

## BAB III

### SISTEM PERPIPAAN

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk melakukan *transport* fluida kerja antar peralatan (*equipment*) dalam suatu pabrik (*plant*) atau dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung.

Tahapan dalam sistem perpipaan dimulai dengan proses perencanaan yang mencakup:

1. Komponen-komponen perpipaan
2. *Rating* tekanan – temperatur

#### 3.1 Komponen-Komponen Perpipaan

Komponen perpipaan secara garis besar dapat digolongkan menjadi:

1. Pipa
2. *Fitting* (*elbow, reducer, tee, flange, valve, ring-joint gasket*, dll)
3. Instrumentasi/symbol perpipaan
4. Peralatan/*equipment* (penukar kalor, bejana tekan, pompa, *compressor*, dan sebagainya)
5. Penyangga Pipa (*pipe support, pipe hanger*)
6. Komponen khusus (*strainer, drain, vent*, dan sebagainya)

Agar lebih fokus, dalam pembahasan komponen pipa hanya akan ditekankan pada pipa, *fitting*, instrumentasi/symbol perpipaan, dan penyangga pipa dikarenakan pada obyek penelitian tidak terdapat peralatan/*equipment* dan komponen khusus.

##### 3.1.1 Pipa

Pembahasan pipa di sini hanya berorientasi pada pipa baja dan pipa besi,

dan pada pembahasan ini akan banyak digunakan terutama pada berbagai



**Tabel 3.1. Material selection – common specifications for carbonsteel system  
(ASME B31 Piping Codes)**

<b>Commodity</b>	<b>B31.1</b>	<b>B31.3</b>	<b>B31.4</b>
<b>Pipe</b>	ASTM A 106	ASTM A 53 API 5L	ASTM A 53 API 5L API 5LU
<b>Pipe - low-temp</b>	ASTM A 333 Gr.6	ASTM A 333 Gr.6	ASTM A 333 Gr.6
<b>Pipe - high-temp</b>	ASTM A106	ASTM A 106	ASTM A 106
<b>Bolting</b>	ASTM A 193 B7	ASTM A 193 B7 ASTM A 320	ASTM A 193 B7 ASTM A 320
<b>Nut</b>	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H
<b>Fitting</b>	ASTM A 234 WPB	ASTM A 234 WPB	
<b>Fitting - low-temp</b>	ASTM A 420 WPL6	ASTM A 420 WPL6	ASTM A 420 WPL6
<b>Fitting - high-temp</b>	ASTM A 234 WPB ASTM A 216 WCB	ASTM A 234 WPB ASTM A 216 WCB	ASTM A 234 WPB
<b>Flanges</b>	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
<b>Flanges - low-temp</b>	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2
<b>Flanges - high-temp</b>	ASTM A 105 ASTM A 181 ASTM 216 WCB	ASTM A 105 ASTM A 181 ASTM 216 WCB	ASTM A 105 ASTM 216 WCB
<b>Valves</b>	ASTM A 105 ASME B16.34	ASTM A 105 API 600	API 6D API 600
<b>Valves - low-temp</b>	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	ASTM A 350 LF2 ASTM A 352 LCB	
<b>Valves - high-temp</b>	ASTM A 216 WCB	ASTM A 216 WCB	

### 3.1.2 Fitting

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

penyambungan, baik pipa dengan pipa, pipa dengan *fitting*, dan pipa dengan peralatan.

Jenis *fitting* berdasarkan metode penyambungan dapat digolongkan secara umum sebagai berikut:

1. *Butt-Welding* (Pengelasan Ujung)

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

- Digunakan pada tekanan operasi tinggi
- Sambungan tahan bocor
- Digunakan untuk jalur pipa dengan NPS 2" dan lebih besar
- Ketahanan terhadap momen *bending* yang tinggi

2. *Socket-Welding* (Ujung *fitting* jenis *socket*, selanjutnya dilas)

- Digunakan pada tekanan operasi tinggi
- Sambungan tahan bocor (baik untuk fluida berbahaya)
- Digunakan untuk NPS 2" dan lebih kecil
- Ketahanan terhadap getaran dan momen *bending* kurang

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

- Digunakan pada tekanan operasi rendah
- Sambungan kurang tahan bocor
- Untuk jalur pipa dengan NPS 2" dan lebih kecil
- Ketahanan terhadap getaran dan momen *bending* kurang

3.1.2.1 Macam-macam *Fitting* Dengan Sambungan Ujung *Butt-Welding*

1. *BW Elbow*:

*Elbow* berfungsi untuk mengubah aliran fluida dan menambah fleksibilitas suatu jalur perpipaan. Berdasarkan besar sudut pembelokannya, elbow terbagi menjadi:

- a. *Elbow* 45°
- b. *Elbow* 90°

Berdasarkan radius *elbow* digolongkan menjadi:

a. LR (Long Radius)

Besar radius dari *center line elbow*: 1,5 NPS digunakan untuk *elbow* NPS  $\frac{3}{4}$  " dan yang lebih besar.

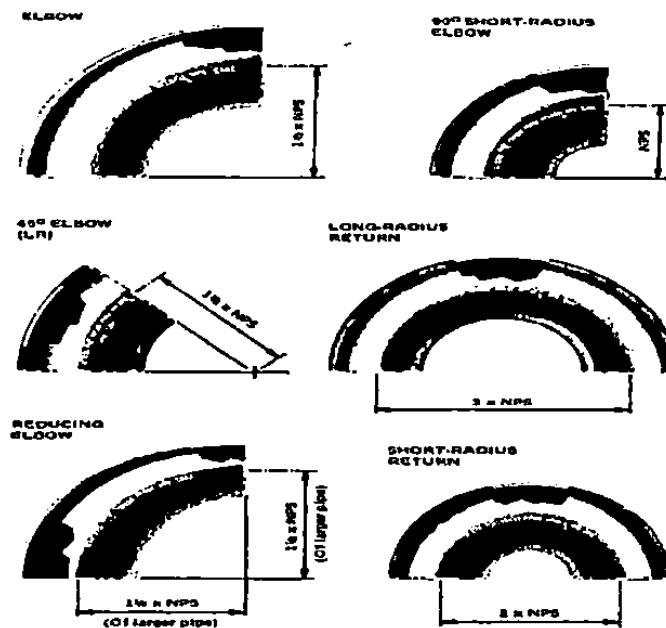
b. SR (*Short Radius*)

Besar radius dari *center line elbow*: 1,5 NPS

Berdasarkan ada tidaknya pengecilan diameter, *elbow* digolongkan menjadi:

a. *Straight elbow* (tidak terdapat pengecilan pada diameter pipa)

b. *Reducing elbow* (terdapat pengecilan diameter pipa)

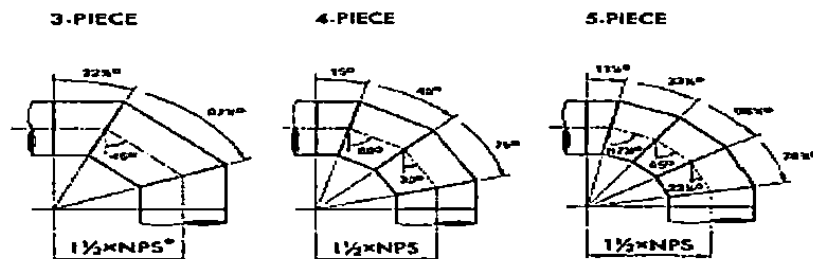


**Gambar 3.1.** Jenis-jenis *Elbow*  
(Sherwood, 1973)

## 2. Bend

*Bend* adalah *elbow* yang dibuat dari pipa lurus yang dibengkokkan sehingga terdapat penipisan pada dinding pipa di bagian belokan. Untuk tekanan operasi dan ukuran yang sama, penipisan ini menyebabkan *elbow*

- a. *Bend* 3R (3 x NPS)
- b. *Bend* 5R (5 x NPS)

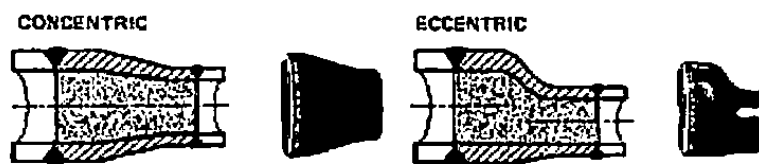


**Gambar 3.2. Jenis-jenis *Bend***  
(Sherwood, 1973)

### 3. *BW Reducer*

*Reducer* digunakan untuk pengecilan dan pembesaran jalur pipa. Berdasarkan garis sumbu, *reducer* dibedakan menjadi:

- a. *Concentric* (satu sumbu)
- b. *Eccentric* (jarak antar sumbu/*offset* = 0,5 (IDmax – IDmin))



**Gambar 3.3. Jenis-jenis *Reducer***  
(Sherwood, 1973)

### 4. *BW Swage*

*Swage* menghubungkan pipa-pipa yang berdiameter berbeda. *Swage* digunakan untuk jalur pipa dengan NPS kecil (2" kebawah). Jenis sambungan ujungnya adalah *screwed (treaded)* dan tipe *socket-welded*.

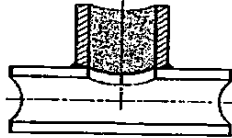
Jika diameter besar dapat dipasang *reducer*, maka *swage* dapat dibedakan menjadi:

- a. Jenis *concentric*
- b. Jenis *eccentric*



### 6. *Stub-in*

*Stub-in* adalah penyambung pipa cabang secara langsung ke pipa utama (*header*), biasanya digunakan untuk cabang dengan NPS 2" keatas, dan dapat ditambahkan plat penguat (*rein forcing pad*) untuk lebih memperkuat sambungan cabang.

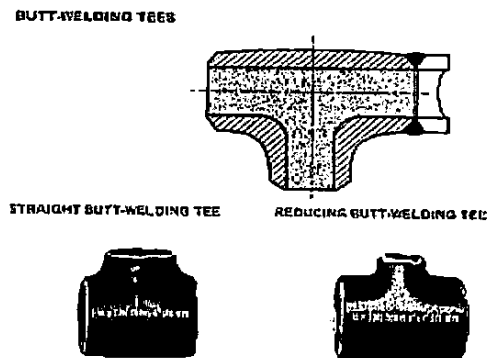


**Gambar 3.6.** Jenis Sambungan Percabangan Langsung  
(Sherwood, 1973)

### 7. *Tee*

Digunakan untuk percabangan dengan sudut  $90^\circ$ . Berdasarkan ukuran diameter cabang terhadap diameter pipa utama (*header*), *tee* dapat dibedakan menjadi:

- a. *Straight tee* untuk ukuran pipa cabang sama dengan pipa *header*  
Misal : *Tee 6x6x6*
- b. *Reducing tee* untuk ukuran pipa cabang tidak sama dengan ukuran pipa *header*  
Misal : *Red tee 6x6x4*



**Gambar 3.7.** Jenis-jenis *Tee*  
(Sherwood, 1973)



### 8. Lateral

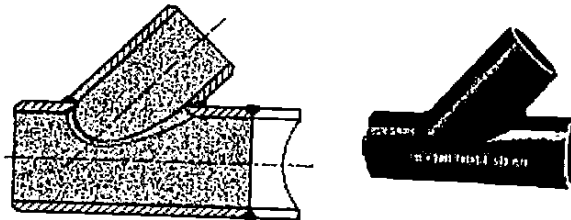
*Lateral* adalah *tee* untuk percabangan dengan sudut  $45^\circ$ . Berdasarkan ukuran diameter cabang terhadap diameter pipa utama (*header*), lateral dibedakan menjadi:

- a. *Straight lateral* untuk ukuran pipa cabang sama dengan pipa *header*
- b. *Reducing lateral (shapenipple)* untuk ukuran pipa cabang tidak sama dengan ukuran pipa *header*

Misal : *Lateral 6x6x6*

- b. *Reducing lateral (shapenipple)* untuk ukuran pipa cabang tidak sama dengan ukuran pipa *header*

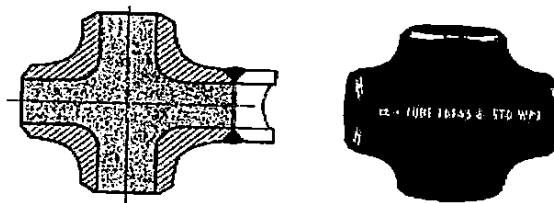
Misal : *Red lateral 6x6x4*



**Gambar 3.8. Lateral**  
(Sherwood, 1973)

### 9. Cross

*Cross* adalah sambungan cabang dengan dua pipa cabang dengan sudut  $90^\circ$ . *Cross* digunakan untuk percabangan dengan keterbatasan ruang, banyak digunakan di perpipaan lepas pantai (*marine piping*). Untuk percabangan dengan ruang yang cukup tidak digunakan *cross* tetapi dianjurkan menggunakan *tee*.



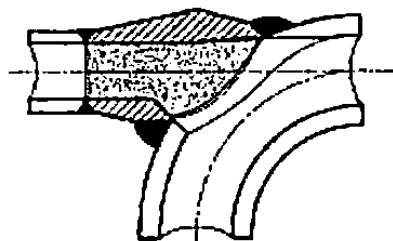
**Gambar 3.9. Cross**  
(Sherwood, 1973)

## 10. Olet (Penguat Sambungan Cabang)

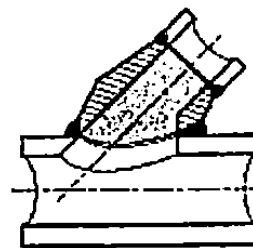
Olet dengan ujung sambungan jenis *butt-welding* terdiri dari:

- a. *Weldolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang  $90^\circ$ .
- b. *Elbowlet* untuk sambungan cabang pada *elbow*.
- c. *Letrolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang  $45^\circ$ .
- d. *Sweepolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang  $90^\circ$ , jenis ini penguatan cabangnya lebih baik, dikarenakan terdapat semacam tambahan plat penguat.

ELBOLET  
FIGURE 2.14



BUTT-WELDING LATROLET  
FIGURE 2.15



Gambar 3.10. Jenis *Elbowlet* dan *Weldolet Cap/Closure*  
(Sherwood, 1973)

## 11. Cap/Closure

*Cap* digunakan untuk menutup ujung suatu jalur pipa. Untuk diameter besar, berdasarkan bentuknya terdapat beberapa jenis cap yaitu:

- a. *Ellipsoidal*.
- b. *Dished Head* banyak digunakan untuk *head* bejana tekan (*pressure vessel*).

## 12. Flange

*Flange* digunakan untuk menyambung pipa dengan pipa, pipa dengan

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Jenis-jenis *flange* antara lain:

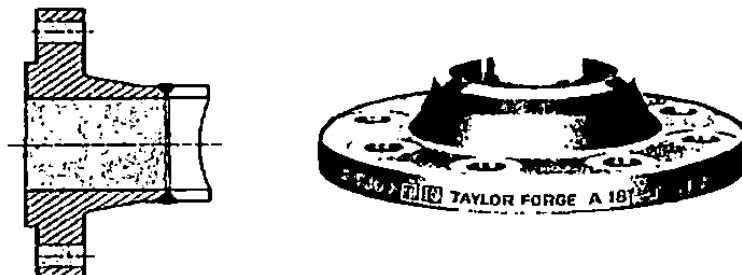
a. *Welding Neck Flange (WN Flange)*

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.
- Terdapat jenis *Expander WN flange* (*WN flange* dengan perbesaran diameter), biasa digunakan untuk penyambungan ke: katup, *nozzle* dari kompresor dan pompa.



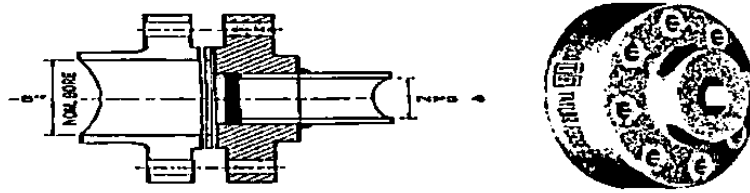
**Gambar 3.11.** *Flange* Jenis WN (*Welding Neck*)  
(Sherwood, 1973)

b. *Slip On Flange (SO Flange)*

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

- Ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- Digunakan untuk sambungan antar pipa.
- Dapat digunakan dengan *LR elbow*, *reducer*, dan *swage*.
- Mudah dalam instalasi

Terdapat jenis *Expander SO flange* (dengan perbesaran diameter)



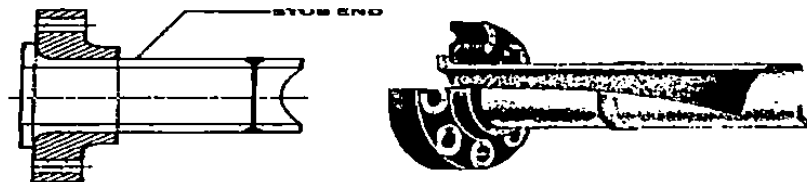
**Gambar 3.12. Flange Jenis SO (Slip-On)**  
(Sherwood, 1973)

c. *Lap Joint Flange (Lap Flange)*

Karakteristik dan fungsi tipe sambungan dengan *lap joint flange* adalah sebagai berikut:

- Ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- Relatif murah.

*Lap joint flange* biasa digunakan pada pemasangan lubang baut yang sulit, misalnya dari *vesel* ke *nozzle* dengan banyak lubang baut.



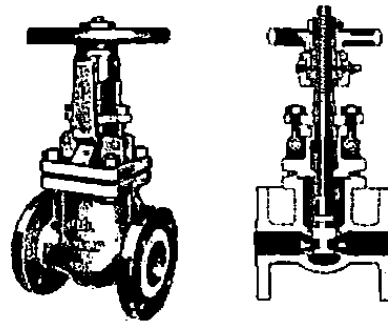
**Gambar 3.13. Flange Lap Joint**  
(Sherwood, 1973)

13. *Valve/Katup*

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 ke suatu arah dan mengendalikan baik aliran maupun tekanan secara

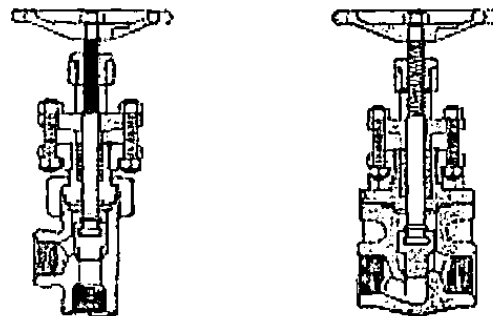
Beberapa jenis katup yang dipakai antara lain:

- a. Katup sorong atau katup pintu (*gate valve*), digunakan untuk pengaturan aliran baik dengan membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.14. *Gate Valve*  
(Sherwood, 1973)

- b. *Globe valve*, berfungsi mengatur besar kecilnya aliran maupun tekanan.



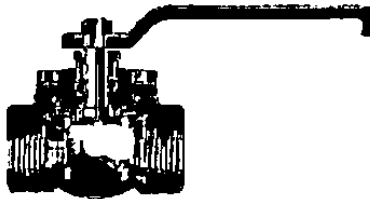
Gambar 3.15. *Globe valve*  
(Sherwood, 1973)

- c. Katup cek (*Check valve*), digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan hanya untuk aliran satu arah.



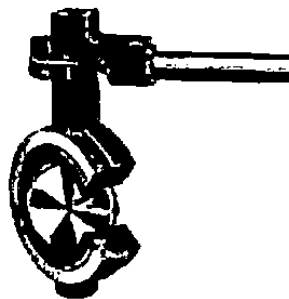
Gambar 3.16. Katup Cek  
(Sherwood, 1973)

- d. Katup Bola (*Ball Valve*), berfungsi membuka, menutup dan mengatur aliran fluida dengan cepat.



**Gambar 3.17.** Katup Bola  
(Sherwood, 1973)

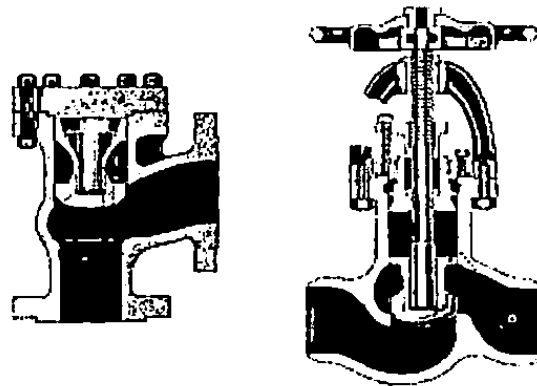
- e. Katup Kupu-kupu (*Butterfly*), berfungsi hanya untuk membuka dan menutup sepenuhnya aliran fluida dengan tekanan rendah, misalnya air, zat kental (*slurry*), sistem pemanasan ruangan dan lain sebagainya.



**Gambar 3.18.** Katup Kupu-kupu  
(Sherwood, 1973)

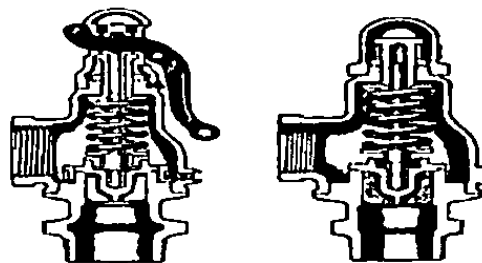
- f. Kontrol *valve* adalah jenis *valve* yang digunakan untuk mengatur aliran fluida secara otomatis

- g. *Piston valve* berfungsi sebagai piranti untuk menghentikan aliran (*shutoff*), pengaturan (*regulation*), pengukuran (*measurement*) dan sebagai pengendali (*control*) aliran fluida di dalam pipa.



**Gambar 3.20.** *Piston Valve*  
(Sherwood, 1973)

- h. *Safety valve* atau *relief valve*, digunakan untuk pengamanan tekanan yaitu untuk membuang tekanan yang berlebihan dalam suatu sistem (bejana, *heat exchanger*, *boiler*, tangki timbun, dan *equipment* lain). *Safety valve* umumnya dipakai untuk uap, udara dan *relief valve* untuk cairan.



**Gambar 3.21.** *Safety Valve* atau *Relief Valve*  
(Sherwood, 1973)

#### 14. *Ring-Joint Gasket*

*Gasket* adalah suatu kombinasi material yang dirancang untuk mengapit antar permukaan *flange joint*. Fungsi *gasket* yang utama adalah menahan ketidakteraturan dari tiap permukaan *flange*, mencegah kebocoran fluida

selama pengoperasian berlangsung, dan membuat perlawanan terhadap fluida yang sedang ditahannya, sesuai kebutuhan temperatur dan tekanan.

Standar *gasket* yang umum digunakan:

ASME B16.20-1997 : *Metallic Gasket for Pipe Flanges, Ring Joint, Spiral wound and Jacketed*

ASME B16.21- 1990 : *Non-metallic Flat Gasket for Pipe Flange*

BS 4865 Part 1 : *Flat Ring Gasketto Suit BS4504 and DIN Flanges*

API 6A : *Specification for Well-head and Chritsmastree equipment.*

*Gasket* dapat digambarkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu jenis *nonmetallic*, *semimetallic* dan *spiral wound*.

#### a. *Gasket Nonmetallic*

*Gasket nonmetallic* pada umumnya merupakan gabungan lembaran material yang digunakan pada *flat face flange* untuk penggunaan kelas tekanan yang rendah. *Gasket nonmetallic* dihasilkan dari material *non-asbestos* atau pengkompresian serabut asbes (CAF). Tipe *non-asbestos* meliputi *arimidfiber*, *glassfiber*, *elastomer*, *teflon* (PTFE), dan *gasket grafit fleksible*. Tipe *full face gasket* pantas digunakan pada *flat face flange*. Flat ring *gasket* pantas digunakan pada *Riased Face (RF) Flange*.

#### b. *Gasket Semimetallic*

*Gasket semimetallic* adalah gabungan dari material *non-metallic* dan logam. Logam mempunyai unsur kekuatan dan keelastisan. *Gasket semimetallic* dirancang untuk kondisi pengoperasian temperatur dan tekanan yang paling besar. *Gasket semimetallic* umumnya digunakan pada *raise face*.

#### c. *Gasket Spiral Wound*

*Gasket spiral wound* banyak digunakan pada *raise face flange*. *Spiral*

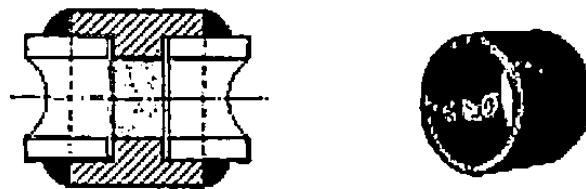


Bagian *gasket* yang mampu menahan antar permukaan *flange* adalah bagian spiral wound. *Spiral wound* dihasilkan dari lilitan potongan sebelum dibentuk logam dan diisi material lembut di sekitar logam. Di dalam dan luar diameter diperkuat oleh beberapa tambahan lilitan logam tanpa pengisi.

### 3.1.2.2 Fitting Dengan Sambungan Ujungnya Jenis *Socket-Welded* Meliputi:

#### 1. *SW Full Coupling*

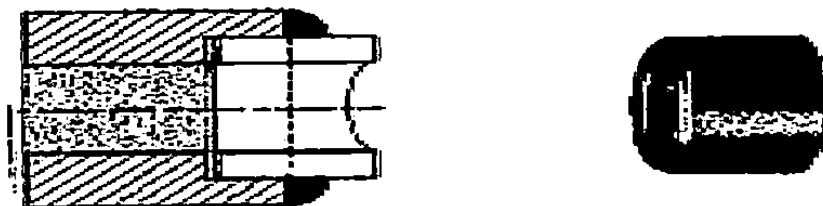
Untuk sambungan pipa, menggabungkan pipa kecil, *nipple*, *swage*. Kedua ujungnya bentuk *socket* dengan ukuran diameter yang sama.



Gambar 3.22. *SW Full Coupling*  
(Sherwood, 1973)

#### 2. *SW Half Coupling*

Sama seperti *SW full coupling*, namun hanya satu ujung saja berbentuk sambungan *socket*, digunakan untuk sambungan pada *vessel*.



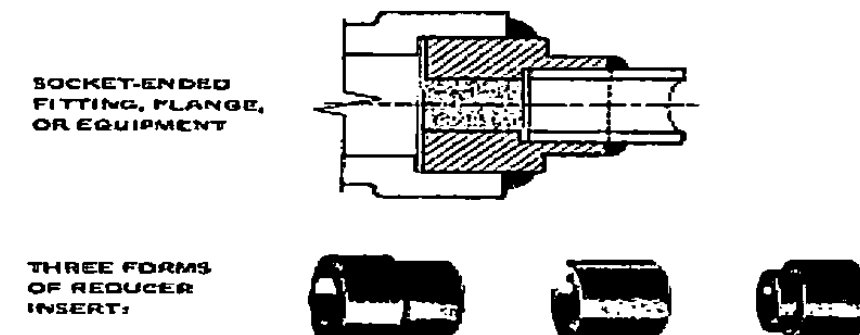
Gambar 3.23. *SW Half Coupling*  
(Sherwood, 1973)

#### 3. *SW Reducer*

... ..

#### 4. Reducing Insert

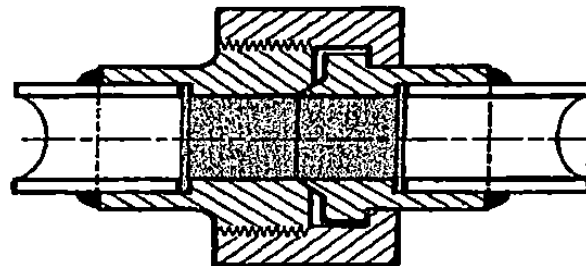
Seperti *SW half coupling*, untuk pengecilan diameter saluran yang cukup besar sehingga diperlukan *insert*.



Gambar 3.24. *Reducing Insert*  
(Sherwood, 1973)

#### 5. SW Union

Terdiri dari tiga komponen, untuk tujuan pemeliharaan dan pemasangan yang mudah. Dalam pemasangan komponen diulirkan ke komponen yang lainnya sebelum dilas.

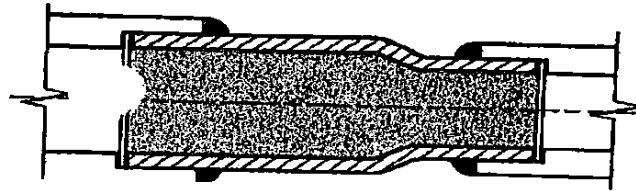


Gambar 3.25. *SW Union*  
(Sherwood, 1973)

#### 6. SW Swage

Untuk pengecilan diameter saluran, disebut juga *Swedge* (SWG) atau

- PBE = *Plain Both End*
- PLE = *Plain Large End*
- PSE = *Plain Small End*
- BLE = *Bevel Large End*



**Gambar 3.26. SW Swage**  
(Sherwood, 1973)

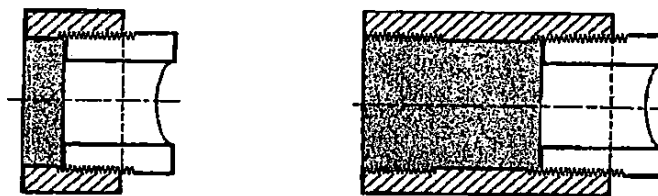
### 3.1.2.3 Fitting Dengan Sambungan Ujung Jenis *Screwed/Threaded* Meliputi:

#### 1. *Threaded Full Coupling*

Untuk sambungan pipa. Kedua ujungnya berbentuk ulir dengan ukuran diameter yang sama.

#### 2. *Threaded Half Coupling*

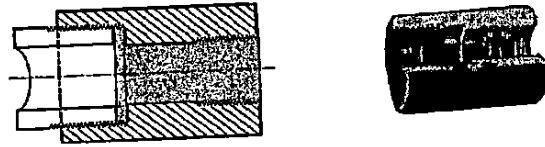
Seperti *threaded full coupling*, namun hanya satu ujung saja berbentuk ulir, digunakan untuk sambungan pada *vessel*.



**Gambar 3.27. Threaded Half dan Full Coupling**  
(Sherwood, 1973)

### 3. Threaded Reducing coupling

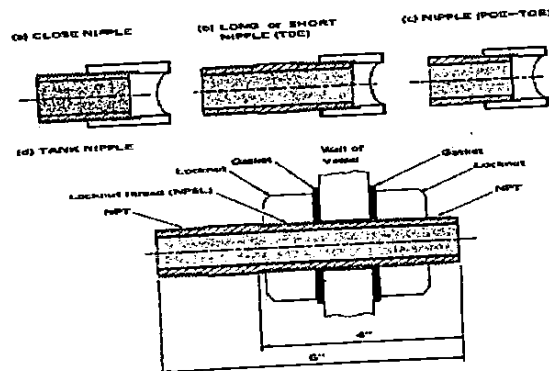
Seperti *threaded full coupling*, namun kedua ujungnya berbeda diameter.



**Gambar 3.28. Threaded Reducing Coupling**  
(Sherwood, 1973)

### 4. Nipple

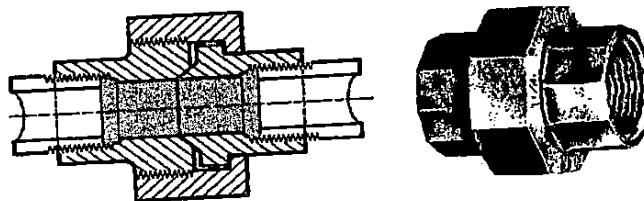
Menggabungkan *union*, katup, *strainer*, *fitting*



**Gambar 3.29. Nipple**  
(Sherwood, 1973)

### 5. Threaded Union

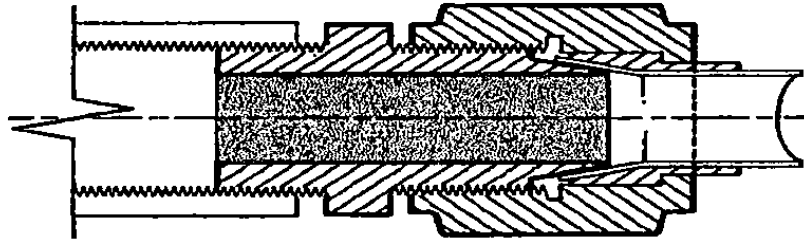
Terdiri dari tiga komponen, untuk tujuan pemeliharaan dan pemasangan yang mudah.



**Gambar 3.30. Threaded Union**  
(Sherwood, 1973)

### 6. *Pipe-To-Tube Connector*

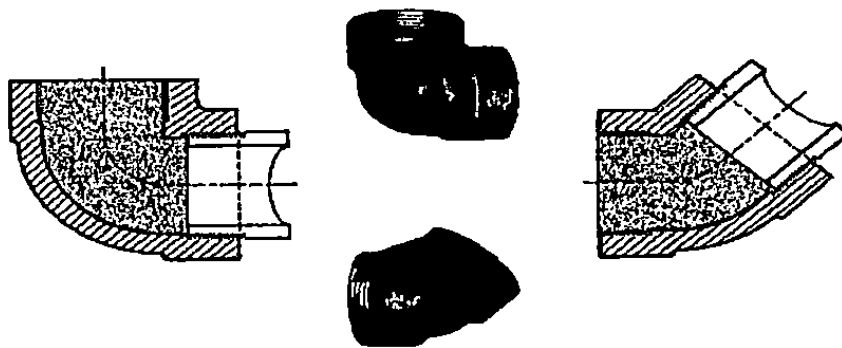
Untuk penyambungan pipa (diameter besar) dengan tube (diameter kecil).



**Gambar 3.31.** *Pipe-To-Tube Connector*  
(Sherwood, 1973)

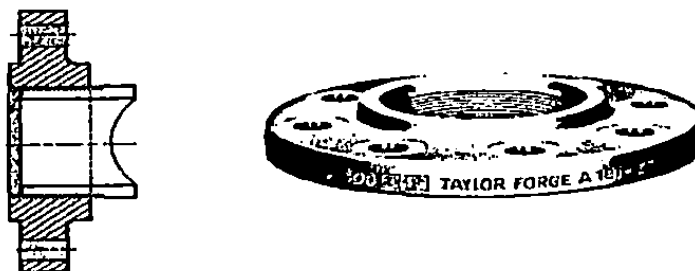
### 7. *Threaded Elbow*

Terdapat threaded elbow 45 dan 90

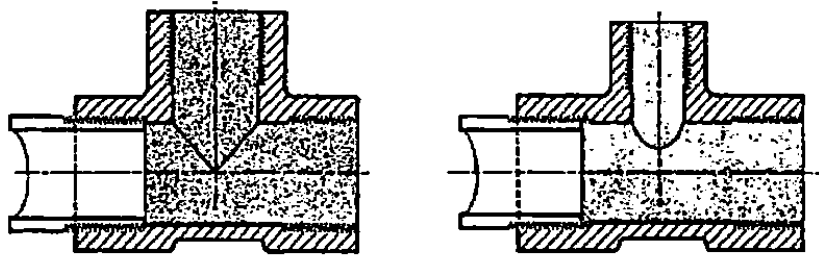


**Gambar 3.32.** *Threaded Elbow*  
(Sherwood, 1973)

### 8. *Threaded Flange*

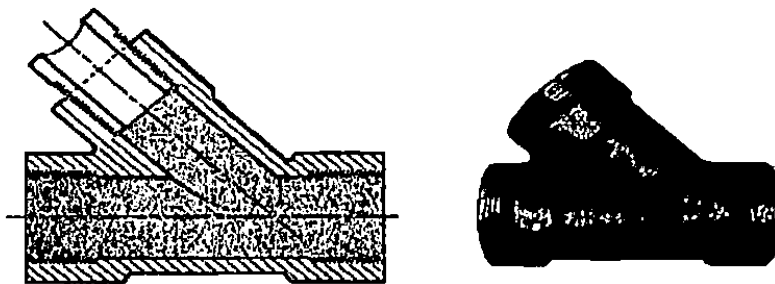


9. *Threaded Tee*



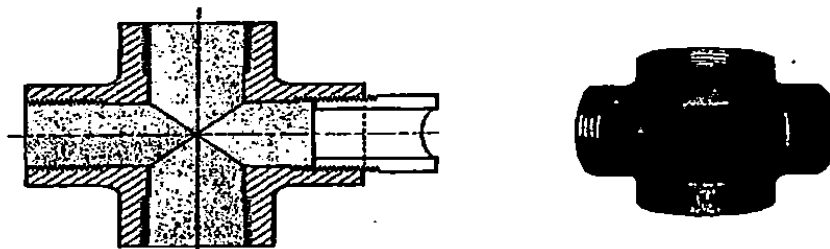
**Gambar 3.34. Threaded Tee**  
(Sherwood, 1973)

10. *Threaded Lateral*



**Gambar 3.35. Threaded Lateral**  
(Sherwood, 1973)

11. *Threaded Cross*



**Gambar 3.36. Threaded Cross**  
(Sherwood, 1973)

3.1.3 Instrumentasi/Symbol Perpipaan

Gambar adalah suatu media komunikasi untuk mentransfer informasi

yang diperlukan dalam perancangan perpipaan. Untuk dapat

dipahami suatu gambar perpipaan harus digambar dengan menggunakan simbol-simbol perpipaan yang dikenal di kalangan orang yang bekerja dalam bidang perpipaan.

Simbol perpipaan dapat digambarkan dengan:

1. Sistem garis tunggal
2. Sistem garis ganda

Berdasarkan jenis sambungan untuk menyambung di antara komponen-komponen pipa, simbol perpipaan dibedakan menjadi:

1. Simbol sambungan las (*butt welding*)
2. Simbol sambungan *socket weld*
3. Simbol sambungan *screwed joint*

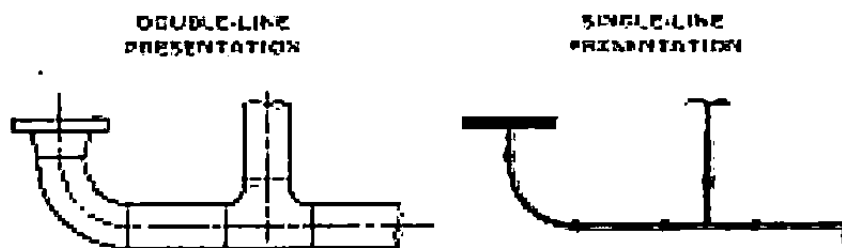
Terdapat macam-macam simbol jalur pipa tertentu berupa garis dalam gambar perpipaan yang mengandung arti tertentu, yaitu:

1. Dalam gambar *plotplan*, *isometri*, dan *spool*:
  - a. *Matchline*
  - b. Garis luar bangunan (*outline of building*)
  - c. *Center line*
  - d. *Single line piping*
  - e. *Piping underground*
  - f. *Future piping*
  - g. *Existing piping*
  - h. *Future equipment*
  - i. *Existing equipment*
2. Dalam gambar PFD dan P&ID:
  - a. *Primary process service* atau *utility*
  - b. *Primary process service* atau *utility* (untuk *underground*)
  - c. *Secondary process service* atau *utility*

3. Jalur *Instrument*

- a. *Instrument air (pneumatic signal)*
- b. *Instrument liquid (hydraulic signal)*
- c. *Electric*
- d. *Electromagnetic atau sonic*
- e. *Instrument capillary tubing*

Simbol-simbol perpipaan dapat dilihat dalam gambar-gambar berikut ini:

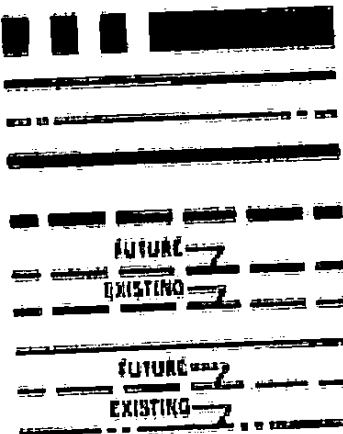
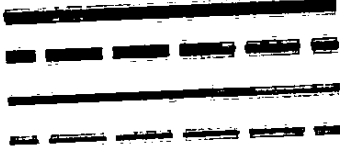
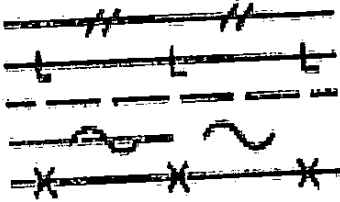


Gambar 3.37. Penggambaran Sistem Garis Ganda Dan Garis Tunggal (Sherwood, 1973)

|                                    | BUTT WELD | SOCKET WELD | SCREWED JOINT |
|------------------------------------|-----------|-------------|---------------|
| SIMPLIFIED PRACTICE *              |           |             |               |
| CONVENTIONAL PRACTICE              |           |             |               |
| ANSI Y32.23 (Not current practice) |           |             |               |

Gambar 3.38. Simbol Perpipaan Untuk Sambungan *Butt-Weld, Socket-Weld dan Screwed* (Sherwood, 1973)



| SYMBOLS FOR LINES   | CHART 5.1  |
|---|--|
| LINE SYMBOLS WHICH MAY BE USED ON P&ID's, PROCESS FLOW DIAGRAMS & PIPING DRAWINGS   |  |
| LINE  | SYMBOL   |
| <p>PIPING DRAWINGS (PLANS, ELEVATIONS, ISOB AND SPOOL DRAWINGS)</p> <p>MATCHLINE</p> <p>OUTLINES OF BUILDINGS, UNITS, ETC.</p> <p>CENTERLINE</p> <p>SINGLE-LINE PIPING</p> <p>PIPING UNDERGROUND, OR OBSCURED BY EQUIPMENT, WALL, ETC.</p> <p>FUTURE PIPING</p> <p>EXISTING PIPING</p> <p>EQUIPMENT OUTLINES, DIMENSION LINES, DOUBLE-LINE PIPING</p> <p>FUTURE EQUIPMENT</p> <p>EXISTING EQUIPMENT</p> |   |
| <p>P&amp;ID's AND PROCESS FLOW DIAGRAMS</p> <p>PRIMARY PROCESS, SERVICE OR UTILITY</p> <p>PRIMARY PROCESS, SERVICE OR UTILITY, UNDERGROUND</p> <p>SECONDARY PROCESS, SERVICE OR UTILITY</p> <p>SECONDARY PROCESS, SERVICE OR UTILITY, UNDERGROUND</p>   |  |
| <p>SIGNAL (INSTRUMENT) LINES</p> <p>INSTRUMENT AIR (PNEUMATIC SIGNAL)</p> <p>INSTRUMENT LIQUID (HYDRAULIC SIGNAL)</p> <p>ELECTRIC</p> <p>ELECTROMAGNETIC* OR SONIC</p> <p>INSTRUMENT CAPILLARY TUBING</p>   |  |
| <p>* RADIATION: LIGHT, HEAT, RADIO WAVE, ETC.</p>   |  |

Gambar 3.39. Simbol Garis Perpipaian Untuk Gambar Isometri, P&ID, dan Jalur Instrument (Sherwood, 1973)

**NOTE**

IN CHAPTER 2 TABLES, THE SYMBOLS SHOWING DIMENSIONS WITHIN LINES SHOW CONNECTED PIPES, AND ARE NOT A PART OF THE SYMBOL.

| NAME OF ITEM          | END VIEW | SIDE VIEW | END VIEW | NAME OF ITEM                                | END VIEW              | SIDE VIEW | END VIEW | NAME OF ITEM        | END VIEW                     | SIDE VIEW | END VIEW |
|-----------------------|----------|-----------|----------|---|-----------------------|-----------|----------|---------------------|------------------------------|-----------|----------|
| END VIEW PIPES        |          |           |          | LAP JOINT FLANGE BUTTS                      |                       |           |          | ROTOR               |                              |           |          |
| WELD END              |          |           |          | LAP JOINT                                   |                       |           |          | SOCKET              | SHOWN AS WELDED - THIS SHORT |           |          |
| LAP JOINT FLANGE      |          |           |          | LAP JOINT                                   |                       |           |          | LAP JOINT FLANGE    |                              |           |          |
| END                   |          |           |          | LAP JOINT                                   |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| COUPLING FULL OR HALF |          |           |          | WELD  | SEE END OF THIS CHART |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | LAP JOINT                                   |                       |           |          | WELDED END OF ROTOR | TOP VIEW                     |           |          |
| WELD END              |          |           |          | WELD  |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | WELD CON.                                   | TOP VIEW              |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| WELD END              |          |           |          | ECCENTRIC                                   |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | ECCENTRIC STATE BETWEEN TOP OR BOTTOM PLATE |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          | SOCKET              |                              |           |          |
| SOCKET                |          |           |          | FLANGES PLACES                              |                       |           |          |                     |                              |           |          |



Gambar 3.42. Simbol Katup dan Operasinya  
(Sherwood, 1973)

| Tipe Katup |         | Operasi |         | Simbol |         |
|------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Simbol     | Operasi | Simbol  | Operasi | Simbol | Operasi |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |
|            |         |         |         |        |         |

### 3.1.4 Pipe Support

Pada sistem perpipaan untuk menahan berat pipa beserta zat cair yang ada di dalamnya serta menahan gaya-gaya yang timbul dari zat cair pada pipa digunakan penyangga atau tumpuan. Jarak tumpuan untuk pipa yang dipasang mendatar harus ditentukan sedemikian rupa hingga pipa tidak mengalami kedutan yang berlebihan. Tumpuan ini sebagian harus dibuat bebas untuk memungkinkan pergerakan pipa oleh pemuaian dan pengerutan karena perubahan temperatur dan lain-lain.

Selain sebagai penahan juga berfungsi sebagai penyeimbang tekanan oleh fluida di dalamnya sehingga peralatan atau sambungan-sambungan pipa tidak bergerak dan bergeser.

#### 3.1.4.1 Standar-standar *support* yang biasa digunakan:

1. MSS SP-58, *Materials and design of pipe supports*
2. MSS SP-69, *Selection and application of pipe support*
3. MSS SP- 89, *Fabrication and installation of pipe support*
4. *WRC Buletin 198*

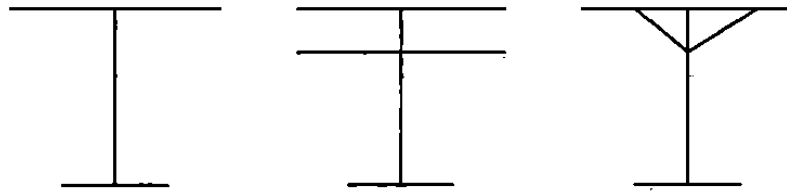
Penempatan *support* tergantung banyak pertimbangan seperti ukuran pipa, bentuk pipa, lokasi berat *valve and fitting*, dan struktur yang tersedia untuk *support*. Tidak ada peraturan atau batasan secara positif dalam menentukan *support* dalam pemasangan suatu sistem perpipaan, namun biasanya *suport* dipasang pada tumpuan belokan dan tumpuan sebelum dan setelah katup.

#### 3.1.4.2 Macam-macam Penyangga Pembebanan Statik:

1. Penyangga struktur (sipil)

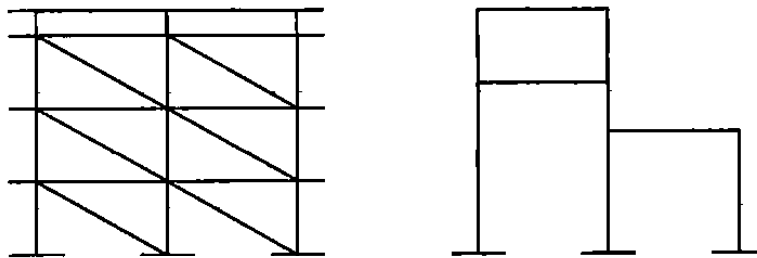
— . . . . . minimal 2,5 meter. Dapat

a. penyangga satu kolom



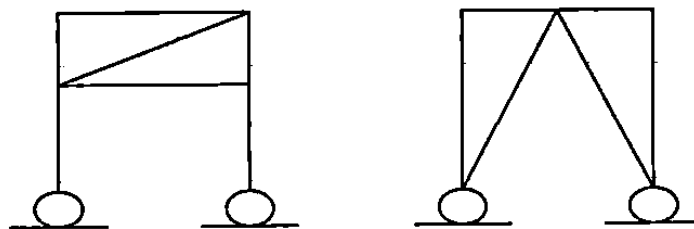
**Gambar 3.43. Penyangga Satu Kolom**

b. Penyangga banyak kolom



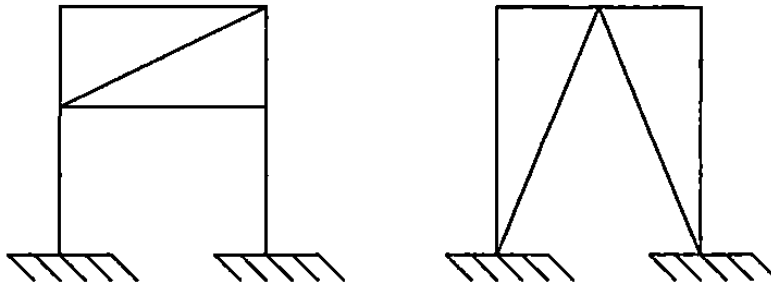
**Gambar 3.44. Penyangga Banyak Kolom**

c. Penyangga satu tingkat dengan landasan engsel



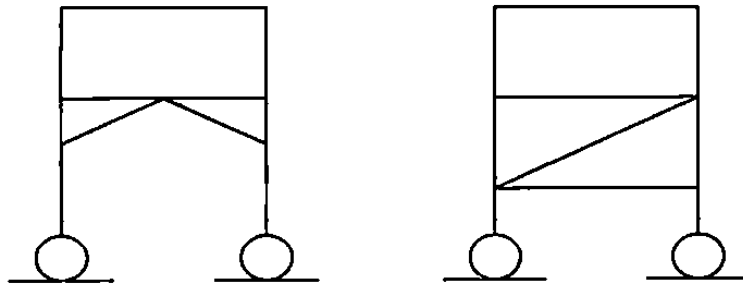
**Gambar 3.45. Penyangga Satu Tingkat Dengan Landasan Engsel**

d. Penyangga dengan landasan tetap



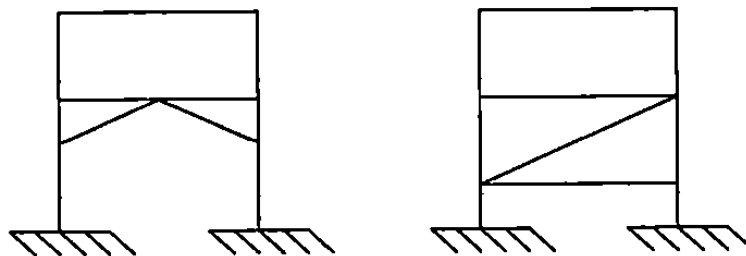
**Gambar 3.46.** Penyangga Dengan Landasan Tetap

e. Penyangga dua tingkat dengan landasan engsel



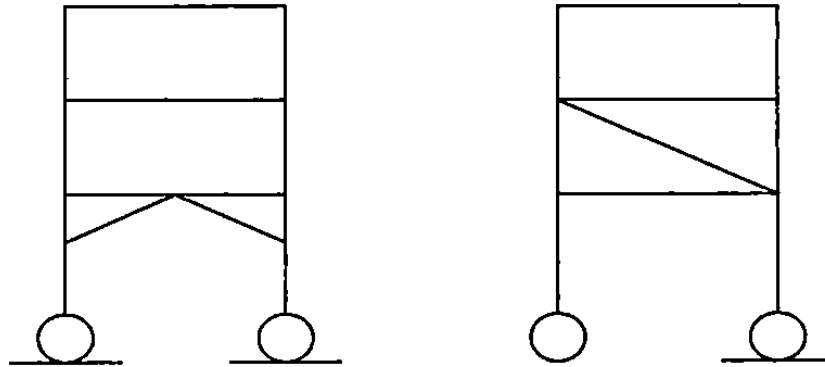
**Gambar 3.47.** Penyangga Dua Tingkat Dengan Landasan Engsel

f. Penyangga dua tingkat dengan landasan tetap



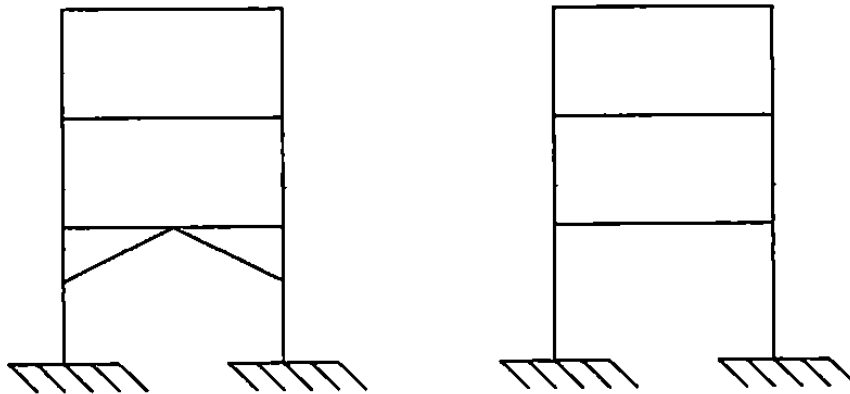
**Gambar 3.48.** Penyangga Dua Tingkat Dengan Landasan Tetap

g. Penyangga bertingkat banyak dengan landasan engsel



**Gambar 3.49.** Penyangga Bertingkat Banyak Dengan Landasan Engsel

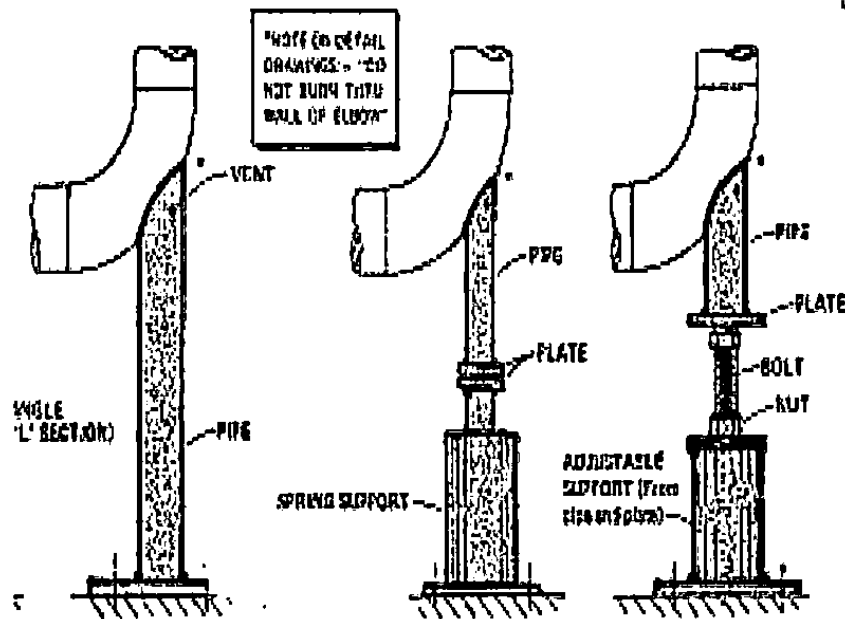
h. Penyangga bertingkat banyak dengan landasan tetap





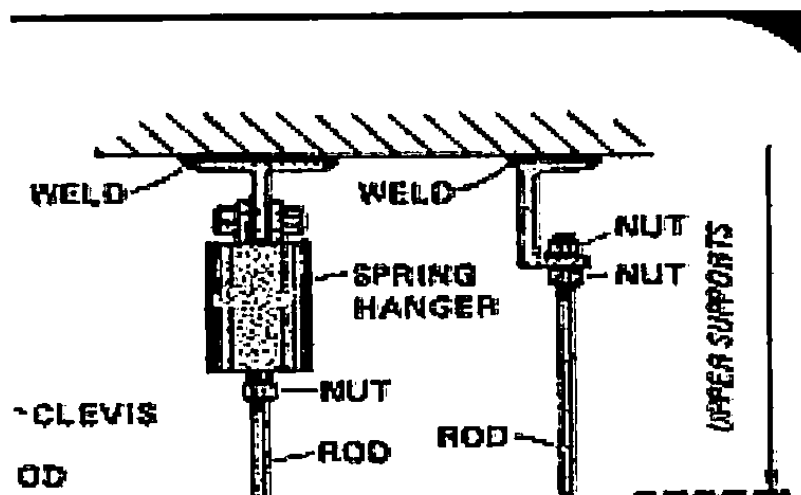
## 2. Penyangga kaki bebek (*duck foot*)

Jenis penyangga dimana tinggi kaki pipa maksimum 1,2 meter ditambah panjang yang dibutuhkan sampai garis sumbu.



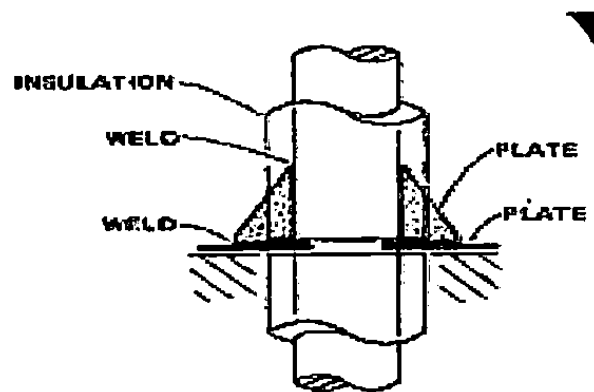
Gambar 3.51. Penyangga Kaki Bebek (*Duck Foot*)  
(Sherwood, 1973)

## 3. Penyangga bentuk siku-siku (*bracket*)



#### 4. Penyangga pembaringan pipa (*pipe slider*)

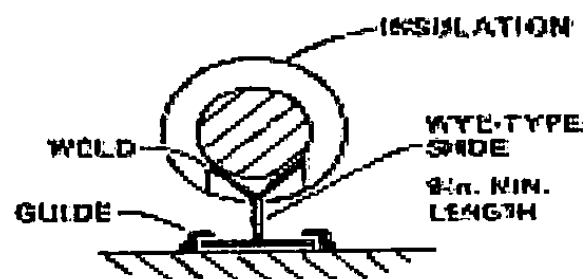
Penyangga pipa ini tingginya lebih rendah dari satu meter dari permukaan tanah. Pipa *sleeper* dibuat dari semen beton dan besi beton, selain itu permukaannya diberi plat besi guna menahan gesekan pipa, untuk pengelasan kedudukan penuntun pipa serta *anchor*. Bentuk pipa *sleeper* seperti balok empat persegi dengan ukuran panjang dan lebar bervariasi tergantung kebutuhan.



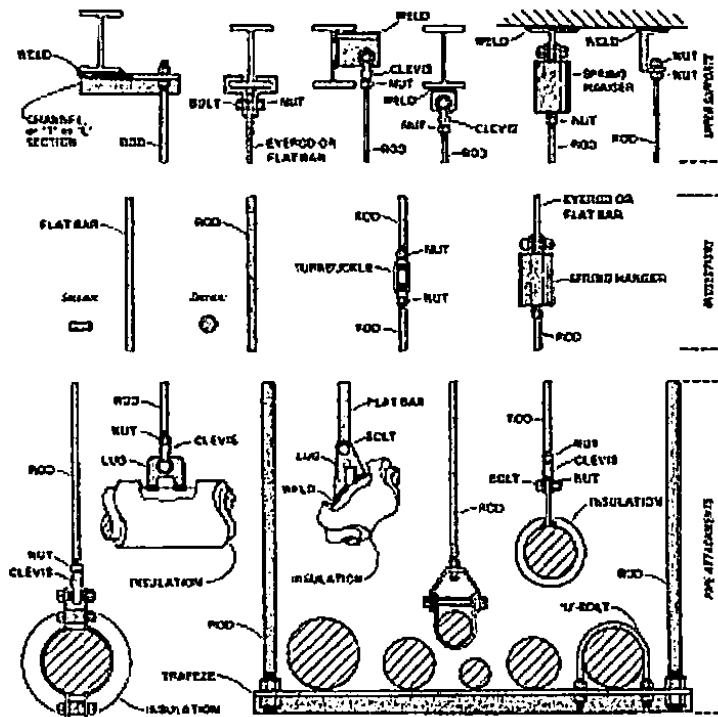
**Gambar 3.53.** Penyangga Pembaringan Pipa (*Pipe Slider*)  
(Sherwood, 1973)

#### 5. Penyangga pipa rendah (*low support*)

Jenis penyangga pipa ini memiliki tinggi maksimum yang diijinkan adalah 2,5 meter dari permukaan tanah dan tangannya ( $L$ ) tidak lebih dari 1,5 meter.



## 6. Penyangga Gantung (*Hanger*)



**Gambar 3.55.** Penyangga Gantung (*Hanger*)  
(Sherwood, 1973)

**Tabel 3.2.** *Suggested Piping Support Spacing* (Pengaturan Jarak Pipa)

| NPS (DN)  | Suggested maximum span, ft (m) |                            |
|-----------|--------------------------------|----------------------------|
|           | Water service                  | steam, gas, or air service |
| 1 (25)    | 7 (2.13)                       | 9 (2.74)                   |
| 2 (50)    | 10 (3.05)                      | 13 (3.96)                  |
| 3 (80)    | 12 (3.66)                      | 15 (4.57)                  |
| 4 (100)   | 14 (4.27)                      | 17 (5.18)                  |
| 6 (150)   | 17 (5.18)                      | 21 (6.40)                  |
| 8 (200)   | 19 (5.79)                      | 24 (7.32)                  |
| 12 (300)  | 23 (7.01)                      | 30 (9.14)                  |
| 16 (400)  | 27 (8.23)                      | 35 (10.7)                  |
| 20 (500)  | 30 (9.14)                      | 39 (11.9)                  |
| 240 (600) | 32 (9.75)                      | 42 (12.8)                  |

### 3.2 Rating Tekanan - Temperatur

*Rating* digunakan untuk mengakomodasi kondisi operasi dalam suatu jalur pipa agar komponen-komponen pipa tidak pecah karena variasi tekanan dan temperatur yang terjadi. Tekanan akan menyebabkan tegangan-tegangan dalam pipa. Akibat tekanan internal, pada sambungan transversal (melintang) bekerja tegangan longitudinal (membujur) dan pada sambungan longitudinal bekerja tegangan transversal (disebut juga tegangan *hoop* atau tegangan *circum ferensial*)

Untuk material, tekanan dan tebal dinding pipa yang sama, tegangan maksimum akan terjadi pada sambungan longitudinal (terjadi tegangan transversal). Sehingga tebal pipa (*schedule* pipa) dengan suatu tekanan operasi tertentu dapat ditentukan dengan mudah. Namun begitu, suatu material pipa dengan kekuatan tarik ( $\sigma_u$ ) dan kekuatan luluh ( $\sigma_y$ ) akan turun kekuatannya, baik  $\sigma_u$  maupun  $\sigma_y$  akibat temperatur operasi yang tinggi saat beroperasi. Sehingga dengan variasi suhu operasi, *rating* tekanan menjadi tidak tentu manfaatnya.

#### 3.2.1 Rating/Kelas Fitting Jenis Socket-Welded dan Threaded

*Fitting* jenis sambungan berulir (*threaded/screwed*) mempunyai kelas/*rating* tekanan: 2000, 3000, dan 6000. Sedang jenis sambungan ujung *socket-welded* mempunyai *rating* tekanan: 3000, 6000, dan 9000. Terdapat hubungan praktis antara *schedule* pipa dengan kelas/*rating* untuk *fitting* berjenis sambungan ujung diulir (*threaded/screwed*) dan jenis sambungan ujung *socket-welded*, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3.3. Rating Jenis Sambungan Ujung Socket-Weldet**  
(Sherwood, 1973)

| <b>PressureClass</b>         | <b>2000</b> | <b>3000</b> | <b>6000</b> | <b>9000</b> |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Threaded Fitting</b>      | 80 / XS     | 160         | XXS         |             |
| <b>Socket-Welded Fitting</b> |             | 80 / XS     | 160         | XXS         |

Keterangan: Suatu jalur pipa dengan NPS 2" ke bawah.

- 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 kelas/*rating* tekanan 2000.
- Dari perhitungan tebal pipa (penentuan *schedule* pipa) didapatkan *schedule* 80. Dalam jalur pipa tersebut terdapat *fitting* dengan jenis sambungan ujung *socket-welded*. Maka kelas/*rating* semua *fitting* jenis sambungan ujung *socket-welded* dalam jalur pipa tersebut mempunyai *rating* tekanan 3000.

### 3.2.2 *Rating/Kelas Fitting* Jenis Sambungan Ujung *Bolted-Flange*

Untuk *fitting* sambungan ujung *bolted-flange*, penentuan *rating* tekanan diatur dalam ASME B16.5. Langkah-langkah penentuan *rating fitting* dengan sambungan ujung *bolted-flange* adalah sebagai berikut:

Langkah 1 : Tentukan jenis material dan proses pembuatan *fitting* tersebut (*casting, forging*, atau dari plat). Misalnya material *flange* ASTM A-105, proses pembuatan *flange* dengan cara ditempa (*forging*).

Langkah 2 : Tentukan material *group* (daftar spesifikasi bahan untuk pipa dengan *flange* dan *flange* dengan *fitting*). Didapatkan material *group*nya

Langkah 3 : Tentukan *rating flange (rating for group)*, dengan suhu dan tekanan operasi sebagai data masukan.

Misalkan pada suhu operasi 60<sup>0</sup>F dan tekanan operasi 150 Psig, maka *rating flange* tersebut adalah 300#, tekanan operasi maksimum yang diijinkan sampai 55<sup>0</sup> F. Pada *rating* 150#, tekanan operasi maksimum yang

### 3.2.3 Rating / Kelas Fitting Jenis Sambungan Ujung *Butt-Welding*

Untuk *fitting* dengan sambungan ujung *butt-welding*, *rating* tekanan atau *schedule* menyesuaikan dengan kelas/*rating* pipanya.

Misalkan: Pada jalur pipa dengan pipa NPS 4" Sch STD

- *Elbow* 90° 4" Sch STD
- *Tee* 4" x 4" x 2" Sch STD

**Tabel 3.4. Material Specification**  
(*Pipe Flanges and Flanged Fittings, ASME B16.5 – 1996*)

| Material Group | Nominal Designation                             | Pressure-Temperature Rating Table | Applicable ASTM Specifications <sup>1</sup> |  |  |
|----------------|---|-----------------------------------|---|--|--|
|                |   |                                   | Forgings                                    | Castings   | Plates   |
| 1.1            | C-Si<br>C-Mn-Si                                 | 2-1.1                             | A 105<br>A 350 Gr. JF2                      | A 218 Gr. WCB  | A 515 Gr. 70<br>A 510 Gr. 70<br>A 537 Cl. 1                |
| 1.2            | C-Mn-Si<br>2½Ni<br>3½Ni                         | 2-1.2                             | A 350 Gr. JF3                               | A 210 Gr. WCC<br>A 352 Gr. LCC<br>A 352 Gr. LC2<br>A 352 Gr. LC1 | A 203 Gr. B<br>A 203 Gr. E                                 |
| 1.3            | C-Si<br>C-Mn-Si<br>2½Ni<br>3½Ni                 | 2-1.3                             |   | A 352 Gr. LCB  | A 515 Gr. 65<br>A 510 Gr. 65<br>A 203 Gr. A<br>A 203 Gr. D |
| 1.4            | C-Si<br>C-Mn-Si                                 | 2-1.4                             | A 350 Gr. LF1 Cl. 1                         |  | A 515 Gr. 60<br>A 516 Gr. 60                               |
| 1.5            | C-½Mo   | 2-1.5                             | A 182 Gr. F1                                | A 217 Gr. W21<br>A 352 Gr. LC1                                   | A 204 Gr. A<br>A 204 Gr. B                                 |
| 1.7            | C-½Mo<br>½Cr-½Mo<br>Ni-½Cr-½Mo<br>½Ni-½Cr-1Mo   | 2-1.7                             | A 182 Gr. F2                                | A 217 Gr. W24<br>A 217 Gr. W25                                   | A 204 Gr. C  |
| 1.9            | 1Cr-½Mo<br>1½Cr-½Mo<br>1½Cr-½Mo-Si              | 2-1.9                             | A 182 Gr. F12 Cl. 2<br>A 182 Gr. F11 Cl. 2  | A 217 Gr. W26  | A 207 Gr. 11 Cl. 2   |
| 1.10           | 2½Cr-1Mo  | 2-1.10                            | A 182 Gr. F22 Cl. 3                         | A 217 Gr. W29  | A 207 Gr. 22 Cl. 2   |
| 1.13           | 5Cr-½Mo   | 2-1.13                            | A 182 Gr. F5<br>A 182 Gr. F5a               | A 217 Gr. CE   |  |
| 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. F308<br>A 182 Gr. F304H           | A 351 Gr. CF3<br>A 351 Gr. CF8                                   | A 240 Gr. 304<br>A 240 Gr. 304H                            |
| 2.2            | 16Cr-12Ni-2Mo<br>16Cr-13Ni-2Mo<br>19Cr-10Ni-3Mo | 2-2.2                             | A 182 Gr. F319<br>A 182 Gr. F319H           | A 351 Gr. CF3M<br>A 351 Gr. CF8M<br>A 351 Gr. CC8M               | A 240 Gr. 316<br>A 240 Gr. 316H<br>A 240 Gr. 317           |
| 2.3            | 18Cr-8Ni<br>16Cr-12Ni-2Mo                       | 2-2.3                             | A 182 Gr. F304L<br>A 182 Gr. F316L          |  | A 240 Gr. 304L<br>A 240 Gr. 316L                           |
| 2.4            | 18Cr-10Ni-Ti                                    | 2-2.4                             | A 182 Gr. F321<br>A 182 Gr. F321H           |  | A 240 Gr. 321<br>A 240 Gr. 321H                            |

**Tabel 3.5. Pressure-Temperatur Rating**  
*(Pipe Flanges and Flanged Fittings, ASME B16.5 – 1996)*

| Nominal Designation | Forgings          | Castings          | Plates                                 |
|---------------------|-------------------|-------------------|--|
| C-Si                | A 105 (1)         | A 218 Gr. WCB (1) | A 515 Gr. 70 (1)                       |
| C-Mn-Si             | A 350 Gr. LF2 (1) |                   | A 518 Gr. 70 (1)(2)<br>A 537 Cl. 1 (3) |

catatan:

1. ketika *exposure* yang melebihi suhu diatas 800<sup>0</sup>F, *fasakarbida* dari baja bisa dikonversi menjadi grafit, diizinkan, tetapi tidak merekomendasikan untuk penggunaan diatas 800<sup>0</sup>F.
2. untuk tidak digunakan diatas 850<sup>0</sup>F.
3. untuk tidak digunakan diatas 700<sup>0</sup>F.

| WORKING PRESSURES BY CLASSES, <i>psig</i> |     |     |     |      |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Class Temp. °F                            | 150 | 300 | 400 | 600  | 900  | 1500 | 2500 |
| -20 to 100                                | 265 | 740 | 990 | 1480 | 2220 | 3105 | 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 | 4930 |
| 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 | 2580 | 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  | 660  |
| 1000                                      | 20  | 50  | 70  | 105  | 155  | 260  | 430  |