

## BAB III SISTEM PERPIPAAN

Sistem perpipaan merupakan salah satu metode yang paling efisien jika dibandingkan dengan kapal tangker atau *truck* untuk mengantarkan fluida dengan jumlah volume yang besar. Definisi dari sistem perpipaan itu sendiri adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (*equipment*) dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung.

Komponen sistem perpipaan secara umum terdiri dari :

1. Pipa
2. *Fitting*(*elbow, reducer, tee, flange*, dll).
3. Instrumentasi (peralatan untuk mengukur dan mengendalikan parameter aliran fluida, seperti temperatur, tekanan, laju aliran massa, level ketinggian, dll).
4. Peralatan atau *equipment* (penukar kalor, bejana tekan, pompa compressor, dll).
5. Penyangga pipa (*pipe support dan pipe hanger*).
6. Komponen khusus (*strainer, drain, vent*, dll).

### 3.1. Perpipaan ( *Piping* )

*Piping* atau perpipaan adalah benda yang digunakan untuk mengalirkan berbagai jenis fluida. Lebih detail lagi, *pipe* atau pipa adalah suatu sistem yang terintegrasi dengan yang lainnya dari satu dengan lainnya yang difungsikan untuk mentransportasikan fluida dari lokasi satu dengan lokasi lainnya. Adapun sistem pengaliran fluida dilakukan dengan metode gravitasi maupun dengan sistem aliran bertekanan. (sumber:<http://pipingbloging.wordpress.com>).

Pipa baja dan pipa besi adalah kedua jenis pipa yang paling banyak dipergunakan terutama pada industri-industri perminyakan. Secara umum pipa dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu jenis pipa berdasarkan fabrikasinya (berdasarkan API 5L) dan jenis pipa berdasarkan jalur perpipaannya..

### 3.1.1. Jenis pipa berdasarkan fabrikasinya (berdasarkan API 5L)

1. *Seamless pipe* : sebuah proses dari membentuk pipa dari plat panas dan tidak menggunakan proses las.
2. *Continous welding* : sebuah proses pembentukan plat lembaran dengan proses pemanasan dan penekanan ujung masing-masing plat kemudian kedua ujung plat itu dilas memanjang.
3. *Electric welding* : sebuah proses pembentukan pipa dengan induksi elektromagnetik dari las. Dimana kedua ujung plat yang akan dilas terlebih dahulu dilakukan proses penekanan.
4. *Laser welding* : sebuah proses pengelasan yang menggunakan sinar laser untuk menyambung ujung-ujung plat yang akan dibuat menjadi pipa.
5. *Submerged-arc welding* : sebuah proses penggabungan plat menggunakan pengelasan bunga api listrik.
6. *Gas metal-arc welding* : sebuah proses penggabungan plat dengan memanaskan plat tersebut dengan busur api listrik diantara konsumsi elektroda yang terus berlangsung.

### 3.1.2. Jenis pipa berdasarkan jalur perpipaannya

1. Jalur pengumpul : jalur pipa untuk menyalurkan fluida atau gas dari sumur-sumur pengeboran ke stasiun pengumpul, biasanya beroperasi dengan tekanan rendah.
2. Jalur transmisi : jalur untuk menyalurkan fluida atau gas dari stasiun pengumpul ke fasilitas pemrosesan atau tangki pengumpul dan mempunyai tekanan 16 bar-75 bar.
3. Jalur distribusi : jalur untuk menerima fluida atau gas dari jalur transmisi dan mendistribusikan ke konsumen dan mempunyai tekanan antara 0,3 bar - 16 bar.

### 3.1.3. Material pipa

Kondisi-kondisi yang harus diwaspadai oleh seorang analisis tegangan pipa :

1. Analisis harus memberi perhatian lebih pada temperatur lokasi/lingkungan sekitar jalur pipa karena perubahan temperatur yang drastis sangat mempengaruhi performa dari material pipa jika pipa berada diatas permukaan tanah.
2. Harus mengetahui code dan standar material-material pipa.

Material-material pipa secara umum adalah *carbon steel*, *carbon moly*, *galvanees*, *ferro nikel*, *stainless steel*, *PVC* (paralon), *chrome moly*, *viber glass*, *aluminum* (aluminium), *wrought iron* (besi tanpa tempa), *copper* (tembaga), *red brass* (kuningan merah), *nickel copper=monel* (timah tembaga), *nickel chrom iron= inconel* (besi timah *chrom*).

Dalam industri, material pipa yang paling umum digunakan adalah *carbon steel*. *Carbon steel* (baja karbon) adalah material logam yang terbentuk dari unsur utama Fe dan unsur kedua yang berpengaruh pada sifat sifatnya adalah karbon, maksimum kandungan karbon pada baja karbon hingga kira-kira 17%. Sedangkan unsur lain yang berpengaruh menurut prosentasenya. Kandungan minimum pada baja karbon adalah *chrom* (Cr), *nikel* (Ni), *molybdenum* (Mo) dimana unsur ini akan menambah kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap korosi.

Secara umum sifat baja ditentukan oleh kandungan C. Berdasarkan kandungan C dan unsur-unsur lainnya, maka dikenal :

#### 1. *Low carbon steel*

Baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3%C. baja karbon rendah mudah di-*machining* dan dilas, keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi keuletannya sangat rendah dan aus.

#### 2. *High carbon steel*

Baja karbon tinggi adalah baja yang mengandung kandungan karbon 0,6%C-1,7%C dan memiliki tahan panas yang tinggi, kekerasan tinggi namun keuletannya rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik paling tinggi dan banyak di gunakan untuk material *tools*.

### 3. Alloy steel

Menurut muhd. Amin Nasution(Amanto,1999), baja paduan di definisikan sebagai suatu baja yang dicampur satu atau lebih unsur campuran *seperti nikel, mangan, molybdenum, chromium, vanadium, dan wolfram* yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya.

### 4. Low and intermediate allow steel

Baja ini digunakan untuk pemakaian temperatur tinggi dispesifikasikan oleh ANSI B31.1 dengan kandungan logam utamanya adalah *chrom (Cr)* dan *molybdenum (Mo)*.

### 5. Austenite stainless steel

Baja *Austenite stainless steel* adalah baja yang mempunyai kandungan *nikel (Ni)* dan baja ini tahan terhadap korosi serta temperature tinggi.

(sumber) Universitas Pendidikan Indonesia-Perpustakaan.

#### 3.1.4. Standarisasi pipa

Ukuran, berat, diameter, *schedule*, ketebalan, dan toleransi telah distandarkan dari berbagai tipe dan material pipa. Beberapa organisasi dan lembaga telah mengembangkan standar tersebut, misalnya *American Society Of Mechanical Engineer (ASME/ANSI)*, *American Petroleum Institute (API)*, *American Society of Testing Materials(ASTM)*, *Japanese Industrial Standard(JIS)* dan sebagainya.

Berikut ini contoh code dan standar pipa :

1. ASME SA-106 : *specification for seamless carbon steel pipe for high temperature service.*
2. ASME SA-333 : *specification for seamless and welded steel pipe for low temperature service.*
3. ASME SA-312 : *specification for seamless and welded austenitic stainless steel pipe.*
4. API 5L : *specification for line pipe.*

### 3.1.5 Industrial material

Beberapa material pipa dan aplikasinya dapat dilihat pada tabel berikut.

**Table 3.1. Material perpipaan dan aplikasinya**

No	Spesifikasi	Produk	Range NPS	Aplikasi
1	ASTM A-53	Seamless / Welded	1/8" – 26"	Ordinary use in gas, air, oil, water, steam
2	ASTM A- 106	Seamless	1/8" – 48"	High-temperature service (steam, water, gas, etc.)
3	ASTM A- 369	Forged & Bored	Custom	High-temperature service
4	ASTM A- 335	Seamless	Custom	High-temperature service
5	ASTM A- 333	Seamless / Welded	1/8" & larger	Service requiring excellent fracture toughness at lowtemperature
6	ASTM A- 671	EFW (Electric Fussion Welded)	16" and larger	Low-temperature service
7	ASTM A- 672	EFW (Electric Fussion Welded)	16" and larger	Moderate- temperature service
8	ASTM A- 691	EFW (Electric Fussion Welded)	16" and larger	High-temperature service
9	ASTM A- 312	Seamless / Welded	1/8" & larger	Low to High- temperature and corrosive service
10	API 5L	Seamless / Welded		Line pipe, refinery, and transmission service

Semua material yang digunakan dalam industri (misal : pembangkit listrik *power piping*, ANSI B31.1) didefinisikan oleh ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan ASME (*American Society of Mechanical Engineer*). Ketentuan yang diatur oleh ASTM (*American Society for Testing and Material*)

meliputi : komposisi kimia, sifat mekanik, finishing, dan test yang diperlukan terhadap material.

Spesifikasi yang diatur oleh ASME adalah identik dengan ASTM, tetapi ASME lebih ketat karena untuk pemakaian yang kritis dan biasanya diperlukan ASME Stamp. Sebagai contoh untuk material A 106 (ASTM) akan menjadi SA 106 (ASME). Contoh penggunaan material dan standar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Beberapa material pipa dan komponen-komponen pipa yang umum digunakan sesuai dengan sistem perpipaan menurut *code* ANSI B31.1, B31.3, dan B31.4 dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.2. Material perpipaan yang umum digunakan.**

No	Commodity	B31.1 (Power Piping)	B31.3 (Process Piping)	B31.4 (Liquid Fuel Transp. Piping)
1	Pipe	ASTM A 106	ASTM A 53 API 5L	ASTM A 53 API 5L API 5L X
2	Pipe (Low Temp)	ASTM A 333 Gr.6	ASTM A 333 Gr.6	ASTM A 333 Gr.6
3	Pipe (High Temp)	ASTM A 106	ASTM A 106	ASTM A 106
4	Bolting	ASTM A 193 B7	ASTM A 193 B7 ASTM A 320	ASTM A 193 B7 ASTM A 320
5	Nut	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H
6	Fittings	ASTM A 234 WPB	ASTM A 234 WPB	
7	Fittings (Low Temp)	ASTM A 420 WPL6	ASTM A 420 WPL6	ASTM A 420 WPL6
8	Fittings (High Temp)	ASTM A 234 WPB ASTM A 216 WCB	ASTM A 234 WPB ASTM A 216 WCB	ASTM A 234 WPB
9	Flanges	ASTM A 105 ASTM A 181 ASME B16.5	ASTM A 105 ASTM A 181 ASME B16.5	ASTM A 105 ASTM A 181 ASME B16.5
10	Flanges (Low Temp)	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2
11	Flanges (High Temp)	ASTM A 105 ASTM A 181 ASTM A 216 WCB	ASTM A 105 ASTM A 181 ASTM A 216 WCB	ASTM A 105 ASTM A 216 WCB
12	Valves	ASTM A 105 ASME B16.34	ASTM A 105 API 600	API 6D API 600
13	Valves (Low Temp)	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	
14	Valves (High Temp)	ASTM A 216 WCB	ASTM A 216 WCB	

### 3.1.6. NPS (*Nominal pipe size*), diameter, *schedule*, dan ukuran tebal pipa.

Pipa diidentifikasi dengan NPS (*Nominal pipe size*) dan nomor *Sch* (*Schedule*). NPS menunjukkan diameter nominal pipa dalam satuan *inchi*. NPS bukanlah diameter dalam (ID) maupun diameter luar (OD).

NPS dimaksudkan untuk memudahkan dalam penentuan ukuran pipa dan dalam perdagangan (pembelian pipa). *Schedule* pipa menunjukkan ukuran ketebalan dinding pipa. Untuk suatu NPS tertentu ukuran diameter luar (OD) adalah sama yang berbeda adalah diameter dalam (ID) yang tergantung dari nomor *schedule*-nya.

Tebal dinding pipa didefinisikan atau ditunjukkan dengan:

1. Nomor *schedule* ( Standard ANSI atau ASME )
2. *API designation* ( Standard API )
3. *Manufacturer's weight* ( Standard ASTM )

Ukuran tebal dinding pipa menurut beberapa standar adalah sebagai berikut :

1. Standard ANSI atau ASME  
No. *Schedule* : 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160
2. Standard ASTM (*Manufacturer's Weight*)  
*Schedule* STD (*standard*), XS (*extra strong*), XXS (*double extra strong*)
3. Standard API  
nilai *schedule* menurut API dapat dilihat dalam gambar berikut.  
Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Table 3.3.





Untuk melihat ukuran, diameter, dan ketebalan dapat dilihat pada Tabel

3.4.

**Tabel 3.4. Ketebalan dinding (untuk alat penyambung dan pipa)**

Nominal Pipe Size	Nominal Outside Diameter	NOMINAL INSIDE DIAMETER													Nominal Pipe Size			
		Sched. 10	Sched. 20	Sched. 30	STD. WALL	Sched. 40	Sched. 60	EX. STG.	Sched. 80	Sched. 100	Sched. 120	Sched. 140	Sched. 160	XX STG.				
1/2	0.840	.674	—	—	.622	.622	—	.546	.546	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3/4	1.050	.884	—	—	.824	.824	—	.742	.742	—	—	—	—	.464	.252	—	—	—
1	1.315	1.097	—	—	1.049	1.049	—	.957	.957	—	—	—	—	.612	.434	—	—	—
1 1/4	1.660	1.442	—	—	1.380	1.380	—	1.278	1.278	—	—	—	—	.815	.599	—	—	—
1 1/2	1.900	1.682	—	—	1.610	1.610	—	1.500	1.500	—	—	—	—	1.160	.896	—	—	—
2	2.375	2.157	—	—	2.067	2.067	—	1.939	1.939	—	—	—	—	1.338	1.100	—	—	—
2 1/2	2.875	2.635	—	—	2.469	2.469	—	2.323	2.323	—	—	—	—	1.687	1.503	—	—	—
3	3.500	3.260	—	—	3.068	3.068	—	2.900	2.900	—	—	—	—	2.125	1.771	—	—	—
3 1/2	4.000	3.760	—	—	3.548	3.548	—	2.900	2.900	—	—	—	—	2.624	2.300	—	—	—
4	4.500	4.260	—	—	4.026	4.026	—	3.826	3.826	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	5.563	5.295	—	—	5.047	5.047	—	4.813	4.813	—	—	—	—	3.438	3.162	—	—	—
6	6.625	6.357	—	—	6.065	6.065	—	5.761	5.761	—	—	—	—	4.313	4.063	—	—	—
8	8.625	8.329	8.125	8.071	7.981	7.981	7.813	7.625	7.625	7.437	7.187	7.001	6.813	6.675	6.675	—	—	—
10	10.750	10.420	10.250	10.136	10.020	10.020	9.750	9.750	9.562	9.312	9.062	8.750	8.500	8.750	8.750	—	—	—
12	12.750	12.390	12.250	12.090	12.000	11.938	11.626	11.750	11.374	11.062	10.750	10.500	10.126	10.750	10.750	—	—	—
14	14.000	13.500	13.376	13.250	13.250	13.124	12.812	13.000	12.500	12.124	11.812	11.500	11.188	—	—	—	—	—
16	16.000	15.500	15.376	15.250	15.250	15.000	14.688	15.000	14.312	13.938	13.562	13.124	12.812	—	—	—	—	—
18	18.000	17.500	17.376	17.124	17.250	16.876	16.500	17.000	16.124	15.688	15.250	14.876	14.438	—	—	—	—	—
20	20.000	19.500	19.250	19.000	19.250	18.812	18.376	19.000	17.938	17.438	17.000	16.500	16.062	—	—	—	—	—
22	22.000	21.500	—	—	21.250	—	—	21.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	24.000	23.500	23.250	22.876	23.250	22.624	22.062	23.000	21.562	20.938	20.376	19.876	19.312	—	—	—	—	—
26	26.000	—	—	—	25.250	—	—	25.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	30.000	29.376	29.000	28.750	29.250	—	—	29.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	36.000	35.376	35.000	34.750	35.250	34.500	—	35.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	40.000	—	—	—	39.250	—	—	39.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	42.000	—	—	—	41.250	—	—	41.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	48.000	—	—	—	47.250	—	—	47.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(Sumber: David R Sherwood, 1973)

**3.1.7 Penentuan rating pipa**

Penentuan rating pips ditentukan berdasarkan ketebalan pipa/nomor schedule. Penentuan tebal pipa minimum adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S_a} + A \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

- t = Tebal dinding pipa minimum yang dibutuhkan (inchi)
- P = Tekanan internal (lb/in<sup>2</sup>, psig)

$S_a$  = Tegangan ijin material *basic allowable stress* (lbf/in<sup>2</sup>, psi)

A = *Allowance* (untuk *corrosion allowance*, A=1/8")

### 3.2. Komponen Sistem Perpipaan

#### 3.2.1. *Fitting*

*Fitting* merupakan komponen sistem perpipaan yang memungkinkan perubahan arah jalur pipa, perubahan diameter jalur pipa dan percabangan pipa.

*Fitting* berfungsi untuk penyambungan, baik pipa dengan pipa, pipa dengan *fitting*, dan pipa dengan peralatan. *Fitting* merupakan komponen pipa yang terdiri dari :

- Elbow
- Reducer
- Cross
- Coupling
- Flange
- Union
- Bend & Mitter Bend
- Tee
- Swage
- Olet (penguat sambungan cabang)
- Cap / Closure
- Insert

Jenis *fitting* dapat digolongkan secara umum berdasarkan metode penyambungan yang menyatakan jenis ujung *fitting* tersebut. Metode penyambungan dapat digolongkan menjadi :

#### 1. Pengelasan ujung (*Butt-Welding*)

Sambungan jenis las ujung ini mempunyai karakteristik dan fungsi sebagai berikut :

- Digunakan pada tekanan operasi tinggi.
- Sambungan tahan bocor.
- Digunakan untuk jalur pipa NPS 2" dan lebih besar.
- Ketahanan terhadap getaran dan momen bending yang tinggi.
- Digunakan untuk kebanyakan perpipaan proses, *utility*, dan servis.
- Kelemahannya setelah dilakukan pengelasan pada ujung *fitting*, logam las dapat menetes dan tertinggal dalam pipa dan mempengaruhi aliran.

#### 2. Ujung *fitting* jenis *socket*, dan di las (*Socket-Welding*)

- Digunakan pada tekanan operasi tinggi.

- Sambungan tahan bocor (baik digunakan untuk penanganan jenis-jenis fluida berbahaya).
- Digunakan untuk jalur pipa NPS 2" dan lebih kecil.
- Mudah dalam pemasangan, sisa logam tidak tertinggal didalam jalur pipa.
- Ketahanan terhadap getaran dan momen bending kurang.
- Umumnya digunakan pada jalur *transport* material yang mudah terbakar, beracun dan mahal.
- Terdapat sedikit celah sambungan yang dapat menjebak cairan yang dapat menyebabkan korosi celah (*creive corrosion*).

### 3. Ujung *fitting* berulir (*Screwed/Threaded*)

- Digunakan pada tekanan operasi rendah.
- Sambungan kurang tahan bocor (tidak baik untuk fluida yang beracun, bersifat radioaktif, dan yang mudah terbakar).
- Digunakan untuk jalur pipa dengan NPS 2" dan lebih kecil.
- Mudah dalam pemasangan.
- Ketahanan terhadap getaran dan momen bending kurang.
- Digunakan pada pipa *service* dan pipa proses.
- Mudah dibuat dari pipa dan *fitting* lain di *on-site* (lapangan).
- Dapat meminimalkan terjadinya kebocoran saat pemasangan perpipaan pada daerah yang terdapat gas atau cairan yang mudah terbakar.
- Kekuatan pipa berkurang karena sebagian tebal dinding digunakan untuk pembuatan ulir.

#### 3.2.1.1. Penentuan *rating*/kelas *fitting* jenis sambungan ujung (*butt-welding*)

Untuk *fitting* dengan sambungan ujung *Butt-Welding* tekanan atau *schedule* menyesuaikan dengan *rating*/kelas pipanya. Misalnya pada jalur dengan pipa NPS 4" Sch STD, maka untuk *fitting* juga menggunakan 4" dan Sch STD.

### 3.2.1.2. Penentuan *rating*/kelas *fitting* jenis *socket-welded* dan *threaded*

*Fitting* jenis sambungan ujung *socket-welded* mempunyai *rating* tekanan : 3000, 6000, dan 9000. *Fitting* dengan jenis sambungan ujung berulir (*threaded/screwed*) mempunyai kelas/*rating* tekanan : 2000, 3000, dan 6000.

Hubungan praktis antara *schedule* pipa dengan *rating*/kelas untuk *fitting* berjenis sambungan ujung diulir (*threaded/screwed*) dan jenis sambungan ujung *socket welded*, yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3.5.** Hubungan sambungan *socket-welded* dan *threaded*

Pressure Class	2000	3000	6000	9000
Socket-Welded <i>Fitting</i>	-	80 / XS	160	XXS
Threaded <i>Fitting</i>	80 / XS	160	XXS	-

Keterangan : suatu jalur dengan NPS 2" dan lebih kecil.

- Misalkan dari perhitungan tebal pipa (penentuan *schedule* pipa) didapatkan *schedule* 80. Dalam jalur pipa tersebut terdapat *fitting* dengan jenis sambungan diulir (*threaded*). Maka kelas /*rating**fitting* jenis sambungan ujung *threaded* dalam jalur pipa tersebut mempunyai *rating*/kelas *rating* tekanan minimum 2000.

- Misalkan dari perhitungan tebal pipa (penentuan *schedule* pipa) didapatkan *schedule* 80. Dalam jalur pipa tersebut terdapat *fitting* dengan jenis sambungan *socket-welded*. Maka kelas/*rating**fitting* jenis sambungan ujung *socket-welded* dalam jalur pipa tersebut mempunyai *rating*/kelas *rating* tekanan minimum 3000.

Jika dilihat dari bentuk dan fungsinya *fitting* terdapat beberapa jenis antara lain :

#### 1. *Fitting* dengan Sambungan Ujung (*Butt-Welding*)

*BW Elbow* sudut 45° dan 90° digunakan untuk membelokkan aliran. Berdasarkan radius *elbow*, *elbow* digolongkan menjadi :

##### - LR (*Long Radius*)

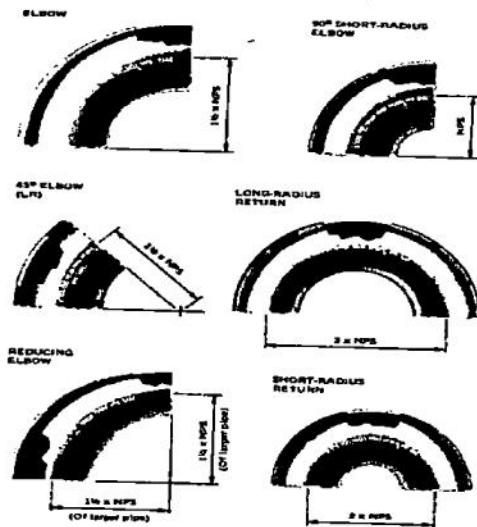
*Radius* dari *centerlineelbow* sebesar : 1,5 NPS (*Nominal Pipe Size*). Untuk *elbow* dengan NPS ¾" dan yang lebih besar.

##### - SR (*Short Radius*)

*Radius* dari *centerlineelbow* sebesar 1,0 NPS (*Nominal Pipe Size*). Berdasarkan ada tidaknya pengecilan diameter, *elbow* digolongkan menjadi:

##### - *Straight Elbow* (tidak terdapat pengecilan diameter).

- *Reducing Elbow* (terdapat pengecilan diameter).



**Gambar 3.1. Jenis-jenis *Elbow***  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

2. *Flange* digunakan untuk menyambung pipa dengan pipa, pipa dengan katup, pipa dengan *fitting* (misal: *elbow* dengan jenis sambungan ujung *butt-welding*).

Jenis-jenis *flange* antara lain :

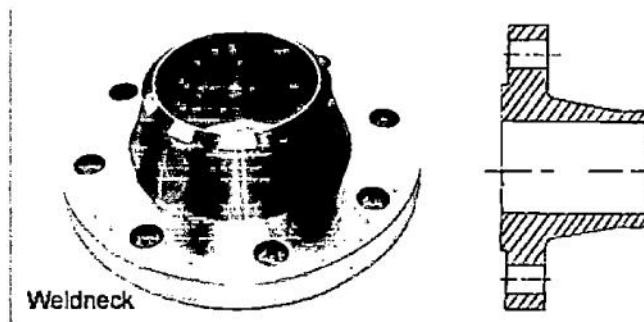
a. *Welding Neck Flange*

Berdasarkan panjang leher (*neck*), *WN Flange* dibedakan menjadi:

- *Regular WN Flange* digunakan untuk sambungan dengan pipa
- *Long WN Flange* digunakan untuk sambungan dengan peralatan

Karakteristik tipe sambungan dengan *WN Flange* adalah sebagai berikut:

- ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa (akibat laju aliran fluida yang besar dalam pipa) tinggi
- relatif mahal
- terdapat jenis *Expander WN Flange* (*WN Flange* dengan perbesaran diameter), biasanya digunakan untuk penyambungan ke: katup, nosel dari kompresor dan pompa.



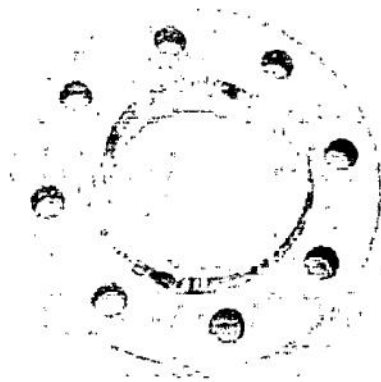
**Gambar 3.2. Flange jenis WN (Welding Neck)**

(Sumber : <http://www.proflange.com/products.php?content=weldnecks>)

**b. Slip On Flange**

Karakteristik dan fungsi tipe sambungan dengan SO *Flange* adalah sebagai berikut :

- ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- relatif lebih murah dari pada WN *Flange*.
- digunakan untuk sambungan antar pipa.
- Dapat digunakan dengan LR *elbow*, Reducer, dan *swage*.
- mudah dalam instalasi.
- terdapat jenis reducer SO *Flange* (dengan pengecilan diameter).



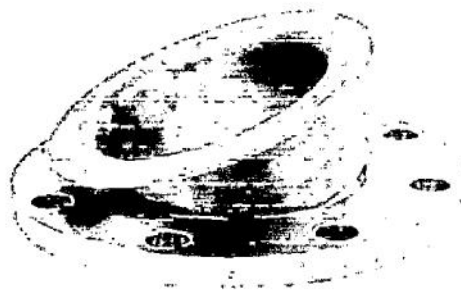
**Gambar 3.3. Flange jenis SO (Slip-On)**

(Sumber : <http://www.lordtk.com/Slip-on-flange.html>)

### c. *Lap Joint Flange*

Karakteristik dan fungsi tipe sambungan dengan *Lap joint Flange* adalah sebagai berikut :

- ketahanan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- relatif murah.
- Biasanya digunakan pada pemasangan lubang baut yang sulit, misalnya kenosel dari vessel dengan banyak lubang baut.



**Gambar 3.4. *Flange lap joint***

(Sumber : [http://www.diytrade.com/china/pd/6371714/Lap\\_Joint\\_Flanges.html](http://www.diytrade.com/china/pd/6371714/Lap_Joint_Flanges.html))

### d. *Flange Faces*

*Flange faces* mempunyai lima tipe yang biasa ditemukan, tapi pembahasan di sini hanya beberapa tipe diantaranya:

#### - *Raised Face (RF)*

*Raised face* yang paling umum biasanya digunakan dengan *broze, ductile iron, and steel flanges*. RF dengan tinggi 1/16 in untuk kelas 150 dan kelas 300 dan 1/4 in untuk semua tekanan, lebih tinggi dari kelas 300.

#### - *Ring type joint (RTJ)*

*Ring type joint* secara khas dalam tugas-tugas berat, sebagai contoh gas pipa yang bekerja dengan tekanan yang tinggi. *Ring type metal gasket* harus digunakan pada *flange face* tipe ini.

### 3.2.1.3. Penentuan *Rating*/Kelas *Fitting* jenis *flange*

Untuk *rating*/kelas jenis *flange*, tergantung dari diameter pipanya. Untuk pipa NPS s/d 24" menggunakan ASME B16.5 pada Tabel 3.8. dan Tabel 3.9. sedangkan untuk pipa NPS 26"-60" menggunakan ASME B16.47. terdapat dua jenis tabel yang digunakan yaitu tabel 1-tabel 3. Langkah-langkah penentuan *rating flange* adalah sebagai berikut :

Langkah-langkah :

- Langkah 1 : tentukan jenis material dan proses pembuatan *fitting* tersebut (*casting*, *forging*, atau dari plat). Misalnya material *flange* ASTM A-105, proses pembuatan dengan cara ditempa (*forging*).
- Langkah 2 : tentukan material grup dari tabel 1A (*List of Material Specification*). Didapatkan material grup nyal.1
- Langkah 3 : tentukan *rating flange* dari table 2-1.1 (*rating for grup 1.1 Material*), dengan suhu dan tekanan operasi sebagai data masukan.

Misalkan pada suhu operasi 600° F dan tekanan operasi 150 Psig, maka *rating flange* tersebut adalah 300#, tekanan operasi maksimum yang diijinkan sampai 550 °F. pada *rating* 150#, tekanan operasi maksimum yang diijinkan hanya sampai 140 Psig < tekanan operasi dalam jalur tersebut.



Tabel 3.6. ASME B16.5 (Tabel 1A)

TABLE 1A LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS

Material Group	Nominal Designation	Pressure-Temperature Rating Table	Applicable ASTM Specifications <sup>1</sup>		
			Forgings	Castings	Plates
1.1	C-Si C-Mn-Si	2-1.1	A 105 A 350 Gr. LF2	A 216 Gr. WCB	A 515 Gr. 70 A 516 Gr. 70 A 537 Cl. 1
1.2	C-Mn-Si  2½% 3½Ni	2-1.2	  A 350 Gr. LF3	A 216 Gr. WCC A 352 Gr. LCC A 352 Gr. LC2 A 352 Gr. LC3	  A 203 Gr. B A 203 Gr. E
1.3	C-Si C-Mn-Si 2½Ni 3½Ni	2-1.3		A 352 Gr. LCB	A 515 Gr. 65 A 516 Gr. 65 A 203 Gr. A A 203 Gr. D
1.4	C-Si C-Mn-Si	2-1.4	A 350 Gr. LF1 Cl. 1		A 515 Gr. 60 A 516 Gr. 60
1.5	C-½Mo	2-1.5	A 182 Gr. F1	A 217 Gr. WC1 A 352 Gr. LC1	A 204 Gr. A A 204 Gr. B
1.7	C-½Mo ½Cr-½Mo Ni-½Cr-½Mo ½Ni-½Cr-1Mo	2-1.7	A 182 Gr. F2	  A 217 Gr. WC4 A 217 Gr. WC5	  A 204 Gr. C
1.9	1Cr-½Mo 1½Cr-½Mo 1½Cr-½Mo-Si	2-1.9	A 182 Gr. F12 Cl. 2 A 182 Gr. F11 Cl. 2	A 217 Gr. WC6	  A 387 Gr. 11 Cl. 2
1.10	2½Cr-1Mo	2-1.10	A 182 Gr. F22 Cl. 3	A 217 Gr. WC9	A 397 Gr. 22 Cl. 2
1.13	5Cr-½Mo	2-1.13	A 182 Gr. F5 A 182 Gr. F5a	A 217 Gr. C5	
1.14	9Cr-1Mo	2-1.14	A 182 Gr. F9	A 217 Gr. C12	
2.1	18Cr-8Ni	2-2.1	A 182 Gr. F304 A 182 Gr. F304H	A 351 Gr. CF3 A 351 Gr. CF8	A 240 Gr. 304 A 240 Gr. 304H
2.2	16Cr-12Ni-2Mo  18Cr-12Ni-3Mo 19Cr-10Ni-3Mo	2-2.2	A 182 Gr. F316 A 182 Gr. F316H	A 351 Gr. CF3M A 351 Gr. CF8M  A 351 Gr. CG8M	A 240 Gr. 316 A 240 Gr. 316H A 240 Gr. 317
2.3	18Cr-8Ni 16Cr-12Ni-2Mo	2-2.3	A 182 Gr. F304L A 182 Gr. F316L		A 240 Gr. 304L A 240 Gr. 316L
2.4	18Cr-10Ni-Ti	2-2.4	A 182 Gr. F321 A 182 Gr. F321H		A 240 Gr. 321 A 240 Gr. 321H

Tabel 3.7. ASME B16.5 (2-1.1)

**TABLES 2**  
**PRESSURE-TEMPERATURE RATINGS FOR**  
**GROUPS 1.1 THROUGH 3.16 MATERIALS**

TABLE 2-1.1 RATINGS FOR GROUP 1.1 MATERIALS

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A 105 (1)	A 216 Gr. WCB (1)	A 515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A 350 Gr. LF2 (1)		A 516 Gr. 70 (1)(2) A 537 Cl. 1 (3)

## NOTES:

- (1) Upon prolonged exposure to temperatures above 800°F, the carbide phase of steel may be converted to graphite. Permissible, but not recommended for prolonged use above 800°F.  
(2) Not to be used over 850°F.  
(3) Not to be used over 700°F.

WORKING PRESSURES BY CLASSES, psig

Class Temp., °F	150	300	400	600	900	1500	2500
-20 to 100	285	740	990	1480	2220	3705	6170
200	260	675	900	1350	2025	3375	5625
300	230	655	875	1315	1970	3280	5470
400	200	635	845	1270	1900	3170	5280
500	170	600	800	1200	1795	2995	4990
600	140	550	730	1095	1640	2735	4560
650	125	535	715	1075	1610	2685	4475
700	110	535	710	1065	1600	2665	4440
750	95	505	670	1010	1510	2520	4200
800	80	410	550	825	1235	2060	3430
850	65	270	355	535	805	1340	2230
900	50	170	230	345	515	860	1430
950	35	105	140	205	310	515	860
1000	20	50	70	105	155	260	430

**3.2.3. Washer**

*Washer* yaitu *ring plate* digunakan untuk memberikan *pre-tension* pada baut dan nut, sehingga sambungan *flange* tersebut tidak lepas dan tetap aman terhadap beban dinamik yang terjadi.

**3.2.4. Gasket**

*Gasket* digunakan bersama dengan *flange*, baut, dan mur berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida. *Gasket* diletakkan pada permukaan *flange* (*flange face*).

Standar untuk *gasket* antara lain:

- ASME B16.20

*Ring-Joint Gaskets and Grooves for Steel Pipe Flanges (Metalic Gasket).*

- ASME B16.21

*Non-Mectalic Gasket for Pipe Flanges.*

*Gasket* tipe *full-face* digunakan untuk *flat-face flange (FF Flange)* dan *gasket* tipe *ring* digunakan untuk *raised face* yang diberi *groove (RF) flange*.

Material *gasket* yang sering digunakan adalah *compressed asbestos* (dengan tebal 1/16") dan *asbestos-filled metal (spiral wound* dengan tebal 0,175"). *Asbestos-filled-metal gasket* sangat baik digunakan untuk suatu jalur pipa yang sering dilakukan perawatan (*flange* sering dibuka), karena jenis *gasket* ini dapat digunakan lagi.

Pemilihan *gasket* ditentukan oleh :

- Suhu, Tekanan, dan sifat korosi dari fluida yang ditransportasikan.
- Apakah sering dilakukan perawatan atau operasi yang membutuhkan pembukaan *flange* (jalur pipa).
- *Code* atau persyaratan lingkungan yang dapat dipertimbangkan.
- Aspek biaya.

Pabrikan *gasket (Garlock Inc.)* memberikan informasi tentang pemilihan material *gasket* yang dapat dilihat pada Tabel 3.10., Tabel 3.11. dan Tabel 3.12.

Tabel 3.8. Pemilihan material *gasket*

No	Gasket Material	Fluid	Max. Temp [°F]	Max TP [°F x Psi]
1	<i>Syntetic rubber</i>	<i>Water, air</i>	250	15.000
2	<i>Vegetable fiber</i>	<i>Oil</i>	250	40.000
3	<i>Syntetic rubber with cloth insert (CI)</i>	<i>Water, air</i>	250	125.000
4	<i>Solid Teflon</i>	<i>Chemical</i>	500	150.000
5	<i>Compressed Asbestos</i>	<i>Most</i>	750	250.000
6	<i>Carbon Steel</i>	<i>High pressure fluid</i>	750	1.600.000
7	<i>Stainless Steel</i>	<i>High pressure &amp; or corrosive fluid</i>	1200	3.000.000
8	Spiral Wound: - SS/Teflon - CS/Asbestos - SS/Asbestos - SS/Ceramic	Chemical Most Corrosive Hot Gasses	500 750 1200 1900	250.000

(Sumber: David R Sherwood, 1973)

Tabel 3.9. Pemilihan *gasket*

Fluid	Application	Gasket material*
Steam (high pressure)	Temp up to 1000°F (538°C)	Spiral-wound comp. asbestos or graphite
	Temp up to 1000°F (538°C)	Steel, corrugated, or plain
	Temp up to 1000°F (538°C)	Monel, corrugated, or plain
	Temp up to 1000°F (538°C)	Hydrogen-annealed furnace iron
	Temp up to 1000°F (538°C)	Stainless steel 12 to 14 percent chromium, corrugated
	Temp up to 1000°F (538°C)	Ingot iron, special ring-type joint
	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos, spiral-wound
Steam (low pressure)	Temp up to 600°F (316°C)	Woven asbestos, metal asbestos
	Temp up to 600°F (316°C)	Copper, corrugated or plain
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber, wire inserted
Water	Hot, medium, and high pressures	Black rubber, red rubber, wire inserted
	Hot, low pressures	Brown rubber, cloth inserted
	Hot	Comp. asbestos
Water	Cold	Red rubber, wire inserted
	Cold	Black rubber
	Cold	Soft rubber
	Cold	Asbestos
	Cold	Brown rubber, cloth inserted
Oils (hot)	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos
	Temp up to 1000°F (538°C)	Ingot iron, special ring-type joint
Oils (cold)	Temp up to 212°F (100°C)	Cork or vegetable fiber
	Temp up to 300°F (149°C)	Neoprene comp. asbestos
Air	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber
	Temp up to 1000°F (538°C)	Spiral-wound comp. asbestos
Gas	Temp up to 1000°F (538°C)	Asbestos, metallic
	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos
	Temp up to 600°F (316°C)	Woven asbestos
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber
Acids	(Varies; see section on corrosion)	Sheet lead or alloy steel
	Hot or cold mineral acids	Comp. blue asbestos Woven blue asbestos
Ammonia	Temp up to 1000°F (538°C)	Asbestos, metallic
	Temp up to 700°F (371°C)	Comp. asbestos
	Weak solutions	Red rubber
	Hot	Thin asbestos
	Cold	Sheet lead

\* Several gasket manufacturers have introduced nonasbestos, nonmetallic gasket materials for use in high-temperature service. These materials are proprietary, and therefore the manufacturers should be consulted for specific applications.

(Sumber: David R Sherwood, 1973)

Tabel 3.10. Aplikasi gasket

Pressure class				
Gasket type	Low Class 150-300	Medium Class 600-900	High Class 1500-2500	Maximum temperature of materials (°F)
<b>Nonmetallic</b>				
-CAF	x	—	—	650-1000
-Nonasbestos fibre	x	—	—	550
-PTFE	x	—	—	390-550
-Graphite	x	—	—	750
<b>Semimetallic</b>				
-Metal jacketed	x	x	—	750+*
-Metal reinforced graphite	x	x	—	750+*
-Spiral wound	x	x	x	750+*
-Camprofile	x	x	x	750+*
<b>Metallic</b>				
-Ring-joint gaskets	—	x	x	650+*
-Lens ring	—	x	x	650+*
-Machined ring	—	x	x	650+*

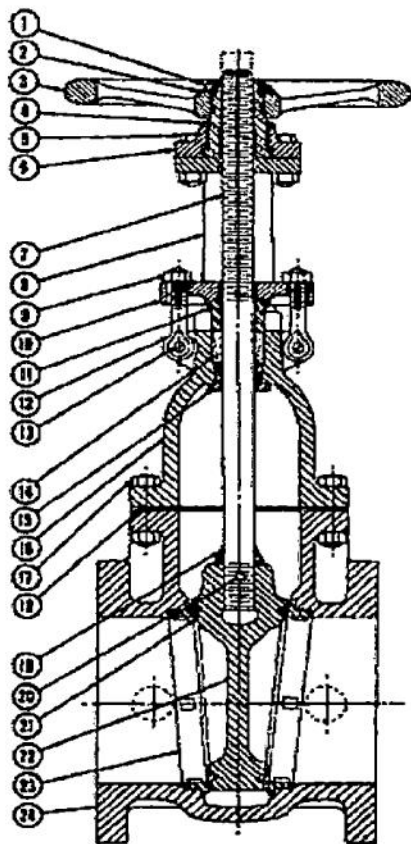
x applicable  
 — not applicable  
 \* depends on material

(Sumber: David R Sherwood, 1973)

### 3.2.4. Katup (*Valve*)

Katup adalah suatu alat yang digunakan untuk menghentikan/menutup atau membuka aliran, mengatur tekanan atau aliran (dengan membatasi atau membuka), membuang tekanan lebih, membelokkan aliran, mencegah aliran kesuatu arah dan mengendalikan baik aliran maupun tekanan secara otomatis.

#### 3.2.2.1. Bagian-Bagian Katup



Keterangan :

1. *Yoke Bushing Nut*
2. *Identification Plate*
3. *Handwheel*
4. *Yoke Bushing*
5. *Yoke Cap Bolt&Nut*
6. *Yoke Cap*
7. *Stem*
8. *Yoke*
9. *Gland Eye Bolt Nut*
10. *Gland Flange*
11. *Gland*
12. *Gland Eye Bolt*
13. *Gland Lug Bolt&Nut*
14. *Packing*
15. *Bonnet Bushing*
16. *Bonnet*
17. *Bonnet Bolt&Nut*
18. *Bonnet Gasket*
19. *Stem Ring*
20. *Wedge Pin*
21. *Wedge Face Ring*
22. *Solid Wedge*
23. *Seat Ring*

**Gambar 3.5. Bagian-Bagian Katup**  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

#### 3.2.2.2. Mekanisme katup

Secara Singkat dapat dijelaskan bahwa, aliran yang akan melewati katup dapat dikendalikan dengan cara memutar kontrol katup (baik dibuka, ditutup,

diatur besar kecil alirannya, arah alirannya, maupun dialihkan kejalur pipa lain), tergantung jenis katup yang digunakan.

### 3.2.2.3. Penentuan *rating*/kelas katup

Untuk *fitting* jenis *valve*, penentuan *rating* tekanan diatur dalam ASME B16.34 pada Tabel 3.13. terdapat dua tabel yang digunakan yaitu tabel 1 dan tabel

2. Langkah-langkah penentuan *ratingfitting* jenis *valve* sebagai berikut :

- Langkah 1 : tentukan jenis material dan proses pembuatan *fitting* (*casting, forging, plate, bars, atau tabular*). Misalnya material *valve* ASTM A182-F321, proses pembuatan dengan cara ditempa (*forging*).
- Langkah 2 : tentukan material grup dari tabel 1 (*material specification list*) didapat material grup *valve* grup 2.4
- Langkah 3 : tentukan *rating* dari tabel 2-2.4 (*rating for grup 2.4 material*), dengan suhu dan tekanan operasi sebagai data masukan.

Misalkan suhu operasi  $600^{\circ}\text{F}$  dan tekanan operasi 150 Psig, maka didapatkan *rating* untuk *valve* tersebut adalah 300#. Pada *rating* 300# tekanan operasi maksimum yang diijinkan sampai 485 Psig. Pada *rating* 150# tekanan operasi yang diijinkan hanya  $140 <$  tekanan operasi dalam jalur pipa tersebut.



Tabel 3.11. ASME B16.34 (tabel 1 grup 2)

TABLE 1 MATERIAL SPECIFICATION LIST  
Applicable ASTM Specification

## GROUP 2 MATERIALS

Group No.	Material Nominal Designation	Product Form									
		Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
2.1	18Cr-8Ni	A 182	F304	A 351	CF3	A 240	304	A 182	F304	A 312	TP304
		A 182	F304H	A 351	CF8	A 240	304H	A 182	F304H	A 312	TP304H
2.2	16Cr-2Ni-2Mo	A 182	F316			A 240	316	A 182	F316	A 312	TP316
		A 182	F316H			A 240	316H	A 182	F316H	A 312	TP316H
2.3	18Cr-8Ni	A 182	F304L			A 240	304L	A 182	F304L	A 312	TP304L
		A 182	F316L			A 240	316L	A 182	F316L	A 312	TP316L
2.4	18Cr-10Ni-Ti	A 182	F321			A 240	321	A 182	F321	A 312	TP321
		A 182	F321H			A 240	321H	A 182	F321H	A 312	TP321H

(Table 1 continues on the next page)

(Notes follow at end of table)

Tabel 3.12. ASME B16.34 (tabel 2-2.4)

A 182 Gr. F321 (2)	A 312 Gr. TP321 (2)	A 378 Gr. TP321 (2)	A 430 Gr. FP321H
A 182 Gr. F321H (1)	A 312 Gr. TP321H	A 378 Gr. TP321H	A 479 Gr. 321 (2)
A 240 Gr. 321 (2)	A 358 Gr. 321 (2)	A 430 Gr. FP321 (2)	A 479 Gr. 321H
A 240 Gr. 321H (1)			

## NOTES:

- (1) At temperatures over 1000°F, use only if the material is heat treated by heating to a minimum temperature of 2000°F.  
 (2) Not to be used over 1000°F.

TABLE 2-2.4A STANDARD CLASS

Temperature, °F	Working Pressures by Classes, psig							
	150	300	400	600	800	1500	2500	4500
-20 to 100	275	720	960	1,440	2,160	3,600	6,000	10,800
200	245	645	860	1,290	1,935	3,230	5,380	9,685
300	230	595	795	1,190	1,785	2,975	4,960	8,930
400	200	550	735	1,105	1,655	2,760	4,600	8,260
600	170	515	685	1,030	1,545	2,570	4,285	7,715
600	140	485	650	975	1,460	2,435	4,060	7,310
650	125	490	635	955	1,435	2,390	3,960	7,165
700	110	465	620	930	1,395	2,330	3,880	6,985
750	95	450	610	915	1,375	2,290	3,820	6,875
800	80	450	600	900	1,355	2,255	3,780	6,770
850	65	445	595	895	1,340	2,230	3,720	6,685
900	50	440	590	885	1,325	2,210	3,680	6,625
950	35	385	515	775	1,160	1,930	3,220	5,795
1000	20	385	475	715	1,070	1,785	2,970	5,350
1050	20(1)	315	415	625	940	1,555	2,605	4,690
1100	20(1)	270	360	545	815	1,360	2,265	4,075
1150	20(1)	235	315	370	710	1,165	1,970	3,560
1200	20(1)	185	245	385	555	925	1,545	2,775
1250	20(1)	140	185	280	420	705	1,170	2,110
1300	20(1)	110	145	220	330	550	915	1,645
1350	20(1)	85	115	170	255	430	715	1,285
1400	20(1)	65	85	130	195	325	545	975
1450	20(1)	50	70	105	155	255	430	770
1500	20(1)	40	50	75	115	180	315	565

## NOTE:

- (1) For welding end valves only. Flanged end ratings terminate at 1000°F.

### 3.3. Penyangga Pipa (*Pipe Support*)

Dasar ilmu untuk penyangga pipa (baik *support* maupun *hanger*) adalah mekanika teknik dan kekuatan bahan yang biasa dipakai pada pekerjaan pemesinan dan juga sipil. Berdasarkan pembebanannya, penyangga pipa dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

- Penyangga beban statik, misal : beban berat pipa dan *fitting*, beban berat fluida, dan beban termal.
- Penyangga beban dinamik, misal : beban berat pipa dan *fitting*, beban berat fluida, beban angin, beban gempa, dan beban termal.

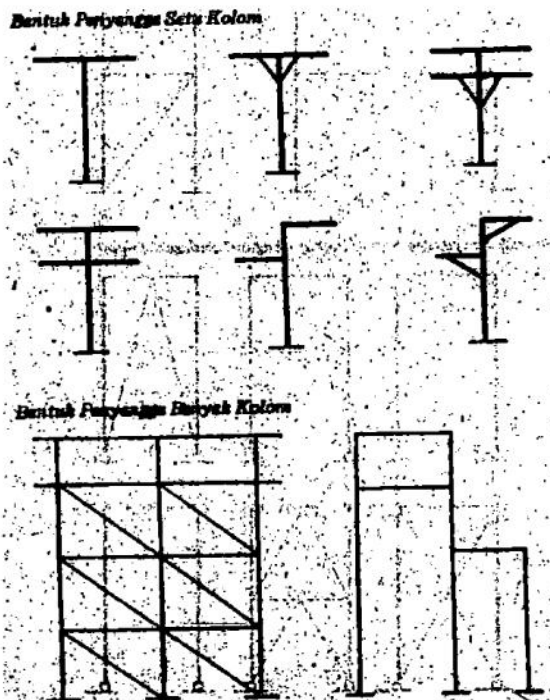
### 3.4.7. Pembebanan *Static*

Penyangga pipa jenis pembebanan statik dapat digolongkan lagi menjadi :

#### 3.4.1. Penyangga struktur

Penyangga jenis ini minimal tingginya 2,5 meter. Ada beberapa bentuk ditinjau dari:

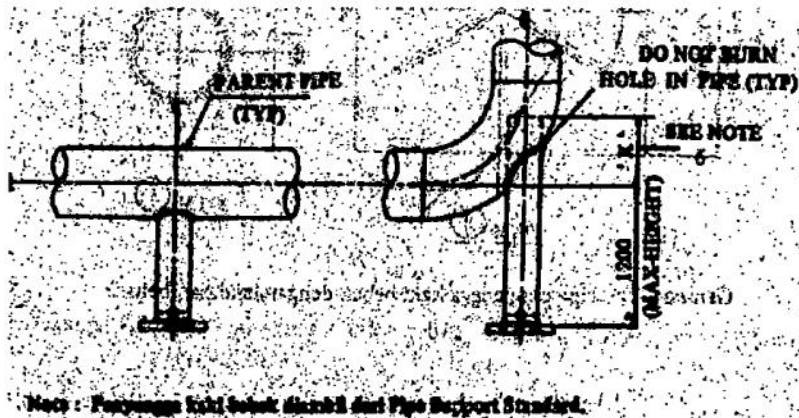
- jumlah kolom (1 kolom, 2 kolom, banyak kolom).
- jumlah tingkat (1 tingkat, 2 tingkat, dan sebagainya).
- landasan (engsel, tetap).



Gambar 3.6. Penyangga pipa struktur  
(Sumber: David R Sherwood,1973)

#### 3.4.2. Penyangga kaki bebek (*duck support*)

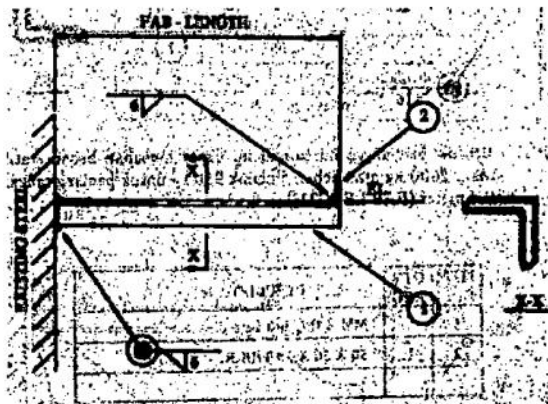
Penyangga jenis ini mempunyai panjang maksimum 1,2 meter ditambah dengan panjang yang dibutuhkan sampai pada garis sumbu.



Gambar 3.7. Penyangga pipa kaki bebek (*Duck Foot*)  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

#### 3.4.3. Penyangga bentuk siku-siku (*bracket support*)

Penyangga jenis ini menggunakan struktur yang sudah ada dengan memasang struktur tambahan berupa kantilever. Profil yang digunakan dapat berupa profil I, H, L dan C. Disamping itu ada yang memakai *support* tambahan sebagai pendukung.

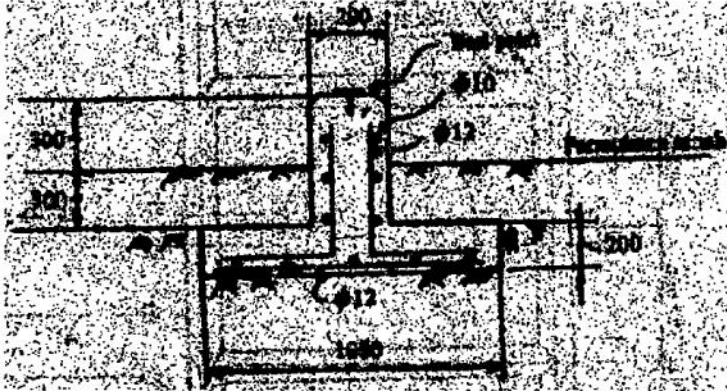


Gambar 3.8. Penyangga pipa *bracket*  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

#### 3.4.5. Penyangga pembaringan pipa (*Pipe Sleeper*)

Penyangga ini dipakai pada pipa bawah tanah sekitar 1 meter dibawah permukaan tanah. Bahan yang dipergunakan adalah *concrete* dan besi beton.

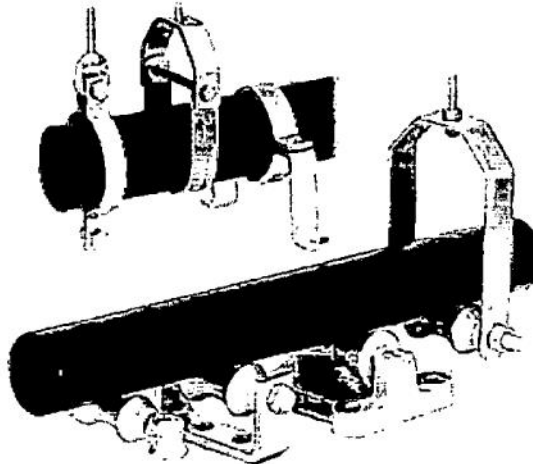
Bagian permukaannya diberi plat besi sebagai penahan gesekan pipa dan juga tempat *anchor*.



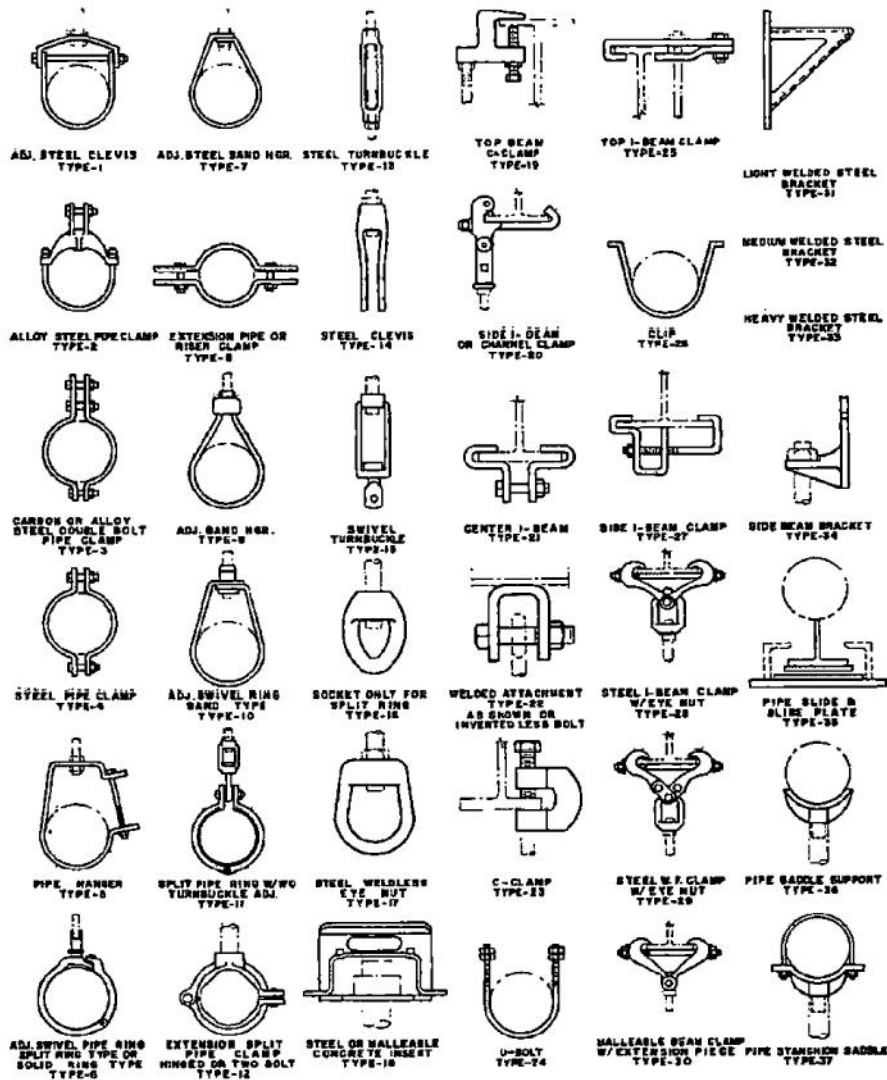
**Gambar 3.9.** Pembaringan pipa (*Pipe Sleeper*)  
(Sumber: David R Sherwood,1973)

#### 3.4.6. Penyangga gantung (*pipe hanger*)

Penyangga jenis ini dipergunakan untuk menahan pipa pada posisi tergantung baik untuk jenis beban dinamik maupun beban statik. Kekuatan *support* ini ditentukan oleh kabel penggantung dan juga *support*-nya sendiri.



**Gambar 3.10.** *Pipe hanger*  
(Sumber : <http://www.keywordpicture.com/keyword/pipe%20hanger/>)



Gambar 3.11. Standar alat penggantung pipa  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

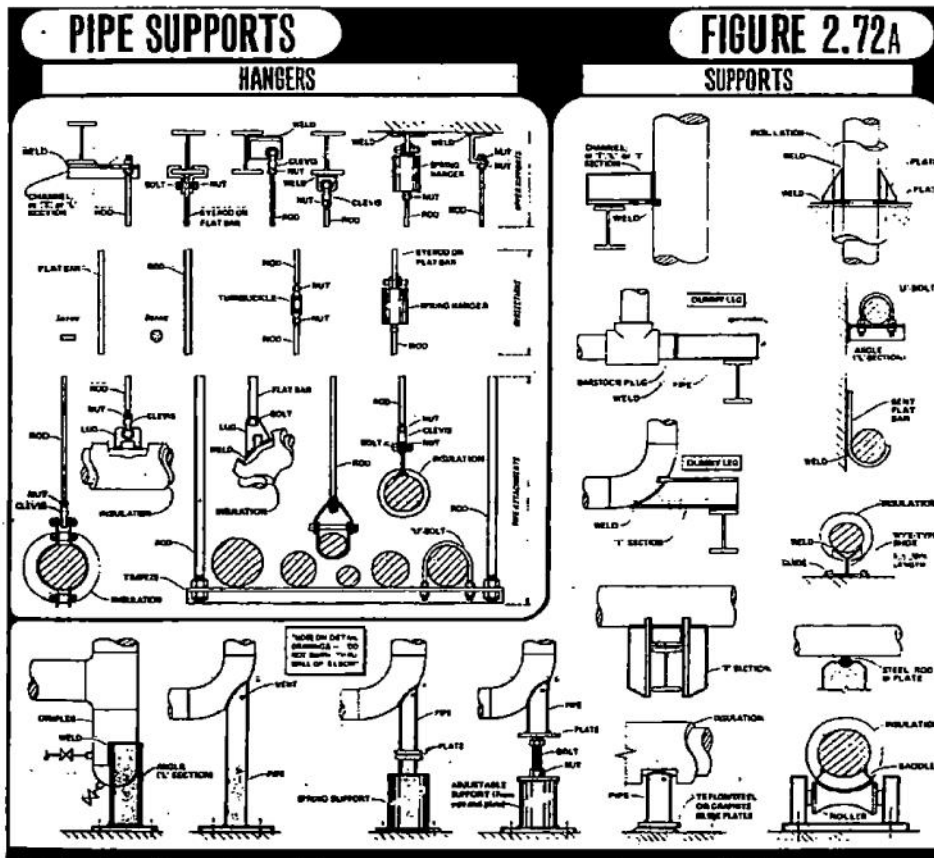
### 3.4.7. Jenis Penyangga Pipa Lain

Disamping penyangga ada beberapa istilah yang berkaitan dengan penyangga pipa, yaitu :


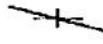
















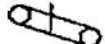





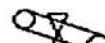

1. *Y-Stop* : *Support* yang berfungsi untuk menahan gerakan pipa kearah bawah. (*weight support*)
2. *Guide* : *Support* yang berfungsi untuk menahan gerakan pipa

pada arah lateral.

3. *Line Stop* : *Support* yang berfungsi untuk menahan gerakan pipa searah longitudinal (*axial*) dari pipa.
4. *Anchor* : *Support* yang berfungsi untuk menahan pipa agar tidak bergerak kemana-mana. Anchor ada 2(dua) jenis:
  - *Fixed Anchor*, dimana ada transfer moment ke sistem *support* (contoh: di Las).
  - *Guide-Line Stop*, tidak ada transfer moment ke sistem *support*.
5. *Spring* : *Support* khusus yang penggunaannya berdasarkan hasil *stress*.



Gambar 3.12. Penyangga pipa  
(Sumber: David R Sherwood, 1973)

CAESAR II Software		Isometrics
	Anchor (Main Anchor)	
	Directional Anchor (free moments) (free rotations)	
	Line stop Transversal Guide (free in vertical direction)	
	Weight support Base Support	
	Guide Longitudinal Guide (free in vertical direction)	
	Vertical Guide	
	Spring Support (Hanging up)	
	Spring Support (Hanging down)	
	Rigid Strut	
	Hanger Support	
	Weight support for Hydrostatic Test only Support for Hydrotest (Disassembling after test)	
	Anti-Lift-Up Support	
	Adjustable Support	

**Gambar 3.13.** Simbol penyangga pipa  
(Sumber : Modul *Pipe Stress Analysis*, Ap-Greid)

### 3.5. P & ID

*Piping and Instrumentation Diagram* atau biasa disingkat *P & ID* adalah ilustrasi skematik secara mendetail mengenai hubungan fungsional perpipaan, instrumentasi dan komponen sistem peralatan di dalam suatu pabrik. *P & ID* adalah salah satu informasi penting mengenai semua komponen pabrik, baik ketika pabrik di dalam fase desain, fase konstruksi maupun fase operasional. Dari *P & ID* kita dapat mengetahui bagaimana suatu pabrik proses bekerja, pipa ukuran



apa saja yang digunakan, instrumentasi apa saja yang digunakan dan lain sebagainya.

Intinya *P & ID* adalah jantung komunikasi antara para insinyur dari berbagai disiplin ilmu seperti insinyur bagian proses (dari teknik kimia), insinyur mesin, orang instrumentasi, insinyur sipil dan elektro, sehingga perlu adanya modifikasi gambar *P & ID* yang berulang-ulang.

*Piping and instrument diagram (P & ID)* adalah merupakan suatu *master plan* dari suatu instalasi kilang yang memuat instruksi – instruksi umum bagi penggambaran :

- Diagram aliran proses.
- Proses perpipaaan dan diagram instrumentasi.
- Perpipaan *utiliti* dan diagram instrumentasinya.

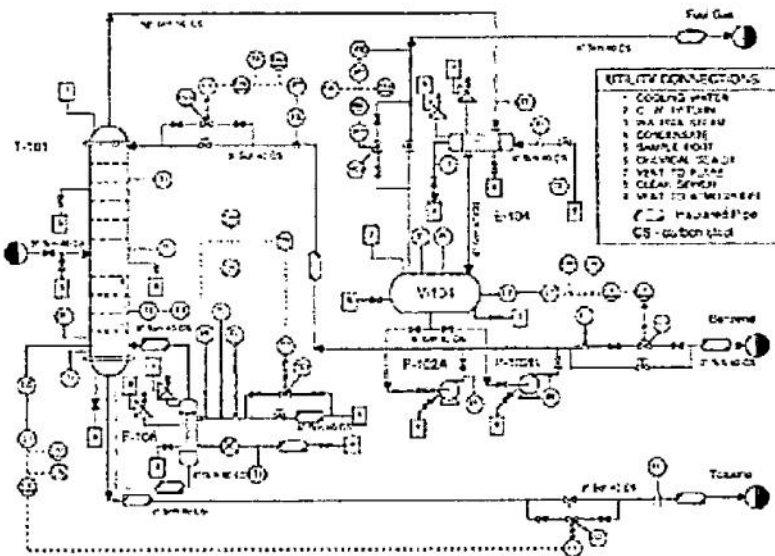
Dari *master plant* inilah model kilang dibuat dan seluruh jenis penggambaran konstruksi dibuat, atau dengan kata lain *P & ID* adalah suatu pedoman perencanaan dan operasi pada suatu pengilangan.

Prosedur penggambaran *P & ID*:

- Penggambaran P&ID harus sesuai dengan diagram aliran proses.
- Harus mempunyai judul gambar.
- Gambar harus lengkap mencakup seluruh informasi yang diperlukan, meliputi nomor jalur pipa (*line number*) dan ukuran pipa, spesifikasi bahan, komponen pipa, komponen instrumentasi, arah aliran, peralatan umum dan khusus.
- Proses penggambaran harus mendapat persetujuan dari unit proses (unit *P&ID*).
- Perubahan *P & ID* harus diketahui dan disetujui oleh perencana proyek dan perencana proses.
- Penggambaran *P & ID* harus menggunakan identifikasi, kode-kode, simbol-simbol, standar dan spesifikasi sesuai standar internasional.
- Setiap garis yang melintas garis lain harus jelas (garis tersebut berhubungan atau tidak). Penyusunan nama *equipment* seperti bejana



























tekan (*pressure vessel*), penukar kalor (*heat exchanger*) sedapat mungkin di tempatkan pada bagian atas dalam gambar *P & ID*. Sedangkan nama peralatan seperti pompa, kompresor diletakkan dibagian bawah dalam gambar *P & ID*.

- Berilah penomoran pada *equipment*, komponen, *line number*, dan keterangan lain yang penting.



**Gambar 3.14.** *Piping and instrumentation diagram*

(Sumber : <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=1915161&seqNum=3>)

Line Symbols		Blinds	
	Piping		Line Reducer
	Instrument Air		Ejector
	Hydraulic		Line Strainer
	Electric		Steam Trap
	Capillary		Flexible Coupling
	Bursting (Rupture) Disk		
			Maintenance
			Quick-acting
			Spectacle
			Union
Valves			
	Gate Valve, Hand-operated		Control Valve
	Globe Valve, Hand-operated		Solenoid Valve
	Plug or Cock Valve, Hand-operated		Motor-operated
	Check Valve		Piston-operated
	Butterfly Valve		Safety Valve or Relief Valve
	Angle Valve, Hand-operated		

**Gambar 3.15. Basic Piping and Instrumentation Symbols**  
(Sumber : <http://www.pipingguide.net/2008/12/piping-diagram.html>)

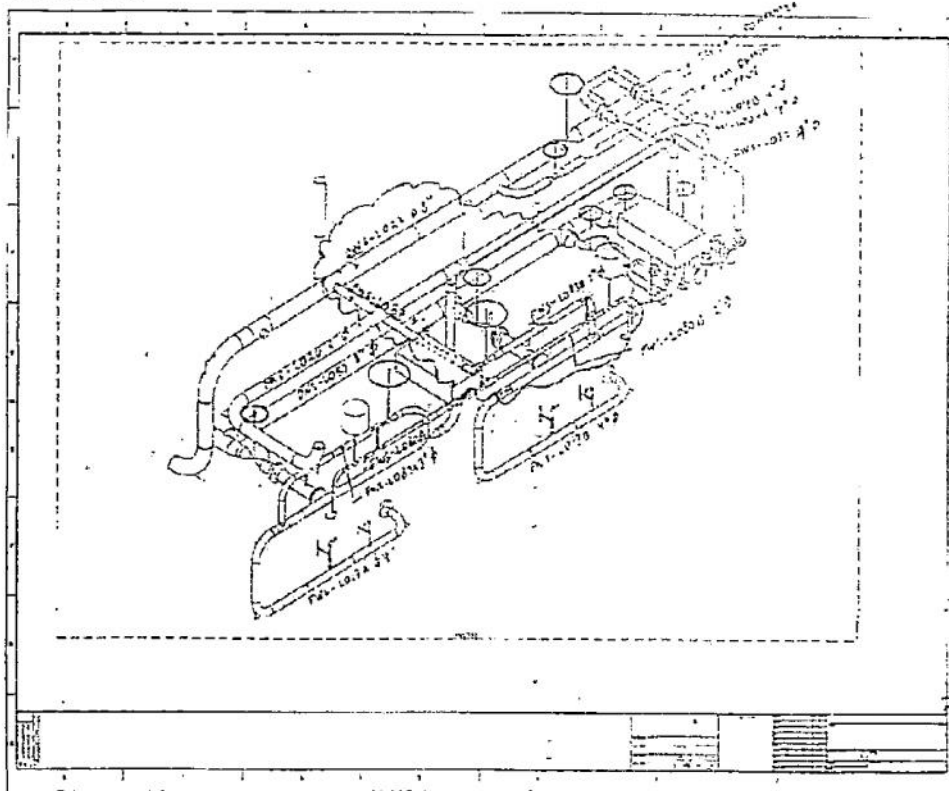
### 3.6. Isometrik

Gambar isometrik atau gambar tiga dimensi bisa disebut juga dengan gambar stereometri. Bentuk penggambaran perpipaan secara stereometri dalam bentuk penyajiannya dikenal dalam metode yaitu:

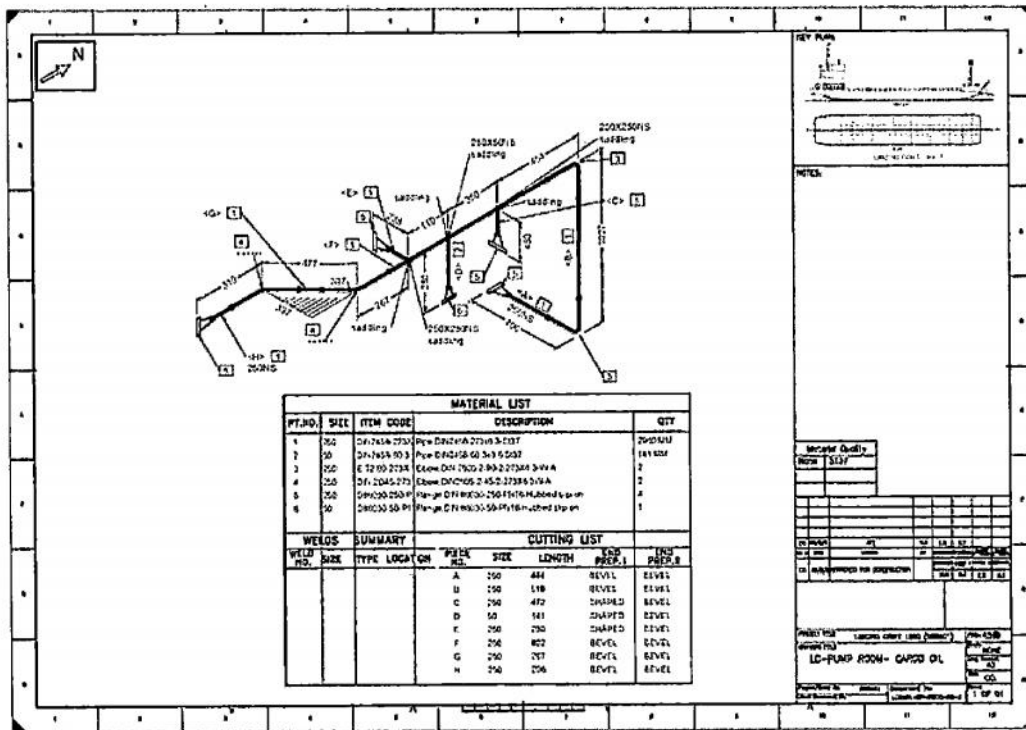
- *Isometric*
- *Axonometric*

Perbedaan kedua gambar terletak pada sudut proyeksi yang dipakai. Untuk gambar isometrik digunakan sudut proyeksi  $30^{\circ}$  dan untuk gambar aksonometri dengan sudut proyeksi  $15^{\circ}$ . Penggambaran Isometrik paling umum digunakan karena lebih baik penampilan proyeksinya dan mudah dipahami.

Gambar Isometrik adalah merupakan gambar pelaksanaan sistem perpipaan, sehingga gambar ini akan tetap menjadi pedoman sampai dengan saat perawatan *plant*. Beberapa contoh gambar isometrik dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



**Gambar 3.16.** Isometrik (jenis garis ganda)  
(Sumber : Modul *Pipe Stress Analysis*, Ap-Greid)



Gambar 3.17. Isometrik (jenis garis tunggal)  
 (Sumber : <http://forums.autodesk.com/t5/Inventor-General/Getting-isometric-drawing-from-pipe-model/td-p/3405367>)