menyebabkan turbulensi pada aliran udara.
- 2.d. Bahan sambungan fleksibel adalah *kanvas / deklit*.

a10.3. Penguatan Duct & Sambungan Flens

Untuk sambungan antara duct satu dengan duct yang lainnya dihubungkan dengan perantara *flens besi siku & mur baut*. *Diantara flens tersebut dipakai karet* untuk mencegah kebocoran. Spesifikasi *sambungan flens & penguatan duct* adalah sebagai berikut :

Panjang Duct ( <i>inch</i> )	Jarak Flens/ Penguatan dan Gantungan ( <i>cm</i> )	Spesifikasi Penguat
s/d 19	180	Dipatah Silang ( <i>cross broken</i> )
20 – 40	180	Ditengah (diantara flens) di pasang Sabuk Penguat

> 41	90	Ditengah (diantara flens) di pasang Sabuk Penguat
------	----	---

a10.4. Hanger (support)

Konstruksi dari gantungan tersebut sesuai dengan gambar perencanaan, terdiri dari *besi beton 3/8"*, *besi siku dengan ramset*. Support harus dapat di stel, sehingga ketinggian duct bisa dibuat rata / dirubah menurut keadaan lapangan.

a10.5. Tikungan (elbow)

Tikungan harus merupakan bagian terpisah & dihubungkan dengan duct lainnya menggunakan flens. Elbow harus merupakan long radius yang dilengkapi dengan guide vanes (*pengarah*) didalamnya.

a10.6. Pencabangan

Pencabangan harus dilengkapi dengan *spliter damper*, dan harus sesuai dengan gambar perencanaan. Konstruksi plenum bagian spliter damper harus dibuat dengan kuat, sehingga tidak terjadi kebocoran ditempat penembusan engsel. Diffuser harus dilengkapi dengan damper yang dapat di stel. Konstruksi damper harus sedemikian rupa, sehingga dapat bekerja dengan baik.

a10.7. Belokan Saluran Udara

Dibuat dengan  $r/d = 1,5$  kecuali tidak memungkinkan, boleh dibuat dengan konstruksi belokan patah dan dilengkapi dengan *turning vanes* dengan seijin Konsultan Manajemen Konstruksi (*perencana*).

a10.8. Flexible Connection

Fire rating sesuai dengan BS.476, harus tahan terhadap tarikan fan atau getaran fan dan harus kedap udara. Jarak antara 2 ujung yang disambungkan dengan sambungan fleksibel adalah 15 cm. Bahan yang digunakan adalah jenis *Terpal / Deklit*, *tebal minimum 1 mm*.

a10.9. Jenis Perekat untuk Saluran Udara

Seluruh saluran udara harus diberi perekat dari jenis *Fire Resistance Duct Sealer* untuk mendapatkan saluran udara yang kedap terhadap kebocoran.

a10.10. Turning Vanes

Turning vanes harus dari jenis *Double Wall Vanes* dengan bahan dari *galvanized steel* atau *aluminium* dan dibuat secara shop fabricated.

#### a.10.10 Pembuatan Plenum

- Plenum harus dilengkapi dengan *Access Door & Thermometer* pengukur suhu udara.
- Dilengkapi dengan *Lining Akustik* yang dipasangkan sepanjang sisi dalam plenum dengan bahan dari *Akustik Rigid Board Insulation*. Tujuannya untuk mendapatkan *Noise Criteria (NC)* berkisar antara 30 – 45 dB.
- Apabila mesin yang dipasang dapat menyebabkan noise criteria diluar batas yang ditentukan, maka Pelaksana pekerjaan harus menyesuaikan panjang lining akustik yang dipasang dengan kebutuhan berdasarkan hasil perhitungan / pemeriksaan tersebut.

#### a10.11. Flexible Duct

- Sambungan duct terbuat dari bahan fleksibel pada bagian masuk & keluar dari Fan / AHU, untuk mencegah penerusan dari getaran & suara pada sistim duct.
- Fleksibel duct ini dilengkapi dengan isolasi, slang dalam yang fleksibel dibuat dari alumunium dengan kulit luar dibuat dari alumunium foil fire reterdant kg/cu.m. dengan persyaratan sebagai berikut :

Dimeter range	: 6"
Temperatur range	: - 30 ° C s/d 120 ° C.
Fibreglass Thick	: minimum 25 mm
Fibreglass density	: 24 kg/cu.m.
Air Velocity	: max 30m/sec
Working pressure	: max 300 mm W.G

- Sambungan fleksibel harus dibuat dengan panjang minimum  $\pm$  15 cm dari bahan yang tidak bocor, diikat rapat dengan strip metal yang kuat untuk mencegah kebocoran pada ikatan tersebut.

#### a10.12. Chamber Duct

Evaporator Blower harus dilengkapi dengan Chamber Duct. Bagian dalam dan luar Chamber Duct harus diberi isolasi. Isolasi bagian dalam digunakan Glasswool tebal minimum 5cm dengan massa jenis 48 kg/cu.m (3 lb/cu.ft). sedangkan untuk isolasi bagian luar digunakan Glasswool tebal minimum 2,5 cm dengan

massa jenis 24 kg/cu.m koefisien perpindahan panas minimum 0,22 Btu/hr pada 75 ° F, dan harus sesuai dengan spesifikasi ASTM 166 dan tahan api. Duct dilapisi aluminium foil *water proof vapour barrier double sided* yang tahan api dan diperkuat dengan *adhesive band* dan *kraft paper*, kemudian diberi lapisan plastik band sesuai dengan gambar rencana & spesifikasi, dengan bahan isolasi glasswool.

a.10.13 Perlengkapan Fresh Air, Out Door, Exhaust Chamber / Louvers

Intake Fresh Air / Out door air dan exhaust chamber / Louvers selama tidak dinyatakan lain, harus dilengkapi dengan *birds screen* terbuat dari bahan yang sama dengan louvers.

Effective face area louvers aluminium minimum 80 % dari total area atau sama dengan luas saluran udara yang disambung ke louvers tersebut.

Sisi-sisi ujung dari louvers yang dipasang pada dinding luar harus dilengkapi dengan penahan air hujan sehingga tidak akan terjadi percikan air hujan yang masuk / mengalir kedalam saluran udara. Air Chamber dibuat dari bahan yang sama dari louvers dan dibuat dengan bahan anti korosi.

a.10.14 Diffuser, Grilles & Register

- Semua Diffuser, Grilles & Register untuk ruangan yang dikondisikan, dibuat dari bahan *galvanized steel / aluminium*.
- Diffuser Exhaust untuk toilet dibuat seluruhnya dari aluminium dengan rangka depan dari profil aluminium.
- Semua Grilles & Register untuk ruangan yang tidak dikondisikan dibuat dari galvanized steel atau aluminium dan diberi finish yang tahan lama.
- *Register harus dari bahan aluminium, dilengkapi dengan sponge rubber gasket untuk mencegah kebocoran, supply register harus dari jenis adjustable double deflection, dilengkapi dengan volume damper dari jenis group operated, opposed blade, adjust table type yang diatur dengan kunci melalui sisi muka register. Exhaust & return register harus dibuat sama dengan register.*
- Grilles harus memenuhi ketentuan seperti register dengan pengecualian tanpa volume damper.
- Ukuran air supply return terminal diffuser, grilles & registers harus sesuai dengan gambar dokumen dan terbuat dari bahan aluminium powder coated finish dengan warna standar.

Untuk bentuk circular, square, rectangular, yang digunakan sebagai ceiling air supply terminal dari jenis 4-way harus dilengkapi dengan volume damper yang dapat diatur tanpa harus melepas langit-langit.

#### a.10.14 Dampers

- Jenis damper yang akan dipasang harus memenuhi ketentuan dibawah ini :
  - a. Luas area bersih paling rendah yang diijinkan adalah 95 % gross area.
  - b. Damper harus mengikuti standard NFPA 90.A atau setara dengan konstruksi sesuai dengan SMACNA SB.10H & SB.14H terbuat dari bahan *baja galvanis* tebal minimum 1,6 mm.
- *Kelengkapan Damper :*
  - a. Casing
  - b. Blade dari baja galvanis, tebal minimum 1,2 mm
  - c. Worm Gear
  - d. Extention Rod Assy
  - e. Kelengkapan lainnya untuk pengoperasian.
- *Volume Damper*
  - a. Pada tiap cabang utama dari duct, harus dipasang *volume damper* dari jenis *butterfly / multiple blade* dengan lebar blade maksimum 20 cm. Setiap volume damper harus dapat diatur & di stel / disesuaikan sedemikian rupa yang dilengkapi dengan pengikat yang tahan terhadap getaran.
  - b. Volume damper yang digunakan ducting supply harus dapat membagi supply udara pada pencabangan ducting yang sebanding sesuai dengan gambar perencanaan, damper harus dari tipe *opposed blade damper*.
  - c. Semua volume damper & directional control vanes yang dipasang dalam duct harus dibuat dari galvanis steel / aluminium & dilapisi dengan cat dasar (*prime coat*).
- *Fire Damper*
  - a. Fire gauge, dan harus dapat bergerak bebas pada porosnya yang dipasang pada rangka khusus (besi siku),

fire damper harus dilengkapi damper terbuat dari *steel plate*, tebal minimum 20 US dengan *fusible link* yang dalam keadaan normal akan menjaga damper tersebut tetap terbuka, tetapi akan menyebabkan tertutup apabila ada aliran udara panas (dari kebakaran).

- b. Fire damper harus dari jenis vertikal / horisontal, segi empat / bulat, dilengkapi dengan *fusible link*.
  - c. Sebelum dipasang harus diperiksa terlebih dahulu mengenai kelancaran mekanisme kerjanya & harus diganti yang baru apabila terdapat kerusakan pada mekanisme tersebut.
- *Splitter damper* harus dari BLS 100-K dengan self locking operating assy dengan universal joint untuk sambungan batang dengan plat.

#### a.10.14 Isolasi

➤ *Duct Supply Udara*

Bahan isolasi adalah *Glasswool* tebal minimum 2,5 cm, massa jenis minimal 24 kg/cm<sup>3</sup> (1,5 lbs/cu.ft), koefisien perpindahan panas maksimum 0,23 Btu/hr pada 75<sup>0</sup> F sesuai dengan spesifikasi ASTM 166 dan harus tahan api.

Duct yang telah diisolasi dengan *Glasswool* harus dibungkus lagi dengan *Vapour Barrier Double Side Aluminium Foil*.

*Vapour barrier* dibungkus pada duct yang telah diisolasi *glasswool* dilekatkan dengan *tepe duct*, sehingga kedap udara. Brosur lengkap *barrier aluminium foil* dan duct serta bahan isolasi harus disertakan dalam penawaran.

➤ *Isolasi Cerobong Udara Utama*

Bagian dalam cerobong udara utama untuk supply evaporator unit harus diberi lapisan dalam dengan *glasswool* tebal minimum 5 cm, massa jenisnya 48 kg/cm<sup>3</sup> (3 lbs/cu.ft).

Bagian luarnya diisolasi dengan *glasswool* tebal 2,5 cm, massa jenisnya 24 kg/cm<sup>3</sup> (1,5 lbs/cu.ft).

➤ *Persyaratan Bahan Isolasi*

- a. Pekerjaan isolasi harus dilakukan pada sistim saluran udara dengan persyaratan isolasi saluran udara, sebagai berikut :
  - Combustibility : none
  - Frame Spread Maksimum : 25
  - Smoke Developed Maksimum : 50
  - Toxic Gas / Vapour Developed Maksimum : none

b. Bahan Isolasi dan pembungkusnya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Fiber Glass Blanket :
  - Jenis : Blanket duct-wrap, Factory applied fire Reterdant vapour barrier
  - Berat Jenis : 24 kg/cu.m
  - Konduktivita thermal : 0,23 Btu/hr/ft<sup>2</sup>.F pada 70<sup>0</sup> F
- Alumunium Foil :
  - Jenis : Double sided fire reterdant
  - Spesific Weight : 410 g/m<sup>2</sup>
  - Reflectifity : 0,95
  - Vapour Trans : 0,013 metric permeability (1,13 ng/NS) ASTM E-96 uncreas
  - Lapisan : Alumunium Foil, Adhesive KraftPaper, Fire Reterdant Adhesive Fiberglass Reinforcement.

**b. AC. Split**

b.1. Koil Pendingin

Koil pendingin terbuat dari *tembaga* dan harus di test di pabrik pembuat dengan tekanan 1.725 K.Pascal tanpa terjadi kebocoran.

b.2. Fan

Fan harus sudah di Balanced secara *statis & dinamis* di pabrik pembuatnya.

b.3. Motor

Motor dari tipe 1 (satu) phase / 3 (tiga) phase *permanent split capasitor*, harus dibuat di pabrik pembuatnya.

b.4. Condensate Drain Pan

Konstruksi Drain Pan harus dari *galvanized steel* dan dilapisi dengan *water proofing* dan diisolasi lagi dengan *fire reterdant closed cell foam*.

b.5. Casing

Casing untuk Outdoor & Indoor harus dibuat di pabrik pembuatnya, harus terbuat dari bahan *powder painted galvanized steel casing*.

b.6. Filter

AC split harus dilengkapi dengan filter dari bahan *washable*

b.7. Data Teknis

Tipe	: Cassette
Lokasi	: . . . . .
No. AC Split	: . . . . .
Kapasitas	: . . . . .
Tipe Kompresor	: . . . . .
Refrigerant	: . . . . .
Daya maksimum	: . . . . .
Jumlah	: . . . . .

**c. Sistim Ventilasi**

c.1. Kelengkapan Fan

Fan harus dilengkapi dengan *wiring, motor listrik, terminal, vibration damper, noise eliminator (silencer), bird screen, panel-panel beserta alat pengaman arus lebih & hubungan singkat.*

Maksimum kebisingan adalah 60 dBA pada jarak 5 meter. Untuk Exhaust Fan STP kelengkapan peralatannya harus korosif dan tahan terhadap asam.

c.2. Tipe Motor

Untuk fan yang berfungsi sebagai *pressurized fan*, motornya harus dari tipe tahan terhadap suhu 200<sup>0</sup> C, dan tahan terhadap karat serta asam.

c.3. Pressurized Fan untuk Tangga Kebakaran

Pressurized Fan untuk tangga kebakaran diletakkan dilantai atap. Penentuan kapasitas berdasarkan hal-hal sebagai berikut :

c.3.1. Perbedaan tekanan antara ruangan tangga dan tempat yang dilayani ruang tangga, perbedaan tekanan minimal 50 Pascal.

c.3.2. Kecepatan udara minimum 1,3 m/dtk yang melalui pintu-pintu kebakaran.

c.3.3. Kapasitas fan ditentukan atas dasar 10 % dari semua pintu, atau minimum 3 (tiga) pintu kebakaran terbuka.

c.3.4. Diaktifkan melalui sinyal kebakaran panel Fire Alarm.

c.3.5. Sensor tekanan statis ditempatkan pada sepertiga dari shaft tangga kebakaran.

c.4. Data Teknis Fresh Air Fan, Exhaust Fan, Pressurized Fan

Simbol	: . . . . .
Lokasi	: . . . . .
Fungsi	: . . . . .
Model / Jenis	: A x i a l
Kapasitas (air flow)	: . . . . .
Static Pressure	: . . . . .
Power	: . . . . .
Speed	: . . . . .
Jumlah	: . . . . .
Operation Weight	: . . . . .
Vibration Isolation	: Spring Isolation

### 3. Pemasangan

Pemasangan dilaksanakan mengikuti gambar – gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik dan Buku – buku Petunjuk yang dikeluarkan oleh pabrik yang bersangkutan.

#### a. Air Condition Sentral

##### a.1. Peralatan Chiller

- a. Chiller yang akan dipasang harus diperiksa terlebih dahulu secara teliti mengenai kelengkapan peralatan Chiller & kelayakan operasional oleh ahlinya dari pabrik pembuat Chiller yang bersangkutan.
- b. Pelaksana pekerjaan harus menyediakan tali untuk mengangkat Chiller yang sesuai dengan berat Chiller tersebut, dan dapat dipertanggung jawabkan dalam segi keamanannya pada saat penggunaan tali pengangkat tersebut.
- c. Thermometer harus dipasang dengan kondisi seperti dibawah ini :
  - 1) Thermometer harus sesuai dengan *Weksler* dengan kondisi seperti, Panjang alat ukur minimal 9" dengan tipe penunjukkan pengukuran yang baik, dan dilengkapi dengan glass pada permukaannya yang dilindungi oleh metal serta dilengkapi dengan socket yang dapat dipisahkan.
  - 2) Harus dipasang Lampu Penerangan secukupnya yang diletakkan didekat alat ukur untuk ketelitian / memudahkan pada saat melakukan pengukuran temperatur & tekanan.
  - 3) Harus dilindungi dari segala benturan benda lain, dan harus diberi isolasi dengan panjang secukupnya.
  - 4) Thermometer dipasang pada sisi keluar dari aliran air yang menuju Cooler dan yang menuju Condensor.

##### d. Alat Ukur (gages)

- 1) Diameter nominal *Dial Face* 4,5" dengan besarnya skala alat ukur sesuai dengan yang direncanakan.
- 2) Alat ukur dipasang pada bagian sisi masuk & sisi keluar dari aliran air Cooler & Condensator.
- 3) Pemasangan *Flow Switch* untuk Chilled Water & Condensator Water harus sesuai dengan *Mc. Donald & Miller* atau yang sederajat. Switch ini harus dibuat bersentuhan dengan aliran air yang ditetapkan. Flow switch dipasang pada pipa dengan posisi horisontal, pemasangan flow switch minimal 4 (empat) titik.

e. Alat Kontrol

Pemasangan peralatan kontrol dihubungkan dengan terminal-terminal pada peralatan lain secara interlock dilakukan sebelum pemasangan pipa & pemasangan instalasi kabel.

a.2. Pompa Chilled & Pompa Kondensor

a. Pompa-pompa harus *ditumpu pada rangka baja lunak IWF*, dan dilengkapi dengan Inersia Base. Poros penggerak sepenuhnya harus dilindungi dengan kisi-kisi pelindung. Plat nama (identifikasi) yang terbuat dari bahan tembaga / alumunium harus terpasang pada pompa yang menyatakan identifikasi pompa tersebut, minimal terdapat :

- Model / Type Pompa;
- Nomor Seri, Dimensi;
- Putaran per Menit (RPM);
- Ukuran Impeller;
- Kapasitas & Berat Pompa;
- Tanggal Pembuatan.

b. Motor Listrik Pompa

Pelaksanaan pekerjaan harus memasang *Pompa & Motor Listrik*, accesories wiring terminal ke panel, dan perlengkapan lainnya sesuai dengan gambar kerja & spesifikasi tehnik.

a.3. Air Handling Unit (AHU)

a. Casing (Kabinet)

Semua Casing harus di *galvanized dan di cat anti karat*, Dinding kabinet dan bak penampungnya harus diisolasi, tebal minimal untuk isolasi dinding 1 (satu) inchi dengan bahan *Scream Covered Resinbonded fibre glass* atau yang setara.

Antara AHU dengan lantai harus dipasang *Spring Vibration Isolator* yang digunakan harus sesuai dengan berat AHU. Pemasangan peralatan harus berdasarkan gambar kerja & spesifikasi tehnik.

b. Fan untuk AHU

Fan / Kipas yang akan dipasang harus di *balancing baik secara statis maupun secara dinamis*. Alas motor harus dapat diatur sedemikian rupa, sehingga memungkinkan dilakukannya pergeseran dari kedudukan motor tersebut, dan harus dilengkapi dengan skrup yang dapat dikunci. Kipas berputar pada sumbunya, posisi dari fan tersebut harus dapat diatur untuk beberapa posisi.

Badan kipas harus dicat dengan cat dasar (prime coat), dan di cat enamel tahan karat. Kipas harus memiliki bantalan putar berupa bola yang mendapat pelumasan secara otomatis.

Penyambungan antara Fan dengan Chamber Duct harus dilengkapi dengan *Flexible Duct*, sehingga getaran yang ditimbulkan oleh fan tidak merambat ke ducting.

c. Koil Pendingin

c.1. Pipa-pipa pada koil yang dilewati aliran udara harus dipasang secara selang-seling

c.2. Koil pendingin yang akan dipasang harus diuji kebocoran terlebih dahulu oleh pabrik pembuatnya

d. Thermometer

Penempatan perlengkapan thermometer untuk AHU dan motorized *two way valve* yang dipasang harus sesuai dengan gambar perencanaan

e. Filter

Pemasangan filter harus rapat dengan yang lainnya tanpa menimbulkan kebocoran dan masing-masing frame harus dilengkapi pemegangnya agar mudah dikeluarkan dari casing

f. Peredam Getaran (*Spring Vibration Isolator*)

Peredam getaran yang dipasang sesuai dengan gambar kerja & spesifikasi teknis serta harus mampu meredam getaran semaksimal mungkin, sehingga getaran yang terjadi seminimal mungkin.

a.4. Fan Coil Unit (FCU)

a. Pipa Drain harus di isolasi, Fan Motor yang dipasang harus mudah dilepaskan / dipasang kembali pada saat melakukan maintenance tanpa membongkar peralatan lain dari Fan Coil, jenis fan yang dipasang harus dari tipe yang paling baik. Fan coil yang dipasang harus dilengkapi dengan Plenum, poros motor fan harus dilengkapi dengan bantalan peluru (bearing)

b. Pemasangan Fan Coil harus sedemikian rupa, sehingga mudah dilakukannya perawatan & perbaikan.

a.5. Cooling Tower

a. Kerja pompa Cooling Tower

Pompa harus dapat bekerja *secara bergantian* yang dapat diatur secara otomatis / secara manual dengan menggunakan switch pada panel pompa dan harus dilengkapi dengan fasilitas untuk mengoperasikan jarak jauh, pompa & motornya dipasang pada suatu alas dari besi tuang, dan antara sumbu pompa dengan sumbu motor harus berada dalam satu garis *In-Line*. Kopling yang berada antara motor dengan pompa harus diberi plat pengaman yang kuat

b. Peralatan Pompa Cooling Tower

Pompa yang digunakan harus dilengkapi dengan peralatan sebagai berikut :

- b.1. Peredam getaran yang diletakkan pada alas pompa & motor dapat meredam getaran semaksimal, dan meredam perambatan getaran seminimum mungkin
- b.2. Peralatan pendukung secara elektris & secara mekanis termasuk safety device dan kontrol-kontrolnya harus dipasang lengkap.
- b.3. Pompa yang digunakan dari jenis *end suction back pull out pump*.

a.6. Pipa Air Dingin & Pipa Kondensor

- a6.1. Untuk pipa lurus lebih dari 40 meter & pada tempat yang dirasakan perlu harus dilengkapi *sambungan ekspansi*
- a6.2. *Pipa Chilled Water* yang terletak di atap (expose terhadap sinar matahari) setelah diisolasi dibalut lagi dengan stainless steel jacketing setebal 1 mm, pembentukan metal jacketing harus menggunakan mesin. Pipa Chilled Water harus diberi *flincoat* sebelum diisolasi.
- a6.3. *Pipa Air Dingin* dipasang secara horisontal / vertikal dekat dengan dinding atau dalam ruang diatas plafon gantung, supaya dihindari agar pipa-pipa tidak melintas di ruangan tehnik listrik / elektrikal

- a6.4. Pipa-pipa, fitting-fitting, katup-katup, alat-alat ukur, alat-alat dukung dan lain-lain harus dipasang sesuai aturan-aturan / cara - cara yang sudah diakui, sehingga terjamin dalam waktu yang lama tidak akan terjadi kebocoran.

Pipa-pipa dipasang, ditumpukkan atau digantung sedemikian sehingga mampu menampung beratnya sendiri, menahan melarnya pipa-pipa yang disebabkan oleh perubahan suhu, dan meredam getaran sehingga tidak merambat ke konstruksi bangunan. Jika keadaan memungkinkan digunakan penumpu / penggantung buatan pabrik, sehingga sistim penyekatan panas dari pipa dapat tetap berkesinambungan tanpa adanya kontak antara pipa dengan penumpu / penggantung yang terbuat dari baja.

Untuk sambungan-sambungan pipa dengan las, harus dilakukan dengan las listrik dan oleh tukang las yang memiliki sertifikat dari pihak yang berwenang.

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk menyampaikan daftar data-data teknis dari setiap jenis alat, dan penggantung yang disarankan oleh pabrik yang bersangkutan.

- a6.5. Semua Katup (valve) yang akan digunakan harus disesuaikan dengan klas dari tekanan kerja instalasi.

- a6.6. Seluruh Valve, Flange, Strainer dan casing harus diisolasi. Pemasangan isolasi harus rapi , sehingga tidak terlihat pipa yang bergelombang, bergelembung atau tonjolan-tonjolan pada isolasi pipa, sehingga dihasilkan bentuk permukaan isolasi dengan ketebalan yang seragam. Pemasangan ini harus benar-benar kencang pada bagian permukaannya dan pada bagian tepi, celah kecil dalam pengisolasian harus dengan butir pengikat yang sesuai dengan bahan isolasi tersebut.

a6.7. Pelaksanaan pemasangan

- 1) Pipa harus dipasang sejauh minimal 10 " dari dinding, atap, lantai, dll untuk memudahkan pemeliharaan
- 2) Semua Pipa mendatar harus ditumpu / digantung pada plat / balok dengan baik, sehingga tidak mudah goyah.
- 3) Semua pipa yang letaknya tegak lurus harus di klem, klem tersebut harus ditanam pada dinding bata/beton yang bersangkutan. *Jarak klem paling jauh 2 meter.*
- 4) Semua pipa yang ditanam dibawah tanah setelah diberi isolasi, selanjutnya dibungkus dengan kawat ayam,

kemudian diplester dengan campuran pasir & semen dengan rasio 3 : 1, cara penanaman pipa, adalah :

- Dasar dari lubang parit harus *diratakan & dipadatkan*.
- Diberi *urugan pasir* tebal 10 cm
- Pada setiap sambungan pipa harus dibuat lubang galian untuk penempatan sambungan pipa
- Testing terhadap Tekanan & Kebocoran
- Setelah hasilnya benar, *timbun kembali dengan urugan pasir* tebal 15 cm dihitung dari atas pipa
- Pada tempat dimana dipasang expansion joint, maka harus *dipasang bak kontrol* untuk memudahkan service, expansiion joint tidak dilapis dengan semen, maka *pembuatan bak kontrol harus rapi, baik & aman*
- Kemudian *diurug dengan tanah bekas galian* sampai keadaan semula.

- 5) Pemipaan sistim instalasi baru harus dipasang terlebih dahulu dari ruang Chiller sampai diujung Water Mur / penyambungan antara pipa.
- 6) Semua gantungan pada ruang mesin harus diberi *peredam getaran*, dan sisanya cukup diberi lapisan isolasi penahan getar.
- 7) Untuk pipa berisolasi, penumpu / gantungannya harus *dilengkapi dengan pipa selubung pelindung* dari kayu yang telah dikeringkan atau sejenis untuk mencegah kerusakan isolasi pada pipa
- 8) Penumpu / penggantung pipa *tidak boleh* dilaksanakan dengan menumpukkan / menggantungkan pipa pada lainnya
- 9) *Tidak diperkenankan* adanya klem dan gantungan pipa yang dilas / berhubungan langsung dengan pipa
- 10) Dinding / plafon dan lainnya akibat pekerjaan diatas harus *dirapikan seperti semula*.

#### a6.8. Lapisan Pelindung

Semua pipa yang menembus lantai, dinding, atap, dll diberi selubung dan lapisan dari karet dan galvanized steel gauge 2 ". Rongga antar pipa dan selubungnya harus ditutup rapat.

#### a6.9. Penyangga

- 1) Semua pipa mendatar harus ditumpu dengan baik, jarak antara pipa satu dengan yang lainnya harus sama. Penggantung harus dipasang pada konstruksi dengan *dynabolt*
- 2) Tidak diperkenankan ada pipa yang ditumpu / digantung dengan pipa lainnya.
- 3) Semua pipa tegak lurus harus *dilengkapi dengan klem U* dan besi kanal yang bertumpu pada konstruksi bangunan memakai *dynabolt*.

a.7. Pipa Pengembunan,

Apabila ada pipa yang menembus dinding, langit-langit, lantai, dll pipa ini harus diberi lapisan peredam getaran dan dilindungi dengan pipa yang lebih besar ukurannya.

a.8. Instalasi Umum

a8.1 Identifikasi Peralatan

Pelaksana pekerjaan harus memberi *tanda-tanda petunjuk dengan huruf / angka indentifikasi bagi peralatannya* dengan cat secara benar & rapi. Sebelumnya Pelaksana pekerjaan harus memberitahukan mengenai tanda-tanda yang hendak dipasang pada peralatannya kepada Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang.

a8.2 Peredam Getaran

Pelaksana pekerjaan harus *menyediakan & memasang Peredam Getaran (vibration isolator)* pada seluruh peralatan yang menimbulkan getaran. Jenis peredam getaran harus disesuaikan dengan mesin yang bersangkutan, pemasangan Peredam Getaran harus sesuai dengan gambar perencanaan & spesifikasi teknik. Brosur lengkap mengenai Peredam Getaran harus disertakan dalam penawaran.

a8.3 Pipa Pembuangan (drain)

Pelaksana pekerjaan harus *memasang Saluran Pipa Pembuangan* disemua ruang mekanikal yang kemudian dihubungkan ke saluran pembuangan, bahan pipa yang dipakai adalah Poly Vinyl Chlorida (PVC) atau bahan lain yang tidak menimbulkan karat. Sistem pipa pembuangan ini harus disesuaikan dengan gambar perencanaan & keadaan lapangan menurut petunjuk Pengawas / Perancang.

a8.4 Penyangga (hanger)

→ *Semua pipa mendatar harus ditumpu dengan baik.* Gantungan harus dipasang pada konstruksi yang kuat dengan menggunakan *dynabolt*, dengan ukuran yang sesuai dengan kebutuhan.

→ Semua penggantung pipa pada ruang mesin harus diberi peredam getaran, dan sisanya harus diberi lapisan isolasi penahan getaran.

a.9. Pemasangan Instalasi Ducting

a. Sambungan Ducting.

a.1. Pada pembuatan Duct harus dipakai Lock, dan lock tersebut di flin coat luar dalam, sehingga tidak terjadi kebocoran pada Lock tersebut. Begitu juga hubungan antara flexible joint round duct dengan diffuser ujungnya diikat / diperkuat memakai klem seng BLS 80, dan ujung klem dibuat. Antara ujung-ujung duct flexible di flincoat agar tidak terjadi bocor serta semua sambungan duct harus di flincoat luar dalam.

a.2. Semua sambungan harus dibuat rata pada sebelah dalamnya & rapi dibagian luarnya. Sambungan tersebut harus dibuat serapat mungkin (air tight).

a.3. *Connection antara Saluran Udara.*

Sambungan connection antara saluran harus dengan sambungan flange dari bahan besi siku yang diikat dengan paku kling / mur-baut terhadap saluran udara dan diberi sealing packing untuk menjamin kedap udara. Baja siku yang digunakan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut :

Ukuran terpanjang saluran (inch)	Flange		Paku Kling		Sambungan	
	Baja Siku (mm)	Jarak (mm)	Diameter (mm)	Pitch (mm)	Diameter (mm)	Pitch (mm)
s/d 12	25x25x3	1.800	4,5	65	8	
13 – 18	30x30x3	1.800	4,5	65	100	
19 – 30	40x40x3	1.800	4,5	65	8	
31 – 42	40x40x3	1.800	4,5	65	100	
> 42	40x40x5	1.800	4,5	65	8	
					100	
					8	
					100	
					8	
					100	

**Baja Siku untuk Penguatan**

c. Tikungan (elbow)

Tikungan merupakan bagian yang terpisah dan dihubungkan dengan duct lainnya dengan menggunakan Flens. Elbow harus merupakan Long Radius yang dilengkapi dengan Guide Vanes (*pengarah*) didalamnya.

d. Perubahan Arah

Jika terjadi perubahan arah & ukuran harus mendapat persetujuan Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang.

e. Pencabangan

*Pencabangan harus dilengkapi dengan Splitter Damper*, dan harus dibuat sesuai dengan gambar perencanaan. Konstruksi bagian Splitter Damper harus sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kebocoran ditempat penembusan engsel, *Diffuser harus dilengkapi dengan damper yang dapat distel*. Konstruksi damper harus sedemikian rupa sehingga dapat bekerja dengan baik.

f. Hanger / Support

Jarak maksimum antara gantungan adalah 180 cm, untuk ukuran ducting sampai 40 ", untuk 40 " keatas jarak gantung nya 90 cm. Perancang dapat menentukan jarak yang lebih pendek jika pada tempat tertentu dipandang penting sehubungan dengan kekuatan, defleksi duct yang memungkinkan terjadinya kebocoran pada sambungan dan lain-lainnya. Konstruksi dari gantungan tersebut sesuai dengan gambar perencanaan, terdiri dari besi beton 3/8 ", besi siku dengan ramset. Support harus dapat distel sehingga ketinggian duct bisa dibuat rata atau dirubah menurut keadaan lapangan. Semua support harus di cat dasar untuk mencegah karat.

g. Tapers, Offset & Stream Linier

Jika ducting melalui rintangan dan tidak dapat dihindari, Pelaksana pekerjaan wajib membuat taper, offset atau stream linier, tergantung keadaan setempat yang dibuat sesuai spesifikasi.

h. Lubang berpintu

Pelaksana pekerjaan harus membuat lubang berpintu untuk pemeriksaan & pemeliharaan valve, alat pengatur, saringan, fire damper, volume damper serta untuk pengukuran pada bagian penting ducting.

Pintu dari galvanized steel sheet metal gauge, ukuran tidak kurang dari 20 " US gauge standard, harus dapat menutup sempurna serta diberi karet penyekat.

- i. Lubang Pengetesan  
Pelaksana pekerjaan harus membuat lubang pengetesan (test connection) pada setiap duct utama serta tempat-tempat lain yang dianggap perlu
  
- j. Air Entraktor  
Pelaksana pekerjaan harus memasang *Adjustment Air Entraktor* pada semua pencabangan ke Diffuser yang dapat diatur & dikunci. Pemasangan harus sesuai dengan gambar perencanaan & spesifikasi tehnik.
  
- k. Sambungan fleksibel
  - 1) Pelaksana pekerjaan harus menyediakan & memasang Sambungan Fleksibel pada semua fan Evaporator Blower Unit untuk saluran masuk & keluar (supply & return), yang gunanya untuk mengurangi penerusan getaran.
  
  - 2) Pemasangan Sambungan Fleksibel tidak boleh sampai mengurangi luas penampang duct, dan harus dalam satu garis lurus yang berjarak 15 – 25 cm, harus diikat rapat dengan Strip Metal yang kuat sehingga tidak bocor.
  
- l. Fleksible duct
  - 1) Pelaksana pekerjaan harus menyediakan & memasang *sambungan duct yang dibuat dari bahan fleksibel pada bagian masuk & keluar dari Fan atau Air Handling Unit (AHU)*, hal ini untuk mencegah penerusan dari getaran dan suara.
  
  - 2) Sambungan fleksibel harus dibuat dengan *panjang  $\pm 15$  cm* dari bahan yang tidak bocor, dan diikat rapat dengan Strip Metal yang kuat sehingga tidak bocor.
  
  - 3) *Fleksibel Duct digunakan untuk menghubungkan Saluran Udara Kaku dengan Contious Linier Diffuser atau Integrited Diffuser.* Sambungan harus dilengkapi dengan Klem Baja / Steek Klep yang diperkuat dengan konstruksi pengikat harus terbuat dari Cold Roller Spiral Steel yang dibungkus dengan Fabric Reinforced Neoprene. Sambungan dengan udara kaku harus dilengkapi dengan Duct Collar Coupling dengan perkuatan Klem Baja / Steek Strap Yang diikat dengan konstruksi pengikat mur-baut.
  
  - 4) Sambungan fleksibel dipasang pada sisi tekan dan sisi hisap fan, dan semua unit ventilasi serta semua saluran udara yang menyilang.
  
- m. Pemasangan Isolasi

- 1) Semua pemasangan Isolasi harus sesuai dengan spesifikasi teknis & gambar dokumen
- 2) Untuk saluran udara segar (duct) yang ukurannya 75 cm atau lebih besar, sesudah diisolasi glasswool, alumunium foil dan tape duct, harus dilindungi lagi dengan Plastic Tape.
- 3) Pada semua sambungan, flens, dll, isolasi harus Overlape minimal 7,5 cm serta harus ditutup dengan alumunium seal.
- 4) Pada tempat yang bertekanan, isolasi ini harus dilindungi dengan lembaran besi BLS 70/Zinc Alum 70, agar tidak rusak. Peralatan/material isolasi glasswool, alumunium foil, tape, bahannya harus dari jenis tahan api (*fire resistance*).
- 5) Bagian dalam cerobong udara utama untuk supply, evaporator unit harus diberi lapisan dalam dengan glasswool tebal minimum 5 cm, dan massa 48 kg/cu.m (3 lb/cu.ft) yang dipasang / diikat dengan klem, bekas pengkleman harus di flincoat rata, sehingga tidak bocor untuk bagian luarnya diisolasi dengan glasswool tebal 2,5 cm, dan massa jenis 24 kg/cu.m (1,5 lb/cu.ft).

n. Chamber Duct

Evaporator Blower harus dilengkapi dengan Chamber Duct. Bagian dalam & bagian luar dari Chamber Duct harus diberi isolasi yang bagian dalamnya digunakan glasswool tebal 5 cm, dengan massa jenis 48 kg/cu.m (3 lb/cu.ft) yang dipasang dengan klem, bekas pengkleman harus di flincoat rata sehingga tidak terjadi kebocoran.

Sedangkan untuk isolasi bagian luar digunakan glasswool tebal minimum 2,5 cm dengan massa jenis 24 kg/cu.m (1,5 lb/cu.ft) dan koefisien perpindahan panas maksimum 0,22 Btu/hr pada 75<sup>0</sup> F. Dan harus sesuai dengan spesifikasi ASTM 166, serta tahan api.

Duct dilapisi Alumunium Foil Water Proof Vapour Barrier Double Sided yang tahan api dan diperkuat dengan Adhesive Band & Kraft Paper, kemudian diberi lapisan Plastic Band sesuai dengan gambar rencana dan spesifikasi, dengan bahan isolasi glasswool.

o. Pembuatan Lubang untuk Pengukuran

- 1) Pelaksana pekerjaan harus membuat lubang-lubang untuk pengukuran kecepatan atau tekanan pada bagian penting dari sistim duct.
- 2) Lubang pengujian ditempatkan pada daerah dengan aliran Turbulen sekecil mungkin.
- 3) Lubang pengujian dibuat dengan melubangi saluran udara pada sisinya dengan diameter 5 cm, mengelilingi saluran udara pada setiap jarak seperti yang ditentukan oleh SMACNA.

- 4) Lubang tersebut diberi tutup dari bahan karet penutup sehingga kedap udara, dan dapat dibuka dengan mudah jika diperlukan.

p. Pembuatan Plenum

- 1) Plenum dibuat dari bahan dengan persyaratan & ketentuan seperti pada pembuat saluran udara.
- 2) Plenum harus dilengkapi dengan *Access Door* dan *Thermometer*.
- 3) Harus dilengkapi dengan *Lining Akustik* yang dipasangkan pada sepanjang sisi dalam plenum dengan bahan dari *Acoustic Rigid Board Insulation*, tujuannya untuk mendapatkan *Noise Criteria (NC)* berkisar 30-45 dB.
- 4) Apabila mesin yang dipasang dapat menyebabkan *Noise Criteria* diluar batas yang ditentukan, maka Pelaksana pekerjaan harus menyesuaikan panjang lining akustik yang dipasang dengan kebutuhan berdasarkan hasil perhitungan / pemeriksaan tersebut.
- 5) Pemasangan Plenum harus sesuai dengan gambar dokumen, kecuali dinyatakan lain.
- 6) Ukuran harus dibuat setepat mungkin untuk register box atau plenum, dan harus ditempatkan pada tempatnya yang tepat.
- 7) Pada saat instalasi Sistem Duct dikerjakan, diffuser & grille belum dikerjakan. Semua register boxes/plenum dan ujung dari duct yang terbuka harus ditutup rapat untuk mencegah masuknya kotoran.

q. Terowongan Udara / Duct

Terowongan dipasang secara horizontal atau vertikal, dekat dengan dinding atau kolom – kolom, atau tersembunyi didalam ruangan diatas plafon gantung dari bangunan, dan jika harus diinstalasi sejajar atau memotong tatanan kabel (*cable tray*) , diusahakan agar selalu berada dibawah tatanan kabel tersebut. Terowongan harus dipasang sesuai aturan – aturan / cara – cara yang sudah diakui, sehingga terjamin persentase kebocoran dan kebisingan yang ditimbulkan, atau yang terbawa olehnya akan menjadi sangat kecil. Penumpu dan penggantung untuk terowongan Udara, hendaknya digunakan dari buatan pabrik dan dipasang sesuai buku petunjuk / data – data teknis yang diberikan oleh pabrik yang bersangkutan.

r. Penyekatan Panas

Untuk penyekatan pipa air dingin digunakan *Ferromphenolic Resin Foam*, kecuali jika ditentukan lain, yang mudah dibentuk / dicetak sesuai ukuran pipa yang bersangkutan. Untuk penyekatan Terowongan Udara (Duct) digunakan bahan penyekat dari *Glasswool*, kecuali jika ditentukan lain. Untuk jaket sebelah luar dari penyekat dipergunakan aluminium foil atau disesuaikan dengan petunjuk dari pabrik yang bersangkutan.

s. Ducting yang tidak tertutup dinding / plafon

Sistim Ducting yang tidak tertutup oleh dinding, langit-langit (diluar bangunan, didalam corridor, diruangan yang tanpa plafon), harus dibuat dengan alumunium sheet & diberi penguat (bracing) yang baik, dan ditumpu / digantung pada konstruksi bangunan secara kokoh.

t. Turning Vanes

Turning Vanes harus dipasang pada setiap belokan, pencabangan, dan lainnya sesuai dengan gambar dokumen.

u. Penyediaan Instalasi Saluran Udara

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan semua Duct, Register Boxes, Grilles, Diffusers, dan peralatan lainnya sehingga instalasi lengkap terpasang dan dapat bekerja dengan sempurna.

v. Pembersihan Saluran Udara

Pembersihan Saluran Udara harus dilakukan sebelum Outlet Terminal dipasang & sebelum Ceiling serta karpet pada pekerjaan finishing dipasang, dan sebelum Fan dijalankan, saluran udara harus dibersihkan dari segala kotoran yang melekat, debu, lemak, bekas pengerjaan dan segala jenis kotoran lainnya.

w. Penutupan Saluran Udara dengan Outlet Terminal

Selama pekerjaan berlangsung, saluran yang telah selesai dikerjakan harus ditutup rapat dengan plat baja untuk menghindari kotoran masuk kedalam saluran, dan bila ditemukan kotoran yang mengganggu maka saluran harus dibongkar untuk dibersihkan dan bila memungkinkan dapat dipasang kembali.

x. Penempatan Alat Ukur

Peralatan ukur harus dipasang pada daerah dimana daerah tersebut tercapai kepadatan aliran seragam dan mudah dibaca. Daerah dengan aliran udara yang seragam adalah daerah yang berjarak minimal 2 (dua) kali diagonal terhadap belokan terdekat atau pencabangan yang terdekat. Peralatan ukur / peralatan sensor harus ditempatkan ditengah saluran dengan dudukan dari baja sirip yang cukup kuat (bila perlu diberi penguat dengan konstruksi khusus) tetapi tidak boleh menimbulkan hambatan terhadap aliran tersebut, kecuali untuk peralatan ukur tekanan & kecepatan udara.

y. Diffuser, Grille & Register

- 1) Pelaksana pekerjaan harus menyediakan & memasang Grilles, Registers & Diffusers yang sesuai dengan ukuran, spesifikasi dan gambar dokumen.
- 2) Komponen yang dipasang harus sesuai dengan gambar & spesifikasi teknik. Sedang penempatannya yang tepat harus sesuai dengan gambar rencana.
- 3) Diffuser, Griller & Register terbuat dari alumunium dan harus sesuai dengan gambar & spesifikasi. Sedang penempatannya yang tepat harus sesuai dengan gambar rencana.
- 4) Semua Unit yang dipakai harus ditest terlebih dahulu di pabrik pembuatnya sesuai dengan ADC standard 1026 R *Air Diffusing Equipment Test Code*. Noise Criteria Level Maksimum (NC) 40dB.
- 5) Semua diffuser, grille & register harus dicat dasar (prime coating) serta di cat sesuai dengan spesifikasi pengecatan bahan tersebut. Warna cat finish ditentukan kemudian. Sebelum dilakukan pemasangan, contoh peralatan yang akan dipasang harus diperlihatkan kepada Perencana atau pihak lain yang ditunjuk untuk mendapatkan persetujuan.
- 6) Semua Supply & Return, Diffuser & Register harus mempunyai rangka plesteran (plester frame) agar dapat dipasang rata, dan untuk memperlancar pelaksanaan Pelaksana pekerjaan harus menyertakan brosur secara lengkap mengenai peralatan tersebut.

z. Damper

1) Pemasangan Volume Damper

- Pelaksana pekerjaan harus memasang Volume Damper pada cabang-cabang utama dari sistim duct untuk membalans sistem distribusi udara.
- Volume Damper yang digunakan untuk ducting supply, harus dapat membagi supply udara pada pencabangan ducting. Damper harus dari tipe *Opposed Blade Damper*
- Louver volume damper dipasang pada pencabangan saluran udara utama, Pencabangan pada plenum harus sesuai dengan indikasi pada gambar.

2) Fire Damper

- Fire Damper dipasang sesuai dengan indikasi pada gambar dan sesuai dengan persyaratan yang berlaku.
- Fire Damper dipasang pada return udara AHU memakai Fusible Link Fire Dumper yang dalam keadaan normal akan menjaga damper tersebut tetap terbuka, tetapi akan menyebabkan tertutup apabila ada aliran udara panas (dari kebakaran)

3) Spliters Damper

Spliters damper dipasang pada setiap pencabangan untuk saluran udara supply / return / exhaust splitter damper harus dari BLS 100-K dengan self locking operating assy dengan universal joint untuk sambungan batang dengan plat.

## **b. Sistim Ventilasi**

Pelaksana pekerjaan harus memasang Exhaust Fan

### *b.1. Kelengkapan Fan*

Semua Fan yang dipasang harus sudah dibalans, baik secara statis atau secara dinamis, dan diuji performansi fan yang akan digunakan tersebut oleh pabrik pembuatnya, dan harus sesuai dengan spesifikasi.

Fan tersebut harus dilengkapi dengan pengkabelan (*wiring*), motor listrik, terminal, vibration damper, noise eliminator (*silencer*), bird screen, panel beserta alat pengaman arus lebih & hubungan singkat. Maksimum kebisingan Fan adalah 60 dBA pada jarak 5 meter.

### *b.2. Pressurized Fan*

Pelaksana pekerjaan harus memasang Pressurized Fan serta kelengkapannya, dan harus sesuai dengan gambar & spesifikasi teknik.

### *b.3. Pemasangan Instalasi Ducting Fresh Air & Exhaust*

Pemasangan Instalasi Ducting Fresh Air & Exhaust serta kelengkapannya, dan harus sesuai dengan gambar & spesifikasi teknik.

### *b.4. Exhaust Hood*

Exhaust Hood terbuat dari stainless steel dilengkapi dengan Oil Trap, Exhaust Fan, Lampu PLL 4 pin. Dimensi hood sesuai dengan gambar perencanaan.

## **c. AC Split.**

Pemasangan dilakukan berdasarkan gambar-gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik, dan buku petunjuk yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan. Mesin pendingin / kompresor dipasang diluar bangunan, di teras / di halaman atau diatas bangunan / plat dak, dipasang diatas pondasi dengan angker-baut yang tahan karat. Pipa-pipa refrigerant yang menuju ke Fan Coil, kabel-kabel listrik, khususnya yang berada diluar bangunan harus dilindungi dari kemungkinan rusak. Mesin pendingin harus dihubungkan ke tanah dengan kawat ground / arde dari kawat tembaga yang tidak terbungkus

dengan ukuran penampang minimal 6 mm<sup>2</sup>. Fan Coil dipasang didalam ruangan, pada dinding atau plafon sesuai disain. Unit control, sakelar dan thermostat dipasang pada dinding sesuai gambar. Termasuk pekerjaan ini ialah pemasangan pipa buangan untuk air embunan dari Fan Coil yang langsung dihubungkan ke seluruh saluran pembuangan dari gedung yang bersangkutan. Untuk ini digunakan pipa PVC untuk air dengan ukuran 0,5".

**d. AC Jendela / Window**

AC jendela dipasang pada dinding dengan ketinggian minimal 2 m dari permukaan lantai. Untuk pemasangan AC jendela, pada dinding dibuatkan jendelanya dengan ukuran panjang dan lebar yang sesuai dengan AC yang akan dipasang. Pada bagian luar jendela dilengkapi dengan konstruksi pendukung yang kuat, dan terbuat dari besi siku minimal berukuran 30 x 30 x 2 mm, dicat setelah diberi lapisan anti karat. Sambungan listriknya dilakukan melalui kontak-kontak khusus untuk AC, yang dilengkapi dengan kontak untuk sambungan ground / arde dan sakelar ON / OFF. Termasuk pekerjaan ini ialah pemasangan pipa buangan untuk air embunan yang langsung dihubungkan ke saluran pembuangan dari gedung yang bersangkutan. Untuk ini dipergunakan pipa PVC untuk air dengan ukuran 0,5".

**e. Cooling Tower**

Jenis, Ukuran kapasitas serta Pemasangan Cooling Tower sesuai dengan gambar dokumen & spesifikasi tehnik. Cooling Tower harus di test terlebih dahulu oleh pabrik pembuat. Jika Cooling Tower diasembling di site (tempat), maka pemasangannya harus dilakukan oleh Tenaga Ahli yang ditunjuk oleh pabrik pembuatnya. Performance semua unit harus sesuai dengan standard *ASHRAE*, *ASTM*, atau yang setara. Penempatan & Pemasangan Pompa Cooling Tower dari jenis *end suction centrifugal pump* untuk mensirkulasikan air kondensor dari Chiller ke Cooling Tower, harus berdasarkan gambar & dokumen serta spesifikasi tehnik. Pemasangan Pompa & Motor Listrik, Accessories Wiring Terminal ke panel dan perlengkapan lainnya harus sesuai dengan gambar dokumen & spesifikasi tehnik.

**4. Kemampuan Operasi**

**a. Air Condition (AC) Central**

*a.1. Peralatan Chiller*

(a1.1) Keamanan Mesin

- *Mesin harus dapat dimatikan secara otomatis untuk keamanan peralatan yang dioperasikan. Peralatan yang dioperasikan secara manual harus dilengkapi dengan alarm, hal ini untuk*

mendeteksi kondisi mesin pada saat operasi, seperti dibawah ini :

- Motor Over-Current, Over / Under Voltage;
  - High Compressor Discharge Temperature;
  - High Motor Temperature;
  - Low Refrigerant Temperature;
  - High Condensor Pressure;
  - Low Oil Pressure.
- *Kontrol* harus dapat bekerja secara otomatis pada saat terjadi perubahan beban Chiller, terjadi kenaikan temperatur pada motor, atau penurunan temperatur refrigerant yang dideteksi. Jika ingin tetap dipertahankan konstan, maka kontrol akan memberikan *signal shut down* pada mesin.
- *Penurunan temperatur Chilled Water* pada saat shut down, batasnya ditetapkan dengan menggunakan kontrol secara otomatis, hal ini untuk melindungi penurunan beban pendinginan.
- Sistem mikro prosesor harus dapat menjaga *keamanan mesin* pada saat melakukan start setelah periode pengetesan awal.
- Kompresor harus dilindungi dari *Kelebihan Panas, Kelebihan Tekanan, Kelebihan Aliran Listrik* saat digunakan.

#### (a1.2) Diagnostik

- *Diagnostik Display Modul* harus mampu mengidentifikasi dan melindungi mesin pada saat trip, dan diberi kode pada panel kontrol display serta harus mampu menunjukkan :
- Lock Out Compressor;
  - Kehilangan Pengisian;
  - Aliran air yang rendah;
  - Perlindungan es pendingin;
  - Tinggi / rendah hisapan panas lanjut.
- Kontrol harus dapat menunjukkan performansi pada saat *test run*, untuk verify operasi sebelum chiller start, untuk membuktikan sebuah operasi pada kompresor sebelum chiller dioperasikan.
- Menyediakan serial output port.

#### a.2. Pompa Chilled Water & Pompa Kondensor

*Pompa harus dapat bekerja secara bergantian, dan dapat diatur secara otomatis atau manual dengan menggunakan Switch pada Panel Kontrol Pompa, serta harus dilengkapi dengan fasilitas untuk pengoperasian jarak jauh melalui Building Automation System (BAS).*

a.3. Air Handling Unit (AHU)

*Harus memenuhi kapasitas* sesuai dengan perencanaan & spesifikasi teknis, dan harus dapat dioperasikan secara otomatis atau manual melalui Building Automation System (BAS) yang dihubungkan ke Panel AHU.

a.4. Fan Coil Unit (FCU)

(a4.1) *Harus memenuhi kapasitas pendinginan & suplai volume udara* berdasarkan perencanaan

(a4.2) Fan harus mempunyai 3 (tiga) kecepatan putaran, yaitu *High Speed Velocity, Medium Speed Velocity, Low Speed Velocity*

(a4.3) Semua thermostat yang akan digunakan harus memiliki batas ukur yang sesuai dan mudah dibaca. Pada thermostat memiliki *penyetelan cool fan on/off* dan dilengkapi dengan variable penyetelan suhu.

a.5. Pipa Air Dingin

Semua pipa & peralatan harus dapat menahan tekanan minimal 20 kg/cm<sup>2</sup> (300 PSIA) tanpa terjadi kebocoran.

a.6. Pipa Pengembunan

Dipasang dari unit mesin pendingin AC sampai ketempat pembuangan terdekat.

a.7. Expansion Tank

Kapasitas minimum expansion tank adalah 600 liter

a.8. Sound Attenuator (duct silencer)

(a8.1) Duct silencer harus buatan pabrik yang telah diuji performansinya dan mempunyai sertifikasi yang sesuai dengan ASTM E-477 dan British Standard 4718-1971.

(a8.2) Sesuai dengan fungsi & penempatannya.

a.9. Instalation Ducting

Sistim distribusi udara, suplai ducts lengkap dengan isolasinya, return ducts berikut isolasi, grills, diffuser, balancing dampers, control dampers, volume dampers, fire damper dan perlengkapan lainnya sehingga diperoleh hasil yang sempurna.

**b. AC. Split**

- b.1. Koil Pendingin, Tekanan minimum 1.725 Kilo Pascal tanpa terjadi kebocoran.*
- b.2. F a n, Fan harus sudah di Balanced secara statis & dinamik di pabrik pembuat.*
- b.3. Motor, Tipe 3 (tiga) phase /1 (satu) phase permanen split kapasitor ( sesuai dengan perencanaan ).*
- b.4. Condensate Drain Pan, Konstruksi drain pan harus dari bahan galvanized steel dan dilapisi dengan water proofing, serta diisolasi lagi dengan *Fire Reterdant Closed Cell Foam*.*
- b.5. C a s i n g, Casing (rumah) untuk *indoor & outdoor* harus terbuat dari bahan *Powder Painted Galvanized Steel Casing*.*
- b.6. F i l t e r, terbuat dari tipe Washable.*

**c. Sistim Ventilasi**

Peralatan sistim ventilasi yang dipasang harus memenuhi ketentuan dan persyaratan dalam gambar & spesifikasi tehnik.

**d. Cooling Tower**

*d.1. Standard & Kelengkapan Peralatan*

Standard yang perlu diikuti untuk Cooling Tower adalah ASHRAE, JIS, ASTM, ASME, dan yang setara, serta kelengkapannya adalah :

(d1.1) Motor

Tipe motor yang digunakan adalah dari tipe *Totally Enclosed Fan Cooled Weather Proof*, dengan tegangan listrik 380 Volt / 3 phase/ 50 Hz. Belt yang menghubungkan Fan dengan Motor harus dilindungi dengan menggunakan bahan dari *Fiber Glass Reinforced Plastic (FRP)*. Motor harus diletakkan disebelah sisi sehingga tidak terkena aliran uap air yang berasal dari Condensor Water.

(d1.2) Casing (kabinet) & Water Basin

Casing (kabinet) Cooling Tower terbuat dari *Fiber Glass Reinforced Plastic (FRP)*, dan basin harus dilengkapi dengan Drain Fitting, sehingga mudah untuk dibersihkan. Cooling Tower ini hendaknya ringan, tahan terhadap alkali, anti karat, dan tahan lama.

(d1.3) Control Noise

Cooling Tower harus dilengkapi dengan *kontrol untuk noise* dengan kualitas terbaik yang sesuai dengan standar disain dan performansi peralatan.

(d1.4) Multi Cell

Cooling Tower dilengkapi dengan *Multi Cell* serta daya motor relatif rendah untuk tujuan *saving energi*, dan untuk memperkecil biaya operasi dari peralatan tersebut. Cell-cell tersebut harus dapat dilepaskan dari suatu bagian dengan bagian yang lain dari komponen peralatan tersebut pada saat melakukan perawatan.

(d1.5) Aliran Udara

Aliran udara harus bersentuhan langsung dengan aliran *Condensor Water* yang berasal dari mesin chiller secara bersilangan (*cross flow*). Kisi-kisi (filter) dibentuk secara vacum dengan pola Ribbed Patern, sehingga perpindahan panas yang terjadi cukup efektif, mampu mereduksi Make Up Water yang diperlukan, tahan terhadap kondisi lingkungan, tidak mudah terbakar, serta harus tahan lama dalam penggunaannya.

(d1.6) F a n

Fan yang digunakan harus mampu mereduksi noise yang ditimbulkan, maksimum noise yang terjadi 61 dB dari jarak lebar cooling tower.

(d1.7) Pengukuran Noise Level

Noise yang ditimbulkan oleh cooling tower harus diukur pada jarak 2 m, 5 m, dan 20 m.

(d1.8) Peralatan Pendukung

Peralatan pendukung FRP, seperti Mur & Baut terbuat dari bahan Stainless Steel dan harus benar-benar tahan karat.

d.2. Fan Blade

*Fan yang akan digunakan harus sudah dibalancing*, baik secara statis maupun dinamis dipabrik pembuatnya, hal ini untuk menjamin efisiensi yang paling optimum dari peralatan tersebut pada saat operasi. Fan harus sudah dilengkapi dengan *balance statik* untuk mendapatkan noise & vibration yang rendah.

d.3. Peredam Getar

*Semua kaki dari cooling tower harus dilengkapi dengan peredam getaran yang sesuai dengan gambar dokumen & spesifikasi teknik.* Peredam getaran yang dipasang pada cooling tower harus mampu meredam getaran

semaksimal mungkin, sehingga getaran yang terjadi dapat diredam seminim mungkin.

*d.4. Daya Motor Listrik*

Daya motor listrik minimal 120 % dari BHP pompanya, motor pompa harus dari jenis water proof (out door type) dengan isolasi klas F.

## 5. Pengetesan dan Uji – Coba

Pengetesan dan uji coba harus dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan bersama-sama dengan Konsultan Pengawas dan Pemilik.

### a. Pemeriksaan dan Pengecekan

Meliputi :

- Pemeriksaan secara visual menyeluruh
- Pemeriksaan terhadap kekencangan dari mur-baut.
- Pemeriksaan terhadap fungsi dari dumper
- Pemeriksaan terhadap arus udara melalui grill, diffuser dan lain-lain
- Pemeriksaan terhadap ventilasi dan lain – lain
- Pemeriksaan terhadap tingkat kebisingan yang ditimbulkan
- Pemeriksaan terhadap suhu dan tekanan air pendingin
- Pemeriksaan terhadap suhu kelembaban udara
- Pemeriksaan tempat – tempat pelumasan
- Pemeriksaan label – label dari sambungan
- dan lain – lain pemeriksaan.

### b. Pengukuran Tahanan Isolasi dari Kabel

Untuk kabel tegangan rendah dan motor listrik dipergunakan MEGA OHM METER (MEGER) dengan tegangan ukur 1000 Volt AC. Hasil pengukuran dipandang baik apabila tahanan isolasi dalam Ohm sesedikitnya = 10 % Tegangan kerja dari kabel yang bersangkutan dalam Volt. Hasil – hasil dari pengukuran tahanan isolasi, direkam / dimuat dalam suatu Berita Acara, yang bentuknya sebelumnya sudah ditentukan dan disetujui bersama. Berita Acara tersebut ditandatangani oleh Rekanan dan Sub Rekanan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

### c. Uji – Coba Operasional

Uji–coba dilakukan minimal 3 x 24 jam. Kecuali jika ditentukan lain. Jika selama uji–coba terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan yang bersangkutan untuk memperbaikinya. Hasil uji–coba dituangkan dalam suatu Berita Acara yang ditandatangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

**d. Sistim Air Condition**

d.1. Pengetesan Casing AHU di pabrik pembuat

Kekuatan Casing harus di uji berdasarkan Federal Test Method Standard no.141 (method 6061) selama 500 jam operasi pada saat pengetesan terhadap ketahanan korosi.

d.2. Pengujian kebocoran Instalasi Pipa Chilled Water di lapangan

Pengujian dilakukan secara bertahap (per lantai / per bagian), yang dilanjutkan secara menyeluruh setelah semua instalasi terpasang. Pengujian dilakukan dengan tekanan Hidrolik.

d.3. Test Operasi Chiller dilapangan

Pengujian Chiller berikut kontrol-kontrolnya dilakukan dilapangan, apabila terjadi :

d3.a. *Pengisian Refrigerant dilakukan di site* (bukan dipabrik pembuatnya) atau kapasitas refrigerant pada Chiller berkurang dari yang telah diisi oleh pabrik pembuatnya, maka sistim pemipaan refrigerant berikut peralatannya harus di test pada tekanan 350 psi dengan menggunakan Nitrogen minimum 12 jam tanpa terjadi penurunan tekanan, kemudian sistim harus dikosongkan hingga 4 mm-Hg absolut minimum selama 8 jam dengan kenaikan tekanan yang diperbolehkan maksimum 8 mm-Hg absolut. Setelah pengetesan selesai dengan baik, maka refrigerant diijinkan untuk iisi

d3.b. *Seluruh peralatan*, seperti Starter Kompresor harus ditest terlebih dahulu secara tersendiri tanpa disambungkan pada kompresornya, dalam hal ini Pelaksanan pekerjaan diperkenankan melakukan sambungan pintas pada kontrol.

d3.c. *Seluruh Kontrol Pengaman* harus ditest sesuai dengan ukuran yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya. Pengetesan harus dilakukan dengan keadaan yang sesungguhnya. Misalnya *High Pressure Cut Out* ditest dengan menjalankan Kompresor. *Low Water Temperatur Cut Out (freeze control)* ditest dengan menjalankan Chiller dan mematikan semua AHU, *Flow Switch* di test dengan menjalankan Chiller dan mematikan semua Pompa Chilled Water. *Single Phase Protector* ditest dengan menjalankan Chiller, kemudian melepas 1 fuse dari 3 fuse phase pada Feeder, alat kontrol lainnya harus ditest sesuai dengan petunjuk Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang atau Tenaga Ahli.

d3.d. Beban Chiller ditest dengan mengukur selisih temperatur masuk & keluar dari Chilled Water pada tingkat pengaturan beban Chiller 100 % dan jumlah aliran air harus sesuai dengan spesifikasi teknis chiller yang digunakan. Pengukuran jumlah aliran air dapat dilakukan dengan mengukur selisih Tekanan Air Masuk & Keluar dari Chiller Water, kemudian dibandingkan karakteristik Chilled Water hasil pengukuran tersebut dengan spesifikasi teknis Chiller dari pabrik pembuatnya.

Seluruh peralatan untuk pengetesan ini harus dalam keadaan baik, dan harus ditest terlebih dahulu sesuai dengan petunjuk Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang. Selama pengetesan berlangsung, arus listrik pada masing-masing motor kompresor tidak boleh melebihi arus nominal yang telah ditentukan pabrik.

d3.e. Testing di Pabrik

Pelaksana pekerjaan harus menyampaikan kepada Pemilik mengenai hasil testing Chiller di pabrik pembuat Chiller. Biaya pengetesan & pengiriman Tenaga Ahli dari Owner & Perancang menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan. Test Chiller yang dilakukan, meliputi Leak Test, Refrigerant Pressure Test, Evacuation Dehydration, Charge Chiller with Refrigerant & Oil.

d3.f. Testing Chiller di Site

Sebelum testing dilakukan, Pelaksana pekerjaan harus menyerahkan dokumen peralatan AC, yang meliputi :

- Satu set Gambar Instalasi (lengkap)
- Wiring Diagram
- Instalation Instruction
- Start Up Instruction
- Operation & Maintenance Instruction
- Tegangan & Frekwensi

d.4. Pengujian Air Handling Unit

Pelaksana pekerjaan harus melakukan *pengujian AHU terhadap kebisingan* baik di pabrik pembuat peralatan, maupun dilokasi pemasangan. Tingkat kebisingan yang terjadi harus sesuai dengan kebisingan berdasarkan persyaratan & ketentuan untuk perkantoran.

d.5. Instalasi Ducting

d5.a. Semua *Sistim Instalasi* yang sudah terpasang harus dilakukan pengujian dengan Tekanan Hidrolik sebesar 10 kg/cm<sup>2</sup> selama 24 jam tanpa terjadi penurunan tekanan. Pengujian dilakukan oleh

Pelaksana Pekerjaan dengan disaksikan oleh Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang, serta hasil pengetesan diserahkan ke Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang.

- d5.b. Pengujian dengan Tekanan harus dilakukan sebagian-sebagian (maksimum setiap 4 lantai), dalam hal ini Coil AHU, Chiller, Valve, Fleksibel Joint, dll. Kecuali pompa turut diuji. Setelah setiap bagian tersebut sudah dinyatakan Baik, baru dilakukan pengujian dengan tekanan terhadap keseluruhan sistim.
- d5.c. Pada saat pengujian dengan tekanan, seluruh sambungan pipa, maupun sambungan perlengkapan pemipaan harus dalam keadaan belum ditutup dengan isolasi.
- d5.d. Pada saat pengujian dengan tekanan selesai, air didalam sistim pemipaan harus dibuang, kemudian diisi dengan air yang baru dan pompa dijalankan untuk mensirkulasikan air tersebut pada seluruh sistim pemipaan minimal 4 jam, kemudian air dibuang kembali dan semua saringan air (strainer) dikeluarkan untuk dibersihkan.
- d5.e. Semua peralatan untuk pengetesan harus dalam keadaan baik dan layak untuk digunakan, terutama untuk pressure gauge harus mempunyai range maksimal 15 kg/cm<sup>2</sup> dan berdiameter minimal 4 " dan harus dalam keadaan baru & baik.
- d5.f. Semua biaya untuk pengujian ditanggung oleh Pelaksana pekerjaan.

d.6. Pengujian Bahan Isolalasi

Pengujian untuk hal diatas harus sudah dilakukan dipabrik pembuat sesuai dengan metode uji salah satu dari daftar berikut :

- BS.476-P4 1970
- ASTM.E 136-82
- ISO R11
- DIN 4102

Atau yang setara dan disetujui Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang

d.7. Pengujian Instalasi Saluran Udara

Untuk setiap instalasi yang telah selesai dikerjakan dan siap untuk digunakan harus dijalankan (trial run) oleh Tenaga Ahli, untuk selanjutnya dilakukan pengujian & pemeriksaan dihadapan Konsultan Manajemen Konstruksi. Pengujian dilaksanakan oleh Pelaksana pekerjaan yang disaksikan oleh Tenaga Ahli yang ditunjuk oleh Konsultan

Manajemen Konstruksi dan disaksikan oleh Perencana, Pemberi tugas dan pihak lain yang berwenang.

d.8. Keputusan Hasil Pengujian

Pelaksana pekerjaan harus mengajukan prosedur pengetesan, daftar peralatan, alat ukur, alat bantu, log sheet yang akan digunakan dalam pengetesan kepada Konsultan Manajemen Konstruksi, paling lambat 6 hari kalender sebelum dilakukan pengujian.

d.9. Pengujian Ulang

Keputusan yang dikeluarkan oleh Ahli tersebut adalah mengikat, apabila keputusan tersebut menyatakan bahwa terhadap hal-hal yang tidak sesuai dengan spesifikasi ini & disain kriteria yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat, maka Pelaksana pekerjaan bertanggung jawab untuk mengganti / memperbaiki sistim / peralatan tersebut.

d.10. Pengajuan prosedur Pengujian

Apabila terjadi hal tersebut diatas, maka setelah perbaikan selesai dilakukan pengujian ulang harus dilakukan kembali sesuai prosedur. Segala keperluan yang dibutuhkan untuk keperluan pengujian harus disediakan oleh Pelaksana pekerjaan yang bersangkutan termasuk segala penyediaan daya listrik, air dan lain-lainnya.

d.11. Pengujian Tekanan

Pengujian Tekanan dilakukan sebelum duct atau bagian dari duct tersebut ditutup dengan bahan penutup atau dicat, dan penutupan boleh dilakukan setelah pengujian dinyatakan berhasil oleh Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang. Jika ditemukan ada peralatan yang tidak bekerja / berfungsi secara sempurna harus diperbaiki / diganti, dan pengujian harus diulang.

d.12. Pengujian Tekanan Udara

Pengujian dengan tekanan udara, seluruh sistim harus ditutup secara rapat, dan salah satu ujung bukaan disambung dengan kompresor. Tekanan yang diberikan adalah 0,35 kg/sq.cm, dan dibaca pada pressure gauge yang dipasang pada sistim / bagian sistim. Tidak boleh terjadi penurunan tekanan minimal selama  $\pm$  15 menit pengujian berlangsung.

d.13. Pengujian Saluran Udara dengan Tekanan Rendah

a. Pengujian saluran udara tekanan rendah maksimal 50 mm kolom air;

- b. Pengujian dilakukan dengan memberikan aliran udara pada saluran sesuai dengan kemampuan / kapasitas fan yang terpasang / tercantum pada skedul peralatan;
- c. Pengukuran dilakukan pada ujung fan terhadap laju aliran udara dengan *hot-wire anemometer* dan pada ujung terminal keluar;
- d. Jumlah terhitung antara kedua kondisi diatas tidak boleh lebih besar dari 5 – 10 % terhadap kapasitas aliran udara segar.

d.14. Pengujian Saluran Udara dengan Tekanan Sedang

- a. Pengujian saluran udara tekanan sedang maksimum 50 mm kolom air;
- b. Pengujian dilakukan secara terpisah untuk setiap cabang, cabang peningkatan (riser) dengan bantuan sebuah Blower, Orifice Section dengan "U"- tube gauge board;
- c. Seluruh ujung harus ditutup, dan salah satu ujung dipasang Orifice dengan "U"-tube Board dan Blower dijalankan, sehingga tekanan statik dalam saluran mencapai 200 mm kolom air dengan kehilangan tekanan pada Orifice Section sebesar 25 mm kolom air;
- d. Kebocoran yang mengakibatkan kehilangan tekanan yang lebih besar dari 25 mm kolom air pada Orifice Section harus dicari & diperbaiki untuk kemudian pengujian diulang kembali.

d.15. Penutupan Saluran Udara setelah Pengujian

Setelah pengujian dinyatakan berhasil oleh Konsultan Manajemen Konstruksi / Perancang / Tenaga Ahli, maka saluran udara dapat ditutup dengan isolasi dena disambung dengan segmen lain yang juga telah dinyatakan berhasil dalam pengujian.

d.16. Pengujian Seluruh Sistim

Setelah seluruh Sistim Saluran Udara dinyatakan berhasil dalam pengujian dan telah dirangkai dalam suatu kesatuan sistim sesuai dengan yang disyaratkan, harus dilakukan pengujian terhadap kerja dari setiap peralatan / unit mesin. Pengujian peralatan / unit mesin hanya boleh dilakukan setelah peralatan tersebut dipasang dengan baik dan dinyatakan boleh / siap untuk dioperasikan oleh yang berwenang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pemeriksaan dalam pengujian peralatan / unit mesin dilakukan terhadap :

- Noise & Getaran yang berlebihan
- Kapasitas

- Hal lain yang sesuai dengan pasal pengujian.

Peralatan	Pengujian ditapak dan atau pengujian di pabrik Testing item	Standard dan atau metoda pengujian
Damper	Kebocoran udara Operasi	ARI / yang setara
Isolasi Thermal	Kemampuan Isolasi dalam keadaan terpasang Kebocoran / Kondensasi	ASHRAE / yang setara

#### e. **Sistim Ventilasi**

Fan beserta perlengkapan yang akan dipasang dilapangan harus diuji terlebih dahulu di pabrik pembuatnya. Dalam pengujian dilapangan harus dikoordinasikan dengan Building Automation System (BAS).

#### 6. **Gambar – gambar Sebagaimana Terpasang**

Setelah pengetesan uji – coba selesai dilaksanakan Pelaksana pekerjaan harus membuat.

- Gambar – gambar sebagaimana terpasang.
- Daftar hasil pengukuran tahanan isolasi.

Semuanya dibuat minimal rangkap 3 (tiga), kecuali jika ditentukan lain.

#### 7. **Masa Perawatan**

Lamanya masa perawatan, minimal 1 (satu) tahun. Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan tersebut yang disebabkan oleh tidak terpenuhinya ketentuan–ketentuan / persyaratan–persyaratan dalam gambar dan bestek, adalah menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk mengganti dan memperbaikinya.

#### 8. **Training dan Dokumen Teknis Dari Peralatan**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk melatih Teknisi setempat yang akan merawat peralatan tersebut, serta menyerahkan kepada Pemilik berupa :

- Buku Petunjuk Pengoperasian
- Buku Petunjuk Perawatan
- Buku Petunjuk Suku – Cadang.

#### 9. **Suku Cadang**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk menyediakan Suku Cadang untuk perawatan selama minimal 3 (tiga) tahun.

#### **IV. PEKERJAAN PEMASANGAN ESCALATOR**

##### **1. Peraturan, Standard dan lain – lain**

###### **a. Peraturan**

Berlaku :

- Peraturan Keselamatan Kerja;
- Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL);
- Peraturan – peraturan lain yang berlaku;

###### **b. Standard**

Berlaku :

- Standard Industri Indonesia ( SII );
- Standard PLN (SPLN);
- Standard Internasional, ISO atau IEC;
- European Standard (CEN);
- Standard negeri asal barang tersebut yang pemilihannya sudah disetujui oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

###### **c. Pelaksana**

Pelaksana pekerjaan ini haruslah *Pelaksana pekerjaan yang ahli dalam pekerjaan mekanikal & elektrik*, dan untuk pekerjaan pemasangan Escalator harus memiliki sertifikat dari pabrik yang bersangkutan, untuk pekerjaan listriknya harus memiliki sertifikat sebagai Instalatur PLN, dengan Klasifikasi yang sesuai.

###### **d. Kewajiban**

Sebelum pelaksanaan pekerjaan, maka Pelaksana pekerjaan berkewajiban menyerahkan gambar kerja mengenai barang / komponen yang akan dipasang beserta rencana pemasangannya, dan menyampaikan hasilnya kepada Pemilik,

termasuk data-data teknis yang lengkap dari barang / komponen tersebut yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan.

**e. Pengujian**

Bila keadaan memungkinkan pengujian (*testing*) peralatan yang dilakukan oleh pabrik terhadap barang / komponen yang akan dipakai dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik. Hasil dari pengujian (*testing*) tersebut dituangkan dalam suatu Berita Acara atau sertifikat pengetesan oleh pabrik.

**f. Koordinasi**

Didalam melaksanakan pekerjaan ini harus ada koordinasi yang baik antara Pelaksana pekerjaan Escalator dengan Pelaksana pekerjaan Bangunan, sehingga konstruksi dudukan, lubang – lubang yang diperlukan dapat memenuhi ketentuan atau persyaratan yang diperlukan

**g. Sertifikasi Keselamatan Kerja**

Pemasangan Escalator harus dikonsultasikan dan diketahui oleh Kantor Keselamatan Kerja setempat.

**2. Barang / Komponen Yang Dipakai.**

Escalator yang dipergunakan haruslah buatan pabrik ternama, produknya sudah dikenal luas, minimal dalam kurun 10 (sepuluh) tahun. Barang / komponen tersebut harus barang yang baru dan baik serta dari tipe terakhir.

**a. Pengetesan Oleh Pabrik**

Pengujian oleh pabrik tersebut harus dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik. Hasil pengetesan harus dituangkan dalam sebuah Berita Acara atau sertifikat pengetesan oleh pabrik.

**b. Karakteristik**

Type	: Model kompak;
Kemiringan	: 30 derajat dari lantai;
Kecepatan	: Rata-rata 0,5 m/detik, kecuali jika ditentukan lain dan kecepatan harus dapat diatur;
Arah	: Harus dapat dipertukarkan sesuai dengan kebutuhan, (keatas atau kebawah).
Mesin Penggerak	: Motor listrik, 3 fasa dengan tegangan kerja 220/380 Volt, 50 Hz.

c. **Escalator diperlengkapi sebagai berikut :**

- *Kunci* untuk menghidupkan atau mematikan Escalator yang bersangkutan;
- *Glass Railing* yang terbuat dari gelas kristal tebal minimal 8 mm, dipasang pada kedua sisi dari Escalator, dengan list aluminium;
- *Hand Rail / tempat pegangan* yang terbuat dari karet sintesis, warna hitam, dipasang diatas kedua Glass Railing, dan harus bergerak secara serempak dengan anak tangga dari Escalator;
- *Anak Tangga*, terbuat dari Die Casting Aluminium;
- *Plat Lantai*, terbuat dari Etched Stainless;
- *Deck Luar & Dalam, serta Skirt Panel* dari bahan Stainless Steel Hairline Finished;
- *Power untuk Lampu, Sensor, dll* 220 Volt, 50 Hz;
- *Rem* harus berfungsi dengan baik apabila terjadi trouble;
- *Sensor dan unit pengontrol untuk mengatur kecepatan*, lambat pada waktu kosong, dan pada waktu ada muatan kecepatannya berangsur – angsur bertambah sampai mencapai kecepatan normal;
- *Lampu–lampu indikator* yang menunjukkan arah gerakan anak tangga, yang dipasang pada kedua ujung dari Escalator;
- *Lampu – lampu* yang dipasang dibawah kedua Hand Rail;
- *Sinyal – sinyal* yang dapat dipantau dari jarak jauh.

d. **Kotak / Rumah Tempat Mesin**

Peralatan Mekanikal, seperti roda gigi, rantai dan poros–poros penggerak maupun peralatan elektrikalnya, seperti motor listrik, panil, unit kontrol dan lain–lain harus ditempatkan dalam rumah / kotak yang dipasang pada kedua ujung dari Escalator yang bersangkutan.

e. **Tutup Bawah.**

Tutup bawah dari Kerangka Utama Escalator dan Tutup bawah dari Kotak / Rumah Mesin, harus diberi tutup yang terbuat dari plat *Reinforced Stainless Steel*, yang dilas dengan baik sehingga tidak akan ada gemuk atau minyak pelumas yang dapat memercik keluar.

f. **Tutup Atas**

Kotak / Rumah tempat mesin, tutupnya harus baik serasi dengan estetis ruangan yang bersangkutan, kuat dan tidak bergerak / tidak berbunyi pada saat mendapat beban penuh (*full capacity*).

3. **Sambungan Listrik**

Escalator mendapat sambungan listrik dari jaringan listrik PLN, dengan Tegangan 220/380 Volt, 50 Hz, 3 fasa

**a. Kabel**

Untuk penyambungan ini dipergunakan kabel type NYY dengan 4 penghantar yang ukuran penampangnya disesuaikan dengan besarnya pemakaian daya dan jarak Escalator tersebut di tempat penyambungan.

**b. Kawat Ground / Arde**

Semua bahan atau kerangka dan Kotak / Rumah tempat peralatan mekanikal dan elektrik yang sifatnya konduktif, harus dihubungkan ketanah dengan kawat ground / arde yang ukuran penampangnya minimal 35 mm<sup>2</sup>.

**4. Pengetesan dan Uji – Coba**

Pengetesan dan uji coba harus dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan, dengan disaksikan oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

**a. Pengukuran Tahanan Isolasi**

Meliputi pengukuran dari Tahanan Isolasi dari Kabel dan Tahanan Isolasi dari Motor Listrik. Hasil pengukuran harus menunjukkan tahanan isolasi minimal (dalam Ohm) = 1000 x Tegangan Kerja dari peralatan.

**b. Pengecekan dan Pemeriksaan**

Pengecekan dan pemeriksaan meliputi :

- Pengecekan secara manual / menyeluruh;
- Pengecekan keserempakan gerakan dari Hand Rail / Tempat Pegangan dengan anak tangga;
- Pengecekan kecepatan;
- Pengecekan rem;
- Pengecekan tingkat kebisingan yang ditimbulkan;
- Pengecekan dengan beban penuh;
- Pengecekan jatuh tegangan;
- Pengecekan keseimbangan beban fasa.

**c. Uji – Coba**

Uji-Coba dilakukan minimal selama 24 jam, kecuali jika ditentukan lain. Apabila selama uji-coba terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaikinya.

**d. Berita Acara**

Hasil pengetesan dan uji-coba tersebut harus dituangkan kedalam Berita Acara yang bentuknya sudah ditetapkan sebelumnya, dan ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

**e. Masa Perawatan**

Masa Perawatan dilakukan minimal selama 1 (satu) tahun. Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan tersebut yang disebabkan tidak terpenuhinya ketentuan-ketentuan dalam gambar dan bestek, menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaikinya.

**f. Suku Cadang**

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan Suku Cadang, secukupnya untuk perawatan selama minimal 3 (tiga) tahun.

**g. Gambar dan Dokumentasi Lain.**

Rekanan atau Sub Rekanan harus membuat / menyediakan serta menyerahkan dokumen – dokumen sebagai berikut :

- Gambar – gambar sebagaimana terpasang;
- Buku Petunjuk Pengoperasian;
- Buku Petunjuk Perawatan;
- Buku Tentang Suku Cadang;
- Sertifikat dari Dinas Keselamatan Kerja.

Semuanya dibuat minimal 3 (tiga) rangkap, kecuali ditentukan lain.

**h. Training**

Pelaksana pekerjaan harus melatih Teknisi setempat yang akan merawat Escalator tersebut.

#### **IV. PEKERJAAN PEMASANGAN ELEVATOR / LIFT**

##### **1. Peraturan, Standard dan lain – lain**

###### **a. Peraturan**

Berlaku :

- Peraturan Keselamatan Kerja;
- Peraturan Umum Instalasi Listrik;
- Peraturan – peraturan lain yang berlaku.

###### **b. Standard**

Berlaku :

- Standard Industri Indonesia (SII);
- Standard PLN (SPLN);
- Standard Internasional, ISO atau IEC;
- European Standard (CEN);
- Standard negeri asal barang tersebut yang penggunaannya sudah disetujui oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

###### **c. Pelaksana**

Pelaksana pekerjaan ini haruslah *Rekanan atau Sub Rekanan yang ahli dalam pekerjaan mekanikal & elektrik*, untuk pekerjaan pemasangan Elevator / Lift memiliki sertifikat dari pabrik yang bersangkutan, untuk pekerjaan listriknya harus memiliki sertifikat sebagai Instalatur PLN, dengan Klasifikasi yang sesuai.

###### **d. Kewajiban**

Sebelum pelaksanaan pekerjaan, maka Pelaksana pekerjaan berkewajiban menyerahkan gambar kerja mengenai barang / komponen yang akan dipasang

beserta rencana pemasangannya, dan menyampaikan hasilnya kepada Pemilik, termasuk data-data teknis yang lengkap dari barang / komponen tersebut yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan.

**e. Pengujian**

Bila keadaan memungkinkan pengujian (*testing*) peralatan yang dilakukan oleh pabrik terhadap barang / komponen yang akan dipakai dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik. Hasil dari pengujian (*testing*) tersebut dituangkan dalam suatu Berita Acara atau sertifikat pengetesan oleh pabrik.

**f. Koordinasi**

Didalam melaksanakan pekerjaan ini harus ada koordinasi yang baik antara Pelaksana pekerjaan Lift dengan Pelaksana pekerjaan Bangunan, sehingga konstruksi, ukuran lorong, pintu, dudukan, lubang – lubang dan lain – lain memenuhi ketentuan – ketentuan atau persyaratan – persyaratan yang diperlukan.

**g. Sertifikasi**

Pemasangan Lift harus dikonsultasikan dan diketahui oleh Kantor Keselamatan Kerja setempat.

**2. Barang / Komponen Yang Dipakai**

Lift yang dipergunakan haruslah buatan pabrik ternama, produknya sudah dikenal luas, minimal dalam kurun waktu 10 (sepuluh) tahun. Barang / komponen tersebut harus barang yang baru dan baik serta dari tipe terakhir.

**a. Pengetesan Oleh Pabrik**

Pengujian oleh pabrik tersebut harus dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik. Hasil pengetesan harus dituangkan dalam sebuah Berita Acara atau sertifikat pengetesan oleh Pabrik.

**b. Jenis dan Kapasitas**

Jenis lift yang akan digunakan, menggunakan sistim Listrik atau Hydraulic ditentukan didalam disain oleh Konsultan Perencana dan Pemilik, juga mengenai kapasitas, luas kabin, jumlah lantai yang akan ditempuh, jarak tempuh dan lain – lain ditentukan sesuai dengan kebutuhan.

**c. Kabin**

- **Dinding dan Plafon**

Dinding luar dibuat dari plat baja yang dilas dan diberi penulangan, interiornya, plafon dan dinding dibuat dari melamin dengan lis dari alumunium, terkecuali jika ditentukan lain. Plafon harus cukup kuat untuk diinjak oleh satu atau dua orang teknisi yang mungkin perlu melakukan perawatan terhadap Lift tersebut. Plafon harus dilengkapi lubang masuk untuk orang yang bertutup atau berpintu, tutup tersebut harus dilengkapi dengan kontak listrik untuk pengaman, sehingga apabila tutup tersebut dibuka, Lift tidak akan bisa berjalan.

- **Tinggi**

Tinggi Kabin minimal 2,2 m.

- **Lantai**

Lantai kabin minimal dibuat dari plat baja beralur timbul atau yang semacam itu dengan pola kembang yang lain, yang dibuat khusus untuk lantai, dipasang pada suatu konstruksi atau kerangka baja yang cukup kuat sesuai dengan kapasitas dari lift yang bersangkutan.

- **Lubang Ventilasi**

Pada bagian atas dan bagian bawah dari dinding harus ada lubang – lubang ventilasi, untuk ventilasi secara alami atau ventilasi dengan udara yang ditekan.

- **Lampu**

Lampu model yang tersembunyi (recessed) dengan lampu fluorescent yang tidak banyak melepaskan panas. Minimum harus ada dua lampu, ditambah dengan lampu darurat/emergency yang dipasang pada dinding, model kompak, dengan baterai yang dapat diisi kembali, sambungan listriknya melalui sebuah pengisi baterai, menyala secara otomatis apabila listrik mati dan dapat bertahan minimal selama 10 jam.

- **Panel Kendali / Kontrol**

Dengan tombol – tombol sebanyak jumlah lantai yang dapat dituju, ditambah dengan tombol – tombol lain, seperti tombol CLOSE dan tombol OPEN.

- **Panel Sinyal dan Indikator**

Sinyal dan Indikator yang menunjukkan nomor lantai dimana sekarang ini lift sedang berhenti, atau nomor lantai yang baru saja dilewati lift.

Sinyal yang menyatakan Lift tidak bisa bekerja karena ada gangguan.

- **Sinyal Bunyi**

Sinyal bunyi yang menandai bahwa Lift sudah tiba pada suatu lantai yang dituju.

**d. Panel dan Lantai – lantai Yang Dilayani**

Pada setiap lantai yang dilayani harus ada panel yang dilengkapi tombol dan sinyal sebagai berikut :

- Tombol agar Lift berhenti pada lantai tersebut, sekaligus memberitahukan tujuan dari pemencet tombol, kebawah atau keatas;
- Sinyal bahwa lift sedang bekerja dan kemana arahnya.

**e. P i n t u**

Pintu terdiri dari dua lapis pintu geser, yaitu pintu dari Kabin dan pintu dari lantai yang bersangkutan, yang dapat bergerak, membuka atau menutup secara serempak dan otomatis, membuka setelah tiba pada lantai yang dituju dan menutup setelah tombol CLOSE ditekan, kecuali jika ditentukan lain. Jumlah daun pintu pada tiap lapis pintu, satu atau dua daun pintu, ditetapkan didalam disain atau sesuai dengan standard pabrik. Pintu harus dilengkapi dengan alat pengaman dengan sensor baik secara listrik maupun secara mekanik sehingga didalam pengoperasiannya pintu tidak akan menciderai orang.

**f. Sambungan Listrik**

Lift mendapat sambungan daya listrik dari jaringan PLN yang didukung oleh sumber daya cadangan, 3 fasa, 4 penghantar, 220/380 Volt, 50 Hz, sambungannya diambilkan dari Substation atau Ruang Listrik (*power house*) yang terdekat, dengan kabel type NYY yang ukuran penampangnya disesuaikan dengan besarnya pemakaian daya dan jarak dari lift keruang tempat penyambungan. Didalam Substation atau ruang listrik tersebut diatas, sambungan untuk lift dilayani oleh sebuah cabang didalam Panel Distribusi, yang dilengkapi minimal dengan pengaman thermis dan magnetis.

**g. Hubungan ke tanah**

Semua kerangka, badan, mesin penggerak, dan lain –lain yang terbuat dari logam, harus dihubungkan ketanah dengan kawat ground / arde yang ukurannya minimal 35 mm<sup>2</sup>.

#### **h. Perlengkapan Lainnya Dari Lift.**

Lift harus dilengkapi dengan :

- Kunci untuk menghidupkan dan mematikan lift;
- Unit pengontrol otomatis untuk menjaga/mengatur agar lantai Kabin selalu sama rata dengan lantai bangunan tempatnya berhenti;
- Unit pengontrol agar pintu kabin dan pintu pada lantai membuka atau menutup secara serempak;
- Unit pengontrol otomatis agar pintu tetap membuka pada waktu orang – orang memasuki kabin dari ruang gedung;
- Unit rem yang bekerja secara otomatis pada saat aliran listrik ke mesin penggerak dimatikan atau terputus;
- Beban lawan dari kabin;
- Kabel gantung/suspensi yang khusus, satu kabel saja tetapi berisi sejumlah penghantar, yang diperlukan untuk sambungan ke kabin, sangat fleksibel dan tahan lama, minimal selama sepuluh tahun.

### **3. Pengetesan Uji-Coba**

Pengetesan dan uji-coba harus dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan, dengan disaksikan oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

#### **a. Pengukuran Tahanan Isolasi**

Meliputi pengukuran dari tahanan isolasi dari kabel dan tahanan isolasi dari motor listrik. Hasil pengukuran harus menunjukkan tahanan isolasi harus minimal (dalam Ohm) = 1000 x Tegangan Kerja dari peralatan.

#### **b. Pengecekan dan Pemeriksaan**

Pengecekan dan pemeriksaan meliputi :

- Pengecekan secara manual / menyeluruh;
- Pengecekan ventilasi;
- Pengecekan kecepatan;
- Pengecekan rem;
- Pengecekan sistim alarm;
- Pengecekan tombol – tombol dan sinyal – sinyal;
- Pengecekan lampu penerangan;
- Pengecekan lampu darurat/emergency;
- Pengecekan tingkat kebisingan yang ditimbulkan;

- Pengecekan dengan beban penuh;
- Pengecekan jatuh tegangan;
- Pengecekan keseimbangan.

**c. Uji-Coba**

Uji-coba dilakukan minimal selama 24 jam, kecuali jika ditentukan lain. Apabila selama uji coba terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaikinya.

**d. Berita Acara**

Hasil pengetesan dan uji-coba tersebut harus dituangkan kedalam sebuah Berita Acara yang bentuknya sudah ditetapkan sebelumnya, dan ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

**4. Masa Perawatan**

Masa Perawatan dilakukan minimal selama satu tahun. Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan tersebut, yang disebabkan tidak terpenuhinya ketentuan – ketentuan dalam gambar dan bestek, menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaikinya kecuali terjadi kesalahan operasional.

**5. Suku Cadang**

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan Suku Cadang untuk perawatan selama 3 (tiga) tahun.

**6. Gambar dan Dokumen Lain**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk membuat / menyediakan serta menyerahkan dokumen – dokumen sebagai berikut :

- Gambar – gambar sebagaimana terpasang
- Buku Petunjuk Pengoperasian
- Buku Petunjuk Perawatan
- Buku Tentang Suku Cadang
- Sertifikat Pemakaian dikeluarkan oleh pihak yang berwenang

Semuanya dibuat minimal rangkap 3 (tiga), kecuali jika ditentukan lain.

**7. Training**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk melatih Teknisi setempat yang akan melaksanakan perawatan atas lift yang bersangkutan.

## **SPRINGKLER**

## PEKERJAAN PEMASANGAN SPRINGKLER

### 1. Standard

Berlaku Standard Industri Industri (SII)

### 2. Barang / Komponen

Diutamakan penggunaan bahan / komponen asal dalam negeri, buatan pabrik ternama, yang produknya sudah dikenal dalam kurun waktu minimal selama sepuluh tahun.

### 3. Springkler

Dengan nozzle, pipa / tangkai horizontalnya dan pipa / poros vertikal terbuat dari bahan alumunium atau bahan lain yang tahan karat.

Pipa / poros vertikal tempat tangkai – tangkai horizontal dengan nozzlenya berputar dipasang pada dudukan / base yang mampu menahan tangkai – tangkai tersebut, sehingga pada waktu bekerja Springkler dapat mantap pada tempatnya.

Tangkai – tangkai horizontal bergerak berputar oleh pancaran air dan mampu untuk memancarkan air dalam radius  $\pm 8$  m.

Springkler dilengkapi dengan dua atau tiga tangkai horizontal lengkap dengan slang air ukuran  $\frac{1}{2}$ " atau  $\frac{3}{4}$ ".

### 4. Slang Air

Dipergunakan slang air dari bahan PVC kualitas baik, ukuran ½" atau ¾" dan panjang minimal 20 m, kecuali jika ditentukan lain.

## **5. Sambungan Ke Jaringan Air Bersih**

Sambungan untuk Springkler dipasang pada tempat – tempat yang dipandang perlu yang ada jaringan air bersihnya, sesuai gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik.

Sambungan tersebut terdiri atas sebuah kran dan sebuah adopter / nipple untuk slang ukuran ½" atau ¾".

Sambungan dipasang menonjol diatas permukaan tanah, sesuai keadaan setempat atau dipasang didalam bak kontrol yang diberi tutup untuk keamanannya.

## **6. Kotak Springkler**

Apabila dianggap perlu Springkler, slang air dan putaran kran disimpan didalam kotak Springkler, yang terbuat dari plat baja tebal 1,5 mm, dengan penulangan press, dilengkapi dengan pintu yang dapat dikunci, dicat setelah terlebih dahulu diberi lapisan anti karat.

Kotak Springkler dipasang pada dinding bangunan atau pada suatu konstruksi besi yang berdiri sendiri, tidak jauh dari tempat sambungan dengan jaringan air bersihnya.

Pada pintu dari kotak Springkler diberi tulisan "SPRINGKLER" sebagai tanda. Ukuran kotak springkler sedikitnya 0,6 x 0,5 x 0,25 m.

## **FIRE HYDRANT**

### **PEKERJAAN PEMASANGAN FIRE HYDRANT**

#### **1. Standard**

Digunakan Standard Internasional atau standard lain yang disetujui oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik

Sedapat mungkin Standard yang dipakai sama dengan Standard yang dipakai oleh Dinas Pemadam Kebakaran Pemerintah Daerah setempat.

## 2. Barang / Komponen

Diutamakan penggunaan bahan / komponen asal dalam negeri, buatan pabrik ternama, yang produknya sudah dikenal luas dalam kurun waktu minimal selama sepuluh tahun.

### a. Pilar Hydrant

Terbuat dari besi tuang dari kualitas yang baik, ukuran standard, dilapis anti karat dan dicat dengan warna merah, dilengkapi dengan :

- Satu atau dua buah fitting tempat menghubungkan slang pemadam kebakaran.
- Minimal sebuah kran atau valve untuk membuka atau penutup air yang keluar, model putar, dengan alat pemutar yang mudah dilepas kembali, yang disimpan didalam Kotak Hydrant.

### b. Kotak Hydrant

#### - Untuk dipasang diluar bangunan

Untuk pasangan luar terbuat dari plat baja, tebal minimal 2 mm, dengan penulangan dipress (press body), ukuran standard, dilapis anti karat dan dicat dengan warna merah.

Kotak hydrant dilengkapi dengan pintu, yang sebagiannya terbuat dari kaca kristal, dapat dikunci tetapi dalam keadaan darurat, dengan memecahkan kaca dapat diambil.

Selanjutnya Kotak Hydrant dilengkapi dengan :

- Tempat penggantung / menyimpan satu unit slang pemadam kebakaran.
- Tempat penggantung / menyimpan alat pemutar kran dari Pilar Hydrant.
- Untuk dipasang didalam bangunan  
Dibuat Built In, merupakan pekerjaan sipil bangunan, dilengkapi pintu yang sama seperti dalam pemasangan untuk diluar bangunan, yang dipasang rata dengan permukaan tembok.

Ruang dalamnya dibuat lebih besar, sehingga kecuali slang pemadam kebakaran dan pemutar kran, dapat pula menyimpan ember dan kampak, yang pada waktunya mungkin diperlukan oleh petugas pemadam kebakaran.

### **3. Pemasangan**

#### **a. Pilar Hydrant**

Pilar Hydrant hanya dipasang pada tempat – tempat yang ada jaringan pipa air bersihnya, dengan pipa berukuran sedikitnya 2,5” dan tekanan air sedikitnya 1 Atm.

Pilar Hydrant dipasang pada tempat yang mudah terlihat, dekat dengan bangunan, dalam jarak yang dalam keadaan darurat diperkirakan masih akan dapat dicapai oleh Petugas Pemadam Kebakaran.

Pilar Hydrant dipasang diatas pondasi, dengan fitting ukuran sambungannya ke pipa air bersih ditanam didalam pondasi dengan ujungnya yang akan disambung ke pilar, berada kurang lebih 1 cm diatas pondasi tersebut.

Pemasangannya harus sedemikian, sehingga setelah Pilar Hydrant dipasang akan kelihatan Pilar Hydrant tersebut berdiri tegak lurus dan baik diatas pondasinya.

Ukuran pondasi minimal, panjang 0,4 m lebar 0,4 m dan dalam 0,5 m, kecuali jika ditentukan lain.

#### **b. Kotak Hydrant**

Diluar bangunan dipasang pada kerangka besi siku 50 x 50 x 3 mm, berkaki dua, yang ditanamkan kedalam tanah dengan pondasi beton campuran 1 : 2 : 3.

Kerangka tersebut harus dipasang tegak lurus, cukup kuat dan baik, diberi lapisan anti karat dan dicat dengan warna merah.

### **4. Uji – Coba**

Uji-Coba dilaksanakan oleh Pelaksana pekerjaan dengan disaksikan oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik. Hasil Uji-Coba dimuat didalam suatu Berita Acara yang ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawasan dan Pemilik.

## **5. Tabung Pemadam Kebakaran**

### **a. Buatan Serta Jenis**

Dipergunakan jenis yang menggunakan serbuk kimia kering, buatan pabrik yang produknya sudah terkenal luas dalam kurun waktu minimal selama sepuluh tahun.

### **b. Tabung Dilengkapi sebagai berikut :**

- Sebuah Pengukur Tekanan
- Slang Penyemprot dengan Nozzle dan Diffuser-nya.
- Katup dengan Tangkainya, Tangkai Pemegang, Pen Pengaman / Pengunci
- Dudukan dengan Accessories-nya untuk yang dipasang pada dinding.
- Dilengkapi dengan dua buah roda untuk mobile.

### **c. Pemasangan / Penempatan**

- Berat sesuai rencana
- Jarak semprot minimum 5 s/d 9 m.
- Waktu semprot minimum 60 detik.
- Tidak mencemari / beracun
- Mampu memadamkan api dari kayu, kertas, tekstil, karet dan lain – lain, api dari minyak dan gas dan api dari listrik.

### **d. Pemasangan / Penempatan**

Tabung – tabung dipasang / ditempatkan sesuai dengan gambar / rencana penempatan yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik.

### **Buku Petunjuk**

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan dan menyerahkan kepada Pemilik, buku petunjuknya mengenai :

- Cara mempergunakan tabung dan
- Cara merawatnya, khususnya mengganti serbuk.

## **6. System Alarm Pemadam Kebakaran**

### **a. Master Control Fire Alarm Panel**

Panel dibuat dari plat baja tebal sedikitnya 1,5 mm, dengan penulangan press / tekan, dengan pintu yang dapat dikunci. Dicat semprot atau bakar, warna merah, setelah diberi lapisan anti karat.

Ukuran disesuaikan dengan banyaknya komponen yang akan dipasang didalamnya.

**Selanjutnya dilengkapi dengan :**

- Zone Signal / Indicator, jumlahnya sebanyak zone yang ada ditambah spare  $\pm$  10%.
- Buzzer / Horn.
- Fire brigade telephone line.
- Fire Fighting (Fire Pump) Line.
- Monitor Line
- Circuit failure signals / indicator.
- Power supply yang didukung oleh *baterai nikel cadmium* yang dapat bertahan minimal untuk selama 8 jam pada waktu Main Failure.

**b. Bel Alarm dan Buzzer**

Bekerja dengan arus searah / DC 96 Volt, kecuali jika ditentukan lain. Intensitas bunyi harus sedemikian, sehingga dapat didengar dengan baik dari jarak minimal 100 m dalam kebisingan tingkat sedang.

**c. Sirine**

Bekerja dengan tegangan 220 / 380 Volt, 50 Hz, tiga fasa, empat penghantar.

Sirine harus yang didisain untuk daerah tropis dan untuk dipasang diluar bangunan / tempat terbuka.

Intensitas suara harus dapat terdengar dari seluruh Bandar Udara.

**Manual Call Box**

Box terbuat dari plat tebal minimal 1 mm, dicat semprot atau bakar setelah diberi anti karat. Pintunya dilengkapi dengan kaca, yang dalam keadaan darurat dapat dipecahkan.

**d. Fire Detector**

- Detektor *Thermostatis*  
Yang bekerja berdasarkan harga mutlak dari suhu lingkungan.
- Detektor *Thermovelocimetr*

- Yang bekerja berdasarkan kenaikan yang cepat dari suhu lingkungan
- Detektor *asap dan gas pembakaran* yang bekerja berdasarkan adanya asap dan gas sekalipun tak terlihat.
  - Detektor asap secara optis, bekerja oleh asap yang kelihatan
  - Detektor nyala, bekerja oleh adanya nyala dari api.

#### e. Kabel

Kabel yang dipergunakan :

- Untuk *kabel kontrol* dipergunakan kabel telepon dan kabel NYY dengan ukuran penampang 1,5 mm<sup>2</sup> dan banyak penghantar sesuai kebutuhan.
- Untuk *kabel power*, dipergunakan kabel type NYY untuk medan yang ringan dan kabel type NYFGbY untuk medan – medan yang berat.

#### f. Pemasangan

Pemasangan sistim aliran pemadam kebakaran ini dipasang mengikuti gambar – gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik, dan buku petunjuk yang dikeluarkan oleh pabrik yang bersangkutan.

- **Master Control Fire alarm Panel**  
Dipasang didalam ruang kontrol pemadam kebakaran, sesuai ketentuan – ketentuan untuk pemasangan panel.
- Kabel – kabel dipasang sesuai ketentuan – ketentuan / persyaratan untuk pemasangan kabel, dan semua ujungnya harus diberi label.
- Manual Call Box, Bel dan Buzzer dipasang pada tempat – tempat sesuai gambar, Manual Call Box dipasang pada ketinggian  $\pm 1,5$  m dari permukaan lantai, Bel dan Buzzer dipasang pada ketinggian  $\pm 2,25$  m dari permukaan lantai.
- **Sirene**  
Sirene dipasang diatas pondasi dengan menggunakan angker-baut yang tahan karat. Pondasi terbuat dari beton dengan adukan 1 : 2 : 3, ukuran serta letaknya, sesuai gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana.
- **Ground / Arde**  
Semua kerangka yang konduktif dari panil dan motor – motor listrik harus dihubungkan ketanah dengan kawat ground / arde berukuran minimal 6 mm<sup>2</sup> dan elektroda ground / arde sesuai PUIL.

### 7. Pengetesan dan Uji – Coba

Pengetesan dan uji-coba dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan dan disaksikan oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

Pengetesan meliputi pengetesan / pengukuran tahan isolasi, dengan mempergunakan mega-ohm-meter (MEGER) dengan tegangan ukur minimal 500 Volt, untuk kabel listrik.

Tahanan isolasi dalam Ohm, minimal harus sama dengan 10 x tegangan kerja dalam ohm.

**a. Pemeriksaan meliputi :**

- Pemeriksaan secara visual menyeluruh
- Pemeriksaan terhadap kecenderungan dari mur-mur dan baut-baut.
- Pemeriksaan Label dari ujung label
- Pemeriksaan fungsi dari Fire Detector
- Pemeriksaan fungsi dari Manual Call Box
- Pemeriksaan terhadap fungsi dari Bel, Buzzer dan Sirene
- Pemeriksaan terhadap semua Sinyal dan Indikator dalam Master Control Fire Alarm Panel.

**b. Uji – Coba**

Uji-coba dilakukan berdasarkan izin dan petunjuk dari Penguasa Bandar Udara setempat. Semua kerusakan yang terjadi selama dilakukannya uji-coba, sepenuhnya menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan.

**8. Masa Perawatan**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk melakukan perawatan peralatan minimal selama 3 (tiga) bulan, kecuali jika ditentukan lain.

Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan, yang disebabkan oleh tidak terpenuhinya ketentuan – ketentuan dan persyaratan dalam gambar dan bestek, menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaiki atau menggantinya.

**9. Gambar dan Dokumen Lain**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk membuat gambar – gambar sebagaimana terpasang, menyediakan buku – buku petunjuk mengenai pengoperasian dan perawatan dan buku mengenai suku cadang, serta menyerahkan kepada pemilik.

**10. Training**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk melatih teknisi setempat yang akan mengoperasikan dan merawat instalasi yang bersangkutan.

## **CONVEYOR BELT**

## PEKERJAAN PEMASANGAN CONVEYOR BELT

### 1. Peraturan, Standard dan Lain – lain

#### a. Peraturan

Berlaku :

- Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL)
- Peraturan Keselamatan Kerja
- Peraturan – Peraturan lain yang berlaku

#### b. Standard

Berlaku :

- Standard Industri Indonesia (SII)
- Standard PLN (SPLN)
- Standard Internasional atau standard dari negara asal barang yang penggunaannya sudah disetujui oleh Konsultan Pengawas dan Pemilik.

#### c. Pelaksana

Pelaksana pekerjaan ini haruslah Pelaksana pekerjaan yang ahli dalam pekerjaan mekanikal dan elektrik

#### d. Kewajiban

Sebelum melaksanakan pekerjaan ini Pelaksana pekerjaan berkewajiban menyerahkan Gambar Kerja mengenai barang / komponen yang akan dipasang beserta rencana pemasangannya, dan menyampaikan hasilnya kepada Pemilik, termasuk data-data teknis yang lengkap dari barang / komponen tersebut yang diterbitkan oleh pabrik yang bersangkutan

#### e. Barang / Komponen Yang Dipakai

Diutamakan untuk menggunakan barang / komponen asal dalam negeri, buatan pabrik ternama yang produknya sudah dikenal luas, minimal dalam kurun waktu selama sepuluh tahun. Barang / komponen tersebut harus barang yang baru dan baik.

#### **f. Pengetesan Oleh Pabrik**

Jika keadaan memungkinkan, pengujian oleh pabrik tersebut dihadiri oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

Hasil pengetesan harus dituangkan dalam sebuah Berita Acara atau sertifikat pengetesan oleh pabrik.

## **2. Conveyor Keberangkatan**

Terdiri atas beberapa Bangku Ban Berjalan / Conveyor sebagai berikut :

- Sebuah Conveyor Penimbang
- Sebuah Conveyor Pemberian Label
- Sebuah atau beberapa buah Conveyor Penyalur dan Pengumpul
- Sebuah atau beberapa buah Bangku Roller

Kesemuanya berfungsi untuk *menyalurkan bagasi penumpang secara estafet* mulai dari tempat penyerahan barang oleh penumpang, yaitu Conveyor Penimbang, sampai ke tempat pengumpulannya dibagian belakang gedung terminal, untuk kemudian dipindahkan ke gerobak dan diangkut ke pesawat.

#### **a. Conveyor Penimbang**

*Bangku Ban Berjalan ini terdiri atas sebuah kerangka baja yang dipasang diatas chasis sebuah timbangan.* Pada kedua ujung dari kerangka tersebut dipasang drum atau roller, salah satu diantaranya berfungsi sebagai penarik ban yang bersangkutan.

Drum dilengkapi dengan *rem elektro magnetis* dan digerakkan oleh sebuah motor listrik, dengan tegangan kerja 220/380 Volt, 50 Hz, tiga fasa, empat penghantar.

Ban yang merupakan sebuah lingkaran tak terputus, terbuat dari bahan PVC atau karet olahan, dipasang pada drum roller – roller pendukungnya, kekencangannya harus dapat diatur atau distel dengan roller pengencang.

Sisi kanan dan sisi kiri dibatasi oleh galang dan penutup, yang terbuat dari stainless steel dengan permukaan yang halus, guna menutupi bagian – bagian yang bergerak dari Conveyor.

- **Ukuran dan Kecepatan**

Kecuali jika ditentukan lain, ukuran – ukuran dari Conveyor Penimbang adalah sebagai berikut :

Lebar bangku	:	0,7 m
Lebar Ban	:	0,6 m
Tinggi terhadap lantai	:	0,5 m
Panjang	:	1,25 m
Kecepatan	:	0,5 m/detik.

- **Timbangan**

Jenis timbangan	:	Digital / Elektronik
Skala	:	0 s/d 150 kg.
Pembagian skala	:	per 100 gram
Ketelitian	:	$\pm 1$ permil
Daya dukung	:	400 kg.

Berat bagasi yang ditimbang direkam secara elektronik dan didisplay pada papan display digital yang dapat dibaca baik oleh operator / petugas Check In Counter maupun oleh penumpang yang bersangkutan, dan dapat diseret secara manual atau secara otomatis.

Selain itu pada papan display digital tersebut dapat pula dibaca total berat dan banyaknya potong barang dari penumpang yang bersangkutan.

- **Alternatif Lain**

Alternatif lain dari Conveyor Penimbang, jika keadaan setempat tidak memungkinkan, Conveyor Penimbang dapat diganti dengan timbangan biasa dengan batas ukur 0 s/d 150 kg, dan ketelitian  $\pm 1$  permil.

**b. Conveyor Pemberian Label**

Bangku ini bersama seperti Conveyor Penimbang, terdiri atas kerangka baja yang dilengkapi dengan drum penarik, roller – roller penunjang dan pengencang, tetapi *bangku ini dipasang langsung diatas lantai dan merupakan sambungan lurus dari Conveyor Penimbang.*

Drum penarik digerakkan oleh motor listrik dengan tegangan kerja 220/380 Volt, 50 Hz, tiga fasa, empat penghantar.

- **Ukuran dan lain – lain**

Kecuali ditentukan lain, ukuran rata – rata dan lain sebagainya dari Conveyor Pemberian Label adalah sebagai berikut :

Lebar bangku	:	0,7 m
Lebar ban	:	0,6 m
Panjang	:	2,5 m
Tinggi dari lantai	:	0,5 m
Kecepatan	:	0,5 m/detik
Kapasitas sesedikitnya	:	150 kg/m <sup>2</sup>

c. **Conveyor Penyalur dan Pengumpul**

Conveyor ini prinsipnya sama seperti Conveyor Pemberian Label hanya ukuran – ukurannya yang berbeda, dan merupakan sambungan dalam arah lurus atau dalam arah membelok / tegak lurus dari Conveyor Pemberian Label.

Oleh Conveyor Penyalur dan Pengumpul ini, bagasi dari Conveyor Pemberian Label disalurkan seterusnya ke tempat pengumpulan bagasi di bagian belakang gedung terminal, untuk selanjutnya diangkut dengan gerobak ke pesawat.

- **Ukuran dan Lain – lain**

Kecuali ditentukan lain, ukuran rata – rata dan lain sebagainya dari Conveyor Pemberian Label adalah sebagai berikut :

Lebar bangku	:	1,15 m
Lebar ban	:	0,8 m
Panjang	:	18 m/dapat disesuaikan kebutuhan
Tinggi dari lantai	:	0,45 m
Kecepatan	:	0,5 m/detik
Kapasitas sedikitnya	:	150 kg/m <sup>2</sup>

- **Banyaknya Conveyor Penyalur**

Conveyor Penyalur dan Pengumpul ini terdiri atas beberapa bangku ban berjalan yang jumlahnya tergantung dari jarak Conveyor Penimbang sampai tempat pengumpulan bagasi di bagian belakang gedung terminal.

- **Pagar Atas**

Pada kedua sisi bagian atas dari Conveyor Penyalur dan Pengumpul ini harus dilengkapi dengan pagar yang tingginya  $\pm 0,5$  m dari permukaan ban, dicat yang baik setelah diberi lapis anti karat, agar bagasi tidak dapat keluar dari Conveyor.

Kedua sisi dari bangku diberi bertutup yang terbuat dari plat baja yang dicat dengan baik setelah diberi lapis anti karat.

#### **d. Bangku Roller**

Bangku Roller adalah sambungan paling akhir dari Conveyor Keberangkatan. Mempunyai kerangka seperti Conveyor lainnya, tetapi bagian atasnya yang berfungsi menyalurkan / meneruskan bagasi dilengkapi dengan roller yang dapat berputar dengan bebas, kecuali dua roller paling akhir berfungsi untuk mengerem bagasi.

##### **- Ukuran dan Lain – lain**

Ukuran – ukuran dari Bangku Roller adalah sebagai berikut :

Lebar bangku	:	1,1 m
Lebar Roller	:	1 m
Tinggi	:	0,5 m Panjang
	:	Disesuaikan dengan kebutuhan
Diameter Roller	:	60 mm
Jarak dari as ke as	:	70 mm

#### **e. Pintu**

Pada tempat yang menembus dinding yang akan dilewati oleh Conveyor, dibuatkan gawang yang lebarnya sesuai dengan lebar Conveyor dan tingginya 1 m dari permukaan ban berjalan dari Conveyor yang bersangkutan.

Gawang tersebut dilengkapi dengan pintu sorong atau tirai dari bahan PVC atau karet olahan. Daun – daun pintu dilengkapi dengan kontak listrik sedemikian rupa sehingga Conveyor baru dapat berjalan setelah semua pintunya dibuka penuh.

#### **f. Perlengkapan Lain**

##### **- Kabinet Sambungan(Panel Listrik)**

Untuk kabinet listriknya, Conveyor dilengkapi dengan Kabinet Sambungan (panel listrik).

Pembagian dan pengaturan sirkuit – sirkuit dilakukan didalam Panel tersebut.

##### **- Tombol pada Check-In Counter**

Conveyor Penimbangan dan Conveyor Pemberian Label dihidupkan dengan tombol yang dipasang dimeja / dinding dari Check-In Counter yang bersangkutan.

Setelah penumpang meletakkan bagasinya diatas Conveyor Penimbang, berat bagasi tersebut segera direkam oleh peralatan elektronis dan didisplay pada Panel Penunjuk Digital, kemudian petugas menekan tombol tersebut diatas, Conveyor Penimbang dan Conveyor Pemberian Label segera berjalan, dan setelah bagasi tersebut sampai pada tempat yang ditentukan diatas Conveyor Pemberian Label, kedua Conveyor segera berhenti, untuk ini Conveyor Pemberian Label harus dilengkapi dengan *sensor Photo Elektris*. Setelah pemberian label, petugas menekan tombol lagi, untuk menghidupkan Conveyor Pemberian Label.

- *Sensor Anti Tabrakan antara Bagasi*

Hanya perlu apabila satu Conveyor Penyalur dan Pengumpul melayani lebih dari satu Check-In Counter. Untuk mencegah agar tidak terjadi tabrakan antara bagasi yang sudah ada / berjalan diatas Conveyor dengan bagasi yang datang dari Conveyor Pemberian Label, Conveyor Pemberian Label, dilengkapi dengan Sensor Photo Elektris, sedemikian sehingga sesudah tombol ditekan Conveyor Pemberian Label jalannya akan ditunda secara otomatis, sampai tempat pada pertemuan antara Conveyor Pemberian Label dengan Conveyor Penyalur kosong.

**g. Persyaratan Lain**

- *Tingkat Kebisingan*

Tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh Conveyor harus diusahakan sekecil mungkin, sehingga kurang dari 50 dba.

- *Pelumasan*

Pelumasan untuk bagian-bagian yang bergerak, berputar, bergesekkan dan lain-lain, harus dapat dilakukan dengan mudah tanpa membuka atau banyak membuka bagian-bagian dari Conveyor yang bersangkutan.

**h. Pemasangan**

Pemasangan dilakukan berdasarkan gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana yang sudah disetujui oleh Pemilik, dan buku petunjuk yang diterbitkan oleh pabrik Conveyor yang bersangkutan.

- *Mekanikal*

Bangku-bangku Conveyor dan chasis dari timbangan dipasang dengan baik dan tegak lurus diatas lantai, diikatkan cukup kuat diatas lantai dengan menggunakan angker-baut atau baut dan insert, sesuai gambar yang dibuat Konsultan Perencana.

- *Elektrikal*

Meliputi pekerjaan pemasangan Panel Listrik, tombol–tombol, dan interkoneksi antar Panel Listrik dengan berbagai peralatan dan perlengkapan dari Conveyor, yang meliputi pekerjaan pemasangan :

- ❖ Kabel–kabel Power & kabel–kabel Kontrol dari Conveyor ke Panel Listrik
- ❖ Kabel–kabel Kontrol dari Panel Listrik ke tombol–tombol pada Check-In Counter
- ❖ Kabel Counter Conveyor Penimbang ke unit Elektronika dan Panel Petunjuk Digital
- ❖ Kabel Power dari Panel Listrik ke Substation atau ruang teknik lain sesuai gambar rencana
- ❖ Kabel – kabel yang digunakan untuk kabel listrik, digunakan kabel type NYY, dan untuk kabel Kontrol, dipergunakan kabel type NYFGBY, kecuali jika ditentukan lain.
- ❖ Kabel – kabel yang mungkin terpaksa dipasang diatas permukaan lantai harus dilindungi terhadap kemungkinan mendapat cedera dan lain – lain.
- ❖ Cabang dari Panel Distribusi didalam Substation / ruang teknik tersebut diatas yang dilayani Conveyor minimal harus dilengkapi dengan saklar pemutus beban dengan pengaman thermis dan magnetis.

### **3. Conveyor Kedatangan**

Conveyor ini adalah juga bangku yang terbuat dari konstruksi baja, sebagian bentuknya lurus dan sebagian lengkung.

#### **a. Sirip – Sirip Pembawa**

Di bagian atas bangku diperlengkapi dengan sirip – sirip pembawa yang disusun dan dirangkai sedemikian, sehingga merupakan satu kesatuan seperti ban berjalan. Sirip – sirip tersebut pada pertemuan yang satu dengan yang berikutnya, dalam gerakan arah ban, ujung sirip yang satu ditindih oleh pangkal dari sirip berikutnya, dan tampak sejajar pada bagian yang lurus dari bangku dan akan menjadi sektor–sektor pada waktu melalui bagian yang lengkung dari bangku.

Sirip – sirip tersebut dibuat dari bahan PVC atau karet olahan, yang diberi penulangan dari baja yang cukup kuat, sehingga tidak akan terjadi deformasi oleh berat bagasi yang diletakkan diatasnya.

#### **b. Mesin Penggerak dan Rem**

Sirip – sirip tersebut digerakkan dengan motor listrik melalui sistem roda gigi, dan dapat direm oleh rem Elektromagnetis, tegangan kerja 220/380 Volt, 50 Hz, tiga fasa, empat penghantar.

**c. Penggalang Atas dan Tutup Bagian Bawah.**

Sisi – sisi kiri dan kanan dari sirip – sirip / bangku dibatasi dengan penggalang yang dibuat dari stainless steel dengan permukaan yang dihaluskan.

Selanjutnya kedua sisi dari bangku ditutup dengan lembaran plat baja, yang dicat semprot atau bakar setelah terlebih dahulu diberi lapisan anti karat, kecuali jika ditentukan lain.

**d. Ukuran – Ukuran dan Lain – Lain**

- Lebar bangku : 1,06 m
- Lebar Sirip : 1 m
- Tinggi bangku dari lantai : 0,4 m
- Kecepatan : 0,35 m/detik
- Kapasitas : 150 kg/m<sup>2</sup>

**e. Pintu**

Pada tempat dimana Conveyor dilewati / menembus dinding, dibuatkan gawang yang ukurannya, lebar sesuai lebar Conveyor, dan tingginya  $\pm 1$  m dari permukaan ban / sirip.

Gawang tersebut pada bagian luar diperlengkapi dengan pintu sorong dan pada bagian dalam diperlengkapi dengan tirai berumbai dari bahan PVC atau karet olahan.

Pintu sorong dibuat dari pintu baja, kecuali jika ditentukan lain, dicat semprot atau bakar setelah terlebih dahulu diberi lapisan anti karat, dibuka atau ditutup dengan motor listrik, dan diperlengkapi dengan kontak listrik sedemikian, sehingga Conveyor tidak akan dapat berjalan sebelum semua pintu – pintu terbuka penuh.

**f. Konfigurasi**

Bangku – bangku dirangkai sedemikian rupa sehingga merupakan huruf U atau bentuk lain, + 75% nya berada didalam ruang pengambilan barang dan + 25% berada dibagian belakang Gedung Terminal.

**g. Panel Listrik**

Conveyor dilengkapi dengan Panel Listrik, tempat dilakukannya interkoneksi antara berbagai peralatan elektrikal dari Conveyor dan untuk sambungan keluar ke panel distribusi substation atau ruang teknik lainnya.

**h. Syarat – Syarat Lain**

- Harus dilengkapi dengan sarana pengencang dari ban / sirip berjalan.
- Pelumas harus mudah dilaksanakan tanpa membuka atau banyak membuka bagian – bagian dari Conveyor
- Kebisingan yang ditimbulkan harus diusahakan agar sekecil mungkin, dan tidak melebihi 50 dba.
- Harus dilengkapi dengan beberapa tombol emergency untuk menghentikan jalannya Conveyor dalam keadaan darurat.

#### **i. Pemasangan Conveyor Kedatangan**

Conveyor dipasang berdasarkan gambar yang dibuat oleh Konsultan Perencana dan Buku Petunjuk yang diterbitkan oleh pabrik Conveyor yang bersangkutan.

##### **- Mekanikal**

Conveyor dipasang secara baik dan tegak lurus diatas lantai sesuai gambar dan diikatkan cukup kuat pada lantai dengan mempergunakan angker-baut. Kekencangan ban sirip berjalan harus distel sesuai Buku Petunjuk.

##### **- Elektrikal**

Meliputi pekerjaan pemasangan Panel Listrik, tombol – tombol emergency, pekerjaan interkoneksi antara Panel Listrik dengan berbagai alat dan perlengkapan dengan berbagai alat dan perlengkapan dari Conveyor dan sambungan listrik dari Panel Distribusi di substation atau Ruang Teknik lain ke Kabinet Sambungan tersebut.

- ❖ Panel Listrik dipasang dibagian belakang dari Gedung Terminal pada tempat yang aman dan mudah dicapai oleh operator.
- ❖ Saklar atau tombol – tombol untuk menghidupkan atau mematikan Conveyor dipasang pada Panel Listrik.
- ❖ Tombol – tombol emergency sebagian dipasang dibagian belakang Terminal dan sebagian dipasang pada dinding didalam ruang pengambilan barang.
- ❖ Kabel – kabel yang dipergunakan untuk pekerjaan ini, untuk kabel listrik dipergunakan kabel type NYY, untuk kabel kontrol dipergunakan kabel type NYFGBY, kecuali ditentukan lain.

#### **4. Pengetesan dan Uji-Coba**

Pengetesan dan uji-coba harus dilakukan oleh Pelaksana pekerjaan bersama – sama dengan Konsultan Pengawas dan Pemilik.

##### **a. Pemeriksaan dengan Pengecekan**

Meliputi :

- Pemeriksaan secara visual menyeluruh
- Pemeriksaan terhadap kekencangan dari mur-baut
- Pemeriksaan terhadap kekencangan ban berjalan
- Pemeriksaan rem dan drum penggerak
- Pemeriksaan tempat – tempat pelumasan
- Pemeriksaan label – label dari sambungan
- Dan lain – lain sambungan.

#### **b. Pengukuran Tahanan Isolasi Dari Kabel**

Untuk kabel tegangan rendah dan motor listrik dipergunakan MEGA OHM METER (MEGER) dengan tegangan ukur 10.000 Volt AC.

Hasil pengukuran dipandang baik apabila isolasi dalam Ohm minimal =  $10 \times$  tegangan kerja dari kabel yang bersangkutan dalam Volt.

Hasil – hasil dari pengukuran tahanan isolasi, direkam / dimuat dalam suatu Berita Acara yang bentuknya, sebelumnya sudah ditentukan dan disetujui bersama.

Berita Acara tersebut ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, konsultan pengawas dan pemilik.

#### **c. Uji-Coba**

Uji-Coba dilakukan sesedikitnya selama 24 jam, kecuali jika ditentukan lain. Jika selama uji-coba terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk memperbaikinya.

Hasil uji-coba dituangkan dalam Berita Acara yang ditanda tangani oleh Pelaksana pekerjaan, Konsultan Pengawas dan Pemilik.

### **5. Gambar – Gambar Sebagaimana Terpasang**

Setelah pengetesan dan uji-coba selesai dilaksanakan Pelaksana pekerjaan harus membuat :

- Gambar – gambar sebagaimana terpasang
- Daftar hasil pengukuran tahanan isolasi

Semuanya dibuat minimal rangkap 3 (tiga), kecuali jika ditentukan lain.

## **6. Masa Perawatan**

Lama masa perawatan (garansi) minimal 5 (lima) bulan. Semua kerusakan yang terjadi selama masa perawatan tersebut yang disebabkan oleh tidak terpenuhinya ketentuan-ketentuan /persyaratan-persyaratan dalam gambar dan bestek, adalah menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan untuk mengganti dan memperbaikinya, kecuali tidak dipenuhinya ketentuan pengoperasian alat secara benar.

## **7. Training dan Dokumen Teknis Dari Peralatan**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk melatih untuk Teknisi setempat yang akan merawat peralatan tersebut, serta menyerahkan kepada pemilik :

- Buku Petunjuk Pengoperasian
- Buku Petunjuk Perawatan
- Buku Petunjuk Suku-Cadang

## **8. Suku Cadang**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban untuk menyediakan suku cadang untuk perawatan selama minimal 3 (tiga) tahun.

## **B. PEKERJAAN AIR BERSIH**

**SUMBER AIR TANAH DAN INSTALASI PENJERNIHAN AIR**

## **SUMBER AIR TANAH DAN INSTALASI PENJERNIHAN AIR ( IPA )**

### **1. Urutan Pelaksanaan**

- a. Bor Pilot hole dengan diameter minimum 6".
- b. Lakukan Permeability Test tiap selang 10 m.
- c. Segera setelah selesai Pilot Hole spesifikasi teknis dilakukan Logging.
- d. Lakukan test total lubang Pilot Hole.
- e. Kirimkan kepada Pemberi Direksi hasil – hasil :
  - Diskripsi Cutting pemboran
  - Hasil Permeability Test
  - Hasil Logging
- f. Tunggu keputusan tentang kelanjutan pekerjaan apakah sumur langsung di remining pindah lokasi atau dihentikan.

#### **1. Kedalaman Pemboran**

Maksimal kedalaman sumur bor untuk *sumur Explorasi sumur uji produksi adalah 80 m*. Pengamatan selama aktivitas pemboran seperti produksi perjam, contoh – contoh bantuan dan sebagainya harus dilaksanakan oleh Pelaksana pekerjaan dengan mengikuti aturan yang akan disetujui oleh Direksi.

#### **2. Diameter ( Garis Tengah ).**

Final *diameter dari sumur Observasi minimum adalah 14"*, sedangkan untuk sumur adalah 8" diameter pipa saringan (*Screen*) adalah 4". Selisih rongga antara pipa – pipa tersebut dengan lubang bor minimum adalah 75 mm/3 inch yang dimaksudkan untuk ruang "*graval pack*"

#### **3. Kemiringan / Deviasi**

Radial deviasi dari pusat lubang bor secara teoritis dari sumur vertikal adalah lebih dari 0,5 % selaras dengan kedalaman. Kemiringan ini akan ditest dengan sistim : "*Plumbness*"

#### 4. Peralatan dan Material

Semua peralatan dan material adalah mengikuti standard API atau yang sederajat.

##### ❖ Drilling Bigs / Alat Bor

Peralatan yang dipakai harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang diminta. Adapun batasan – batasan teknis secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

Untuk mesin bor putar atau "*Hydraulic Rotary*" harus mempunyai kapasitas minimum berkemampuan membor dengan *diameter 450 mm/18 inch pada kedalaman 200 m*.

Jika peralatan yang dipakai :

##### - Spindle type

Minimum diameter dalam dari Spindlenya adalah 93 mm atau mampu menggunakan *stang bor / "drill rod" dengan diameter 89 mm*.

##### - Rotary Table

Harus mempunyai *Pemberat (drill collar) minimum 800 kg*, dan alat harus menggunakan Stang Bor (drill rod) dengan diameter 89 mm yang lengkap dengan Stabilisatornya.

##### - Top Drive

Minimum Troque kapasitas adalah 600 kg.

Untuk semua alat bor diatas harus mengangkat beban seberat 6.000 kg (*hoisting capasity*).

##### ❖ Pompa Lumpur / Compressor

Sebagai penunjang utama Drilling Rig, *harus dilakukan pompa lumpur untuk pompa sirkulasinya*, atau kompresor untuk sistim "*air flush*". Pompa lumpur harus bertipe "*piston*". Kapasitas pompa adalah 500 liter/menit pada 24 kg/cm<sup>2</sup>. Didalam preparasi pompa lumpur dilapangan harus diperhitungkan panjang sirkulasi dari lubang bor ke bak lumpur, sehingga dipertimbangkan bahwa sample "*cutting*" yang diperoleh cukup bisa mewakili penetrasi kedalamannya, dan juga efek perembesannya kedalam lubang bor.

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan pada setiap drilling unit alat pengetesan lumpur pemboran seperti :

- o Mud balance / timbangan lumpur
- o Marsh funnel
- o No. 200 sieve (ayakan No. 200)
- o PH indikator paper (kertas pH) dan sebagainya.

Demi kelancaran pekerjaan, Pelaksana pekerjaan diwajibkan membuat pengumpul lumpur cadangan yang diperhitungkan sesuai kebutuhan dan waktu gantinya.

Bila pemboran dengan air flush maka harus disediakan compressor dengan kapasitas 600 cfm pada 12 bor.

❖ **Stang Bor / Drill Rod, Pemberat / Collar dan Stabilizers.**

Semua alat bantu tersebut harus berstandard API atau lainnya yang sederajat.

Minimum dari diameter stang bor / drill rod adalah 89 mm/3,5 inch.

Dalam pelaksanaannya harus digunakan *Drill Collars dan Stabilisator untuk mencegah kemungkinan tidak lurusnya lubang bor*, sehingga akan merugikan pihak Pelaksana pekerjaan sendiri.

**5. Pipa Konduktor / Surface Casing / Pipa Pelindung**

*Untuk sistim bor putar pemakaian pipa konduktor untuk mencegah runtuhnya lubang bor adalah sangat penting*, pipa konduktor ini harus dipasang dalam keadaan yang normal minimum 10 m, sebagai pengaman pada kondisi – kondisi khusus mungkin perlu lebih dalam lagi.

Hal ini perlu untuk mencegah kemungkinan terjadinya keruntuhan dalam lubang bor.

**6. Lumpur Pemboran**

Cara sirkulasi dengan lumpur atau udara mungkin akan dipakai tergantung pada pertimbangan teknis dan kondisi geologi daerahnya. Pemilihan jenis lumpur harus mendapat persetujuan Direksi.

Pelaksana pekerjaan akan memilih macam atau jenis dari lumpur pemboran yang sesuai dengan kondisi daerahnya / formasi geologinya.

Pelaksana pekerjaan harus selalu *memonitor Indensitas dan Viskositas dari lumpur pemboran tersebut* yang dituangkan dalam laporan harian. Diserahkan untuk menggunakan "*bio degradable mud*".

Syarat untuk larutan pemboran adalah harus mempunyai kualitas yang baik dan dapat hilang fungsinya dalam selang waktu tertentu hancur sendiri dengan

Viskositas  $\pm 15$  cm poise (40 second). *Penggunaan bahan kimia tambahan seperti mika atau toxic tidak diizinkan*, karena sumur ini adalah untuk kepentingan air minum. Bila terjadi "water losses", agar segera dicatat dan diukur.

Penggunaan lumpur pemboran atau material lainnya sudah kedalam biaya pre meter pemboran. Untuk ini pemboran harus betul – betul mempelajari kondisi geologi bawah permukaan secara teliti untuk mencegah kemungkinan salah perhitungan.

## **7. Pencatatan Tinggi Muka Air ( Static Water Level )**

Harus disediakan alat pengukur tinggi permukaan air yang Elektronis dengan ketelitian 1 cm dan selalu berada dilapangan selama aktivitas pekerjaan berlangsung. *Tinggi muka air harus selalu dicatat* sebelum mulai pekerjaan pemboran dan sesudah selesai pemboran setiap harinya.

## **8. Alat Pancing**

Harus disediakan *1 set komplet pemancing termasuk "Hydraulic Jac"*, yang sesuai untuk dipergunakan sewaktu – waktu diperlukan, sehingga tidak banyak waktu yang terbuat untuk menunggu, apabila suatu waktu diperlukan.

## **9. Penyemenan (Cementing)**

Pada kondisi ketentuan mungkin diharuskan penyemenan misal untuk keperluan penanggulangan runtuhan (*caving*) dan lain – lain.

Pembungkus semen dibuat dengan campuran *1 zak semen + 25 liter air*, pada keadaan tertentu diperlukan penambahan "cement add".

Pos ini termasuk dalam pekerjaan pembuatan lubang bor.

## **10. Sampling**

Contoh hasil / drill cutting sampling perlu diambil pada setiap kemajuan pemboran dan pada setiap perubahan lapisan batuan.

Harus disediakan dilokasi pemboran peralatan yang cocok untuk mengambil sampling. *Minimum jumlah sample setiap contohnya adalah 0,5 kg*, dimasukkan kedalam kantong plastik, dengan diberi identitas seperti nomor sample, kedalaman, dan tanggal diletakkan secara teratur dalam box yang telah disediakan oleh Pelaksana pekerjaan.

## **11. Simplified Permeabilitas Test**

Prosedur simplified permeability test adalah :

- ❖ Pump out test dengan lamanya pemompaan 1 jam dan diteruskan dengan recovery test.

Alternatif yang lain bisa diajukan dengan sebelumnya mendapat persetujuan dari pemberi tugas.

Misalnya alternatifnya adalah dengan menggunakan metoda LUGEON.

- ❖ Step Pertama : 5 menit dengan 5 kg/m<sup>2</sup> tekanan
- ❖ Step Kedua : 10 menit dengan 7 kg/cm<sup>2</sup> tekanan
- ❖ Step Ketiga : 5 menit dengan 5 kg/cm<sup>2</sup> tekanan

Test permeability dilakukan dalam interval 5 meter. Biaya dari pelaksanaan pekerjaan ini adalah termasuk dalam pos pembuatan pilot hole.

## 2. Penyediaan dan Instalasi Pipa – pipa Saringan Untuk Konstruksi Sumur Bor

### a. Konstruksi Sumur

Untuk sempurnanya, konstruksi sumur bor harus terdiri dari bahan – bahan :

- Pipa jambang (*Pump House Casing*), dari permukaan tanah sampai kira – kira 30 m.
- Pipa jambang (*Blank Pipe Casing*), dengan panjang sekitar 41 m.
- Pipa saringan (*Screen*), dengan panjang sekitar 9 m.
- Pipa observasi (*Piezometre Pipe*), diletakkan diluar pipa jambang dan pada bagian bawahnya dilengkapi dengan syarat – syarat teknis.

Untuk mencegah hal – hal yang tidak diinginkan pada kelurusan sumur, maka setiap 30 m harus dipasang "*centralizer*".

Sebelum instalasi pipa – pipa dan saringan, maka lubang bor harus dibersihkan dahulu dari kotoran – kotoran hasil pemboran, tanpa merusak kestabilan dari lubang bor tersebut.

Penyambungan pipa jambang dan pipa buta saringan harus dengan "REDUCER".

Kelurusan dari pipa jambang ini harus betul – betul lurus karena akan bertindak sebagai rumah pompa.

### b. Bahan – Bahan / Material

#### Diameter

Diameter dari pipa – pipa dan saringan yang akan dikonstruksi adalah sebagai berikut :

- ❖ Pipa jambang (pump house casing)  
Minimum diameter dalam adalah 8" mengikuti standard API atau yang sederajat.
- ❖ Pipa buta (blank pipe)  
Minimum diameter 6" mengikuti standard API atau yang sederajat.
- ❖ Pipa saringan / screen.  
Minimum diameter adalah 4" mengikuti standard API atau yang sederajat.

Pipa pengaman sementara (*temporary surface casing*) pemilihannya terserah pada Pelaksana pekerjaan disesuaikan dengan maksud dan tujuannya.

**c. Pipa – Pipa Jambang dan Pipa Buta / Pipa Nail**

Bahan dari pipa – pipa jambang atau pipa buta adalah *pipa baja dengan standard API atau yang sederajat yang umum dipakai untuk konstruksi sumur bor* ("same less / spiral welded, steel material").

Penggunaan material yang lain sebagai alternatif mungkin akan dipertimbangkan, tergantung dari keadaan. Material – material lain yang dimaksud adalah seperti : synthetic pipe, fiber glass atau yang lainnya.

Khusus untuk pipa – pipa baja harus mempunyai persyaratan sebagai berikut :

Nominal Diameter ( <i>inchi</i> )	Tebal Pipa ( <i>mm</i> )
4 - 6	6
8	7
10 - 12	8

**d. Pipa Saringan (Screen)**

Type dari pipa saringan (screen) adalah "*wire wound continous slot on rod base*", dengan persyaratan teknis sebagai berikut :

- Open slot ..... mm atau 30% open area
- Tebal kawat ..... mm (medium class) "widge wire".
- Jumlah "rod base" buah kawat penyangga.

Pelaksana pekerjaan harus menjamin kuat tekan dari kualitas dari pipa saringan / "screen". Penyambungan pipa saringan bisa dengan sistem ulir atau dengan cara las, tapi *harus dilapisi dengan bahan anti korosi*.

**e. Pompa Buta (Piezometer Pipa)**

Pipa Piezometer pada sumur – sumur uji produksi adalah dimaksudkan untuk *memonitor kedalaman air pada saat pemompaan*.

Minimum diameter adalah 20 mm/  $\frac{3}{4}$  ", dari bahan pipa baja yang galvanize dengan klas medium.

**f. Batu Kerikil (Gravel for Pilter Packing)**

Harus dengan bahan – bahan yang mempunyai kuat tekanan (*compressive strength*) baik, minimum 200 kg/cm<sup>2</sup> mempunyai bundaran yang baik dan rata.

Persentasi bahan – bahan yang dipilih, batu lunak, gamping atau yang lainnya tidak lebih dari 5%.

Diameter rata – rata gravel adalah 5 – 7 mm tergantung dari lubang bukaan saringan yang dipakai, untuk ini akan ditentukan kemudian oleh pemberi tugas. Sebelum dikirimkan kelokasi proyek, Pelaksana pekerjaan harus mengirimkan terlebih dahulu contohnya untuk mendapat persetujuan dari Pemberi Tugas.

Gravel pack harus dicuci sampai bersih sebelum dimasukkan kedalam lubang antara pipa – pipa dan lubang bor.

Pos dari penggunaan gravel pack ini adalah lumpsum sesuai dalam "Bill of Quantities".

**g. Penyemenan Pipa – Pipa dan Pengamanan Sumur**

Lubang antara pipa jambang pipa bor harus disemen sampai bagian atas dari posisi penyeteran gravel pack, maka dari kedalaman 0 - ... m harus dicor semen sesuai dengan kondisi lapangan. Pipa jambang harus minimal  $\pm$  50 cm diatas lantai dasar, dicat, kemudian ditutup dengan bahan yang kuat (dilas), sehingga aman dari pengurasan oleh pihak – pihak lain.

**3. Pembersihan dan Pengurasan Sumur**

**a. Maksud**

*Pembersihan lubang sumur bor yang telah dikonstruksi adalah merupakan pekerjaan yang terpenting dalam pembuatan sumur bor. Dimaksudkan untuk mengeluarkan segala kotoran – kotoran dan sisa lumpur yang tertinggal dalam lubang bor, penyumbatan lapisan aquifer oleh lumpur pemboran dan lain – lain.*

Selain itu yang terpenting adalah *membersihkan open area dari pipa saringan / screen, gravel pack dan lain – lain.*

Kesempurnaan dari pembuatan sumur bor adalah sangat tergantung dari pelaksanaan pekerjaan ini.

**b. Presentasi**

Cara – cara yang dipakai untuk pekerjaan pembersihan dan pengurasan sumur sesuai dengan metoda pemboran yang dilaksanakan termasuk dipertimbangkan menguras sumur pemboran, sifat karakteristik lapisan aquifer dan sebagainya.

Untuk *pemboran dengan metoda rotary*, cara berikut harus diikuti :

- Sirkulasi lumpur dengan air bersih untuk dibersihkan pecahan – pecahan batuan hasil pemboran.
- Bailing untuk mengambil kotoran – kotoran didasar sumur.
- “High velocity jetting” dari dasar sumur.
- Bubuhkan larutan liquifer atau bahan kimia lainnya seperti STTP, calgo dan sebagainya biarkan  $\pm$  12 jam – 24 jam.
- Berulang – ulang lakukan metoda “high velocity jetting” di tiap pipa saringan beberapa kali sampai bersih dari kandungan hablur.
- Laksanakan “air lift system” pada tiap saringan dan dari dasar sumur sampai kualitas air dari dalam sumur menjadi jernih.
- Ulangi pekerjaan ini sampai kandungan pasir lebih kecil dari 0,1 ml/liter air.

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan sarana peralatan yang diperlukan seperti pompa piston, plunggers, bailing kompressor atau peralatan lain yang diperlukan untuk metoda diatas.

Selama pembersihan sumur berlangsung mungkin diperlukan penambahan gravel-pack, hal ini bisa menggunakan pipa proyektor pipa jambang dan lubang bor.

Setelah dilaksanakan metoda pembersihan lumpur, tinggi muka air selalu diukur. Pelaksana pekerjaan harus bertanggung jawab terhadap pelaksanaan pembersihan sumur ini, diawasi oleh tenaga ahli yang berpengalaman (geologist, drilling engineer) untuk melakukan pengecekan setiap saat.

Posisi seluruhnya masuk dalam pos development lamanya pekerjaan adalah sampai air dalam sumur betul – betul jernih sesuai persyaratan diatas dan disetujui oleh Pemberi Tugas.

### **c. Peralatan Untuk Metoda Pembersihan Sumur**

Pelaksana pekerjaan harus mempunyai peralatan yang sesuai spesifikasi teknis selama pekerjaan pemboran berlangsung siap dilapangan.

Persyaratan dari peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

- Untuk jetting dengan 4 nozzle  
Peralatan ini disesuaikan dengan diameter pipa saringan/screen. Prinsipnya besar nozzle diatur sehingga mampu memberikan kecepatan air 30 m/detik.
- Pompa untuk sirkulasi dan high velocity jetting.

Harus bertipe piston dan mempunyai kapasitas minimum 500 liter / menit pada tekanan 20 bar.

- Kompresor dengan kapasitas minimum 600 cfm pada tekanan 200 psi.
- Mud balance, marsh funnel, sediment cone no. 200 mesh sibus dan lain – lain.

#### 4. Geofisika Lubang Bor

##### a. Umum

*Geofisika lubang sumur dilakukan pada sumur – sumur explorasi atau “pilot hole”, sumur uji / uji produksi maksud dari pekerjaan ini untuk memperoleh informasi keadaan fisik lapisan aquifer sifat resistivitas dan “spontaneous potensialnya”.*

Geofisika sumur harus dilakukan secepat mungkin setelah lubang “pilot hole”, selesai dikerjakan sesuai dalam persyaratan teknis.

##### b. Cara Pelaksanaan

Cara – cara pengukuran geofisika yang dimaksud adalah :

- Resistivity dengan beberapa konfigurasi elektroda (short normal dan long normal).
- Spontaneous potensial.
- Natural gamma radiasi
- Caliper

Hasil dari pekerjaan ini digambarkan dalam suatu profil atau penampang kolom standard.

Laporan diserahkan lebih dari satu minggu sesudah pelaksanaan pengukuran.

Pos untuk pekerjaan ini termasuk evaluasi data dan tenggang waktu mesin bor.

##### c. Peralatan

Logger harus sesuai dengan untuk pengukuran sampai kedalaman 200 m. Disarankan dilakukan dengan “*automatic graphic recorder*”.

Pelaksana pekerjaan harus menyiapkan tenaga ahli pengoperasian alat dan evaluasi datanya.

#### 5. Pemompaan Uji

##### a. Umum

Maksud dari pekerjaan ini adalah untuk *pengujian dari karakteristik geohidrolik*, perhitungan pemompaan sumur secara aman / safe yield, ekonomis sumur mengetahui kualitas dan kuantitas air dan sebagainya.

## **b. Prosedur**

Pekerjaan ini merupakan yang penting dan sangat membutuhkan ketelitian dalam pelaksanaan.

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan semua peralatan dan tenaga ahli yang cukup dan berpengalaman dalam menggunakan peralatan yang akan dipakai.

Banyaknya air yang dipompa dari dalam sumur akan diukur yang disediakan oleh Pelaksana pekerjaan, tentang jenisnya harus disetujui oleh Pemberi Tugas. Demikian pula Pelaksana pekerjaan harus juga menyediakan set peralatan yang elektronik untuk mengukur tinggi muka air didalam sumur secara teliti.

Letak pompa untuk pengetesan sumur sedemikian rupa, sehingga didapatkan hasil yang maksimum dari sumur yang akan diuji seperti yang ditentukan oleh Direksi.

Pemompaan uji terdiri dari "*step draw test*" long period test dan recovery test.

Pemberi Tugas pekerjaan akan menentukan lamanya pemompaan uji sampai hasil yang memuaskan.

### **b.1. Step Draw Down Test**

- ❖ Kapasitas pemompaan terhadap dari 5 liter/detik, 20 liter/detik, 15 liter / detik dan sebagainya.
- ❖ Tiap tahap lamanya 2 jam atau lebih.
- ❖ Prosedur pengukuran

Sebelum pemompaan dijalankan, muka air statis didalam sumur harus diukur dan dicat.

Pada saat mulai dilakukan pemompaan, maka besarnya debit pemompaan diatur dan seteliti mungkin sesuai dengan yang dikehendaki.

Setelah ditentukan kapasitas pemompaan, maka air dalam sumur akan diatur tiap 1 menit selama 5 menit tiap 5 menit antara 5 sampai 60 menit. Kemudian setiap 10 menit antara 60 – 129 menit.

Segera setelah tahap pertama komponen uji selesai dilakukan, maka kapasitas pemompaan dinaikkan ketahap pemompaan berikutnya dan prosedur pengukuran sama dengan tahap yang pertama tersebut.

Prosedur ini terus diikuti sampai tahap akhir selesai, apabila pompa mengalami perusakan sewaktu pengetesan sedang berlangsung, maka semua prosedur harus diulangi setelah tinggi muka air kembali ke kedudukan semula.

### **b.2. Time Draw Down Test**

- ❖ Kapasitas pemompaan ... liter / detik, tergantung pertimbangan teknis dari step test maksimum yang dapat dicapai.
- ❖ Lama test 2 x 24 jam
- ❖ Prosedur pengukuran  
Ukur tinggi muka air dalam sumur, ikuti prosedur sebagai berikut :

Untuk waktu 2 jam pertama agar diikuti cara pengukuran seperti pada "step draw down test", kemudian pengukuran tinggi muka air didalam sumur dilakukan tiap selang 30 menit sampai 2 x 24 jam. Waktu pada saat pemompaan dimulai dan jam – jam pada saat dilakukan pengukuran harus dicatat dengan betul dan teliti.

Apabila terjadi kerusakan pompa maka seluruh test ini diulang dari awal dan dimulai setelah tinggi muka air kembali semula seperti sebelum dipompa.

### **b.3. Recovery Test**

Segera setelah time draw down test selesai dan pada saat pompa berhenti, maka pelaksanaan recovery test dimulai.

Selama 15 menit pertama pengukuran terhadap kambuhnya muka air didalam sumur dilakukan setiap selang 1 menit, selama 2 jam berikutnya pengukuran muka air dilakukan tiap selang 30 menit.

Test ini terus dilakukan sampai muka air kembali sama seperti sebelum dimulainya time draw down test.

### **c. Pembuangan Air**

Selama pengetesan sumur, Pelaksana pekerjaan harus membuang air kedalam saluran pembuang yang terdekat atau ketempat lain yang telah disetujui oleh Pemberi Tugas. Pelaksana pekerjaan harus bertanggung jawab untuk mencegah air buangan tidak akan merusak jalan, atau kembali ke dalam sumur, bangunan dan lain – lain secara langsung atau tidak langsung.

### **d. Pengambilan Contoh Air**

Pengambilan contoh air untuk diperiksa dilaboratorium dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada saat dimulai pemompaan time draw down test, ditengah – tengah dan pada akhir pelaksanaan time draw down test.

Contoh air masing – masing minimum dan tertutup, sebaiknya dari bahan gelas atau plastik.

Tempat contoh air harus jelas tertulis kapan waktu pengambilan, nomor contoh, hari tanggal dan lain – lain.

**e. Peralatan**

Pompa yang dipakai adalah dari jenis pompa selam (*Submersible*), dengan kapasitas bisa diatur antara 5 – 30 liter / detik dan head antara 60 – 80 m. Selain dari peralatan yang akan dipakai Pelaksana pekerjaan diisyaratkan menyediakan pompa cadangan, bila sewaktu – waktu terjadi gangguan pada saat pemompaan berlangsung. Pompa untuk testing harus pompa “non return” valve untuk mengurangi gangguan pada saat recovery test.

**f. Alat Pengukur Tinggi Muka Air dan Tekanan Air**

Pelaksana pekerjaan harus punya dilokasi pekerjaan paling tidak 2 (dua) *elektronik probe* untuk maksimum kedalaman 100 m juga 1 (satu) unit lengkap alat pengukur tekanan air untuk mengontrol / menjaga kontinuitas pemompaan.

**g. Catatan Test**

Setelah selesainya pengetesan sumur, diharuskan menyerahkan catatan tersebut kepada Direksi termasuk copy catatan harian pelaksanaan pekerjaan.

**h. Kegagalan Pekerjaan**

Direksi berhak menolak seluruh pekerjaan ini bila terjadi hal – hal :

- Terjadi gangguan pemompaan / interupsi pemompaan
- Air yang keluar pada saat pemompaan tidak konstan.
- Tidak komplit atau tidak lengkap prosedur pencatatan selama test berlangsung
- Pengambilan contoh yang keliru.
- Dilaksanakan dengan urutan yang tidak sesuai dengan syarat teknis.

**6. Pemeriksaan Kemiringan dan Keseluruhan Sumur**

**a. Umum**

Semua lubang bor diharuskan terkonstruksi dengan sempurna, lurus dan tegak. Pengecekan pekerjaan ini akan diteliti dengan serta metoda AWWA A. 100 – 66 dan difoto dengan “*down the hole photo camera*”.

**b. Cara Pelaksanaan**

Pengecekan dari kelurusan akan dilaksanakan dari pipa jambang / pipa untuk sumur pompa.

Alat pengecekan bisa dilihat pada gambar lampiran. Pengukuran dilakukan dengan interval tidak lebih dari 5 meter.

Pelaksanaan pengecekan harus diketahui dan diawasi oleh pemberi tugas.

**c. Toleransi**

Kemiringan dari sumur tidak lebih dari 0,5 %. Apabila terjadi kemiringan yang lebih besar dari yang telah ditentukan, maka Pelaksana pekerjaan harus merekonstruksi teknis yang diminta sebagai resiko Pelaksana pekerjaan itu sendiri.

**7. Konstruksi Sumur Observasi**

**a. Umum**

*Sumur observasi dimaksudkan untuk mengukur tinggi muka air selama pengujian sumur / pumping test atau selama pemompaan pada waktu sumur bor tersebut diproduksi sebagai alat monitoring.*

**b. Cara Pelaksanaan**

*Lokasi dari sumur observasi diletakkan sekitar 25 m dari rencana titik sumur uji atau uji produksi. Sumur observasi ini diproduksi setelah selesainya lubang "pilot hole" dan geofisika sumur.*

Konstruksi perpipaian mencakup pipa – pipa buta, jaringan (gergaji / perforated) dan gravel pack.

Sumur observasi harus dijaga agar air dari atas jangan merembes kedalam.

**c. Bahan – bahan (Material)**

Jenis pipa yang dipakai untuk konstruksi sumur observasi adalah dari jenis pipa baja yang digalvanis atau material lain yang anti korosi.

Adapun jenis saringan yang dipakai adalah juga dari bahan pipa yang sama diatas kemudian gergaji (perforated) dengan jarak gergajian sekitar 2 mm dengan sasaran total bukaan (open area) sekitar 5 %. Diameter pipa sekitar 12 sampai 20 mm dari kelas medium. Cara penyambungan besi dengan sistem ulir atau sistem tersebut mampu untuk konstruksi sampai sekitar 150 m kedalam.

**8. Pekerjaan Instalasi Penjernihan Air (IPA)**

*Persyaratan Teknis Pembuatan Instalasi Penjernihan Air (IPA) Kapasitas 1 x 35 liter / detik.* Dimaksudkan agar disain yang diusulkan oleh Pelaksana pekerjaan memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam persyaratan teknis adalah sebagai berikut

- a. Instalasi Pengolahan Air ini mempunyai kapasitas disain lebih besar dari 1 x 35 liter / detik. Dengan keluaran berupa air bersih yang mempunyai kapasitas operasional minimum 35 liter / detik.
- b. Cara pengujian untuk seluruh sistem harus diusulkan oleh Pelaksana pekerjaan. Direksi pengevaluasi dan memutuskan apakah usulan tersebut dapat diterima atau tidak. Keputusan Direksi berlaku mutlak.
- c. Perlengkapan – perlengkapan lain yang tidak dibuat oleh Pelaksana pekerjaan seperti katup, alat ukur dan sebagainya, harus dilengkapi dengan spesifikasi yang terkait dengan brosur – brosur yang dikeluarkan oleh pemasok / manufacturer.
- d. Dalam hal yang dianggap meragukan oleh Direksi, maka akan meminta sertifikat standard yang dipergunakan. Pekerjaan sipil (pondasi dan lain–lain) yang diperlukan sebagai perlengkapan instalasi yang ditawarkan harus mempertimbangkan kondisi tanah dan lahan yang ada. Pelaksana pekerjaan mengajukan usulan tersebut dilengkapi dengan gambar struktur (termasuk penulangan, kalau ada) lengkap, sehingga mudah diperiksa dan merupakan gambar kerja. Ukuran kertas gambar : A1.
- e. Direksi akan mengevaluasi dan memutuskan apakah usulan Pelaksana pekerjaan dapat diterima atau tidak. Keputusan Direksi berlaku mutlak.
- f. Saluran drainase site dan bangunan pengolahan air (untuk pembuangan lumpur) harus disain lengkap disertai gambar kerja ukuran A1.
- g. Unit proses satuan yang disarankan dalam spesifikasi ini, berdasarkan percobaan pengolahan yang telah dilakukan. Oleh karenanya disain harus didasarkan pada kriteria yang ditentukan. Setiap usulan proses akan diteliti dan dipertimbangkan oleh Direksi.
- h. Setiap unit proses harus dilengkapi dengan pengaman untuk memudahkan operasi pemeliharaan bangunan pengolahan (mis. Tangga monyet, platform, dsb) setiap unit proses harus mengikuti proses ketentuan lain sebagai berikut :

❖ Kapasitas disain

Kapasitas disain yang diusulkan adalah 1 x 35 liter / detik

❖ Kapasitas operasional

Untuk setiap unit, kapasitas operasional harus min. 35 liter / detik

❖ Sistem Hidrolis proses

Secara umum untuk setiap unit sistem hidrolis proses adalah gravitasi

❖ Material Struktur

Material struktur yang ditawarkan oleh Pelaksana pekerjaan menggunakan *bahan baja, dengan ketebalan dinding minimum 14 mm*. Pengecatan menggunakan jenis cat anti karat dan sebelum dilakukan pengecatan semua bagian dibersihkan dan cat terlebih dahulu menggunakan cat dasar (primair).

❖ Dalam merencanakan perpipaan Instalasi Penjernihan Air harus disediakan *titik sadap diameter ½" sebanyak 2 buah* yang berasal dari :

- Air baku sebelum masuk unit proses
- Air bersih dari reservoir distribusi.

Kedua pipa diatas seluruhnya dialirkan kelokasi laboratorium.

## 9. Peralatan Pelengkap

Peralatan pelengkap dalam sistim ini dimaksudkan sebagai kelengkapan yang harus diadakan sehingga sistim utama (instalasi) dapat bekerja dengan baik dan kelengkapan–kelengkapan lain yang memudahkan pengendalian, operasi, perawatan suku cadang dan lain – lain.

### a. Alat Ukur

Alat ukur yang harus termasuk dalam instalasi pengolahan air ini tergantung dari sistem yang ditawarkan Pelaksana pekerjaan, akan tetapi alat ukur pokok yang harus ada yaitu :

- Alat ukur debit air baku yang masuk kesetiap sistim
- Alat ukur debit air bersih yang dialirkan ke jaringan distribusi.

### b. Pompa Dosering Kimia

Pompa pembubuh (*dosing pump*) bahan kimia yang digunakan adalah jenis *piston atau diafragma pump* dengan dosing rate yang dapat memenuhi kebutuhan pembubuhan maksimum, yakni pada keadaan kualitas air baku yang terburuk.

### c. Bak Pelarut Kimia

Bak kimia terdiri dari 2 bagian yaitu bak pelarutan dan pembubuh. Material bak harus fiberglass tebal min. 6 mm.

Bak pelarut dan bak pembubuh bahan kimia harus didisain untuk kebutuhan 24 jam pada kapasitas proses maksimum dan pembubuhan kimia maksimum (*maximum plant dan maximum dose level*). Untuk memenuhi kebutuhan 24 jam, Pelaksana pekerjaan harus menyediakan kebutuhan untuk setiap 8 jam.

### d. Platform dan Tangga

Untuk memudahkan operasi dan pemeliharaan, maka setiap unit proses harus dilengkapi dengan tangga dan platform yang menghubungkan setiap unit yang ada dan dilengkapi dengan pagar pengaman disamping platform.

## 10. Mutu Bahan

*Bahan – bahan dan peralatan yang dipasang harus baru dan dapat dibuktikan oleh Pelaksana pekerjaan. Bahan dan peralatan tersebut harus kuat, tahan lama dan membutuhkan perawatan yang minimum.*

Setiap bahan yang berhubungan langsung dengan air harus terbuat dari bahan *kedap air dan tidak mudah korosif*. Jika digunakan pelapis, maka pelapis tersebut harus tidak boleh mengakibatkan perubahan kualitas air dan menimbulkan zat racun baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap air yang diolah

Setiap bagian yang berhubungan langsung dengan larutan / zat kimia harus terbuat dari bahan fiberglass dengan terjamin umur teknisnya baik akibat zat kimia, sinar matahari atau sebab – sebab lainnya.

## 11. Gambar – gambar Paket IPA

Sebelum memulai pabrikasi IPA dan kelengkapan – kelengkapan lainnya, maka Pelaksana pekerjaan harus menyerahkan shops drawings.

Data yang diperlukan untuk shops drawings meliputi :

- a. Tata letak secara terinci dari unit – unit instalasi pengolahan lengkap dengan gambar – gambar detail dan potongan.
- b. Gambar – gambar konstruksi lengkap termasuk detail dari fitting dan sambungan – sambungan.

Semuanya dibuat minimal rangkap 3 (tiga), kecuali jika ditentukan lain.

## 12. Pengelasan

Permukaan bahan yang akan dilas harus dibersihkan dari karat, debu, cat atau partikel – partikel lain yang akan mengurangi mutu las, bila dimungkinkan dengan mesin otomatis dan pengelasan harus dilaksanakan oleh ahli yang berpengalaman bahwa pengawasan dan pengendalian tenaga ahli. Untuk menyatukan alat – alat yang akan dilas, plat – plat tersebut harus dijepit dengan clamps yang cukup kuat sehingga plat berada pada posisi yang cukup presisi. Seluruh pengelasan harus mengikuti cara – cara metoda pengelasan yang baik dengan memperhatikan ketebalan plat dan bahan yang akan dilas.

## 13. Uji Coba Operasi IPA

Setelah seluruh pekerjaan selesai dikerjakan, selanjutnya Pelaksana pekerjaan di haruskan untuk melakukan uji coba operasi selama minimum 100 jam dan disaksikan oleh Direksi. Bahan – bahan kimia atau biaya lainnya selama uji coba ditanggung oleh Pelaksana pekerjaan.

## **PIPA & ACCESSORIES**

### **PENGADAAN PIPA DAN ACCESSORIESNYA**

## 1. Syarat – Syarat Khusus Pengadaan Pipa dan Accessoriesnya

### a. Scope Pekerjaan

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan semua pipa – pipa dan sebagainya seperti yang ditentukan dalam daftar material yang harus disediakan Pelaksana pekerjaan, yang termasuk pula semua baut – baut, mur, packing karet alat pengetes tekanan pipa dan flange penutup untuk test, ring – ring, tali – tali untuk isolasi, bahan – bahan pengisi, penumpu – penumpu, dan sebagainya yang akan ditentukan pada pekerjaan tersebut. *Semua bahan – bahan tersebut harus cocok untuk dipakai pada iklim tropis dimana suhu air dan sebagainya  $\pm 30^{\circ}C$ .*

### b. Tekanan Kerja

Tekanan kerja maksimum adalah  $7 \text{ kg/cm}^2$  belum termasuk water hammer. Test lapangan maksimum adalah  $15 \text{ kg/cm}^2$ , dan *perpipaan tersebut harus tidak bocor pada tekanan tersebut dan dilakukan tiap jarak 500 m.*

### c. Gambar – Gambar Kerja

Sebelum pekerjaan pabrikan dan sebagainya, Pelaksana pekerjaan harus mengajukan gambar – gambar kerja kepada Direksi untuk disetujui. Gambar – gambar kerja untuk semua perpipaan dan sambungan – sambungannya harus mencakup :

- Type material yang dipakai, ukuran, tebal, panjang type – type khusus, bentuk, berat, klas, batasan – batasan yang diizinkan dan mutunya.
- Standard dari pembuatannya.
- Gambar–gambar pabrikan lengkap termasuk detail–detail khusus sambungan dan rencana hubungannya.
- Cara pengujian
- Cara – cara melapis bahan – bahan tertentu jika diperlukan

### d. Penumpu – Penumpu

Semua keperluan untuk penumpu–penumpu, pendukung–pendukung, penggantung, baut-baut pemasangan dan baut–baut pondasi harus dilengkapi untuk pekerjaan tersebut dan digabungkan dengan peralatan – peralatan lain yang telah disetujui.

Valve, meter, saringan dan peralatan – peralatan lain yang mendukung pekerjaan tersebut harus ditumpu tersendiri pada pipa – pipa sebelum dihubungkan. Semua rangka – rangka pendukung atau yang lain, yang tidak perlu dihitung / direncanakan, harus kaku dan dari baja dengan baut atau las, mana yang lebih baik.

Tidak satupun pipa yang melalui lantai atau dinding – dinding dipakai sebagai penumpu, kecuali kalau disetujui oleh Direksi.

#### **e. Pekerjaan – Pekerjaan Yang Fleksibel.**

Pelaksana pekerjaan harus melengkapi untuk pekerjaan – pekerjaan pipa yang fleksibel pada sambungan, pada konstruksi utama harus mengajukan usul untuk disetujui oleh Direksi. Sambungan – sambungan yang fleksibel atau leher dan pemotongan pipa – pipa diizinkan pada pekerjaan pipa jika perlu untuk menyesuaikan dengan bangunan – bangunan atau akibat kesalahan – kesalahan.

Jika memungkinkan, sambungan – sambungan yang fleksibel harus dilengkapi dengan baut – baut atau yang lain untuk meneruskan dorongan memanjang sedemikian sehingga seluruhnya dapat dikurangi sekecil mungkin. Sambungan – sambungan yang fleksibel harus juga dilengkapi untuk memudahkan pemasangan dan membukanya dikemudian hari. Perhatian khusus harus diberikan untuk menjamin bahwa dorongan – dorongan pada pekerjaan perpipaan tidak dipindahkan ke mesin – mesin atau alat – alat yang lain. Pelaksana pekerjaan harus menunjukkan pada gambar – gambar detail apakah blok-blok penumpu yang ditentukan untuk mengikat perpipaan disediakan olehnya.

#### **f. Puddle Flanges**

Puddle flanges harus dipasang pada pipa – pipa dimana ada bagian konstruksi yang memotongnya seperti yang ditentukan untuk menerima gaya dorong yang dihasilkan oleh pipa – pipa. Puddle flanges harus juga dipasang dimana diperlukan penghalang terhadap air.

Semua puddle flanges harus seperti yang ditunjukkan pada gambar. Dimana pipa – pipa seperti puddle pipa dibuat dalam beton maka harus seluruhnya dikelilingi beton.

#### **g. Pipa – pipa Kecil & Pipa – pipa Penyiram**

*Pipa – pipa kecil dan pipa – pipa penyiram harus dari bahan yang tidak mudah terbakar.* Pipa – pipa tersebut harus dipersiapkan sedemikian rupa sehingga mudah dibuka untuk dibersihkan jika memang diperuntukkannya, dan jika dengan hubungan ukir atau hubungan yang dibentuk dengan jalan meluluhkan untuk

berbagai macam bahan – bahan kimia, jumlah flanges atau sambungan yang fleksibel harus dilengkapi untuk memungkinkan mengganti perpipaan pada potongan tersebut tanpa membongkar seluruhnya.

Sambungan – sambungan tee atau cock juga harus dilengkapi pada tempat – tempat yang baik sebagai hubungan untuk mengalirkan air dengan tekanan yang cukup seperti yang ditunjukkan dalam gambar.

Drain cock harus dilengkapi pada tempat – tempat yang cocok. Perhatian harus diberikan untuk menjamin penumpu yang cukup yang harus dilengkapi pada pekerjaan perpipaan yang fleksibel untuk menghindarkan pelunturan.

Dimana mungkin, bangku / rak harus dipasang pada dinding saluran atau dinding bangunan dan pipa – pipa kimia harus dipasang pada bangku / rak tersebut dengan dijepit yang dapat dengan mudah diganti tanpa membuka seluruh perpipaan.

Kontrak tersebut termasuk pengadaan semua rak dan diulang. Detail – detail selengkapnya dari pipa – pipa penyiram, pipa – pipa, dan rak – rak yang diusulkan harus disediakan pada saat tender.

Pekerjaan pipa dan yang lain yang membawa larutan kimia harus dipilih sesuai dengan karakteristik bahan kimia yang dipakai. Dimana tekanan tinggi atau konsentrasi yang membahayakan dari larutan tersebut sambungan harus dibatasi sekecil mungkin.

Kualitas / standard material yang lebih baik dan tenaga kerja yang baik kedua – duanya tidak dapat dipisahkan pada perpipaan dan penyambungan.

## **2. Flanges dan Gasket**

### **a. Flange**

1. Jika tidak ditentukan lain oleh keadaan maka ukuran dan pelubangan dari semua flange pada pekerjaan pipa harus menyesuaikan diri dengan ketentuan – ketentuan dari spesifikasi ini.
2. Bagian leher dan yang rata flang – flang yang dilas harus ST.37.2 sesuai dengan *DIN 17100* atau standard lain yang sama. Flange yang buntu harus ST. 37.1 sesuai dengan standard yang sama.

3. Semua flange harus direncanakan sesuai dengan ketentuan pada spesifikasi ini, dan harus mempunyai celah – celah tempat sesatan gasket untuk menjamin sambungan yang kedap air.
4. Setiap flange tunggal harus diberi tanda sesuai dengan diameter nominal dalam mm, klasnya, nama pabrik pembuatnya atau cap dan tahun pembuatannya.

**b. Gasket**

Flange gasket harus mempunyai diameter yang sama dengan masing – masing diameter luar flange dan harus dilengkapi dengan bentuk lubang yang sama dengan bentuk flange.

Flange gasket harus terbuat dari karet, diperkuat satu atau dua lapis perantara, tebal 3 mm dan harus dipisahkan dari arus listrik.

**3. Pipa – Pipa PVC**

**a. Bahan / Material**

Pipa – pipa PVC harus sesuai dengan *JIS Standard* dan "*KIWA Test Specification Nr. 47*" atau standard yang sama. Pipa – pipa PVC harus tidak membahayakan kesehatan dari pemakai air. Keadaan paling buruk, air disadap dari pipa harus tidak mengandung timah hitam atau sejumlah bahan racun yang lain yang merugikan kesehatan.

Pipa PVC yang disediakan oleh Bowheer adalah merk Banlon JIS Standard.

**b. Hubungan ( *Joint* )**

Hubungan dengan "*Solvent Cement*" dapat dipakai hanya untuk "2" kecuali untuk diameter – diameter pipa yang lebih besar dimana dipasang di dalam tanah, dipilih hubungan dengan ring karet.

Pipa – pipa PVC dan pipa – pipa lengkung untuk hubungan – hubungan dengan ring karet harus salah satu diakhiri dengan spigot dengan hubungan ring karet yang bundar.

Ujung – ujung pipa yang rata harus dengan lengkung tidak lebih dari 15 derajat atau dipakai ketentuan – ketentuan dari pabrik pembuatnya sehingga hubungan tersebut kedap air dan tidak bocor.

**c. Penyambung ( *Fitting* )**

1. Penyambung – penyambung PVC yang dipakai pada pipa – pipa PVC seperti yang disebut dalam pasal 60. harus sesuai dengan JIS atau standard yang sama.
2. Penyambung – penyambung (tidak termasuk pipa – pipa lengkung) yang dipakai untuk pipa – pipa PVC yang diletakkan didalam tanah diatas diameter nominal

125 mm harus terdiri dari "ductile iron" atau "Grey iron" atau standard yang sama.

3. Flange socket (ujung – ujung flange dan socket) harus dipakai untuk menyambung bagian – bagian dari pipa – pipa PVC. ke flange pekerjaan pipa.
4. Perlengkapan untuk pengangkatan (Lifting lug) harus dilengkapi pada pusat kesetimbangan jika beratnya lebih besar 50 kg penyambung – penyambung tersebut tidak terjadi.
5. Penyambung – penyambung instalasi yang didalam tanah dilindungi lagi pada bagian dalam dan luar terhadap karat dengan lapisan bitumen dengan tebal tertentu (sebelah dalam paling kecil 0,025 mm dan sebelah luar kira – kira 0,04 mm). *Pelapis sebelah dalam harus bebas dari racun dan bau.*

#### **d. Bahan – bahan Penghubung**

1. Bahan – bahan penghubung termasuk "solvent cement", cairan pembersih dan pelumas, yang dilengkapi oleh pabrik pembuatnya harus disediakan dengan jumlah yang cukup dan *ditambah 20% dari seluruh kebutuhan*
2. *Cincin karet penutup harus tahan terhadap serangan micro organis dan terhadap semua zat yang dikandung oleh air dan tanah pada keadaan normal.* Cincin penutup yang terdiri dari karet – karet asli atau karet – karet syntetis harus sesuai dengan ISO/R 1398 atau standard internasional lainnya yang diakui. Cincin – cincin penutup yang terbuat dari "*Styrene-butadiene*" harus sesuai dengan "KIWA Test Spesification Nr. 46 for rings made of styrene-butadiene rubber for joints in pipes made of asbestos cement, concrete, reinforced concrete, cast iron and unplasticized polyviny chloride for convryance of drinking water, sewage water of gas". Cincin – cincin karet penutup harus dilengkapi dengan jumlah yang cukup *ditambah 5% cadangan.*
3. *Pelumas untuk cincin – cincin karet harus tidak menimbulkan bau, rasa atau warna pada air minum disamping bahan – bahan lain yang dapat mempengaruhi kesehatan.*  
Sebaiknya pelumas – pelumas yang dipakai harus tidak berpengaruh apa – apa terhadap bahan PVC.

#### **e. Pengujian**

Setiap pipa dan penyambungannya harus mampu terhadap pengujian *tekanan hidrostatik sebesar 2,5 kali dari tekanan maksimal yang akan bekerja.*

Pipa – pipa dan penyambungannya yang bocor dan tidak bisa diperbaiki harus diganti yang baru.

#### **f. Pemberian Tanda**

Pada bagian luar *setiap pipa dan penyambungannya harus diberi tanda* yang mencakup diameter nominal dalam mm, tebal dinding nominal dalam mm, tingkat klas, nama pabrik pembuatnya atau cap, tahun pembuatannya dan nomor pengeluaran.

Setiap pipa lengkung (bend) harus juga, sebagai tambahan, mencantumkan besarnya sudut pada setiap sisinya. Pemberian tanda tersebut harus tidak mempengaruhi kekuatan dari pipa disamping kekedapan dari sambungan tersebut.

#### 4. Pipa Baja (lubang besar) $D > 150$ mm.

##### a. Bahan Pipa

1. Pipa – pipa baja dan penyambungannya (tidak termasuk pembelok) harus dari mutu *St. 37.2 sesuai dengan DIN 17100* atau standard lain yang sama.
2. Pipa – pipa harus *dilas memanjang atau spiral sesuai dengan BIN 2458* atau standard lain yang sama.
3. Pipa lengkung harus dari mutu *St. 35 sesuai DIN 1629, Blatt 3* atau standard lain.
4. Tebal dinding pipa minimum dan pipa – pipa lengkung harus sesuai dengan tebal dibawah ini.

Diameter Nominal ( mm )	Tebal Dinding Pipa ( mm )
200	5,0
250	5,6
300 - 600	6,3
700	7,1

##### b. Hubungan ( Joint )

1. Pipa – pipa baja dan pipa – pipa lengkung yang diletakkan di dalam tanah harus mempunyai salah satu ujung yang rata.  
Untuk ujung – ujung pipa – pipa yang lain harus salah satu berbentuk socket sesuai dengan *DIN 2461* atau harus mempunyai lengan (sleeve) luar yang dilas padanya.

Lengan (sleeve) harus dari *St. 37.2 sesuai dengan DIN 17100* atau standard yang lain. Lengan – lengan tersebut bisa dipotongkan dari pipa – pipa yang cocok atau dibuat dari plat – plat baja. Tebal dan panjang minimum lengan (sleeve) harus sesuai dengan tebal dibawah ini.

Diameter Nominal Pita ( mm )	Panjang Lengan (sleeve) ( mm )	Tebal ( mm )
300	155	6.3
600	200	8.0
700	230	8.0

Toleransi diameter dan keliling luar untuk ujung pipa yang rata dan diameter dalam dan toleransi dari lengan (sleeves) harus sedemikian rupa sehingga tidak timbul persoalan pada saat melaksanakan hubungan tersebut.

Permukaan luar dan dalam dari lengan (sleeve) harus disemprot dengan pasir sesuai dengan *standard Swedia "SIS 05590 0-1967 grade SA 2.1/2*.

*Zinc epoxy primer dengan tebal 25 micron dapat dipakai pada sebelah dalam maupun sebelah luar.* Lengan – lengan (sleeve) tersebut harus dilas dilapangan pada salah satu ujung dari pipa dan pembelok seluruh bagian pengelasan dengan las busur listrik, memakai batang – batang yang kecil sebagai pencegah panas yang berlebihan pada semen pengisi.

Semprotan air dapat diberikan pada bahan pengisi tersebut untuk mencegah mengelupas akibat pengelasan.

2. Pelaksana pekerjaan bisa memilih, memakai hubungan flange untuk semua pipa baja yang dipasang didalam tanah dan sambungan las untuk pipa – pipa yang lain dengan diameter 600 mm dan lebih.
3. Pipa – pipa baja yang akan dipasang diatas tanah dapat dilas atau hubungan flange sesuai pilihan Pelaksana pekerjaan. Hubungan dengan las dapat diterima hanya jika mortar cement pengisi sebelah dalam dapat digunakan pada tempatnya sesuai dengan ayat 5.

### c. Penyambung ( Fitting )

1. Tebal dinding pipa lengkung (bend) paling kecil adalah sama dengan bagian pipa lurus yang akan disambung. Jari – jari belokan adalah 5 S (jari – jari belokan 2.1/2 kali diameter pipa) dimana jika tidak memungkinkan menggunakan 5.S.
2. Reducer (taper) harus type concentric kecuali untuk bagian hisap dari pompa atau bagian lain yang menggunakan reducer yang excentric.

Panjang semua reducer harus paling sedikit 3 kali beda antara diameter terbesar dan terkecil ujung – ujungnya.

Tebal dinding reducer harus paling sedikit sama dengan tebal bagian pipa lurus pada ujung yang besar yang akan dihubungkan.

#### d. Pengujian

Setiap pipa, lengan (sleeve) dan penyambung (fitting) harus mampu terhadap tekanan air 16 kg/cm<sup>2</sup> di pabrik.

Pekerjaan – pekerjaan perpipaan yang tidak memenuhi syarat tersebut diatas harus diganti.

#### e. Pelapis Bagian Dalam Pipa dan Penyambungan

1. Semua pipa – pipa baja dan penyambungannya harus dilapisi bagian dalamnya dengan bahan pelindung *mortar-cement*.
2. Penggunaan bahan – bahan tersebut pada pipa – pipa yang lurus harus dikerjakan sesuai dengan “Arbeitsblatt W342, Entwurf Juli 1974, Zemenmorfelauskleidungen Fur Guss und Stahlrohre, Anforderungen und Prufungen”, terbitan Deutcher Verein Von Gasun Wasserfachmannern C.V. (D.V.G.W.), atau dengan cara lain yang sama.
3. Penyimpangan dari Art.4.2.2. dari Artbeitsblatt W342 perbandingan pasir dan semen tidak boleh dari 3 bagian pasir dengan 1 bagian semen berdasarkan berat.
4. Penyimpangan dari Art.4.3. dari Artbeitsblatt W342 temperatur perawatan harus lebih rendah 5°C.
5. Sebagai penyimpangan dari Art.432 (Arbeitsblatt W432) tebal dan toleransinya harus seperti dibawah ini :

Diameter Nominal Pipa ( mm )	Tebal ( mm )	Toleransi	
		Plus (mm)	Minus (mm)
300	5	0,8	0,8
400 - 500	6	3	1,5
600	8	3	1,5
700	9	3	1,5

6. Art. 453 (Arbeitsblatt W342) diganti dengan semen pelapis pada semua ujung – ujung pipa harus mengisi seluruhnya dan menyembul. Harus tidak terlalu bergantung. Perhatian khusus harus diberikan untuk pelapis tersebut agar tidak rusak pada ujung pipa.
7. Penggunaan bahan pelapis dari mortar semen untuk pipa – pipa lengkung, atau bagian khusus dimana proses pelapisan agal sukar karena bentuknya, harus dilaksanakan secara mekanis, dengan tekanan udara, atau menambal dengan tangan untuk menghasilkan permukaan yang akan dipakai, harus selalu bersih

terhadap bahan – bahan lepas atau benda – benda asing lainnya yang merintangikan dengan mortar semen, dan jika perlu harus dibasahi dengan air, selama pelapisan mortar dilaksanakan dengan tangan. Tebal sedapat mungkin seperti pelapis pada bagian – bagian yang lurus kecuali akibat pengaruh ketidak teraturan pipa. Mortar yang dipakai untuk lapis penambal harus sesuai dengan mortar yang disebut dalam “Arbeitsblatt W342 Art. 5.

**f. Lapis Pelindung Luar Dari Pipa-pipa yang Dipasang Didalam Tanah**

1. Semua pipa – pipa baja harus dilapisi pada bagian luarnya dengan pelapis *polythylene hitam* (PE) dengan tebal minimum seperti yang disebutkan dibawah ini :

Diameter Nominal Pipa ( mm )	Tebal Minimum Pelapis PE ( mm )
200	2.0
300 - 400	2.2
500 - 700	2.5

2. Mutu dan penggunaan dari pelapis PE harus sesuai dengan Butch Preliminary Standard : “Uitwendige beklending met polyethy leen van ondergrounds to leggen stalen buizen en hulpstukken dan “Praktijkrichtlijn behorende bij de norm Uitwendige beklending met polyethylene van ondergrounds to leggen stalen buizen en hulpstukken”, yang dikeluarkan Oktober 1974 oleh “Commision polyethylene Coating of the Commission Protection Pipelines (TNO-Delf) atau sesuai dengan DIN 30670 Execution A, tebal dinding normal.
3. *Pelapis PE harus digunakan sebagai proses pengikatan campuran bubuk (sinter proses).* Pada akhir dari pelapisan PE harus dibuat dengan sudut 15 derajat. Pembungkus PE (PE Wrapping) dapat juga digunakan, tetapi harus ada persetujuan dari Direksi.
4. Ujung – ujung pipa dan penyambungannya harus bebas dari pelapis PE sampai sepanjang 250 mm.
5. Sebelum dilas, lengan – lengan (sleeve) pada pipa pada permukaan sebelah luar pipa dan penyambungannya yang tidak dilengkapi dengan pelapis PE seperti yang disebutkan pada ad.d) harus dilapisi dengan “zinc epoxy primer” dengan tebal kering 25 micron.  
Setelah pengelasan lengan – lengan (sleeves) pada pipa yang merusak pelapis zinc epoxy harus dibetulkan. Lalu seluruh lapisan zinc epoxy pada ujung kecuali pada separuh lengan (sleeve) harus dilapisi dengan dua komponen “epoxy micaceous iron oxide primer” dengan tebal masing – masing 35 micron.

6. Pelapis – pelapis tersebut harus cocok untuk temperatur daerah pelayanan diatas 50°C.

**g. Lapis Pelindung Luar Pipa – Pipa dan Penyambungannya Didalam Bangunan**

Permukaan sebelah luar dari semua pipa dan penyambungannya (pipa lengkung, tee, reducer) harus disemprot dengan pasir (shot blast) sesuai dengan "Swedish Standard SIS 055900-1967 grade SA-2.1/2". Setelah itu digunakan pelapis dasar "Zinc epoxy" dengan tebal 25 micron dan ditutup dengan 2 komponen "epoxy micaceous iron oxide primer" (colturite sealer) dengan tebal 35 micron.

**h. Lapis Pelindung Luar Dari Sambungan dan Penyambungannya yang Dipasang Didalam Tanah.**

Pada tempat pekerjaan, sambungan dan penyambungannya harus dilengkapi dengan lapisan cat dasar, setelah bagian – bagian tersebut dibungkus dengan beberapa pipa – pipa karet untuk melindunginya dari sebelah luar terhadap karet.

Tahap pelapisan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pemakaian pelapis dasar diatas bagian pipa yang belum dilapisi dan 15 cm diatas pelapis PE yang sudah ada pada kedua sisinya.
2. Pembungkus dari pita – pita karet butyl, dengan 1 mm dan lebar 15 cm, melintang diatas bagian – bagian yang tajam dari lengan (sleeve) pada pipa – pipa.
3. Pembungkus dari pita – pita karet dengan lapis perantara polyethylene (tebal seluruhnya 0,75 mm, lebar 15 cm) dipasang diatas bagian pipa yang tidak dilapisi dan sampai 15 cm pelapis PE yang digunakan pada kedua sisinya.
4. Pembungkus dari pita – pita karet butyl, yang ditutup dengan lapisan polyethylene hitam pada bagian luar (tebal seluruhnya 0,5 cm. Lebar 15 cm) seperti yang disebutkan dalam ad. C. Pelaksana pekerjaan harus menjelaskan pada penawarannya type dari pelapis dasar pada pita yang diusulkan.

**i. Pemberian Tanda**

*Pada bagian luar dari setiap pipa dan penyambungannya harus diberi tanda yang menunjukkan diameter nominal, nama pabrik pembuatnya atau capnya dan tahun pembuatannya, setiap pipa lengkung, sebagai tambahan harus mencantumkan pula sudut lengkungnya antara sisi – sisinya.*

## 5. Pipa Ductile

### a. Bahan Pipa

Pipa–pipa ductile harus sesuai dengan *ISO/DIS 2531* atau standard yang sama. Kekerasan dari pipa tidak boleh melebihi 230 HB (Brineel Hardness).

Klas yang ditunjukkan oleh pipa harus sedemikian sehingga sesuai dengan spesifikasi teknis.

### b. Hubungan (Joint)

Pipa – pipa ductile dan penyambung – penyambungannya harus dibuat dengan ujung – ujung berbentuk *spigot dan socket yang dilengkapi dengan gasket karet* penahan yang sesuai seperti untuk hubungan push-on atau hubungan mekanis, jika tidak ditentukan lain.

Gasket harus sedemikian sehingga ukuran dan bentuknya sesuai dengan yang diperuntukkan, sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya, harus dilengkapi oleh sesuatu positive soal dalam batas – batas pelenturan maksimum dan pencabutan dari seluruh kombinasi dan toleransi dimensi gasket dan batas – batas tekanan yang disyaratkan.

### c. Penyambung – Penyambung

1. Penyambung – penyambung yang dipakai pada pipa – pipa ductile harus sesuai dengan *ISO/DIS 2531* atau grey iron sesuai dengan *ISO/R13* atau standard lain yang sesuai.

Kekerasan dari penyambung – penyambung tersebut harus tidak melebihi 250 HB.

2. Tee harus mempunyai flange percabangan
3. Flange penyesuaian atau potongan flange spigot (ujung – ujung flange dan spigot) harus dipakai untuk menyambung bagian – bagian utama ke flange perpipaan.
4. Perlengkapan pengangkat (lifting lug) harus dilengkapi pada pusat kesetimbangan penyambung tersebut jika beratnya melebihi 50 kg.

### d. Bahan – Bahan Penghubung

1. Semua sambungan harus dilengkapi dengan satu bahan – bahan penghubung termasuk pelumasnya, seperti yang disyaratkan oleh pabrik pembuatnya dengan jumlah yang cukup dan *dilebihkan sebanyak 20 %*.
2. Cincin – cincin karet pelengkap harus tahan terhadap serangan berbagai macam *micro-organisme* dan semua zat – zat yang dikandung oleh air yang normal.
3. Cincin – cincin tersebut harus sesuai dengan *ISO/R 1398* atau standard lain yang dapat disamakan.
4. Cincin – cincin tersebut *dari styrene-butadiene* harus sesuai dengan "KIWA test Specification Nr. 46 for rings made of bestos, concrete, reinforced concrete, cast iron and unplasticized polyviny/chloride for the conveyance of drinking water, sewage water or gas.
5. Cincin – cincin karet tersebut harus disediakan dengan jumlah yang cukup dan dilengkapi dengan *5 % untuk cadangan*.

**e. Penyesuaian Dengan Perencanaan**

Setiap panjang pipa harus diuji dahulu dengan *tekanan hydrostatis minimum 3,5 kali tekanan kerja* seperti yang disebut pada spesifikasi teknis.

Tekanan uji harus bertambah sampai mencapai tekanan yang ditentukan dan harus didiamkan untuk paling tidak 10 detik.

**f. Pelapis Sebelah Dalam**

Pipa – pipa ductile dan penyambungannya harus mempunyai pelapis dalam dari mortar semen dan seperti yang disebut dalam spesifikasi teknis.

**g. Pelapis Sebelah Luar**

Pipa – pipa yang penyambungannya harus dilapisi dengan pelapis bitumen dengan aspal dengan tebal kira – kira 0,04 mm. Penyelesaian terakhir dari pelapis tersebut harus menyeluruh, rata, tidak ada pecah – pecah jika dingin atau meleleh jika panas matahari dan harus menambah keawetan pipa.

**h. Pengujian dan Pengawasan**

1. Pengawasan mengenai rupa luarnya, bentuk, ukuran dan beratnya harus dilaksanakan pada setiap pipa serta penyambungannya. Pipa – pipa dan penyambungannya harus lurus digaris dengan perhatian penuh untuk menghindari penyimpangan – penyimpangan. Semua pita – pita dan penyambungannya harus bebas dari cacat – cacat.
2. Setiap pipa dan sambungannya harus mampu menahan tekanan uji hydrostatis seperti yang ditentukan dan dalam ISO Standard. *Pipa atau penyambungannya yang bocor dan tidak dapat diperbaiki harus diganti*.

3. Uji mekanis untuk kekerasan, kekuatan tarik dan ulur harus dilaksanakan dengan menguji secara random dari sejumlah pipa sesuai dengan *ISO/R. 390*

**i. Pemberian Tanda**

1. Pada bagian luar dan setiap penyambungannya harus diberi tanda yang menunjukkan diameter nominal x tebal dinding nominal, tingkat klas, nama pabrik pembuatnya atau cap dagangnya, tahun pembuatannya dan kata – kata ductile.
2. Setiap lengkung harus mencantumkan, sebagai tambahan sudut lengkung pada setiap sisinya.
3. Tanda – tanda tersebut bisa dicor, dicap atau dicat, dan harus tidak menimbulkan pengaruh terhadap mutu perpipaan ataupun mempengaruhi kekedapan dari sambungan.

**6. Pipa Baja Tak Berkarat.**

- a. Pipa – pipa harus sesuai dengan stainless steel AISI 304L.
- b. Toleransi dari diameter dan tebal dindingnya harus dengan ISO/R. 1127
- c. Pipa – pipa baja tak berkarat (stainless steel pipe) harus mempunyai tebal dinding yang disebutkan dibawah ini :

Diameter Nominal Pipa ( mm )	Tebal Dinding Pipa ( mm )
100	2
150	2.6
200	3.2

- d. Pipa – pipa lengkung, reduce dan flange harus terbuat dari stainless steel AISI 340L. Tebal dinding dari pipa – pipa lengkung, reducer tersebut harus paling tidak sama dengan perpipaan yang disambung.

**7. Pipa – Pipa Ukuran Kecil**

Pipa – pipa baja dan penyambungan dengan *ukuran diameter nominal 150 mm dan lebih kecil* harus sesuai dengan ketentuan – ketentuan seperti yang disebutkan dibawah ini :

- a. Persyaratan teknis dari pipa – pipa baja dan socket harus sesuai dengan NEN 3257 (1960)

b. Proses Pembuatan

Pipa – pipa harus type yang terbaik yang dilengkapi dengan buntut kedua ujungnya dan salah satu ujungnya dengan socket.

c. B a h a n

Pipa – pipa harus dibuat dari baja yang menurut analisa harus mengandung *sulfur tidak lebih dari 0.06 % dan phosphor tidak melebihi dari 0.07 %*.

Kekuatan tarik harus diantara 34 kg/mm<sup>2</sup> dan 47 kg/mm<sup>2</sup>. Socketnya harus dibuat dari baja yang sama yang seperti yang disebutkan diatas atau dari besi tempa.

Dimana dipakai besi tempa maka besi tempa tersebut harus mempunyai kekuatan tarik paling kecil 28 kg/mm<sup>2</sup>.

Besi tempa tersebut menurut analisa harus mengandung tidak lebih dari 0.15 dan sulfur 0.03 %.

d. Pipa – pipa dengan socketnya harus mempunyai "*tapered threads*" sesuai dengan NEN 3258 (1966)

e. Semua pipa harus dilengkapi dengan pelapis – pelapis luar maupun dalam dari *zinc sesuai dengan NEN 1332 : "hotdip coating on steel-pipe"*.

f. *Penyambung (fitting) harus dibuat dari besi cor atau baja yang dapat ditempa*. Semua sambungan harus dilengkapi dengan pelapis luar maupun dalam dari zinc sesuai dengan NEN 1275 "*hot-dip galvanized coating on steel. Cast iron and cast steel*."

g. Penyambung yang ditempa dari besi cor sesuai dengan NEN 3038, harus dilengkapi dengan "*pressure tight pipe thread*", sesuai dengan NEN 3250.

h. Penyambung – penyambung terbuat dari *baja tempa harus sesuai dengan "British Standard 1740"*, kecuali pipa lengkung dan sebagainya yang dibuat dengan "*British Standard 1387*". Penyambung (fitting) dilengkapi dengan "*pressure tight – pipe thread*" sesuai dengan "*British 21*".

Baja dimana fitting tersebut dari padanya harus menunjukkan pada saat pengujian kekuatan tarik antara 33 kg/mm<sup>2</sup> sampai 47 kg/mm<sup>2</sup>. Dimana penyambung – penyambung tersebut selama proses pembuatan, dari analisa harus menunjukkan bahwa kandungan sulphur tidak boleh lebih dari 0.06% dan phosphor tidak lebih dari 0,06%.

Jika cara dingin yang dipakai pada pembuatan fitting, pengaruh cara dingin tersebut harus dihilangkan sedemikian rupa, sehingga bahan yang dihasilkan pada akhirnya harus memenuhi syarat – syarat seperti yang disebutkan diatas.

i. Setiap pipa dan penyambungan harus diuji pabrik dengan tekanan uji hydroulis sebesar 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Pipa penyambung yang tidak memenuhi syarat harus dibuat dan tidak dipakai lagi.

## 8. Tabung – tabung Tembaga.

Tabungan – tabungan tembaga sesuai dengan syarat – syarat teknis dari "*Seamless Water Tube*" (ASTM B\*\*) dan harus dari type K (lemak). Penyambung – penyambung (fitting) harus disolder adanya dan harus terdiri dari cor-coran perunggu atau campuran kuningan yang mengandung tembaga 35%.

## 9. Pipa – pipa Kuningan

Pipa kuningan harus sesuai dengan ketentuan "*Specification for Seamless Red Brass Pipe, Standard Sizes*" (ASTM \*483). Penyambung (fitting) harus dari perunggu sesuai dengan ketentuan – ketentuan "Specification for Composition Bronze or Ounce Metal Casting" (ASTM B.63)

## 10. Pipa Asbes Cement

Dalam hal penggunaan pipa asbestos cement, hendaknya dipenuhi syarat – syarat sesuai International Specification *ISO R. 160* atau *Australian Standard AS 1711*. Pipa asbestos cement yang dipergunakan haruslah pipa yang mempunyai *ketahanan terhadap tekanan air sebesar 200 M kolom air dan 225 M terhadap uji*.

Sambungan yang digunakan ialah sambungan kopling dengan karet gasket lengan kopling tersebut dari asbestos cement, sedangkan karet gasket sintesis haruslah sesuai dengan persyaratan AS 1646.

## 11. Fitting – fitting yang digunakan

Fitting – fitting yang digunakan hendaknya fitting besi tuang dengan ujung – ujung "Spigot", kecuali jika dinyatakan lain dalam perencanaan. Fitting besi tuang hendaknya mengikuti standard *AS 1488 – 1974*, dengan tebal dinding yang sama dengan tebal dinding pipa. Semua fitting besi tuang hendaknya mempunyai lapisan cat anti karat dan anti kontaminasi terhadap air minum pada bagian dalamnya sedangkan bagian luarnya dilapisi dengan tar.

Sambungan – sambungan yang digunakan hendaknya sambungan kopling dengan karet gasket, kecuali bila dinyatakan lain. Jika fitting dengan flens hendaknya sesuai dengan persyaratan AS 1488 dengan lubang NP 10, pembukuan spigot harus halus dan mudah untuk dipasang dan tidak bocor dengan test tekanan pada 8 – 15 atm. Buatan Bakri Tube meter dapat diterima.

## 12. Flange dan Adaptor Pipa

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan semua adaptor pipa bagi keperluan sambungan dari berbagai diameter dan material. Detail penyusunan bahan, rencana dan letak dari semua adaptor pipa harus diketahui Direksi untuk disetujui sebelum dirakit.

## 13. Pemisah Hubungan Flance (flanged joint insulation).

Dimana dua pipa dari logam yang berada berhubungan, maka harus dilengkapi dengan pemisah.

Pemisah hubungan flange harus cocok untuk tekanan kerja paling tidak 8 kg/cm<sup>2</sup>.

Polyethylene studsleeves, 2 fabric reinforced phenolic washer, dan 2 shell washer harus dilengkapi dengan setiap kancing.

Gasket harus dengan muka yang penuh dan harus dari lembar – lembar bungkus dielektrik.

#### **14. Katup (Valve)**

##### **a. Umum**

Pelaksana pekerjaan harus menyediakan semua katup – katup termasuk pintu – pintu, penstock, hydrant kebakaran dan sebagainya sesuai dengan keperluan. Semua katup – katup tersebut untuk type yang sama harus dari satu pabrik. Katup – katup tersebut harus mempunyai nama pabrik pembuatnya, tekanan kerja, diameter dan arah aliran pada badannya.

##### **b. Tekanan Kerja**

Semua katup harus direncanakan untuk tekanan kerja kurang dari 10 kg/cm<sup>2</sup>, jika tidak ditentukan lain.

Semua katup – katup kalau ditutup harus kedap dengan tekanan yang bekerja pada katup tersebut.

##### **c. Ketentuan Pengoperasian**

Semua katup – katup harus cocok untuk pengoperasian yang sering bagi penutupan maupun pengontrolan aliran, baik untuk dioperasikan setelah waktu yang lama tidak dijalankan pada posisi terbuka maupun tertutup.

Semua bagian – bagian katup yang berhubungan langsung dengan bahan kimia, harus tahan terhadap karat yang akan ditimbulkannya atau hal lain dalam hal lain badan katup, harus mempunyai lapisan penahan yang diikatkan padanya.

##### **d. Bahan – bahan dan Flange**

Katup dengan ukuran 50 mm dan yang lebih kecil harus seluruhnya terdiri dari perunggu atau bahan – bahan tahan karat yang lain, jika tidak ditentukan lain.

Kecuali untuk roda pemegangnya yang harus dari besi tempa. Dimana seperti katup – katup metalic yang disambung pada pipa besi atau baja, lapisan pemisah harus

dipakai katup – katup dengan ukuran 75 mm dan yang lebih besar harus diakhiri dengan ujung flange, jika tidak ditentukan lain dalam gambar atau seperti yang disyaratkan. Semua ulir katup harus perunggu atau stainless steel – AISI type 304 jika tidak ditentukan lain. Perhatian penuh harus diberikan untuk mencegah karat pada ulir katup karena berhubungan dengan klem pembungkusnya.

**e. Pelumasan**

Semua katup – katup, dan sebagainya dan ulir yang cocok dioperasikan penuh air harus dilumasi dari luar secara tersendiri.

**f. Stuffing Box**

*Stuffing box harus dari type "gland packing".* Jika tidak ditentukan lain. Stuffing box harus dilengkapi dengan gland perunggu dan "square flax packing". Semua baut, sekrup, kancing dan mur yang dipakai untuk menghubungkan stuffing box harus sedemikian sehingga dapat diatur atau dibongkar pasang tanpa mengganggu bagian – bagian katup yang lain atau operasi kecuali packing gland.

**g. Pelapisan Dengan Cat dan Sebagainya**

*Harus digunakan pelapis yang tidak beracun pada bagian logam dari katup,* kecuali permukaan akhir atau pendukung dan permukaan – permukaan lain yang dibuat dari bahan – bahan tidak berkarat. Permukaan sebelum dilapisi cat harus bersih, kering dan bebas dari lemak atau minyak.

Merek – merek yang tidak disukai NE Brand, buatan Korean dan Taiwan. Paling sedikit dua lapisan cat harus digunakan dan dengan tebal minimum 0,1 mm. Pelapisan dengan cat tersebut harus dilaksanakan pada pabriknya.

**h. Operator**

Katup – katup harus disediakan lengkap dengan tangkai pemegang roda pemegang, rantai, magnetic operator dan sebagainya seperti yang ditunjukkan pada gambar.

Katup – katup dapat dibuka dengan cara memutar berlawanan dengan arah jarum jam atau sebaliknya seperti yang ditunjukkan oleh panah penunjuknya yang dibuat oleh pabrik pembuatnya.

**i. Gambar – gambar**

Pelaksana pekerjaan harus mengajukan gambar – gambar kerja kepada Direksi untuk disetujui.

Gambar – gambar kerja tersebut harus mencakup :

- 1). Daftar dan urutan material
- 2). Detail seal dan bagian – bagian yang dapat berubah

- 3). Nama pabriknya
- 4). Ukuran, detail, bahan dan tebal setiap item.

Pelaksana pekerjaan harus menunjukkan sertifikat dari pabrik pembuatnya dari setiap katup sesuai dengan syarat – syarat yang ditentukan.

#### **15. Katup Kupu – kupu (butterfly valve)**

- a. *Badan katup kupu-kupu harus terdiri dari besi cor atau baja dan harus type-type yang pendek.* Katup kupu – kupu harus yang cocok untuk perubahan dimasa datang untuk dioperasikan secara mekanis dengan listrik atau dengan tekanan udara.
- b. *Disc seating harus dari kuningan dan “replaceable cadless disc gasket” harus dari karet,* yang diikatkan pada disc dengan baut – baut baja tak berkarat. Karet gasket lebih disukai yang diperkuat dengan logam.
- c. Katup kupu – kupu harus cakap untuk dijalankan dengan aliran maksimum yang dapat terjadi pada keadaan – keadaan tertentu.
- d. Mekanisme untuk semua katup, kecuali jika diperlihatkan lain, harus diikat atau ditahan pada badan katup dengan sepotong pemisah jarak. Mekanisme pengoperasian untuk katup – katup yang lain harus ditinggikan pada kedudukan lantai yang cocok dan akan dioperasikan melalui tangkai yang cocok seperti yang ditunjukkan dalam gambar.

Sumbu putar dari semua valve disc harus horizontal, kecuali jika diperlihatkan lain.

- e. Setiap mekanisme pengoperasian harus dapat diganti atau dapat diperiksa dan diperbaiki.

Tindakan pencegah harus dibuat agar cakram tidak terkunci pada saat terbuka penuh atau pada posisi ditutup rapat ketika mekanisme pengoperasian dihilangkan.

Semua bagian mekanisme pengoperasian harus selalu dapat diperiksa, diatur, dibetulkan dan diganti.

Penunjuk letak / kedudukan (position indicator) harus dilengkapi yang bisa langsung pada batang katup ataupun bagian lain yang diikatkan.

- f. Mekanisme pengoperasian untuk semua katup harus dapat mengunci dengan arti bahwa tidak dapat mengakibatkan cakram bergerak dari posisi yang telah ditetapkan.

#### **16. Katup Pintu Air (sulte valve)**

- a. Katup pelepas udara (lubang kecil) harus dari type yang ditunjukkan pada gambar, dengan badan besi cor dengan kekuatan yang tinggi, flange sesuai dengan yang

- ditentukan pada *pasal 49. "Flange dan Gasket"* dan karet atau stainless steel float. *Semua bagian yang bergerak harus dari baja tak berkarat (Stainless steel) atau perunggu.*
- b. Lubang dengan gummetal-seat harus selalu mengambang pada saat operasi dan akan terbuka bila ada sejumlah udara yang mengisi biliknya.
  - c. Rumah katup harus diuji dengan *tekanan hidrostatik sebesar 16 kg/cm<sup>2</sup>. Tekanan uji pad ball-seal harus 10 kg/cm<sup>2</sup>.*
  - d. Katup tersebut harus dilengkapi dengan "*splash cover*" dari besi cor.

### **17. Katup – katup Penahan**

- a. Katup – katup penahan harus cocok untuk dipakai pada posisi horizontal atau vertikal yang arah alirannya keatas.
- b. Katup penahan yang diameter nominal 300 mm dan lebih besar harus dari type "Non Slamming" dengan "concentric spring loaded disc" atau "concentric rubber membrane".
- c. Katup penahan dengan diameter lebih kecil dari 300 mm harus dibuat sedemikian rupa sehingga cakram (disc) ataupun alat-alat lain sebagai pelengkapny mudah dibuka dan diganti tanpa membuka seluruh katup dari perpipaan.
- d. Badan dari katup terdiri dari *besi cor dengan kekuatan tarik minimum 2.200 kg/cm<sup>2</sup>*. Cakram harus dari perunggu dengan besi cor atau perunggu seluruhnya.
- e. Body seat ring harus dengan ulir yang cepat dan disekrupkan kedalam kedudukannya yang benar pada badan. Muka dari cincin harus dihaluskan dengan mesin.
- f. Setiap katup harus mampu *menahan tekanan hidrostatik 20 kg/cm<sup>2</sup>* dengan ujung kepala besar. Pengujian harus menunjukkan bahwa tidak ada kebocoran pada logam tersebut atau sambungan. Pengujian kedua harus dibuat dengan tekanan 3 kg/cm<sup>2</sup> yang melalui kepala besar pada sisi lubang masuk dan lubang keluar terbuka untuk diperiksa. Kebocoran yang melalui katup rata – rata 11 ml/hr/cm dari ukuran nominal katup.

### **18. Penstock**

Penstock harus disesuaikan dengan ketentuan – ketentuan perencanaan. Campuran aluminium dan atau (perkuatan fiber glass) plastik dan sebagainya dapat digunakan dimana telah disetujui oleh Direksi. Pelaksana pekerjaan harus melengkapi untuk setiap tahap pekerjaan seluruh detail dan ukuran penstock dan dipasang sesuai dengan ketentuan – ketentuan Direksi.

#### **a. Penstock Untuk Dinding Tinggi**

1. Penstock harus cocok untuk dipakai dengan tekanan atau tanpa tekanan. Pintu harus terbuka terus.
2. Tekanan kerja harus 1,5 kali tekanan maksimum yang terjadi dalam praktek.
3. Penstock harus menjadi kedap pada tekanan kerja.
4. Rangka dan pintu – pintu harus besi cor. Batang – batang pemegangnya (slem) harus dari mild-stell dan dioperasikan dengan “nuts gunmetal”.
5. Penstock untuk penampang tekanan harus dilengkapi dengan baja pada keliling sisinya.

Permukaan dari pintu dan rangka harus kedua – duanya dari perunggu atau baja tak berkarat dan harus bekerja sama diantara keduanya.

Penstock dari disain yang lain misalnya dengan memakai gasket karet mungkin bisa dipakai, kalau disetujui oleh Direksi.

6. Jika perlu penstock harus mempunyai “Flush invert”.
7. Penstock harus mempunyai batang pembuka dengan sekrup ulir pada sebelah atas dari batang pembuka tersebut dengan mur yang dapat selalu dilumasi.
8. Lebar dari ril penunjuk harus dibatasi sedemikian, sehingga getaran pada pintu stock pada saat air mengalir.
9. Rangka – rangka harus mempunyai “*Spigot back*” untuk mengikatkan pada dinding bangunan.

#### **b. Penstock Pelimpah (Weir Penstock)**

1. Pintu dari penstock harus membuka kebawah
2. Spesifikasi teknis dari penstock pelimpah sama dengan spesifikasi teknis ini.

#### **c. Penstock Pemisah (Isolating Penstock)**

1. Penstock masih harus dari disain yang sederhana, dengan rangka – rangka yang dipasang pada dinding dengan pintu – pintu yang terpisah dari rangkanya.
2. Pintu – pintu diletakkan dengan tangan pada saat ada aliran. Pintu – pintu dengan rangkanya harus dapat menahan tinggi tekanan maksimum yang berbeda – beda yang terjadi didalam praktek tanpa memperlihatkan kebocoran.

### **19. Katup – katup Penguras (botton drain valve)**

- a. *Katup – katup penguras harus terdiri dari type – type cakram (disc) bundar. Katup – katup penguras tersebut harus disediakan lengkap dengan angkur, baut – baut, ganjal – ganjal rangka dasar, gasket dan sebagainya yang akan dipasang pada lantai beton.*
- b. Rangka dengan cakram (disc) harus dibuat dari besi cor.
- c. Cakram tersebut harus dilengkapi dengan *gasket karet yang tak putus yang dapat diganti.*
- d. Mekanisme pengoperasian harus sedemikian mudah untuk membuka katup tersebut pada tinggi tekan maksimum yang berbeda yang dapat terjadi didalam praktek.
- e. Tinggi angkatan cakram tidak boleh lebih kecil dari pada sepertiga diameter nominal katup.
- f. Pada posisi tertutup, katup – katup penguras harus menjadi kedap pada tekanan kerja.
- g. *Tekanan kerja harus 1,5 kali tinggi tekanan maksimum yang berbeda yang dapat terjadi didalam praktek.*
- h. Katup – katup penguras harus mempunyai tangkai – tangkai pemegang dari baja lunak, dengan sekrup ulir dan dapat dengan mudah dilumasi.
- i. Pelaksana pekerjaan harus melengkapi dengan setiap pekerjaan seluruh detail katup penguras beserta ukurannya dan dipasang sesuai dengan petunjuk Direksi.

## **20. Katup – katup Pengurang Tekanan (pressure reducing valves)**

*Katup pengurang tekanan harus dari type cakram tunggal atau ganda dan dengan pembebanan per atau berat. Pengurangan tekanan harus selalu konstan dalam 10% dari harga yang ditentukan dengan pengertian bahwa tekanan yang bekerja paling sedikit 0,5 kg/cm<sup>2</sup> tidak termasuk pengurangan tekanan.*

Katup pengurangan tekanan harus disediakan dengan adaptor pipa yang ditentukan atau reducer dan harus diuji dengan tekanan uji 2 kali maksimum tekanan yang bekerja.

## **21. Rumah Katup (house valve)**

Rumah katup harus dengan badan yang bulat, terdiri dari perunggu dengan tekanan rata – rata 10 kg/cm<sup>2</sup> dengan cakram yang dapat diperbaharui.

Katup – katup harus mempunyai batang – batang pembuka, roda – roda tangan yang disekrup dengan ulir. Badan – badan dari katup harus dibuat / diselesaikan dengan mesin.

Kepala cakram dan seterusnya harus dibuat dari cor – coran perunggu 85-5-5-5. Cakram harus diberi dari campuran setengah lunak atau seperti yang disyaratkan oleh pabrik pembuatannya.

**a. Gate Valve**

Type, ukuran dan penempatan katup – katup hendaknya sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar. Semua gate valve yang dipergunakan dalam jalur pipa hendaknya berketahanan 120 M kolom air double disc, badan besi tuang, bingkai tembaga, gate – valve tanpa tangkai pemutar sesuai dengan persyaratan A.W.W.A standard Spesifikasi C.500.

Pengakhiran ujung – ujung hendaknya mempunyai ujung penyambungan flens, kecuali bila ditunjukkan lain dalam gambar. Flens untuk katup hendaknya sesuai dengan ANSI B.16.1, untuk flens and fitting cast iron. Kelas 125, kecuali bila nyata – nyata ditunjukkan lain. Semua katup hendaknya dilengkapi dengan kunci mur 2 inchi persegi dan membuka kearah yang seragam. Permukaan – permukaan luar dan dalam setiap katup hendaknya dilapisi atau dipulas dengan 2 (dua) lapisan aspal.

**b. Katup Udara (Air valve)**

Katup udara dan ruang katupnya ditempatkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar perencanaan. Pemasangan katup udara dilakukan dengan pemasangan hydrant tee dengan diameter cabang 100 mm, atau 75 mm sesuai dengan diameter katup udara yang disarankan.

*Katup udara hendaknya dilengkapi dengan kran penutup (stop cock) pada bagian bawah.*

Ruang katup terbuat dari pasangan beton atau batu kali sedangkan tutup ruang katup terbuat dari besi tuang yang dapat dibuka dan ditutup dengan aman dan mudah.

Tutup ruang katup harus dapat menahan tekanan ganda sesuai dengan kelas dan jenis jalan yang dilalui.

**22. Hydrant Kebakaran (fire hydrant)**

- a. Hydrant – hydrant kebakaran harus dari jenis – jenis yang muncul diatas tanah dengan sambungan 80 mm.
- b. Hydrant – hydrant kebakaran harus mempunyai tinggi seluruhnya  $\pm$  1,8 m dimana yang ditanam didalam tanah tidak melebihi 1 m.
- c. Dua lubang penyambung dengan diameter nominal 60 mm dengan "quick action (stortz) coupling" harus dilengkapi pada setiap hydrant.
- d. Tekanan uji setiap Hydrant harus 16 kg/cm<sup>2</sup>.

## 23. Katup – katup Lain

Katup – katup seperti katup – katup diagrafma, katup bola dan sumbat harus disesuaikan dengan ketentuan – ketentuan disini dan ketentuan – ketentuan lain yang dapat diterangkan pada penggunaannya.

### a. Penggerak Katup (valve Operator)

1. Setiap katup atau penstock dilengkapi untuk pengisian dengan tangan atau listrik.  
Semua bagian yang dapat bergerak sebaiknya harus dilap sebelum dikirim dan harus dilindungi secukupnya terhadap karat selama pengiriman maupun pemasangan.
2. Penggerak katup yang dijalankan dengan tangan harus diberi gigi seperti yang disyaratkan dan gaya penarik yang dilakukan roda pemegang, atau yang lain yang digunakan untuk pengoperasian tidak boleh lebih dari 30 kg dan maksimum putar harus tidak melebihi 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Sput, bevel, atau worm gear, jika ditentukan, harus dipasang pada ujung – ujung batang maksimum pengoperasian. Reduct gear harus dibuat dari baja bergigi, dan jika tidak dilengkapi dengan yang lain, harus dikurung dalam besi cor baja yang diisi dengan minyak dan harus dioperasikan pada saat jenuh dengan minyak.

Rumah – rumah (gear) harus dilengkapi dengan lubang penguras yang cukup dan lubang penguras dan harus cocok untuk dioperasikan pada berbagai sudut.

3. Panah arah dan kata – kata “Open” atau “Closed” harus dicor pada semua roda pemegang untuk menunjukkan arah putaran yang betul dari roda pemegang tersebut.

Semua unit yang dioperasikan dengan tangan harus dihalau dengan mesin atau harus dilapisi dengan plastik yang halus jika tidak ditentukan lain.

4. Harus mempunyai tiang – tiang penunjuk posisi. Petunjuk hanya dapat memperlihatkan persentase pembukaan katup. Dasar harus datar yang didirikan pada lantai beton atau plat dasar.
5. Penggerak katup yang akan ditanam dengan mur harus mempunyai gasket yang penuh dan bungkus lemak (stemfet) yang cocok dan khusus untuk dipakai pada tempat yang jenuh air.

### b. Pemasangan dan Pengujian

Pelaksana pekerjaan harus memasang semua peralatan dan bahan – bahan yang disediakan sesuai dengan yang disebut dalam kontrak, dengan kekecualian pemasangan switch-gear tegangan tinggi harus sesuai dengan yang lain.

Pelaksana pekerjaan harus bertanggung jawab terhadap pekerjaan – pekerjaan khusus dan pemasangan instalasi seperti yang telah ditentukan.

Pondasi dan atau perletakan dari semua peralatan dan material seperti pompa, katup – katup pengontrol, switch-gear tegangan tinggi maupun tegangan rendah, termasuk pekerjaan – pekerjaan sipil seperti plat pondasi pompa dan sebagainya harus dilaksanakan oleh Pelaksana pekerjaan.

Jika ditentukan bahwa untuk pemasangan baut angkur dan sebagainya harus di grout maka Pelaksana pekerjaan harus bertanggung jawab terhadap ketepatan pemasangannya dan harus diperiksa kembali letak dan ketinggiannya.

Dimana dapat dipakai, rantai dan sebagainya harus dipotong dan dipersiapkan untuk baut – baut pondasi seperti yang disediakan Pelaksana pekerjaan dan disetujui Direksi.

Pengeboran lubang untuk alat – alat yang akan dipasang harus betul – betul sesuai dengan yang diperuntukkan dan Pelaksana pekerjaan bertanggung jawab terhadap ketepatan atau ketelitian yang ditentukan.

Lubang – lubang lebih baik kalau dilaksanakan dengan rotary driil dan bukan dari jenis – jenis tumbuk (percussion driil). Tidak satupun konstruksi baja atau kayu yang dibor tanpa pengetahuan pihak Direksi.

Semua kerusakan – kerusakan yang disebabkan oleh Pelaksana pekerjaan semua pemasangan harus dibikin betul kembali secara memuaskan seperti yang dikehendaki Direksi.

## PEMASANGAN PIPA

## PEMASANGAN PIPA

### 1. U m u m

#### a. Persyaratan Umum

1. Pelaksana pekerjaan harus melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan pemasangan pipa sesuai dengan yang disyaratkan dalam spesifikasi ini.
2. Pekerjaan-pekerjaan yang tidak tercakup dalam spesifikasi dapat dilaksanakan berdasarkan ketentuan – ketentuan praktis yang berlaku di Indonesia dan sesuai dengan petunjuk – petunjuk Direksi proyek.

**b. Pemeriksaan dan Trase Jalan Pipa**

Trase jalan pipa akan diberikan oleh Pemberi Tugas lengkap dengan gambar – gambarnya. Segala biaya yang timbul untuk menentukan trase ini termasuk pematokannya menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

**c. Data Geologi**

*Untuk bagian pekerjaan jembatan pipa akan dilakukan pekerjaan boring test. Kalau tidak ditentukan lain, pekerjaan boring test tersebut akan menjadi tanggung jawab Pemberi Tugas, dan Pelaksana pekerjaan dapat memintakan hasil – hasilnya kepada Direksi Proyek untuk dipelajari.*

**2. Patok dan Tanda – tanda**

**a. Kewajiban Pelaksana pekerjaan**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban dan bertanggung jawab agar pipa yang sudah dipasang baik valve dan saluran – saluran lainnya yang diperlukan berada pada jalur yang ditentukan, baik kedalaman maupun kemiringannya.

Untuk maksud ini, pada setiap yang dikehendaki Direksi proyek, Pelaksana pekerjaan harus mengeset pekerjaannya dari tolok ukur atau titik reference tertentu.

**b. Penyimpangan – penyimpangan oleh karena bangunan lain**

Bilamana ada rintangan yang tidak terlihat didalam rencana dan ternyata menghalangi pekerjaan dan mengakibatkan perubahan – perubahan pelaksanaan, dimana perubahan tersebut dilaksanakan berdasarkan pada pasal tentang “Pekerjaan tambah/kurang”

- c. Pekerjaan Penggalian** harus dilakukan dengan hati – hati sedemikian rupa sehingga pekerjaan galian pada jalur yang tepat. Bila terdapat kerusakan – kerusakan pada bangunan bawah tanah yang ada sebagai akibat penggalian, Pelaksana pekerjaan harus memperbaikinya kembali sesuai dengan keadaan semula dengan biaya Pelaksana pekerjaan.

**d. Penyelidikan Sarana – sarana dibawah Tanah**

Bilamana menurut Direksi Proyek, diperlukan untuk menyelidiki dan menggali untuk menentukan bangunan – bangunan tanah yang ada. Pelaksana pekerjaan harus

melaksanakan penyelidikan penyuntikan pendahuluan trase pipa yang akan digali dibawah Direksi Proyek atas biaya Pelaksana pekerjaan.

### **3. Penggalian dan Persiapan Parit Untuk Pemasangan Pipa**

#### **a. U m u m**

1. Galian tanah dilaksanakan untuk :
  - ❖ Semua pemasangan pipa dan peralatannya serta bangunan pelengkap yang termasuk dalam pekerjaan ini.
  - ❖ Semua bagian – bagian bangunan yang masuk kedalam tanah.
2. Pekerjaan galian dan pamaritan hendaknya dilakukan dengan cara – cara yang layak, aman dan tepat untuk menghindari kemungkinan – kemungkinan timbulnya bahaya.
3. Pekerjaan penggalian dilaksanakan sedemikian rupa sehingga memungkinkan pipa dapat dipasang dengan posisi yang baik dan aman. Penggalian harus bertahap sesuai dengan perkiraan jumlah pipa yang dapat dipasang untuk setiap harinya. Pekerjaan penggalian tanah untuk parit pemasangan pipa harus segera diikuti dengan pelaksanaan pemasangan pipa dan perlengkapannya, serta diikuti pula dengan penimbunan / pengurugan kembali dengan segera.
4. Parit galian harus dijaga, sehingga efisiensi dan keselamatan pekerjaan dapat terjamin.

#### **b. Lebar dan Kedalaman Parit Galian**

1. Tempat galian, lebar dan kedalaman minimum untuk pemasangan pipa berikut pelengkapannya serta bangunan – bangunan yang nyata – nyata termasuk dalam pekerjaan ini harus dibuat sesuai dengan gambar pelaksanaan (gambar situasi, profil memanjang, profil melintang dan potongan), atau bila tidak digunakan akan dipakai ketentuan – ketentuan minimal dalamnya galian untuk pemasangan pipa, dan menurut buku petunjuk pemasangan pipa dan peralatannya dari pabrik pipa yang bersangkutan.
2. Patokan / pedoman yang dipakai untuk dalamnya galian adalah diukur dari atas pipa sampai permukaan jalan / tanah asal, ditambah diameter luar pipa dan tebal lapisan pasir dibawah pipa.
3. Parit pipa harus digali dengan kedalaman yang dikehendaki, sehingga terdapat pembebanan yang merata dan menerus pada dasar aliran (yang tidak terganggu antara 2 sambungan pipa).
4. Kedalaman galian hendaknya selalu diperiksa untuk mendapatkan kedalaman jalur pipa yang tepat.

5. Bila tidak dinyatakan lain, lebar parit galian disesuaikan dengan besarnya pipa yang akan dipasang dan lebar galian tersebut harus menjamin pekerjaan penyambungan pipa dengan baik sehingga kebocoran – kebocoran pada sambungan pipa dapat dihindarkan.  
Bila perlu lebar galian diperbesar untuk memudahkan penempatan alat – alat penyangga dan sebagainya.
6. Parit dan tempat sambungan atau peralatan pipa hendaknya digali hingga didapatkan suatu lebar yang cukup untuk ruang bekerja, pemasangan, penyambungan, penanaman maupun pekerjaan konstruksi.
7. Bila pada bagian galian parit pipa terdapat galian – galian berlumpur atau penggalian terlalu dalam, maka dapat diurug dengan pasir ataupun diurug dengan bahan – bahan lainnya yang disetujui oleh Direksi Proyek.  
Urugan tersebut kemudian dipadatkan dengan alat pemadatan atau dengan tangan untuk memperoleh permukaan yang rata pada tempat pemasangan pipa.
8. Batu – batu besar pada penggalian parit pipa, harus dipindahkan.
9. Dasar parit galian hendaknya rata, rapat, terkonsolidasi dan digali pada ketinggian yang tepat untuk perletakan pipa serta harus bebas dari lumpur, dan hendaknya tetap rata akibat injakkan kaki para pekerja.

Dasar parit yang sebelumnya padat tapi menjadi lunak bagian atasnya akibat konstruksi hendaknya diperkuat dengan satu atau lebih lapisan batu pecah atau kerikil.

Lapisan lumpur atau tanah tidak lebih tebal dari 1,25 cm.

### **c. Galian Pada Tanah Jelek**

1. Apabila ternyata didalam pelaksanaan penggalian terjadi kelongsoran – kelongsoran dan keruntuhan – keruntuhan terus menerus yang mengganggu, haruslah diadakan konstruksi penguat (dari turap kayu atau lainnya) agar terjamin keselamatan dan keamanan pekerjaan, efisien kerja, struktur dan fasilitas lain yang ada.

Penurapan hendaknya direncanakan dan dibuat untuk menahan semua beban dan muatan yang mungkin timbul akibat pergerakan tanah atau tekanan. Konstruksi penguat ini hendaknya kaku hingga tidak terjadi perubahan bentuk dan posisi dalam keadaan apapun. Biaya yang mungkin timbul akibat adanya konstruksi penguat tersebut harus sudah diperhitungkan dalam harga penawaran dan tidak diterima adanya tuntutan tambahan biaya untuk pekerjaan ini.

2. Bila pada bagian bawah parit galian ternyata tidak stabil atau dijumpai lapisan – lapisan bekas sampah ataupun humus, lapisan tersebut harus dibuang.

Bila dianggap perlu, Direksi Proyek dapat memerintahkan untuk memindahkan tanah pada lokasi galian dan mengisinya kembali dengan bahan – bahan yang sesuai.

**d. Pemasangan Jalur Pipa**

1. Pada tempat – tempat parit pipa yang digali dan ternyata mudah longsor dapat diberi turap – turap pengaman.
2. Setiap galian hendaknya dijaga tetap kering, sampai konstruksi yang harus dibangun atau pipa yang harus dipasang selesai dilaksanakan.
3. Apabila juga ternyata bahwa didalam galian dijumpai air yang mengganggu pengeringan, maka Pelaksana pekerjaan harus menyediakan pompa atau peralatan lain untuk pengeringan. Biaya yang ditimbulkan akibat pekerjaan pengeringan tersebut berikut pompa dan peralatannya, menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.
4. Semua penggalian untuk struktur beton dan parit yang diperdalam hingga mencapai atau dibawah elevasi statik air, hendaknya dikeringkan dengan menurunkan permukaan air tanah sampai jarak tidak kurang 30 cm dibawah dasar galian.
5. Air permukaan hendaknya dipintaskan atau dengan cara – cara lain dicegah tidak memasuki daerah pemukiman sejauh mungkin tanpa mengakibatkan kerusakan – kerusakan pada tanah milik sekitarnya, dan biaya yang timbul untuk pekerjaan ini merupakan tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

**e. Penimbunan Tanah Galian**

Semua tanah bekas galian harus ditimbun sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu bagi pejalan kaki maupun kendaraan yang lewat.

Bila diperlukan, Direksi Proyek dapat memerintahkan kepada Pelaksana pekerjaan untuk mengangkut tanah lebih bekas galian tersebut. Segala biaya yang ditimbulkan akibat pekerjaan tersebut menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

- f. **Galian ini dinyatakan selesai** setelah diperiksa / disetujui oleh Direksi Proyek.

**4. Pemasangan Pipa**

**a. Penyimpanan dan Pengangkutan**

1. Pipa, perlengkapan pipa dan bangunan pelengkap yang akan dipasang seperti terlihat pada Lampiran D, tersimpan digudang penyimpanan pipa yang disediakan oleh Pemberi Tugas. Pengangkutan dari gudang ke tempat pemasangan menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan termasuk

pembiayaannya. Apabila ternyata didalam pelaksanaan pemasangan pipa dan perlengkapannya terdapat kelebihan pipa atau perlengkapannya, Pelaksana pekerjaan harus mengembalikan ke gudang / tempat pengumpulan yang ditentukan oleh Direksi Proyek. Biaya untuk pengembalian pipa dan potongan – potongan pipa dan perlengkapan pipa tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan.

2. Cara – cara pengangkutan, penyambungan dari pipa – pipa dan ketentuan – ketentuan teknis cara pemasangan akan diberikan petunjuk oleh Direksi Proyek.
3. Pipa dan perlengkapan pipa yang telah diserahkan kepada Pelaksana pekerjaan untuk dilaksanakan pemasangannya harus dijaga baik – baik jangan sampai hilang atau rusak. Kerusakan atau kehilangan setelah diserahkan kepada Pelaksana pekerjaan, harus diganti sesuai dengan kualitas / bentuk aslinya dan biaya yang ditimbulkan akibat penggantian tersebut menjadi tanggungan Pelaksana pekerjaan.
4. Sebelum dan sesudah dipasang, pipa – pipa dan perlengkapan pipa, harus dijaga bersih dan diperiksa lagi atas kerusakan dan retak – retak.

#### **b. Menurunkan Pipa Kedalaman Parit Galian**

1. Pipa yang akan dipasang diturunkan kedalam galian parit dengan alat – alat khusus yang disediakan oleh Pelaksana pekerjaan.

Semua pipa, alat – alat bantu valve dan perlengkapan lainnya harus dengan hati-hati diturunkan kedalam parit galian satu persatu dengan derek, tali-tali dan lain – lain alat yang sesuai agar terhindar dari kerusakan.

2. Bila terjadi kerusakan pada pipa dan perlengkapannya akibat kelalaian Pelaksana pekerjaan, Pelaksana pekerjaan harus mengganti pipa – pipa yang rusak atau memperbaiki (bila masih dapat diperbaiki) kembali seperti semula dengan persetujuan Direksi.

#### **c. Pemeriksaan Sebelum Pemasangan**

Semua pipa dan perlengkapan pipa yang akan dipasang serta alat – alat bantu untuk pemasangan tersebut harus diperiksa dengan cermat dan hati – hati sesaat sebelum pipa – pipa / perlengkapan pipa tersebut diturunkan pada lokasi yang sebenarnya.

Bila ada ujung pipa terdapat bengkokan – bengkokan hal tersebut harus dihindarkan, atau ujung pipa yang bengkok harus dipotong sesuai dengan petunjuk – petunjuk Direksi Proyek. Pipa atau fitting yang rusak harus dipisahkan untuk diperiksa oleh Direksi Proyek.

#### **d. Pembersihan Pipa dan Alat – alat Bantu**

Semua pipa yang akan dipasang harus bebas dari segala macam jenis kotoran. Bagian luar ujung pipa (Flens Spigot) yang akan dipasang harus dicuci terlebih dahulu sampai bersih bagian dalam pipa dari Flens Soket harus dibersihkan, dan harus bebas dari minyak dan gemuk sebelum pipa dipasang sehingga sambungan pipa yang stabil dan baik.

e. **Pemasangan Pipa**

1. Pada pipa – pipa yang sudah dipasang harus dicegah jangan sampai kemasukan segala macam jenis kotoran umpamanya bekas puing – puing, alat – alat, bekas pakaian dan lain – lain kotoran yang dapat mengganggu kebersihan dan kelancaran aliran air didalam pipa.
2. Setiap pipa yang telah dimasukkan kedalam parit galian harus langsung dipasang dan distel sambungannya dan kemudian diurug dengan bahan – bahan yang disetujui oleh Direksi Proyek serta dipadatkan dengan sempurna kecuali pengurangan pada tempat – tempat sambungan pipa yang harus diperiksa dan disetujui terlebih dahulu oleh Direksi Proyek. Setelah diperiksa dan disetujui oleh Direksi Proyek baru diperbolehkan untuk diurug.
3. Semua ujung pipa yang terakhir yang pada saat pemasangannya berhenti, harus ditutup sehingga kotoran ataupun air buangan masuk kedalam pipa. Cara – cara penutupan pada ujung pipa tersebut harus disetujui Direksi Proyek.
4. Tikungan / belokan (vertikal / horizontal) tanpa elbow / bend dilaksanakan sedemikian rupa, sehingga sudut sambungan antara dua pipa tidak boleh lebih besar dari yang diizinkan oleh pabrik pipa yang bersangkutan, untuk itu akan diberikan petunjuk lebih lanjut oleh Direksi Proyek. (Misalnya untuk “asbes cement pipa” James Hardie Indonesia atau lain sejenisnya, maximum deflection 5 derajat, dan sebagainya).
5. Perubahan arah perletakan pipa (belokan / tikungan), harus dilaksanakan dengan penyambung bend / elbow yang sesuai, begitu pula untuk percabangan harus dengan tee atau tee cross (sesuai kebutuhannya).
6. Membengkokan atau merubah bentuk pipa dengan cara apapun tidak diperbolehkan (secara mekanis maupun dengan cara pemanasan) tanpa persetujuan Direksi Proyek.
7. Peil dari perletakan pipa serta dalamnya terhadap muka jalan / tanah asal harus diperiksa dengan teliti dan disaksikan dan dapat persetujuan Direksi Proyek.
8. Pada waktu pemasangan pipa harus diperhatikan benar – benar mengenai kedudukan pipa agar pipa yang dipasang betul – betul lurus serta pada peil yang benar dan dasar pipa harus terletak rata, tidak boleh ada benda keras yang memungkinkan rusaknya pipa dikemudian hari.

9. Pada waktu pemasangan pipa, parit galian untuk perletakan pipa harus kering, tidak boleh ada air sama sekali dan bagian dalam pipa harus bersih. Penyambungan pipa hanya dilakukan dalam keadaan kering.
10. Di sekeliling pipa harus diberi pasir urug sesuai dengan gambar atau bila tidak dinyatakan lain diberi lapisan pasir urug sedemikian rupa sehingga terdapat pasir setebal 15 cm dibawah, disamping pipa, kecuali untuk pipa – pipa yang memotong jalan (crossing jalan) diurug segera dengan pasir pasang penuh, dan tanah bekas galiannya harus disingkirkan agar segera dapat dilalui kendaraan – kendaraan, dan khusus untuk jalan – jalan protokol (lalu lintas padat dan kendaraan – kendaraan berat) harus dilindungi dengan plat baja.
11. Semua pemasangan fitting penyambungan pipa seperti tee, elbow / bend, dan sebagainya harus diberi blok – blok anker dari beton (beton campuran 1 : 2 : 3)
12. Setiap pekerjaan pemasangan pipa yang dihentikan pada waktu diluar jam – jam kerja, ujung – ujung pipa yang terakhir harus ditutup rapat untuk mencegah masuknya kotoran / benda – benda asing / air kotor ke dalam pipa.
13. Material yang digunakan untuk tutup ujung pipa tersebut harus bersih dan bebas dari minyak / oli / ter / aspal atau bahan – bahan minyak pelumas lainnya.
14. Semua ujung pipa yang terakhir yang tidak dilanjutkan lagi harus ditutup dan diberi penahan dari beton (campuran 1 : 2 : 3).

**f. Pemotongan Pipa**

Apabila benar – benar diperlukan, pemotongan pipa dapat dilakukan Pelaksana pekerjaan dengan persetujuan Direksi Proyek dan harus dilaksanakan dengan alat yang sesuai / khusus untuk jenis atau bahan pipa yang dipasang, agar benar – benar terjamin penyambungannya yang baik sesuai dengan syarat – syarat teknis / petunjuk dari pabrik pipa yang bersangkutan (misalnya pipa asbes cement dengan alat potong pipa khusus, kemudian dengan alat perapih ujung pipa – pipa galvanized iron dengan pemotong dan knie pipa dan sebagainya).

**g. Penyambungan Pipa**

Segala sarana yang perlu disingkirkan akibat penggalian pekerjaan pemasangan pipa, harus diperbaiki dan dikembalikan seperti keadaan dan kondisi semula. Biaya – biaya yang timbul akibat kerusakan tersebut menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

**5. Penyambungan Pipa**

**a. U m u m**

1. Penyambungan pipa–pipa dilaksanakan sesuai dengan petunjuk penyambungan pipa dari pabrik pembuat pipa, dan atau berdasarkan petunjuk – petunjuk dari Direksi Proyek.
2. Penyambungan pipa yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :
  - ❖ Pipa baja (steel) dengan sambungan mechanical joint, sambungan flens atau dengan las.
  - ❖ Pipa PVC dengan TS-Joint (untuk diameter kurang dari atau sama dengan 2") dan Rubber ring-joint (untuk diameter > 2").
  - ❖ Pipa GIP dengan ulir (untuk diameter kurang dari atau sama dengan 3") dan flens (untuk diameter > 3")

**b. Sambungan Pipa Mechanical Joint**

1. Sebelum pipa disambung, bagian luar ujung spigot dan bagian dalam dari socket harus bersih dari segala macam jenis kotoran, disikat dan dibersihkan dengan air.
2. Kemudian cincin karet pipa dimasukkan kedalam ujung spigot pipa dan gland distel sedemikian rupa kedalam socket pipa dan kemudian dibaut.
3. Pelaksanaan pembuatan pada sambungan pipa harus betul – betul menjamin kesempurnaan sambungan dengan memasukkan cincin karet secara tepat dan benar didalam socket, sehingga tidak akan memungkinkan timbulnya kebocoran – kebocoran air pada sambungan pipa.
4. Semua baut disekrup dan diputar dengan alat sampai putaran tertentu. Untuk semua pipa yang sudah disambung dan dibuat Pelaksana pekerjaan harus meminta persetujuan terlebih dahulu dari Direksi Proyek lapangan untuk diperiksa dan disetujui, kemudian pelaksanaan pengurugan kembali pada tiap – tiap sambungan baru dapat dilaksanakan.
5. Bila diinginkan jalur pipa yang agak melengkung, maka defleksi yang diizinkan untuk tiap – tiap sambungan pipa harus disetujui.

**c. Sambungan Flens**

1. Setelah Flens pipa sudah bersih permukaannya, kemudian dipasang dan dibaut dengan putaran secukupnya.
2. Baut – baut harus diputar dengan kunci – kunci yang sesuai sehingga dapat menjamin kesama rataan baut – baut pipa dengan kedudukan flens pipa, sehingga terdapat tekanan yang sama pada seluruh permukaan dari flens.

3. Sebelum baut dipasang, semua baut dan mur harus diberi gemuk dengan sempurna.

#### d. Sambungan Dengan Pengelasan

##### 1. U m u m

- ❖ Bila pekerjaan pengelasan dilaksanakan didalam parit, maka lebar galian perlu ditambah sehingga tukang las dapat bekerja dengan baik dan kedudukan pipa harus tetap stabil untuk memperoleh hasil pengelasan yang baik
- ❖ Bila pengelasan dilakukan diluar parit galian, maka jumlah pipa – pipa yang dilas harus sedemikian rupa, sehingga terdapat suatu panjang tertentu dari pipa yang dilas, dan cara penempatan pada posisi yang benar sehingga pada waktu pengelasan dan penurunan pipa kedalam parit galian, pipa tidak mengalami kerusakan.  
Dalam hal ini Pelaksana pekerjaan terlebih dahulu harus meminta persetujuan dari Direksi Proyek.
- ❖ Semua sambungan pipa yang sudah dilas harus ditest. Pengetesan dilaksanakan dengan cara *radiographic* atau dengan cara lain yang disetujui Direksi Proyek.

##### 2. Tukang Las

Pengelasan harus dilakukan tenaga – tenaga yang berpengalaman dalam bidangnya.

##### 3. Kawat Las

- ❖ Kawat las yang dipergunakan adalah jenis JIS 3211 atau semutu dan disetujui Direksi Proyek
- ❖ Kawat las yang lembab tidak dapat dipakai dan *kadar kelembaban harus kurang dari 2,5%* untuk kawat yang dapat memancarkan sinar (cahaya) dan 0.5% untuk kawat yang mengandung zat cair yang rendah.

##### 4. Mesin Las

Mesin las yang dapat dipakai harus disetujui oleh Direksi Proyek.

##### 5. Pembersihan dan Perbaikan Lapisan Pipa

- ❖ Sebelum sambungan pipa dilas, sepanjang pipa diperlukan bagian dalam dan luar pipa yang bersih. Pipa berdiameter 600 mm keatas lapisan dalam (lining) dan luar (coating) harus dibuka dengan cara hati – hati.
- ❖ Setelah dilas lapisan bagian dalam (lining) dan luar (coating) pipa dipasang kembali seperti semula dengan cara – cara menurut petunjuk dan peraturan – peraturan pabrik pipa.
- ❖ Untuk pipa baja diameter 500 mm kebawah, pembersihan dan perbaikan kembali hanya lapisan bagian luar (coating) saja.

**e. Sambungan Pipa u PVC dengan TS-Joint (dengan mempergunakan lem)**

1. *Bersihkan socket dan sphigot dengan bahan pembersih (cleaner).* Kemudian oleskan satu lapis lem secara merata dengan menggunakan kwas bersih pada permukaan socket dan spigot.  
Baik bahan pembersih maupun lem yang dipergunakan pada pekerjaan ini harus disetujui terlebih dahulu oleh Direksi.
2. Oleskan bahan perekat yang telah disetujui oleh Direksi pada permukaan pipa *secara membujur dan jangan secara melintang.*
3. Masukkan segera sphigot kedalam socket sampai sedalam socket itu, tahan posisi itu selama beberapa waktu yang cukup.
4. *Bersihkan mulut socket dari sisi bahan perekat yang mungkin ada.* Sesudah 2 – 3 menit, sambungan itu sudah menjadi kuat. Uji coba tekanan, baru dapat dilakukan setelah 24 jam kemudian.
5. Defleksi yang diizinkan untuk sambungan dengan lem ini, besarnya ditentukan sesuai dengan petunjuk pabrik dan atau petunjuk – petunjuk langsung dari Direksi.

**f. Penyambungan Pipa untuk PVC Rubberring**

1. Bersihkan socket, luar, ring karet dan ujung spigot dengan bahan pembersih (cleaner). Bagian yang bersphigot harus miring 15 derajat dari sumbu pipa dan masuk kedalam dari pipa yang harus ditandai. Pada saat itu ring karet ditekan hingga berbentuk hati dan masukkan kedalam alurnya.
2. Oleskan minyak pelumas (lubrikan) secara merata kira – kira setengah dari panjangnya sphigot.
3. Setelah kedua pipa benar – benar sejajar kedua bidangnya, dorong sphigot kedalam socket dengan gerakan memutar yang ringan.
4. Dorong sphigot sampai kedalam tanda yang sudah ditentukan sebelumnya.

5. Defleksi yang diizinkan untuk sambungan dengan rubberring ini, besarnya ditentukan sesuai dengan petunjuk pabrik dan atau petunjuk – petunjuk langsung.

**g. Sambungan Pipa Ulir**

1. Bersihkan bagian ulir luar dari ujung pipa dan bagian ulir dalam dari socket dengan sikat baja.
2. Balut bagian ulir luar tersebut dengan mempergunakan cellu tape yang sudah disetujui sebelumnya oleh Direksi.
3. Masukkan pipa tersebut secara hati – hati kedalam socket dengan cara memutar pipa / socket tersebut. Proses pemasukan pipa dengan socket tersebut dilakukan setelah posisi pipa – pipa dan socket tersebut benar – benar sejajar.
4. Defleksi pipa maksimum yang diperbolehkan disesuaikan dengan ketentuan pabrik pembuatannya atau Direksi Proyek.

**6. Pemasangan Expansion dan Flexible Joint**

- a. Setiap pemasangan Expansion dan Flexible Joint harus dipasang pada ketinggian yang tepat.
- b. Sebelum dipasang, ujung – ujung flens ataupun ujung coupling dari sambungan terlebih dahulu harus dibersihkan.

**7. Pemasangan Valve**

- a. Lokasi pemasangan valves dan valve boxes sesuai dengan gambar
- b. Surface Valves Boxes  
Surface Valve Boxes tidak boleh meneruskan guncangan atau tekanan kepada valve, jadi pemasangannya harus tepat dan lurus diatas valve. Penutup dari box tingginya harus sama dengan permukaan jalan aspal / tanah yang ada, atau memenuhi level dan ketinggian yang ditentukan oleh Direksi Proyek.
- c. Air Valve (Katup Udara)
  - Air Valve yang akan dipasang pada pipa baja dilaksanakan seperti tertera didalam gambar.
  - Pipa baja untuk kedudukan Air Valve terlebih dahulu dibalut dengan plat baja, setelah plat pembalut selesai dilas dengan pipa, baru valve dipasang.

Pada plat pembalut tersebut harus dibuat thread yang disetujui Direksi Proyek.

Air Valve harus dibuat dan dikunci dengan sempurna pada plat pembalut pipa sehingga kedap air.

## **8. Perlintasan Pipa**

Perlintasan pipa meliputi perlintasan pipa dengan jalan raya dan sungai serta jalan kereta api apabila ada, seperti yang terlihat dalam gambar.

Pelaksana pekerjaan hendaknya mendapatkan izin – izin yang diperlukan untuk membuat sambungan perlintasan dan biaya yang timbul untuk itu menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

### **a. Perlintasan Kali / Sungai**

1. Untuk pipa – pipa yang melintasi kali / sungai, bila mengizinkan, pipa – pipa digantungkan pada jembatan yang ada dengan konstruksi yang sederhana, yaitu dengan memakai gantungan dari besi plat yang dikuatkan pada gelagar jembatan. Pipa yang digunakan untuk perlintasan pipa adalah pipa baja.
2. Apabila tidak memungkinkan digantung pada jembatan yang ada, harus diadakan jembatan pipa tersendiri.

### **b. Jembatan Pipa**

#### **1. U m u m**

- ❖ Jembatan pipa direncanakan menggunakan pipa baja seperti terlihat pada gambar rencana
- ❖ Pelaksana pekerjaan harus mempersiapkan semua tenaga, alat-alat, dan perlengkapan–perlengkapan lainnya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan ini.
- ❖ Pemasangan jembatan – jembatan pipa tidak hanya melaksanakan pembuatan pondasi saja, akan tetapi sekaligus melaksanakan pemasangan pipanya dan penyambungan didalam tanah dengan pipa tanah dengan pipa yang berdekatan sesuai dengan petunjuk Direksi Proyek.
- ❖ Pelaksana pekerjaan harus memeriksa kembali semua ukuran – ukuran yang ada didalam gambar sesuai dengan hasil survey yang dilakukan sendiri dilapangan. Segala biaya yang timbul akibat pekerjaan ini menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.
- ❖ Data hasil penyelidikan tanah yang diperlukan untuk pemasangan jembatan pipa, dapat diminta Pelaksana pekerjaan dari Direksi Proyek.

- ❖ Pada tiap–tiap bentangan jembatan pipa, pipa – pipa yang dipasang harus berbentuk lengkungan. Bila tidak ditentukan lain, kemiringan lengkungan tersebut adalah 1 : 350 diambil dari as (pusat) bentangan dari tiap–tiap jembatan pipa.
- ❖ Ring support (klem pengamanan pipa) harus betul – betul dipasang pada setiap bantalan pier sebagaimana terlihat pada gambar.
- ❖ Klem pengaman pipa harus dibuat dari satu jenis baja sesuai dengan standard yang ditentukan. Setelah semua klem pengaman pipa dipasang pada posisi yang kehendaki kemudian dilas pada sekeliling pipa dan dicat.
- ❖ Pelaksana pekerjaan harus mempersiapkan kayu – kayu ataupun batang – batang kelapa melintasi sungai dengan lebar seperlunya untuk perancah pelaksanaan pemasangan pipa, penyambungan, pengelasan dan untuk pengecatan pipa.

Perancah tersebut dibuat harus dalam keadaan kuat, sehingga terjamin pelaksanaan yang aman waktu pemasangan pipa ataupun waktu pelaksanaan pemancangan pondasi tiang pancang (bila ada).

- ❖ Bila pemasangan pipa digantung pada jembatan yang ada, ataupun digantung pada bangunan – bangunan lain yang ada, persetujuan dari Pemilik atau Instansi yang berwenang mengenai rencana pelaksanaan penggantungan pipa pada bangunan – bangunan tersebut menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan dan biaya yang diperlukan menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

## **2. Shop Drawing (gambar kerja) dan Rencana Pelaksanaan**

Dari hasil survey lapangan dan pengecekan kembali, segala ukuran – ukuran dan hasil geologis data, Pelaksana pekerjaan harus mempersiapkan gambar – gambar kerja dan rencana pelaksanaan pemasangan jembatan pipa.

Sebelum melaksanakan pemasangan jembatan pipa, gambar yang menunjukkan semua ukuran – ukuran, detail pipa, pondasi abutment, tiang pancang dan perhitungan – perhitungan yang diperlukan harus diserahkan kepada Direksi Proyek untuk terlebih dahulu untuk diperiksa dan disetujui. Pelaksana pekerjaan tidak dibenarkan melaksanakan pemasangan jembatan pipa sebelum gambar kerja disetujui Direksi Proyek.

## **9. Pengurugan**

1. Pengurugan kembali bekas galian harus dilakukan tidak langsung kebagian pipa atau struktur.

2. Urugan baru dapat dilaksanakan, setelah pemasangan pipa selesai diperiksa dan disetujui oleh Direksi Proyek.
3. Bahan urugan tidak boleh mengandung benda – benda organis, seperti rumput – rumputan, akar – akar pohon dan lain sebagainya dan tidak merupakan bahan yang melar (non expansive), serta tidak mengandung benda keras / batu dengan diameter lebih besar dari 2 cm.
4. Semua pasir yang digunakan sebagai bahan urugan harus pasir alam yang komposisinya baik, tidak bergumpal – gumpal, bebas dari bara, abu, sampah atau bahan lainnya dan harus mendapat persetujuan dari Direksi Proyek.

Pada pasir urug tidak boleh terdapat lebih dari 10% (berat) tanah liat. Kelebihan pasir setelah pengurugan menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan dan harus diangkut jauh – jauh dan dibersihkan dari tempat pekerjaan sesuai dengan petunjuk Direksi Proyek.

Urugan pasir ini harus dipadatkan dengan cara memberi air pada tiap lapisan pasir urug.

5. Urugan tanah untuk pipa tiap – tiap pekerjaan harus diadakan selapis demi selapis, yang tiap – tiap lapis dipadatkan dan tanah urug yang digunakan harus bersih dari kotoran – kotoran organik dan lain – lain sebagainya.  
Tiap lapis urugan maksimum 30 cm.
6. Semua galian parit dibawah pipa harus diurug dengan pasir dari bagian bawah parit sampai sumbu pipa, urugan pasir ini kemudian dipadatkan. Tebal urugan pasir sesuai dengan gambar rencana.  
Pengurugan pasir untuk dasar pipa baru dinyatakan selesai setelah disetujui oleh Direksi Proyek, yaitu bila piel pipa sudah tepat pada tempatnya.
7. Pada bagian samping dan atas pipa / sambungan pipa / fitting harus diurug dengan pasir urug yang dipadatkan lapis demi lapis, setiap lapis urugan pasir tidak lebih dari 10 cm dan tebal urugan pasir sesuai dengan gambar.
8. Pengurugan lapisan tanah dilakukan lapis demi lapis sampai permukaan yang direncanakan. Ketebalan tiap lapis tidak lebih dari 20 cm.

Urugan tanah untuk pemasangan pipa baru dilaksanakan setelah pengurugan pasir sekeliling pipa yang dipasang telah selesai disetujui Direksi Proyek.

9. Pengurugan tanah tidak boleh dilakukan pada tempat – tempat sambungan pipa, sambungan fitting dan tempat – tempat lain yang ditentukan Direksi Proyek sebelum pengujian pemasangan dinyatakan disetujui Direksi Proyek.

Bila sebelum pengujian pipa, ada bagian – bagian yang harus diurug untuk kepentingan lalu lintas ataupun untuk keperluan lain, Pelaksana pekerjaan harus melaksanakan sesuai dengan petunjuk Direksi Proyek.

## **10. Perbaikan Kembali**

Pelaksana pekerjaan berkewajiban serta bertanggung jawab untuk perbaikan kembali seperti keadaan / konstruksi semula (sebelum pemasangan pipa) dengan konstruksi dan kualitas yang minimal harus sama, untuk semua bangunan dan konstruksi lainnya yang rusak oleh rekanan akibat pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa, antara lain :

- Jalan aspal harus kembali beraspal
- Jalan batu harus kembali berbatu
- Trotoir beton harus kembali berbeton
- Bidang tanah berumput / tanaman – tanaman yang rusak harus kembali berumput / tanaman – tanaman seperti semula
- Dan lain – lain yang dijumpai selama pelaksanaan pekerjaan

Biaya yang timbul akibat perbaikan ini adalah tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

Setelah pemasangan pipa, sisa – sisa tanah / material bekas galian / urugan harus diangkut dan dibuang ke tempat yang disetujui Direksi Proyek sehingga bersih / rapi dan biaya yang timbul untuk pekerjaan ini adalah tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

## **11. Pengetesan Pipa**

### **a. U m u m**

1. Pipa yang telah dipasang harus dites / diuji persambungannya, untuk mengetahui apakah penyambungan pipa sudah dilakukan dengan sempurna.
2. Pengetesan pipa dilaksanakan harus dengan sepengetahuan dan disaksikan Direksi Proyek. Pengetesan ulang harus dilaksanakan kembali bila hasil pengetesan belum mendapat persetujuan Direksi Proyek.

Bila tidak ditentukan lain, maka semua biaya yang timbul akibat pekerjaan pengetesan ini menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

3. Pada prinsipnya pengetesan dilakukan dengan cara bagian demi bagian dari panjang pipa, dengan panjang pipa untuk tiap kali pengetesan tidak lebih dari 400 m.
4. Pengetesan pipa harus dilakukan dengan tekanan minimal 20 (dua puluh) atmosfer atau dua kali tekanan kerja pipa, dan apabila selama 1 (satu) jam tekanan tidak berubah atau turun, test dinyatakan berhasil dan dapat diterima.

5. Pengetesan untuk jenis pipa *asbest cement* harus diisi air terlebih dahulu selama 24 jam sebelum test dilakukan.
6. Pengetesan untuk jenis pipa PVC dengan sambungan “sovent cement” baru boleh dilakukan paling cepat 24 jam setelah penyambungan pipa yang terakhir (untuk bagian pipa yang akan ditest)
7. Pengetesan dapat dilaksanakan dengan cara – cara sebagai berikut :
  - ❖ Hydrostatic pressure test
  - ❖ Leakage test
8. Segala biaya untuk pengujian ini, menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan

## **b. Hydrostatic Pressure Test**

### **1. U m u m**

- ❖ Setelah pipa dipasang dan sebagian telah diurug, pada pipa tersebut harus dilakukan pengujian tekanan hidrostatik (*Hydrostatic pressure test*)
- ❖ Semua peralatan yang diperlukan untuk pengujian ini disediakan oleh Pelaksana pekerjaan, cara – cara pelaksanaan pengujian harus mendapat persetujuan Direksi Proyek.

### **2. Pelaksanaan Pengujian**

- ❖ Sebelum dilaksanakan pengujian, semua udara harus dikeluarkan dari dalam pipa dengan cara mengisi pipa dengan air sampai penuh. Bila pada jalur pipa yang diuji tidak terdapat valve pembuangan udara (air valve), Pelaksana pekerjaan dapat memasang kran pembuang udara pada tempat yang disetujui Direksi Proyek

Setelah udara habis terbang dari dalam pipa, kran pembuang udara ditutup rapat – rapat dan kemudian pengujian dapat dilakukan.

- ❖ Saat – saat dilakukan pengujian, semua kran – kran harus dalam keadaan tertutup.
- ❖ Lama pengujian dilaksanakan minimum 60 menit.

### **3. Hasil Pengujian**

Pada waktu pengujian, semua sambungan pipa, fittings maupun perlengkapan lainnya harus diuji / ditest pada galian parit yang terbuka (belum diurug). Bila kelihatan ada kebocoran – kebocoran pada sambungan – sambungan tersebut

maka sambungan tersebut harus diperbaiki sehingga tidak terdapat kebocoran pada tempat sambungan tersebut.

Bila ada pipa – pipa, sambungan pipa, fittings dan perlengkapan pipa lainnya yang retak ataupun rusak pada waktu pengujian tersebut, maka pipa, sambungan pipa, fitting dan perlengkapan tersebut harus diganti dengan yang baru dan pengetesan pipa harus diulang kembali.

### **c. Pengujian Kebocoran (Leakage Test)**

- ❖ Pengujian kebocoran harus dilaksanakan setelah pengujian tekanan hidrostatic selesai dilaksanakan dan disetujui Direksi Proyek.
- ❖ Pelaksana pekerjaan harus mempersiapkan semua peralatan - peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan pengujian kebocoran.
- ❖ Lamanya pengujian untuk tiap – tiap kali pengujian adalah 2 jam, dan selama pengujian pipa – pipa harus tetap menunjukkan tekanan normal 10 kg/cm<sup>2</sup>.
- ❖ Hasil pengujian dianggap baik dan akan disetujui Direksi Proyek bila memenuhi standard pengujian kebocoran untuk tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup>
- ❖ Bila hasil pengujian tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan, Pelaksana pekerjaan dengan biaya sendiri harus memperbaiki kebocoran – kebocoran pada sambungan – sambungan pipa sampai hasil pengujian kebocoran memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

## **12. Pengurasan Pipa**

Pelaksana pekerjaan harus mencuci semua pipa yang sudah selesai dipasang. Air yang dipakai untuk mencuci pipa tersebut adalah air bersih (potable) yang disetujui Direksi Proyek.

Pengurasan dilaksanakan mulai dari hulu pipa yang sudah dipasang dan dibuang ke saluran – saluran drainase, secara berangsur – angsur segala kotoran – kotoran yang ada didalam pipa dibersihkan.

Lamanya pelaksanaan pengurasan akan ditentukan Direksi Proyek

## **13. Desinfeksi**

- a. Setelah semua pipa terpasang dan dikuras, semua pipa – pipa tersebut seluruhnya didesinfeksi oleh Pelaksana pekerjaan.  
Pekerjaan desinfeksi tidak dapat dilaksanakan tanpa ada persetujuan dari Direksi Proyek
- b. Air dan bahan – bahan kimia yang dipakai untuk desinfeksi menjadi tanggung jawab Pelaksana pekerjaan.

- c. Desinfeksi didalam pipa dilakukan dengan mengisi air yang dicampur dengan *chloor* sebanyak 10 mg/liter kedalam pipa.
- d. Setelah 24 jam, sisa *chloor* harus diperiksa dan bila dari hasil pemeriksaan tersebut ternyata *sisa chloor lebih dari 5 mg/liter berarti pekerjaan desinfeksi tersebut sudah memenuhi persyaratan.*
- e. Bila dari hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan sisa *chloor* kurang dari 5 mg/liter, maka *chloor* harus ditambah dan dicampur dan selanjutnya ditunggu selama 24 jam lagi dan pemeriksaan dilakukan kembali. Demikian seterusnya *sampai sisa chloor lebih dari 5 mg/liter*

#### **14. Pengecatan**

- a. Semua pipa baja yang terbuka terhadap udara, harus diberi dua lapisan cat dasar setelah dipermukaan pipa terlebih dahulu dibersihkan dan sudah kering.
- b. Semua sambungan pipa baja yang pengelasannya dilaksanakan dilapangan, maka setelah selesai dilas bagian lapisan dalam dan luar harus diperbaiki kembali. Bagian pipa yang sudah diperbaiki tersebut, harus dilapisi kembali dengan ter ataupun cat dasar meni merah seperti sebagaimana keadaan semula.

## **PEMASANGAN PIPA DI BANGUNAN DAN HALAMAN**

### **JARINGAN AIR BERSIH DALAM BANGUNAN**

1. Jaringan air bersih dilengkapi dengan katup pengaman beserta bak pengontrolnya untuk jaringan distribusi yang masuk kedalam bangunan
2. Jaringan pipa baja galvanize yang tertanam dalam tanah dipasang pada kedalaman minimum 60 cm untuk diameter 4" dan yang lebih besar, dan pada kedalaman minimum 49 cm untuk diameter 3" dan yang lebih kecil. Pipa – pipa tersebut diberi pondasi untuk tumpuan, tersebut dari pasangan pondasi 1 pc : 3 ps : 3 kr pada setiap jarak 3 m dan pada sambungan – sambungan dan belokan – belokan.
3. Jaringan utama pipa baja galvanize (G.I.P) tegak dipasang melalui "shaft" yang disediakan, jaringan pembagi yang melalui dinding – dinding harus tertanam pada / dalam lapisan plesteran.
4. Jaringan pipa baja galvanize (G.I.P) yang tegak lurus dan yang tergantung dalam bangunan dipasang dengan klem – klem / angker baut setiap jarak 2 m yang tertanam kuat pada bangunan.

### **JARINGAN AIR KOTOR DALAM BANGUNAN**

1. Untuk saluran air kotor juga digunakan pipa PVC dengan ketebalan 5 mm dari merk "Pralon", produksi Dalam Negeri. Pemilihan salah satu merk produksi adalah mengikat untuk seluruh proyek.
2. Jaringan – jaringan harus dilengkapi dengan pipa hawa (vent) sesuai gambar. Pipa hawa harus dipasang sekurang – kurangnya 25 cm dari muka banjir alat sanitari tertinggi, dengan kemiringan 2 %.

Pipa hawa yang menembus atap harus dibuat tahan cuaca, ujung atas terletak 15 cm diatas muka atap.

Untuk vent pipa dipakai pipa PVC.

3. Sambungan – sambungan pipa PVC memakai sistim "Sphigot" atau sistim susuk dengan perekat solvent sement.

4. Sambungan – sambungan pipa tanah harus diberi penguat pondasi pasangan bata ( 1 pc : 2 ps ) sampai kuat yang menyelimuti sekeliling pipa dan kemudian diselimuti pasir urug.
5. Kemiringan jaringan pipa – pipa mendatar untuk air kotor (dan air hujan) adalah 1 – 2 % .

### **BAK KONTROL UNTUK AIR HUJAN DAN AIR LIMBAH**

1. Bak – bak kontrol dibuat dengan bentuk, ukuran seperti gambar, terbuat dari bata 1 pc : 2 ps atau beton menurut gambar, dengan kedalaman sesuai kebutuhan, diplester ke dalam, ditutup dengan plat beton atau grill besi strip dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan gambar untuk itu.
2. Permukaan bak kontrol adalah sama dengan permukaan rumput, lantai atau bidang lainnya.
3. Grill besi terbuat dari besi strip 50,5 mm, disusun berjejer setiap 3 cm, diberi bingkai besi siku 50.50.5 ditengah diberi batang pengikat untuk besi strip terbuat dari besi diameter ¼ " secukupnya.

### **SISTIM GANTUNGAN**

1. Seluruh jaringan air bersih baik horizontal, vertical maupun yang tergantung harus diklem ke tembok atau ceiling dengan klem yang cukup kuat minimal sejarak 1 meter.
2. Dalam sistim air kotor, seluruh jaringan tegak harus diklem dengan kuat minimal sejarak 2 meter, sama halnya dengan yang datar, dimana jaringan datar harus diberi kemiringan 5 – 10 %.
3. Untuk talang air hujan sama dengan sistim jaringan air bersih.
4. Untuk pipa tanah septic tank tidak diperlukan penggantung.

### **SALURAN AIR HALAMAN**

1. Bahan yang digunakan pasir, kerikil, semen, batu kali dan besi beton grill. Bahan – bahan tersebut haruslah baik, tidak cacat atau rusak dan telah disetujui oleh Direksi.
2. Pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan gambar dan syarat – syarat yang ditentukan dalam pekerjaan pemasangan lainnya.

## **PEKERJAAN SEPTIC TANK DAN SALURAN**

1. Septic dibuat dari beton bertulang menurut gambar – gambar untuk itu, beton yang harus dipakai adalah beton kedad air ( 1 pc : 1,5 ps : 2,5 kr ) sesuai dengan spesifikasi untuk itu.
2. Bagian atas dari Septic Tank diberi beton bertulang menurut PBI '71 diperhitungkan beban atasnya 300 kg/m<sup>2</sup>. Diberi tempat untuk memeriksa yang ditutup dengan beton plat yang diberi pengangkat, dan diberi pipa hawa dari pipa besi diameter 2".
3. Bentuk, ukuran Septic Tank dan kedalamannya dibuat sesuai dengan gambar untuk itu dan menurut instruksi dari Direksi Lapangan.
4. Setelah Septic Tank jadi, dipasang pipa limpahan tidak berlubang sepanjang 2 m kemudian disambung dengan pipa rembesan dari pipa tanah liat bakar sepanjang minimum 4,00 m dan bagian bawah dari pipa rembesan diberi lapisan injuk, pasir batu kali belah / batu karang ; satu sama lainnya sesuai gambar untuk itu.

## **VII. PEKERJAAN SALURAN AIR BERSIH**

1. Pemasangan pipa air bersih dan kran–kran pada semua keperluan Sanitari dilaksanakan untuk pipa air bersih yang diambil dari saluran induk yang ada dengan pipa 1" sedang untuk saluran pembagi dengan pipa ¾".
2. Kran – kran air dipergunakan produksi dengan kualitas yang baik.
3. Penyambungan dan instalasi air dalam, sampai ke reservoir atau saluran bersih yang ada lengkap dengan stop kran dan bak meternya disesuaikan dengan gambar.
4. Pemasangan harus dengan rapi dikerjakan, sehingga tidak mengalami kebocoran.

DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA

ttd

CUCUK SURYO SUPROJO

NIP : 120089499

SALINAN sesuai dengan aslinya  
Kepala Bagian Hukum  
Ditjen Hubud

E.A SILOOY  
NIP.120108009

