

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Sistem Perpipaan**

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk memindahkan fluida dari peralatan (*equipment*) yang berada di dalam pabrik (*plant*) atau dari satu tempat ke tempat lain sehingga dapat terjadi proses produksi. Suatu sistem perpipaan (*piping system*) memiliki beberapa komponen pelengkap yaitu *flens*, katup, *reducer*, *elbow*, tumpuan/*structure*, percabangan, nozzle dan lain lain. Dalam dunia industri, sering dikenal sebagai *piping* dan *pipeline*. *Piping* adalah sistem perpipaan yang ada dalam *plant*, untuk mengalirkan fluida dari satu peralatan ke peralatan lain. *Piping* biasanya bersifat internal yaitu jalur hanya berada di dalam *plant*. Sedangkan *pipeline* adalah sistem perpipaan yang menghantarkan fluida dari satu *plant* ke *plant* lainnya. *Pipeline* biasanya memiliki pipa yang sangat panjang, karena melintasi suatu daerah.

Sistem perpipaan sangat sering ditemukan pada bidang industri dari sistem perpipaan tunggal (*simple*) sampai sistem perpipaan bercabang (*complex*). Contoh sistem perpipaan dalam industri pembangkit tenaga panas bumi adalah sebagai sarana pemindah fluida dari *reservoir* ke peralatan pembangkit, sistem distribusi air kedalam gedung dan lain lain. Sistem perpipaan memiliki berbagai macam alur atau percabangan sehingga banyak komponen dalam sistem perpipaan yang digunakan. Sebagai contoh adalah *tee* (percabangan), penyusutan diameter (*reducer*), pengatur aliran (*valve*) dan lain lain.

##### **2.1.1. Jenis-jenis pipa**

Jenis pipa dapat dikelompokkan secara garis besar yaitu :

- a) Jenis pipa yang memiliki sambungan dengan pengelasan.
- b) Jenis pipa yang memiliki sambungan tanpa pengelasan.

### **2.1.2. Bahan-bahan pipa umum**

Bahan pipa secara umum dari material atau struktur baru pembuatan awal pipa yaitu :

- a) *Carbon steel*
- b) *PVC (Polyvinyl chloride)*
- c) *Galvaness*
- d) *Ferro*
- e) *Chrome Moly*
- f) *Carbon Moly*

### **2.1.3. Bahan-bahan pipa khusus**

- a) Kuningan.
- b) Tembaga
- c) *Viberglass*
- d) Alumunium
- e) Besi timah crom
- f) Besi tanpa tempa

## **2.2. Komponen sistem perpipaan**

Komponen sistem perpipaan harus dibuat berdasarkan spesifikasi, material dan standar yang telah ditentukan. Komponen sistem perpipaan ini meliputi pipa-pipa (*pipes*), *flanges*, sambungan (*fitting*), baut, *gasket*, katup (*valves*), saringan dan lain lain.

### **2.2.1. Pipa-pipa (*pipes*)**

Pipa-pipa adalah sistem tertutup suatu media alat transportasi fluida gas maupun cair. Pipa-pipa ini banyak digunakan di industri sebagai media transportasi air, penyalur uap dari material pipa baja atau pipa besi yang biasa digunakan di industri pembangkit.

### 2.2.1.1. Pipa las spiral (*spiral welding pipe*)

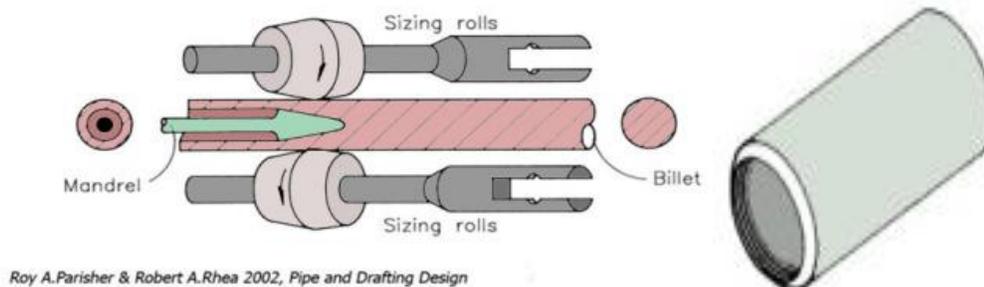
Pipa las spiral adalah pipa yang dibuat dengan metode memuntir plat tipis sehingga berbentuk pipa yang kemudian tiap ujungnya di las sehingga menjadi sambungan pada pipa. Pipa ini tidak terlalu banyak digunakan karena ketebalan dinding (*thickness*) yang tipis membuat pipa ini hanya bisa digunakan dalam tekanan rendah. Pipa las spiral sesudah dan sebelum plat di puntir dan dilas lihat Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pipa las spiral (*spiral welding pipe*) sebelum dan sesudah (Parisher & Rhea, 2002)

### 2.2.1.2. Pipa di las (*butt weld pipe*)

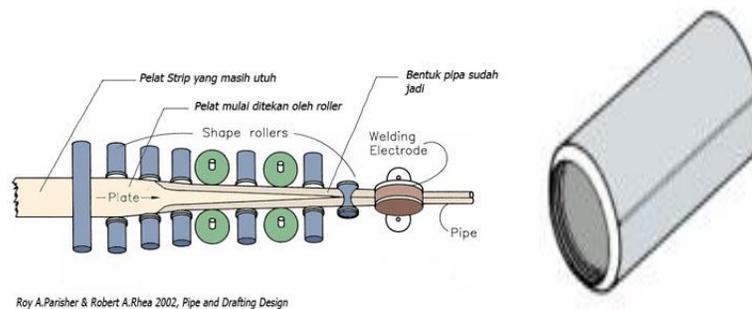
Pipa di las dibuat dengan cara memasukan plat kedalam cetakan (*shaper roller*) yang akan merollnya menjadi bentuk pipa yang berlubang seperti Gambar 2.2. Pada proses penekanannya ini cetakan memiliki tekanan yang sangat tinggi.



Gambar 2.2 Pipa dilas (*butt-welded pipe*) sebelum dan sesudah. (Parisher & Rhea, 2002)

### 2.2.1.3. Pipa tanpa sambungan (*seamless steel*)

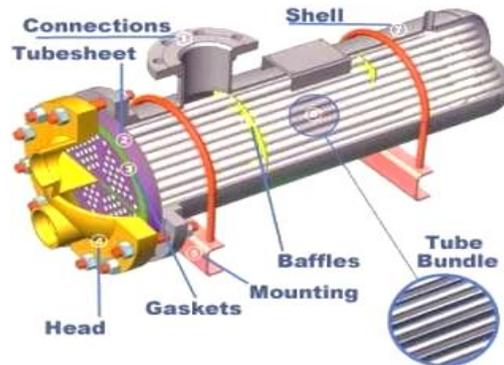
Pipa tanpa sambungan (*seamless steel*) ini dibuat dengan cara menusuk batang baja yang mendekati suhu cair (*billet*) dengan cara menggunakan sebuah mandrel yang mana pipa ini tidak memiliki sambungan seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pipa tanpa sambungan (*seamless steel*). (Parisher & Rhea, 2002)

### 2.2.1.4. Tube

Tube adalah sebuah benda silindris yang memiliki lubang di tengahnya. Tube memiliki kemiripan dengan pipa namun ukurannya lebih kecil seperti pada gambar 2.4. Ukuran tube maksimal adalah 2 inch. Tube biasanya digunakan alatalat penukar kalor ( *shell and tube heat exchanger*).



Gambar 2.4 Tubing pada *heat exchanger*.

(<http://engineering4read.blogspot.co.id>)

### 2.2.2. Flange

*Flange* adalah sebuah mekanisme yang digunakan untuk menyambungkan antara equipment pipa dengan pipa atau equipment yang lainnya lihat gambar 2.5. *Flange* bisa dipilih berdasarkan bentuk, tekanan, rating atau syarat yang memenuhi untuk desasin.



Gambar 2.5 Flens (flange).

(<https://hardhatengineer.com>)

#### 2.2.2.1. Flens buta (*blind flange*)

Flange ini tidak memiliki lubang di tengah, karena flange ini biasa di gunakan di akhir jalur pipa atau fitting. Flange ini berfungsi untuk menutup aliran sama halnya seperti cap lihat Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Flens buta (*blind flange*).

(<https://hardhatengineer.com>)

#### 2.2.2.2. Flens di las leher (*weld neck flange*)

*Flange* ini mempunyai bagian khusus yang mempunyai leher (*neck*) alat penyambungannya dengan menggunakan *butt welding*. *Flange* jenis ini digunakan untuk tekanan tinggi dan bagian **nozzle** pada **vessel**, kompresor dan pompa. Karakteristik *flange* ini lihat Gambar 2.7 memiliki ketahanan sambungan terhadap kejutan dengan getaran pipa akibat laju aliran fluida yang besar didalam pipa, harga *flange* ini relatif mahal.

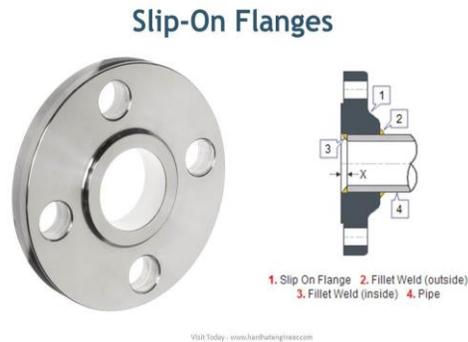


Gambar 2.7 Flens di las leher (*weld neck flange*).

(<https://hardhatengineer.com>)

### 2.2.2.3. Flens sambungan langsung (*flange slip on*)

Flens jenis ini memiliki ketahanan getaran dan kejutan yang rendah. Flens ini hanya dapat di aplikasikan pada tekanan rendah seperti pada Gambar 2.8. Laslasan bagian dalam flens ini sangat mudah korosi di banding *weld neck flange*.



Gambar 2.8 Flens sambungan langsung (*slip on flange*).

(<https://hardhatengineer.com>)

### 2.2.2.4. Flens sambungan sock di las (*socket weld flange*)

*Socket weld flange* memiliki fungsi yang sama dengan *slip on flange*. Perbedaannya pada tempat penempatan pipa nya untuk *socket weld flange* memiliki dudukan seperti lubang bertingkat lihat Gambar 2.9. Pengelasannya hanya dilakukan pada bagian luarnya.

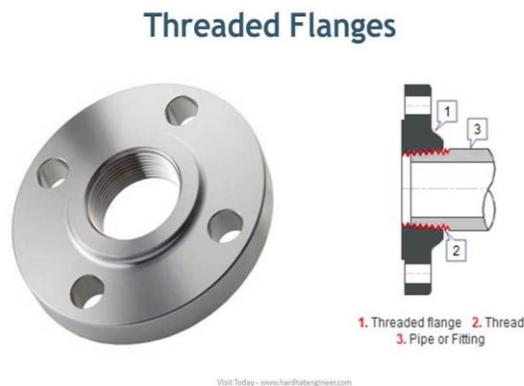


Gambar 2.9 Flens sambungan sock di las (*socket weld flange*).

(<https://hardhatengineer.com>)

#### 2.2.2.5. Flens sambungan ulir (*threaded flange*)

Flens jenis ini memiliki bentuk mirip dengan *slip on flange*. Perbedaannya pada flens jenis ini memiliki ulir di dalamnya lihat Gambar 2.10. Flens jenis ini biasanya digunakan dalam tekanan rendah dan tidak beroperasi dalam temperatur yang tinggi.

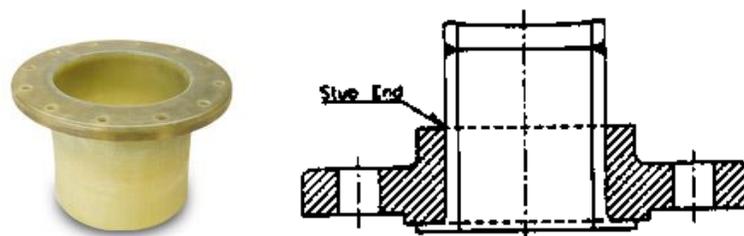


Gambar 2.10 Flens sambungan sock di las (*socket weld flange*).

(<https://hardhatengineer.com>)

#### 2.2.2.6. Flens tonggak (*stub end flange*)

*Stub end flange* adalah dua buah elemen yang terdiri dari *Stub end* dan *Backing ring (flange)* Gambar 2.11. Fungsi *stub end* adalah menahan *backing ring (flange)*, sedangkan fungsi *backing ring* adalah untuk koneksi dengan mur atau baut pada *backing ring (flange)* lainnya.

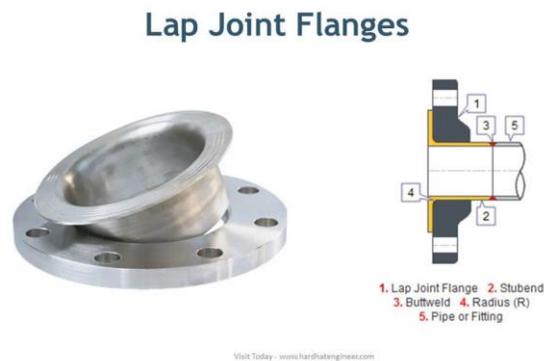


Gambar 2.11 Flens tonggak (*stub flange*).

(<http://www.piping-engineering.com/2015>)

#### 2.2.2.7. Flens sambungan LAP (*Lap joint flange*)

Flens ini memiliki kemiripan seperti *slip on flange*, namun yang membedakannya adalah terdapat jari-jari pada akhir *flange* ini dan pada *face flange* ini datar. Flens ini dapat digunakan ketika pada saat instalasi pipa menemui kesulitan untuk pemasangan baut atau kekurangan ruang lihat Gambar 2.12. Kemudian jenis flens ini bisa digunakan dimana terjadi tegangan lentur yang sangat besar.



Gambar 2.12 Flens sambungan LAP (*lap joint flange*).

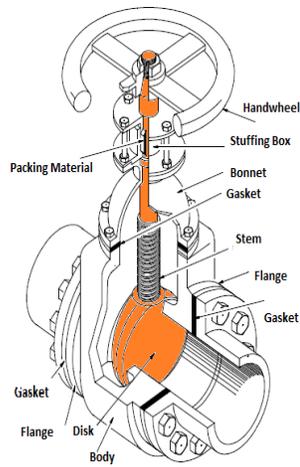
(<https://hardhatengineer.com>)

### 2.2.3. Katup (Valve)

Katup adalah suatu komponen yang sering digunakan dalam sistem perpipaan. Fungsi dari katup adalah untuk menutup, memperbesar dan memperkecil aliran atau mengatur arah aliran fluida dalam suatu jalur pipa. Disini hanya akan membahas beberapa contoh katup yang sering digunakan.

#### 2.2.3.1. Katup pintu (*Gate Valve*)

*Gate Valve* memiliki penyekat berupa piringan lihat Gambar 2.13. Katup jenis ini digunakan untuk membuka dan menutup aliran dengan pergerakan keatas dan kebawah. Katup ini tidak disarankan untuk dibuka hanya sebagian saja.

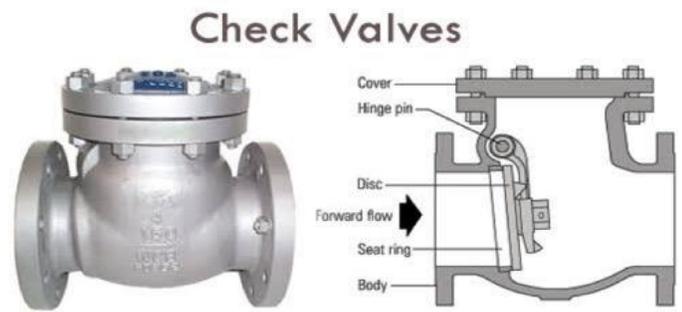


Gambar 2.13 Katup pintu (*Gate Valve*).

<http://hvac-system-basics.blogspot.co.id/2012>

#### 2.2.3.2. Katup cek (*Check Valve*)

Katup ini memiliki prinsip kerja yaitu hanya mengalirkan fluida satu arah dan mencegah fluida mengalir ke arah sebaliknya lihat Gambar 2.14. Katup ini memiliki beberapa jenis berdasarkan bagian dalamnya yaitu *axial*, *double plate*, *swing* dan *tilting*.

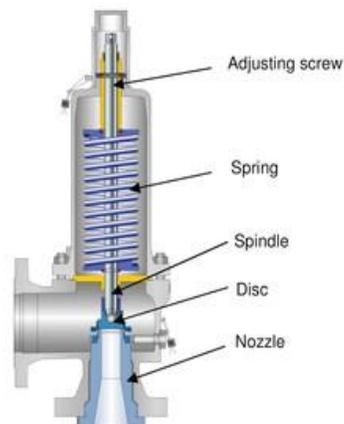


Gambar 2.14 Katup cek (*Check Valve*).

<http://www.indiamart.com>

#### 2.2.3.3. Katup Pengaman (*Safety Valve*)

*Safety valve* biasa juga disebut sebagai *Relief valve*, katup ini biasanya di atur batasan tekanannya sehingga sangat menguntungkan ketika terjadi kerusakan equipment pada piping. Karena *safety valve* ini dapat membuang gas atau *liquid* dalam waktu singkat sehingga dapat mencegah terjadinya *overpressure* seperti Gambar 2.15.

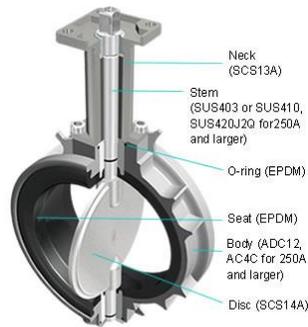


Gambar 2.15 Katup pengaman (*safety Valve*).

(<http://www.leser.com/2015>)

#### 2.2.3.4. Katup Kupu-kupu (*Butterfly Valve*)

*Butterfly valve* hanya digunakan untuk memberhentikan aliran dalam tekanan yang sangat rendah dan akan memberikan pressure drop yang rendah juga lihat Gambar 2.16. Sehingga tidak cocok digunakan untuk mengatur aliran dan tekanan.

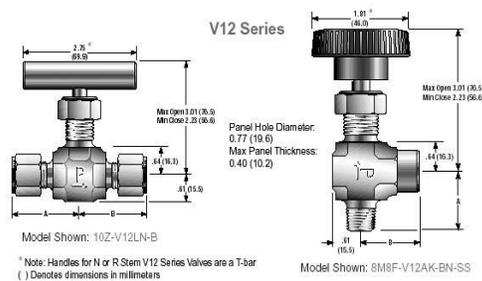


Gambar 2.16 Katup kupu-kupu (*Butterfly Valve*).  
<http://www.kitz.co.jp>

#### 2.2.3.5. Katup jarum (*Needle Valve*)

Katup ini biasanya digunakan untuk *instrument, gauge, dan meter line service*. Katup ini dapat digunakan untuk *throttling* dengan sangat akurat dan juga dapat digunakan pada tekanan atau temperatur tinggi lihat pada Gambar 2.17.

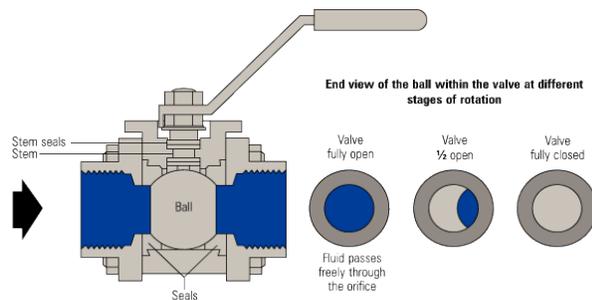
#### V Series Needle Valves



Gambar 17 Katup jarum (*Needle Valve*).  
<http://www.valinonline.com>

#### 2.2.3.6. Katup bola (*Ball Valve*)

Katup ini memiliki penyekat berupa bola lihat Gambar 2.18 yang memiliki lubang untuk mengalirkan fluida. Katup jenis *ball valve* ini sangat mudah untuk menutup aliran. Katup ini bisa kita jumpai pada keran air.



Gambar 2.18 Katup bola (*Ball Valve*).

(<http://www.idpipe.com>)

#### 2.2.3.7. Katup dunia (*Globe Valve*)

Katup ini digunakan untuk mengatur besar kecilnya aliran fluida. Katup ini sangat efisien karena kedudukan *valve* yang sejajar dengan fluida lihat Gambar 2.19. Sehingga erosi yang terjadi pada dudukan dan piringan dapat terminimalisir.



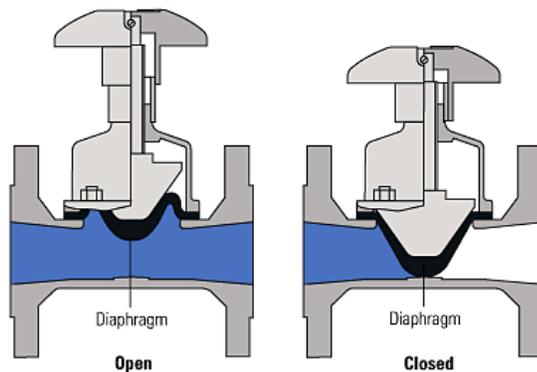
Gambar 2.19 Katup dunia (*Globe Valve*).

(<http://www.flanges.co>)

#### 2.2.3.8. Katup diafragma (*Diaphragm Valve*)

Katup diafragma ini berfungsi untuk membuka dan menutup dengan diafragma seperti Gambar 2.20. Kelebihan *valve* ini dibandingkan dengan jenis *valve* yang lain adalah menghasilkan aliran tanpa riak (*tenang/smooth*) dan fluida

mengalir tanpa tahanan. *Valve* ini sangat baik untuk *flow control* dan penutupan aliran yang sangat rapat. Katup diafragma (*Diafragma valve*) biasanya digunakan di berbagai industri untuk mengatasi masalah korosi, abrasi, kontamina penyumbatan, kebocoran, dan *valve maintenance*. *Valve* ini cocok untuk fluida korosif, *viscous materials*, air, gas, dan udara bertekanan.



Gambar 2.20 Katup diafragma (*Diafragma Valve*).

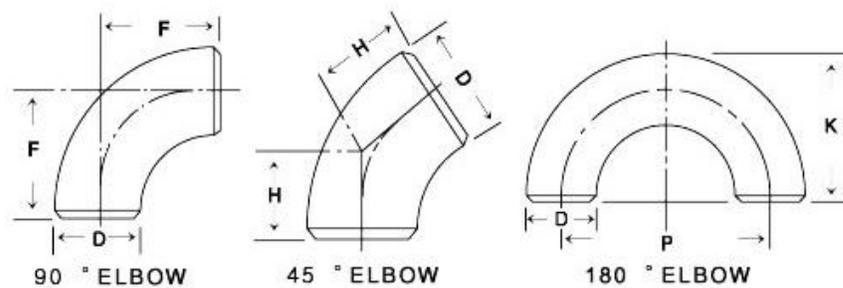
(<http://www.globalspec.com>)

#### 2.2.4. Sambungan (*Fitting*)

Sambungan adalah suatu komponen dalam sistem perpipaan yang berfungsi sebagai penyambung antar pipa dan sebagai akhir perpipaan atau **outlet fitting**. Sambungan memiliki berbagai macam bentuk dan fungsi yang berbeda beda.

##### 2.2.4.1. Siku (*Elbow*)

Sambungan ini berfungsi untuk merubah arah aliran fluida lihat Gambar 2.21. *Elbow* memiliki 3 jenis yang paling umum yaitu *elbow 45°*, *elbow 90°*, *elbow 180°*.



Gambar 2.21 Siku (Elbow).

(<http://bit.ly/2qSMRQa>)

#### 2.2.4.2. Sambungan *Tee*

Sambungan jenis ini berfungsi berfungsi untuk menyambungkan 3 pipa lihat Gambar 2.22 dan 2.23. Sambungan ini memiliki beberapa jenis yaitu *straight tee* yaitu sambungan *tee* yang memiliki lubang dengan diameter membesar dari pipa utama. *Reducer tee* yaitu sambungan *tee* yang memiliki lubang diameter yang mengecil dari pipa utama.



Gambar 2.22 Reducer Tee .

([http:// www.amazon.com](http://www.amazon.com))

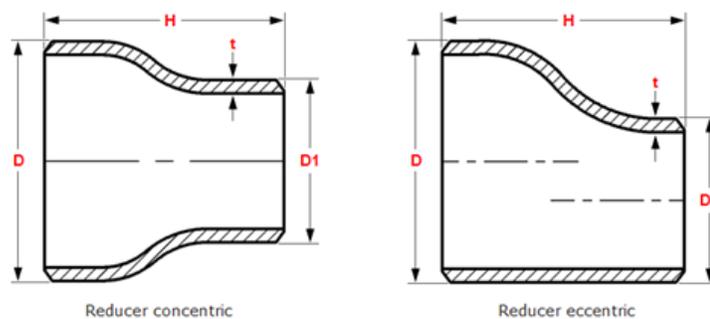


Gambar 2.23 *Straight Tee*

([http:// www.pipefittingsdirect.com](http://www.pipefittingsdirect.com))

#### 2.2.4.3. *Reducer*

*Reducer* adalah sambungan yang berfungsi untuk mereduksi atau memperkecil ukuran pipa. Sambungan ini memiliki ukuran diameter kedua ujungnya berbeda seperti pada Gambar 2.24. Sambungan ini digunakan untuk menyambungkan pipa besar ke pipa kecil. *Reducer* memiliki 2 jenis yaitu *eccentric* dan *concentric*.

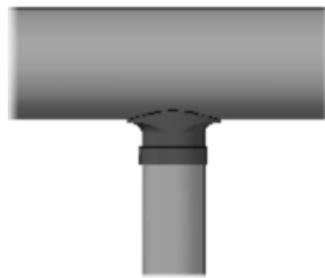


Gambar 2.24 *Reducer concentric* dan *eccentric* .

(<http://bit.ly/2D0NFYP>)

#### 2.2.4.4. *Stub in*

Sambungan ini memiliki fungsi yang sama dengan *tee*. Perbedaan antara *stub in* dan *tee* adalah *tee* merupakan komponen yang terpisah dari pipa utamanya. *Stub in* merupakan serangkaian komponen yang sudah menempel pada pipa utamanya seperti Gambar 2.25 namun sebagai pengganti *reducer*. Fungsi dari kedua komponen ini sama yaitu untuk membagi arah aliran



Gambar 2.25 *Stub in*.

(<http://bit.ly/2AOYMOOr>)

#### 2.2.4.5. *Cap*

Gambar 2.26 adalah *Cap* berfungsi untuk menghentikan laju aliran. Di las langsung pada bagian ujung pipa utama.



Gambar 2.26 *Cap*.

(<http://www.berlianpancawarna.com>)

### 2.2.5. Baut-baut (*Bolting*)

Baut atau *bolting* berfungsi sebagai pengikat untuk menahan dua obyek bersama, dan berbagai jenis komponen atau *equipment*. Ada tiga jenis baut yang umum digunakan yaitu baut mesin (*machine bolt*), baut paku (*stud bolt*), dan ulir penutup (*cap screw*) lihat pada Gambar 2.27.

#### 2.2.5.1. Baut mesin (*machine bolt*)

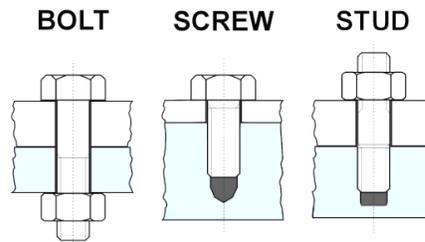
Baut jenis ini adalah baut yang sering kita lihat sehari-hari. Baut jenis ini mudah untuk mengalami kerusakan karena seluruh panjangnya harus menerima gaya torsi. Pada saat di kencangkan atau di kendorkan maka baut akan mengalami beban torsi dan ini dapat merusak baut.

#### 2.2.5.2. Baut paku (*Stud bolt*)

*Stud bolt* memiliki dua buah mur yang dapat dikencangkan dari sisi kanan atau kirinya lihat Gambar 2.27. Penggunaan *stud bolt* ini biasanya digunakan pada sambungan *flange* yang menghubungkan antar pipa atau *equipment* tertentu. *Stud bolt* ini memiliki beberapa keunggulan jika dibanding *machine bolt*, diantaranya adalah:

1. *Stud bolt* lebih mudah dibuka jika berkarat (rusak)
2. Memiliki diameter yang seragam (tidak ada *head*)
3. *Stud bolt* yang jarang digunakan dapat mudah dibuat dari baja padat (*roundstock*)

Tetapi di balik keunggulannya *stud bolt* ini mempunyai satu kelemahan yaitu membingungkan arah ketika dilepas atau di kencangkan.



Gambar 2.27 *machine bolt, screw bolt, dan stud bolt*

(<http://bit.ly/2mp6Voz>)

### 2.2.6. Gasket Pipa

Gasket pada sambungan flens berfungsi sebagai pencegah kebocoran. Gasket perlu di pasang baik yang berbentuk lingkaran atau oval. Gasket di letakan di permukaan flens (*face flange*).

#### 2.2.6.1. Standar untuk gasket

- a) ASME B16.20: *Ring-join gasket dan grooves untuk steel pipe flanges (metallic gasket)*
- b) ASME B16.21: *Non-Metallic gasket untuk pipe flange*

#### 2.2.6.2. Pemilihan gasket

Pemilihan gasket harus meliputi beberapa pertimbangan :

- a) Spesifikasi fluida yang digunakan contohnya suhu, tekanan dan sifat korosif.
- b) Aspek financial.
- c) Seberapa sering pembongkaran flens untuk tujuan perawatan dan lainlain.
- d) Persyaratan atau *code* yang harus di pertimbangkan.

#### 2.2.6.3. Jenis-jenis gasket

Berikut adalah jenis-jenis gasket yaitu :

- a) Gasket ring (*Ring gasket*)



Gambar 2.28 *Ring gasket*.

(<http://www.revataengineering.com>)

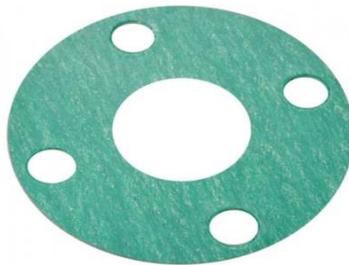
b) Gasket ring oval (*Ring oval gasket*)



Gambar 2.29 *Ring oval gasket*.

(<http://leadergt.com>)

c) Gasket permukaan penuh (*Face full gasket*)



Gambar 2.30 *Face full gasket*.

(<http://www.gopherindustrial.com>)

d) Gasket ring datar (*Flat ring gasket*)



Gambar 2.31 *Flat ring gasket*.

(<http://www.environmentalgasket.com>)

e) Gasket spiral (*Spiral gasket*)



Gambar 2.32 *spiral gasket*.

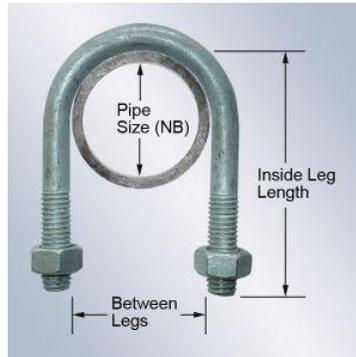
(<http://www.hitechseals.com>)

### **2.2.7. Penyangga (*Support*)**

*Support* disini dirancang untuk mendukung pipa dari struktur dasar secara vertikal dan horizontal tergantung penyesuaiannya. Guide dan slide pipa dirancang untuk memungkinkan gerakan longitudinal karena ekspansi termal dan kontraksi pipa. Pelindung dan sadel dirancang untuk mencegah kerusakan pada isolasi pipa. Berikut adalah macam-macam penyangga untuk pipa :

### 2.7.7.1. *U-Bolt*

Penyangga jenis ini berbentuk U terbalik lihat Gambar 2.33. Pipa akan dilewatkan kedalam U kemudian di kunci dengan ulir menyesuaikan ukuran diameter pipa.



Gambar 2.33 *U-bolt*.

(<http://www.speedyfixings.com>)

### 2.7.7.2. *Pipe hanger*

Penyangga jenis ini membuat pipa tergantung di udara lihat Gambar 2.34. *Pipe hanger* biasanya di gantungkan kemudian pipa di lewatkan sehingga berat dari pipa akan tertopang oleh penyangga ini.

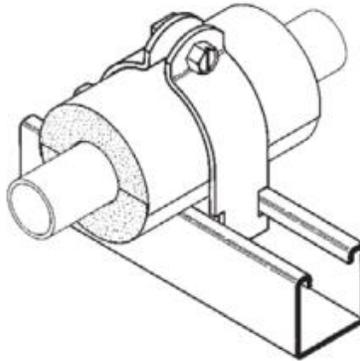


Gambar 2.34 *Pipe hanger*

(<http://blog.ansi.org>)

### 2.7.7.3. *Strut Mounted*

Penyangga *strut mounted* adalah berupa *clamp*. Penyangga ini menjepit pipa kemudian mengencangkannya dengan mur dan baut seperti Gambar 2.35.

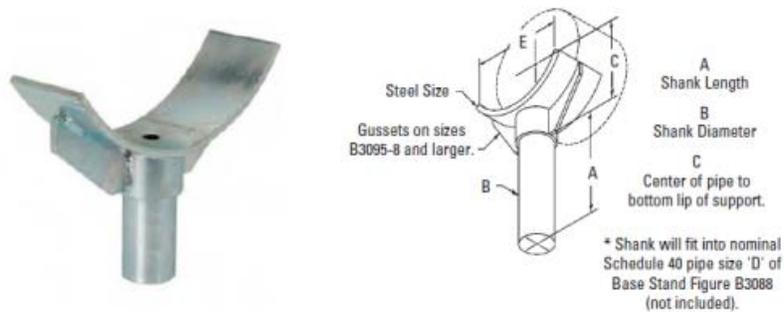


Gambar 2.35 *strut mounted*

(<http://www.cooperindustries.com>)

### 2.7.7.4. *Pipe Saddle Support*

Fungsi dari penyangga jenis ini adalah untuk menyangga pipa horizontal yang dipasang di lantai lihat Gambar 2.36.



Gambar 2.36 *pipe saddle support*

(<http://www.cooperindustries.com>)

### 2.7.7.5. Pipe saddle pipe with trap

Penyangga jenis ini digunakan untuk pipa horizontal dengan mengunci pipa dari atas lihat Gambar 2.37.



Gambar 2.37 pipe saddle pipe with trap

(<http://www.cooperindustries.com>)

### 2.7.7.6. Flange support

Penyangga jenis ini dirancang untuk mendukung flange dengan material besi tuang seberat 125 lb dan sambungan flens baja seberat 150 lb lihat Gambar 2.38.

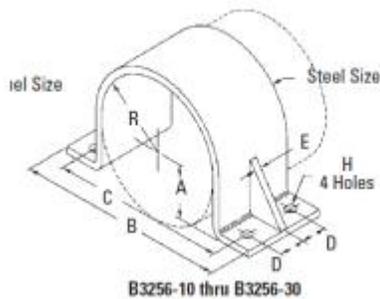


Gambar 2.38 Flange support

(<http://www.cooperindustries.com>)

### 2.7.7.7. Anchor clamp

Penyangga jenis ini dirancang untuk mencegah gerakan longitudinal atau Gerakan lateral pada pipa. Dimana pipa berlabuh ke tiang beton atau struktur pendukung lainnya lihat Gambar 2.39.



Gambar 2.39 Anchor clamp

(<http://www.cooperindustries.com>)

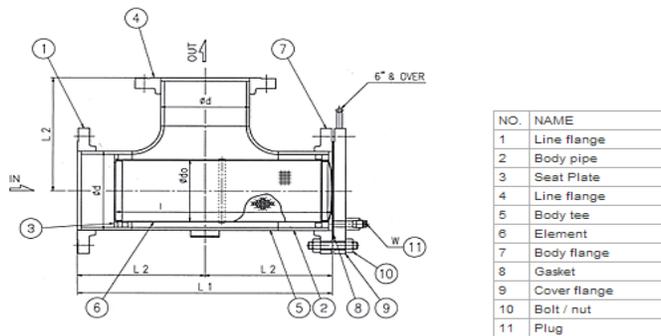
## 2.2.8. Alat-alat khusus

### 2.2.8.1. Saringan (Strainer)

Saringan ini berfungsi sebagai penyaring kotoran fluida. Saringan ini guna untuk membuat proses produksi lebih baik. Berikut adalah beberapa macam tipe saringan :

a) Saringan jenis T

Saringan jenis ini digunakan untuk memperluas aliran pipa dan mereduksi tekanan aliran lihat Gambar 2.40.

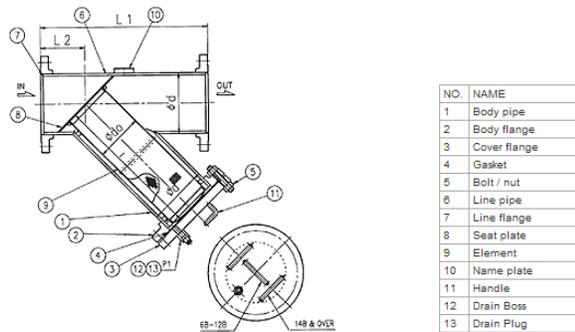


Gambar 2.40 *strainer type T*.

(<http://www.daidomachines.com>)

b) Saringan jenis Y

Saringan jenis ini menyaring kotoran secara langsung dan menyaringnya kebawah namun fluida tetap bergerak satu arah seperti pada Gambar 2.41.

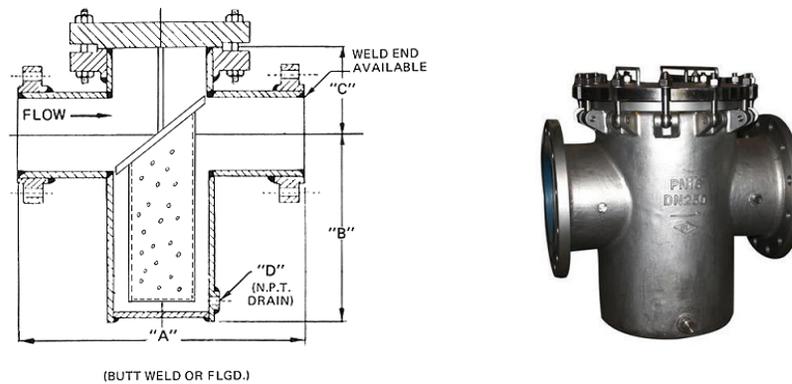


Gambar 2.41 *strainer type Y*.

(<http://www.daidomachines.com>)

c) Saringan jenis *basket*

Tipe ini digunakan untuk menyaring aliran yang lurus, selain itu alat penyaringnya tergantung dari karakteristik dari jenis cairan atau fluida seperti Gambar 2.42.

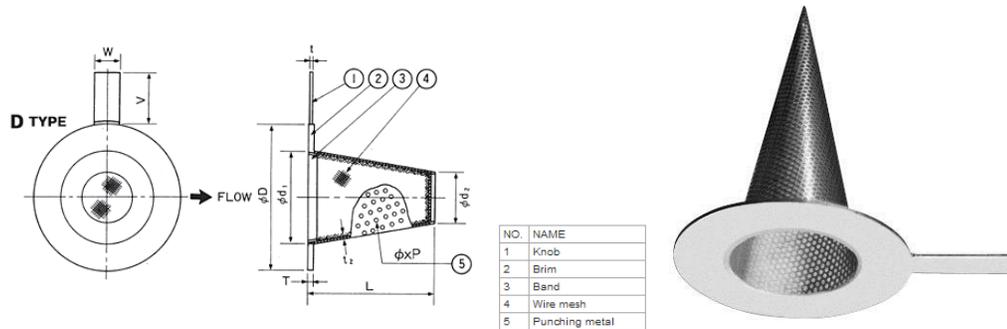


Gambar 2.42 *strainer type basket*.

<http://www.fabrotech.com>

d) Saringan jenis *temporary*

Saringan jenis ini biasa digunakan ketika start up atau pengetesan awal lihat Gambar 2.43.



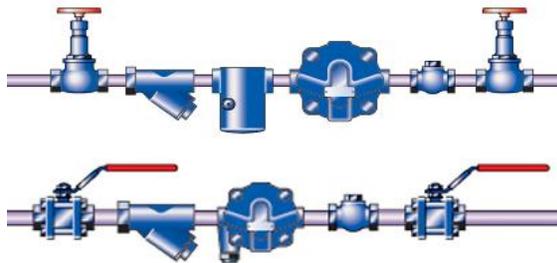
Gambar 2.43 *strainer type temporary*.

<http://www.daidomachines.com>

**2.2.8.2. Perangkap Uap (*Steam trap*)**

*Steam trap* merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan antara uap dengan air. Pemisahan ini guna untuk menghilangkan hambatan oleh air bahkan dapat memberikan kerugian-kerugian pada saat proses produksi berlangsung lihat Gambar

2.44. *Steam trap* ini biasa kita jumpai di perusahaan pembangkit tenaga uap sebagai penghasil listriknya.



Gambar 2.44 Steam trap.

(<http://www.spiraxsarco.com>)

### 2.3 Penentuan rating tekanan dan *temperature*

Variasi rating tekanan dan *temperature* proses dalam suatu jalur pipa dapat menimbulkan suatu kebutuhan untuk mendefinisikan rating tekanan dan *temperature*. Dalam suatu instalasi sistem perpipaan akan selalu ada beban tekanan yang bekerja yang dapat membuat komponen-komponen pipa dan pipa dapat mengalami tegangan-tegangan. Agar tidak terjadi tegangan-tegangan maka komponen pipa membutuhkan rating tertentu. Dalam hal ini diperlukan suatu ketebalan dinding dari komponen-komponen pipa yaitu dengan mencari berdasarkan *standard* ketebalan berdasarkan komponen-komponen :

- Pipa = *no.schedule*.
- Tube = *no.BWG* (*Birmingham wire gauge*).
- Fitting = BW (*Butt Weld*) = *no.schedule* dimana fitting BW terletak.  
= SW (*Socket Weld*) = *no.class* (ASME B16.11)  
= THRD (*Threaded*) = *no.class* (ASME B16.11)
- Flange = NPS ½” – 24” = *no.class* (ASME B16.5)

NPS 26" – 48" = *no.class* (ASME B16.47)

- Valve = *no.class* (ASME B16.34)

## 2.4 Pemilihan bahan

Pemilihan bahan ini harus disesuaikan berdasarkan syarat pipa dan standar. Terdapat dua standar yang sering digunakan yaitu ASTM (*American society of testing material*) dan ANSI (*American national standar institute*).

Setelah menentukan perpipaan yang akan digunakan kemudian perlu diketahui juga beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu spesifikasi dari fluida yang akan digunakan.

## 2.5. Piping Desain (*Piping Design*)

Dalam piping desain banyak faktor dan hal yang harus di perhatikan. Berikut faktor-faktor yang perlu diketahui agar bisa mendesain sistem perpipaan :

### 2.5.1. *Plot plan*

*Plot plan* adalah suatu sistem penggambaran yang gambarnya meliputi tata letak *equipment* dan *structure* gambar dari *plot plan* ini menggunakan pandangan yang dilihat dari atas lihat Gambar 2.45. Persyaratan dalam pembuatan *plot plan* adalah :

- a) Mudah untuk *maintenance*.
- b) Memungkinkan pengoperasiannya.
- c) Mudah untuk *control* dan *safety*.
- d) Mudah untuk pengamanan kebakaran.

Gambar dalam dunia teknik merupakan suatu informasi teknik dan komunikasi baik dalam spesifikasi, kontruksi dan konsultasi. Sehingga dalam pembuatan *plot plan* harus bisa mudah dimengerti makna dan tujuan dari penggambarannya.



### **2.5.2. Peralatan (*Equipment*)**

*Equipment* adalah suatu komponen yang digunakan dalam pengolahan fluida dalam proses produksi yang memiliki fungsi tertentu. Dalam bidang industry sangat banyak *equipment* yang digunakan yaitu sebagai pemanas, *storage*, pemberi tekanan dan lain-lain. Berikut adalah beberapa *equipment* yang banyak digunakan di industri atau perusahaan :

#### **2.5.2.1. Penukar panas (*Heat exchanger*)**

*Heat exchanger* adalah alat yang digunakan untuk menukar kalor dari fluida yang memiliki temperatur tinggi dengan fluida yang memiliki temperatur rendah lihat Gambar 2.46 (Bambang, 2008)



Gambar 2.46 *Heat Exchanger*.

(<http://www.allegheybradford.com>)

#### **2.5.2.4. Pompa (*Pump*)**

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat menuju ke tempat lain dengan cara meningkatkan tekanan pada fluida Gambar 2.49 (gunawan, 2018)



Gambar 2.47 *Pump*.

(<http://www.crompton.co.in>)

#### **2.5.2.5. Tangki (*Tank*)**

Tangki adalah suatu alat yang digunakan sebagai untuk tempat penyimpanan dari produk atau lainnya seperti Gambar 2.50

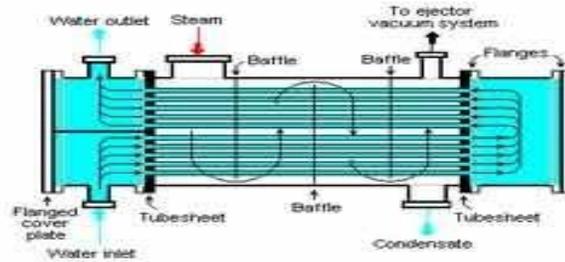


Gambar 2.48 tank.

(<http://bit.ly/2FIRcbJ>)

#### **2.5.2.6. Kondensor (*Condensor*)**

Kondensor adalah salah satu komponen utama dari mesin pendingin yang berfungsi sebagai penukar panas (Eko, 2014). Kerja kondensor yang baik dapat meningkatkan prestasi kerja bagi mesin pendingin seperti Gambar 2.51

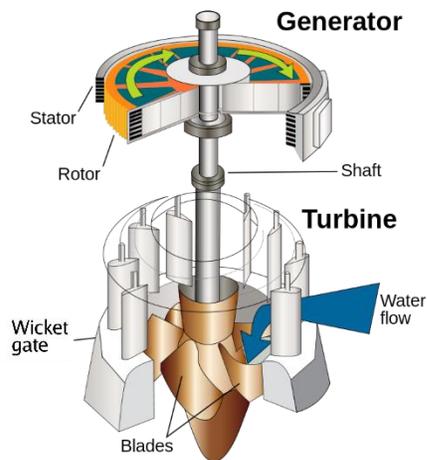


Gambar 2.49 *Condensor*.

(<http://bit.ly/2EIpgnm>)

#### 2.4.2.7. *Turbine*

Turbin adalah sebuah mesin penggerak yang berputar dengan mengambil energi kinetik dari arus fluida seperti Gambar 2.52. (sihombing dkk, 2014).



Gambar 2.50 *Turbine*.

(<http://bit.ly/2psQhmy>)

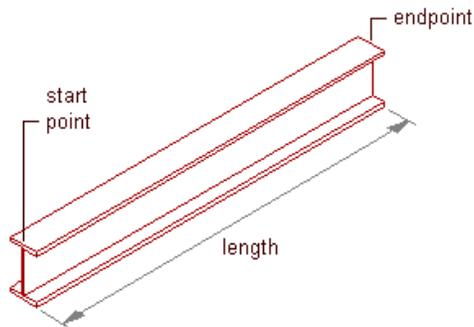
#### 2.5.3. *Rak pipa (Pipe rack)*

*Pipe rack* adalah suatu rak yang dibuat untuk membuat jalur pipa terlihat seragam dan lebih cantik. Namun begitu, fungsi *pipe rack* bukan hanya itu. *Pipe*

*rack* juga memberikan suatu kesan sistem *water treatment* yang dibuat benar-benar digarap secara serius dan profesional. *Pipe rack* terdiri dari beberapa komponen atau part yaitu :

#### **2.5.3.1. Member**

*Member* adalah obyek yang dapat berbentuk balok, penjepit, atau kolom lihat Gambar 2.53. Semua balok, penjepit, dan kolom yang dibuat adalah sub-tipe dari satu elemen anggota struktur tunggal.



Gambar 2.51 *Member*.

(<http://autode.sk/2DvgxrI>)

#### **2.5.3.2. Stairs**

*Stairs* adalah benda untuk berjalan dari tempat rendah ke tempat tinggi dengan ketinggian sudut dan terdiri dari anak tangga lihat Gambar 2.54. *Stair* bisa di desain berdasarkan lebar, ketinggian sudut, gayanya dan *railing*.

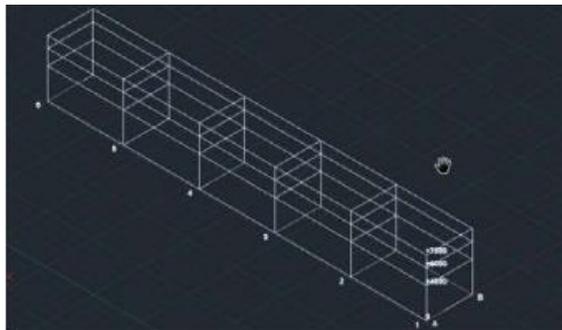


Gambar 2.52 *Stairs*.

(<http://bit.ly/2EZpN4c>)

### 2.5.3.3. *Grid*

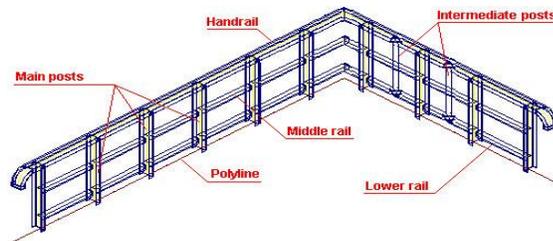
*Grid* adalah garis bantu yang akan digunakan untuk pondasi awal. Tapi sebenarnya bisa juga membuat garis bantu dengan garis biasa namun membutuhkan waktu agar ukurannya sesuai seperti Gambar 2.55.



Gambar 53 *Grid*.

### 2.5.3.4. *Railing*

Fungsi railing tangga adalah sebagai bidang pembatas agar aktifitas yang ada pada saat orang menaiki tangga dapat dilakukan dengan aman dan tidak akan terjatuh seperti Gambar 2.56 (stephanus, 2013).



Gambar 2.54 *Railing*.

(<http://autode.sk/2Ds4Rqh>)

#### 2.5.3.5. *Plate*

*Plate* adalah lantai yang digunakan untuk pijakan pada tempat yang memiliki elevasi ketinggian. Desain dari *plate* harus berdasarkan jenis, bahan, penempatan, dan bentuk seperti Gambar 2.57.

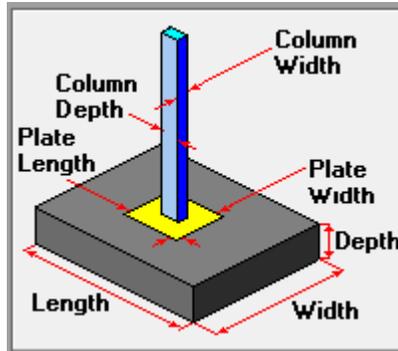


Gambar 2.55 *Plates*.

(<http://bit.ly/2DzI4Ig>)

#### 2.5.3.6. *Footing*

*Footing* adalah suatu pondasi dari *structure*. *Footing* harus di ukur berdasarkan *structure* yang akan dibuat, setelah menentuka *structure* kemudian *Footing* bisa di desain lebar, panjangnya serta kedalamannya lihat Gambar 2.58.

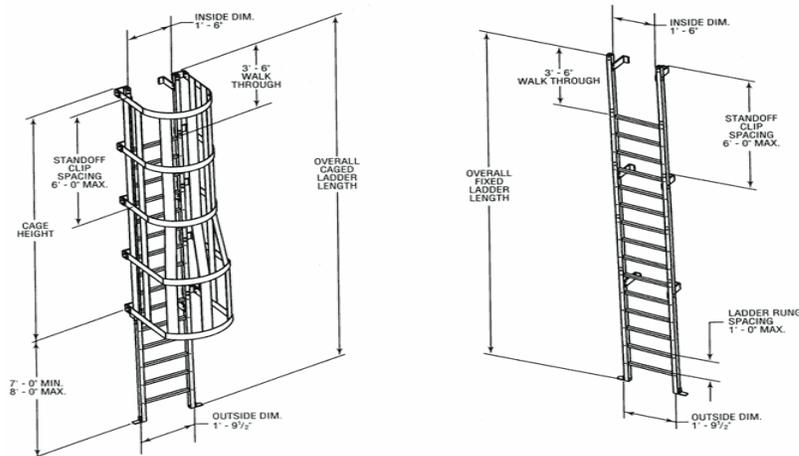


Gambar 2.56 Footing.

(<http://bit.ly/2F0PhON>)

### 2.5.3.7. Ladder

Ladder adalah tangga vertikal lurus untuk menjangkau tempat tinggi tanpa memerlukan banyak ruang seperti Gambar 2.59. Ladder ini biasanya di tempatkan pada samping *equipment* sebagai jalan untuk memudahkan perawatan dan pengecekan.



Gambar 2.57 Ladder.

(<http://bit.ly/2DWB5a0>)

#### 2.5.4. Gambar Komposit

Penggambaran komposit adalah gambar yang dipergunakan untuk menunjukkan gambar tampak dari berbagai pandangan (rahmadi, 2016). Gambar ini terdiri dari sistem pipa dan juga terdiri dari peralatan, instrumen yang ada, dan juga **concrete** (dinding tembok). Penggambaran ini harus :

1. Sesuai dengan gambar *vendor*, baik ukuran, letak nosel, ukuran nosel orientasi
2. Lokasi, orientasi peralatan harus sesuai
3. *Instrument* harus ditempatkan dengan tepat.

Pada gambar ini tidak banyak keterangan yang berupa tulisan yang disertakan kecuali nomer pipa, nomor *equipment*, jarak antara dua peralatan, elevasi suatu pipa.

##### 2.5.1. Gambar tampak atas

Pada gambar tampak atas maka bisa dilihat berapa jarak antar *equipment* satu dengan yang lainnya. Pada gambar ini juga bisa dilihat jalur pipa.

##### 2.5.2. Gambar tampak samping

Pada gambar tampak samping ini akan terlihat elevasi pada masing-masing baik *equipment* maupun pipa. Di samping itu, pada suatu ruangan akan tampak jarak pipa atau komponen dengan lantai (*slab*) di atasnya. Akan tampak jelas pula tinggi *handle* dari *valve*, sehingga dapat diantisipasi ketidaksesuaiannya. Jika diperlukan, maka akan dibuat gambar-gambar *section* (*Cross Section*). Berikut adalah contoh penggambaran *Piping Layout* dengan sistem pipa, *equipment* dan jika diperlukan akan muncul *concrete* (dinding pembatas ruangan).

##### 2.5.3. Gambar tampak muka

Bentuk penggambaran ini kalau dalam istilah gambar mesin adalah gambar penampang. Dalam merencanakan penggambaran ini haruslah benar-benar

diperhatikan bagian mana yang kurang bisa diinput secara jelas oleh gambar tampak atas (*plan*) untuk memperlihatkan elevasi atau ketinggiannya, karena itu gambar ini pun kadangkala disebut juga gambar elevasi. Umumnya penggambaran tampak muka ini merupakan gambar potong dari gambar tampak atas, sedangkan secara khusus gambar ini merupakan gambar detail dari gambar tampak atas, sehingga gambar tampak atas benar-benar jelas dan dapat dimengerti bentuk informasinya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui pada penggambaran ini, yaitu :

1. Bagian mana yang tidak dapat diinput oleh gambar tampak atas
2. Orientasi, elevasi dan lokasi dari setiap penampang yang ditunjukkan
3. Bentuk dan posisi gambar tampak atas
4. Koordinat gambar tampak atas
5. Arah aliran
6. Elevasi setiap elemen penggambaran pada gambar tampak atas
7. Hal khusus yang perlu ditonjolkan pada gambar ini, terutama mengenai bentuk dan elevasinya.

Penggambaran tampak muka pada prinsipnya sama seperti gambar tampak atas, hanya perbedaannya terletak pada sudut pandangnya.

#### 2.5.4. Penggambaran perpipaan dan peralatan tampak atas

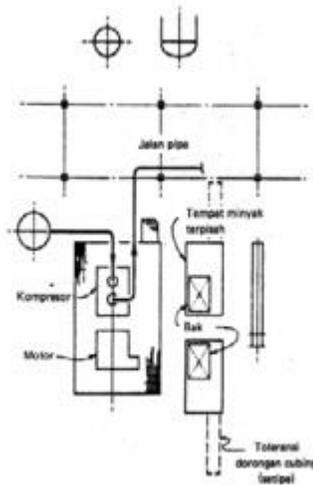
Penggambaran perpipaan dan peralatan tampak atas ini pada prinsipnya sama dengan penggambaran *piping plan*, hanya bedanya ditambah dengan peralatan, sehingga lebih rumit seperti Gambar 2.60. Karena penggambaran **piping** dan *equipment* ini menggunakan peralatan sudah tentu harus diketahui pula datadatanya.

Sistem perencanaan penggambaran ini haruslah berdasarkan data atau gambar dari penjual peralatan (*vendor*), sehingga dapat diketahui :

1. Lokasi, orientasi, elevasi peralatan
2. Lokasi, orientasi, elevasi dari nozzle peralatan
3. Ukuran *nozzle* peralatan
4. Tekanan desain pada *nozzle* serta temperaturnya

## 5. Instrumentasi yang harus dipasang pada peralatan.

Sehingga bagian perpipaan dengan mudah dapat merencanakan *routing* atau jalur-jalur pipa. Pada gambar ini tidak perlu peralatannya diberi keterangan kecuali apabila ada perintah khusus yang telah disetujui departemen pengawasan perencanaan, tetapi hanya cukup diberi kode huruf dan angka yang menyatakan peralatan tersebut. Untuk memperjelas penggambaran *piping* dan *equipment* ini perlu pula diketahui batasan-batasan yang ada, seperti pembebasan jarak minimum untuk daerah atas (vertikal) dan daerah mendatar (*horizontal*) serta batasan khusus lainnya yang telah disetujui divisi teknik. Apabila dalam suatu perencanaan konstruksi menggunakan model, maka dari sini pun akan diambil pemodelan penggambaran tampak atas tersebut.

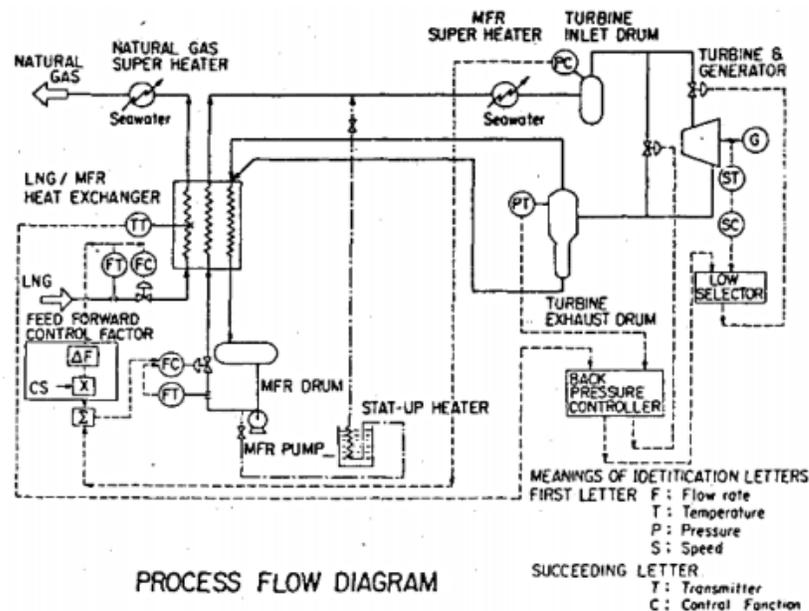


Gambar 2.58 Contoh penggambaran perpipaan dan peralatan tampak atas. (Raswari, 2009)

### 2.5.5. Penggambaran diagram alir proses (*proces flow diagram*)

Diagram alir proses dibuat untuk dapat memberikan informasi mengenai proses yang cukup lengkap. Gambar ini dibuat menurut rangkaian proses, sedangkan bentuk informasi peralatan proses dan perlengkapannya digambarkan

berdasarkan simbol-simbol internasional, begitu juga kode-kode yang digunakan lihat Gambar 2.61.



Gambar 2.59 Diagram aliran proses.(Raswari, 2009)

### 2.5.6. Penggambaran PID (*piping and instrumen diagram*)

Gambar P&ID atau gambar Diagram Perpipaan dan Instrumentasi merupakan *master plant* dari suatu instalasi pabrik (misal : industri proses, industri pembangkit listrik, dll). Pada diagram ini memuat instruksi-instruksi umum bagi penggambaran dan cara kerja *plant* (pabrik) tersebut. P&ID mempunyai keterkaitan yang erat dengan gambar-gambar sebagai berikut :

1. Diagram Aliran Proses.
2. Proses Perpipaan dan Diagram Instrumentasi.
3. Perpipaan Utilitas dan Diagram Instrumentasinya.

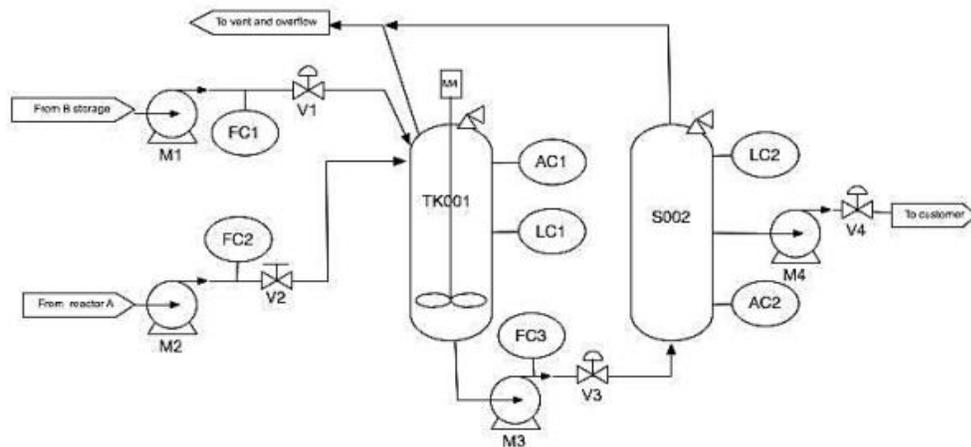
Dalam suatu perpipaan, untuk mengontrol dan mengetahui kondisi fluida yang ada dalam sistem perpipaan perlu ditambahkan alat-alat ukur seperti alat ukur tekanan, suhu, level ketinggian fluida, dan peralatan kontrolnya. Alat-alat ukur dan

peralatan pengontrol ini dikenal dengan istilah instrumentasi. Dari *master plant* ini, model suatu pabrik atau pembangkit listrik (*power plant*) dibuat. Dari gambar P&ID ini seluruh jenis penggambaran konstruksi ditentukan atau dibuat. Pada umumnya penggambaran P&ID adalah suatu bentuk penggambaran yang cukup rumit dan harus menggunakan simbol-simbol yang benar menurut standar internasional seperti Gambar 2.62. Dalam pelaksanaannya, penggambaran P&ID tidak dapat digambar sekali jadi tetapi harus ada interaksi antara pihak-pihak yang terkait 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.

Prosedur Penggambaran P&ID :

1. Penggambaran P&ID harus sesuai dengan diagram aliran proses
2. Harus mempunyai judul gambar
3. 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 berikut keterangannya
4. Proses penggambaran harus mendapat persetujuan dari unit proses (unit P&ID)
5. Perubahan P&ID harus diketahui dan disetujui oleh perencana proyek dan perencana proses
6. Penggambaran P&ID harus menggunakan identifikasi, kode-kode, simbolsimbol, standar dan spesifikasi sesuai standar internasional.
7. Setiap garis yang melintas garis lain harus jelas (garis tersebut berhubungan atau tidak)
8. Penyusunan nama *equipment* seperti : bejana tekan (*pressure vessel*), penukar kalor (*heat exchanger*) sedapat mungkin ditempatkan pada bagian atas dalam gambar P&ID. Sedangkan nama peralatan seperti pompa, kompresor diletakkan dibagian bawah dalam gambar P&ID

9. Berilah penomoran pada equipment, komponen, line number, dan keterangan lain yang penting. Penggambaran P&ID adalah penggambaran yang memuat informasi lengkap yang diperlukan untuk *layout* (tata letak) sistem perpipaan, alur operasi, dan data sesuai prosesnya.



Gambar 2.60 Contoh diagram PID pada suatu process system.

(<http://bit.ly/2DVBrxT>)

### 2.5.7. Penggambaran Isometrik (*Isometric*)

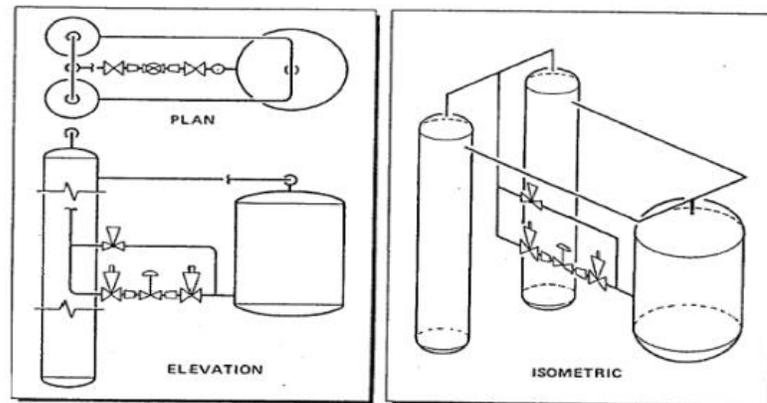
Penggambaran perpipaan dengan menggunakan 3D menurut penyajiannya dapat digolongkan menjadi 2, yaitu :

1. Gambar Isometri
2. Gambar Aksonometri.

Perbedaan kedua gambar terletak pada sudut proyeksi yang dipakai. Untuk gambar isometri digunakan sudut proyeksi 30° dan untuk gambar Aksonometri dengan sudut proyeksi 15°. Penggambaran Isometri paling umum digunakan karena lebih baik penampilan proyeksinya dan mudah dipahami.

Gambar isometrik merupakan gambar pelaksanaan suatu konstruksi perpipaan. Sehingga seorang mandor atau kepala mandor haruslah benar-benar menguasai cara

membaca gambar serta pelaksanaan konstruksinya, begitu juga apabila ingin mengadakan pengoperasian baik pemeliharaan atau perbaikan kilang. Penggambaran isometrik tidak menunjukkan skala sebenarnya, karena poin pentingnya adalah arah dan peletakkannya, tetapi gambar isometrik dibuat tetap profesional. Tujuan *piping drawing* baik itu gambar isometrik atau lainnya adalah untuk memberikan informasi yang detail agar suatu *plan* benar-benar dapat dikonstruksi lihat Gambar 2.63.



Gambar 2.61 Contoh *plan view* dan *isometric view*.

(<http://www.idpipe.com/2014>)

Prosedur pembuatan gambar isometrik :

1. Dibuat pada kertas isometric
2. “*shop isometric*” haruslah didahulukan pembuatannya dari pada “*field isometric*”
3. Setiap jalur harus dapat menunjukkan informasi gambar yang jelas
4. Gambar harus jelas dan mudah dibaca
5. Setiap jalur perpipaan apabila diperlukan dapat dibuat dalam beberapa gambar isometric
6. Jalur pipa harus dibuat lebih tebal dari garis-garis lainnya

7. Apabila ada keraguan dalam penampilan gambar, maka beralihlah pada keterangan, agar diperiksa terlebih dahulu sebelum pelaksanaan konstruksi
8. Gambar isometrik pada umumnya tidak berskala, tetapi buatlah gambar ini seprofesional mungkin
9. Setiap referensi gambar harus ditunjukkan
10. Arah gambar perlu dicantumkan begitu juga nomor isometric
11. Jenis *pipe suport* harus jelas
12. Keterangan perbaikan terakhir harus jelas pula
13. Keterangan umum dan khusus harus jelas.

Gambar isometrik ini harus menunjukkan :

1. Judul dari jalur pipa
2. Jalur pipa yang dilengkapi nomor, ukuran, klasifikasi, arah aliran begitu juga dengan servisnya
3. Dimensi atau ukuran setiap material.
4. Koordinat, orientasi, elevasi, setiap jalur perpipaan beserta perlengkapannya
5. Referensi sambungan gambar atau sambungan jalur perpipaan
6. Ukuran gasket atau *paking*
7. Simbol-simbol, spesifikasi, kode-kode, standar harus jelas dan telah ditetapkan devisi teknik sebelumnya
8. Bentuk pekerjaan
9. Bila ada perubahan bentuk pekerjaan atau batasan pekerjaan harus ditunjukkan secara jelas
10. Koordinat, orientasi, elevasi serta jenis dari *pipe support* (penyangga)
11. Tekanan pada *nozzle* serta pada *pressure safety valve*
12. Koordinat, orientasi, elevasi serta jenis instrumentasinya
13. Bentuk sambungan, misalnya dengan pengelasan, ulir, dilas dan ulir, dijepit dan sebagainya
14. Perlu tidaknya penguat sambungan cabang digunakan

15. Arah kemiringan untuk vertikal dengan kode “V” dan *horizontal* dengan kode “H”
16. Tanda-tanda lengkungan dan lengkungan patah
17. *O’let* atau alat penghubung seperti *weldolet*, *sockolet*, dan lain-lain
18. Jumlah *spool* yang diinginkan pada suatu gambar isometric
19. Perlakuan *stress* relif atau tidak
20. Jenis isolasi
21. *Boiler codes piping* seperti tekanan, temperatur serta servisnya
22. Referensi lainnya seperti LDT (*line designation table*), P&ID, gambar *vendor*, referensi khusus seandainya diminta.

#### **2.5.8. Penggambaran *Spool***

Gambar *spool* adalah merupakan gambar fabrikasi atau gambar detail dari suatu sistem penggambaran perpipaan. Pada umumnya perencanaan penggambaran *spool* ini telah ditentukan terlebih dahulu pada penggambaran isometrik, dimana pada satu gambar isometrik mungkin ada beberapa gambar *spool* yang harus dibuat, begitu juga pada gambar *plan* dimana nomor *spool* akan dicantumkan apabila pekerjaannya dilakukan dibengkel Gambar 2.64. Karena penggambaran *spool* ini hanya mengikuti intruksi dari gambar isometrik atau gambar *plan*, maka gambar ini hanya mengikuti saja terhadap apa yang telah ditentukan. Tinggal lagi cara penggambarannya haruslah benar-benar diperhatikan, sehingga informasi penyajiannya dapat dimengerti dan mudah dipahami oleh para pekerja di bengkel.

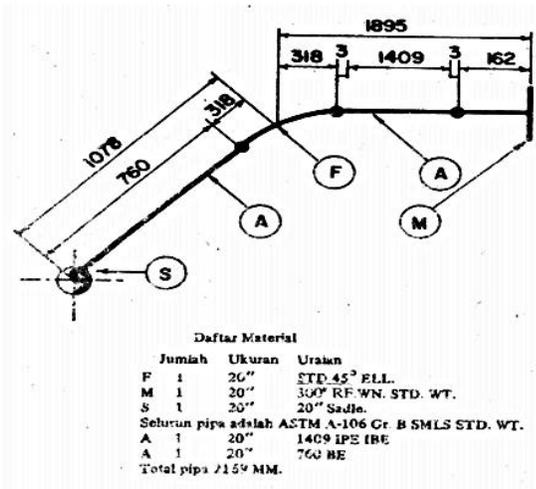
Prosedur pembuatan gambar *spool* :

1. Dibuat pada kertas *spool*
2. Setiap gambar isometrik atau *plan* harus dibuat gambar *spool* lengkap
3. Gambar harus mudah dibaca dan memberikan pengertian yang jelas
4. Setiap gambar *plan*, isometrik dapat dibuat beberapa *spool*
5. Gambar *spool* tidak berskala, tetapi buatlah seprofesional mungkin
6. Setiap gambar *spool* harus dilampirkan gambar isometrik atau gambar *plan*

7. Buatlah tebal garis jalur pipa lebih tebal dari garis lainnya
8. Buatlah daftar semua kebutuhan persediaan materialnya
9. Buatlah keterangan umum atau khusus apabila diperlukan.

Gambar *spool* ini harus menunjukkan :

1. Referensi gambar isometric
2. Ukuran setiap material serta orientasinya
3. Nomor *spool*
4. Klasifikasinya
5. Bentuk sambungan pengerjaan
6. Simbol-simbol, kode-kode, standar harus jelas
7. Penggunaan alat penguat seperti *saddle*, *reinforcing pad* (jika ada)
8. Arah lubang baut yang sesuai dengan koneksi berikutnya
9. Perbedaan *o'let* untuk instrumen atau sambungan cabang
10. Perlu tidaknya *stress relief*
11. Daftar seluruh kebutuhan material yang digunakan
12. Keuntungan umum dan khusus yang perlu ditaati
13. Keterangan umum dan khusus dalam pengerjaan.

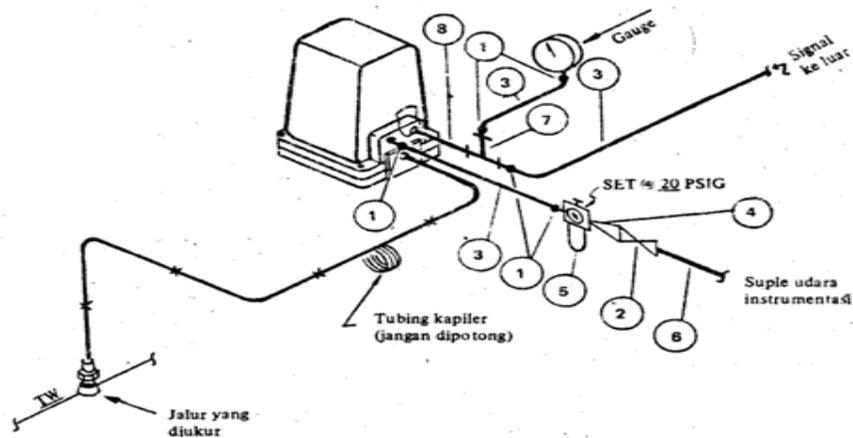


Gambar 2.62 Penggambaran *spool*. (Raswari, 2009)

### 2.5.5. Penggambaran Instrument

Seperti telah dilihat pada perencanaan penggambaran P&ID Gambar 2.62 (*piping and instrument diagram*), dimana instrumentasi hanya digambarkan dengan simbol-simbol dan sistem media kerjanya, yaitu bagaikan suatu rangkaian lingkaran yang menunjukkan tipe dan fungsi sedangkan jalur atau garis penghubung adalah merupakan sistem media kerja instrumentasi tersebut.

Pada sistem penggambaran yang ada di kilang-kilang minyak, gas, kimia dan dipabrik-pabrik serta instalasi-instalasi, penggambaran instrumentasi seperti yang akan dicontohkan berikut ini adalah merupakan penggambaran detail. Bentuk penggambaran detail instrumentasi ini merupakan penggambaran bentuk, sambungan peralatan yang sesungguhnya, tidak seperti pada penggambaran P&ID dan penggambaran perpipaan yang hanya diberi kode-kode serta simbol-simbolnya saja. Gambar 2.65 merupakan contoh penggambaran instrumentasi beserta keterangannya.



NO.	JUMLAH	URAIAN MATERIAL
1	5	1/4" T X 1/4" MNPT CONN. 316 SS
2	1	1/2" X 800# FNPT GATE V. A. C.S.
3	140'	1/4" O.D. X 0.035" W T. 316 SS TUBING
4	1	1/2" X 1/4" SWAGE NIPPLE SCHI 60 C.S. TBI
5	1	1/4" FNPT AIR FILTER REGULATOR
6	1	1/2" φ SCH.160 GALV. PIPE
7	1	1/4" FNPT X 3000# EQUAL TEE C.S. A-105
8	1	1/4" X 4" LG. SCH.160 PIPE NIPPLE C.S. T8E
9	6	1/4" TUBING UNION CONN. 316SS

Gambar 2.63 Alat pemindah temperature.(Raswari, 2009)

## 2.6. Estimasi Berat

Estimasi berat adalah perkiraan berat dari suatu equipment, komponen dan pipa. Estimasi berat bisa terbagi kedalam beberapa bentuk antara lain :

### 2.6.1. Weight Shell

*Shell* merupakan bagian dari suatu equipment yang berbentuk silinder. *Shell* biasanya merupakan badan *equipment*. Untuk mencari berat *shell* bisa dicari menggunakan suhu, material (ASME B16.5 1A) , proses (ASME B16.5 1A), tekanan operasi, tekanan maksimum (ASME B16.5 tabel 2) dan rating. *Weight shell* bisa dicari dengan rumus  $t$  (*thickness*) yaitu :

$$t = \frac{P_{MAWP} \times R}{S \times E - 0,4 \times P_{MAWP}} + CA \quad (2.1)$$

Keterangan :  $t$  = *Wall thickness* (inch)

$P_{MAWP}$  = Tekanan ijin maksimum (psi)

$R$  = Jari-jari (inch)

$S$  = *Stress Allowable* (psi) (ASME B31.3)

$E$  = Efisiensi sambungan (ASME B31.3)

0,4 = *Safety Factor*

$CA$  = *Corrosion Allowance*

Jika  $t$  sudah didapat kemudian bisa mencari berat dari *shell* menggunakan nilai diameter dan tebal dari *shell*. *Weight shell* bisa dicari menggunakan *pressure vessel handbook, eleventh edition* (Megyesy,1998)

$$W = L \times M_{O.S} \quad (2.2)$$

Keterangan :  $W$  = *Weight* total (lb/in)

$L$  = Jari-jari (inch)

$M_{O.S}$  = Berat O.S (lb)

Pada tangki rumus ini tidak berlaku karena pada tangki ada asumsi tekanan dari fluida. *Weight shell* pada tangki bisa dicari menggunakan rumus :

$$P = \rho_{fluida} \times g \times z \quad (2.3)$$

Keterangan : P = tekanan (Pa)

$\rho_{fluida}$  = massa jenis fluida (Kg/m<sup>3</sup>)

g = gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

z = panjang tangki (m)

Untuk mencari luas tangki digunakan rumus selimut tabung yaitu :

$$A = \pi \times r \times z \quad (2.4)$$

Keterangan : A = Luas (m<sup>2</sup>)

r = Jari-jari (m)

z = tinggi (m)

Mencari tebal pada tangki berbeda dengan mencari tebal *shell*. Untuk mencari tebal tangki digunakan persamaan :

$$t = \frac{P \times D}{2 \times SA} + CA \quad (2.5)$$

Keterangan : t = *Wall thickness* (m)

P = Tekanan ijin maksimum (Pa)

D = Diameter (m)

SA = *Stress Allowable* (Pa) (ASME B31.3)

$2 = \text{Safety Factor}$

$CA = \text{Corrosion Allowance}$

Weight tangki tidak dicari menggunakan tabel *pressure vessel handbook, eleventh edition* (Megyesy,1998). Berat *shell* tangki bisa dicari menggunakan persamaan:

$$W = \rho \times (A \times t) \times g \quad (2.6)$$

Keterangan :  $W = \text{Weight ( Kg )}$

$\rho = \text{Massa jenis (Kg/m}^3\text{)}$

$g = \text{gravitasi (m/s}^2\text{)}$

$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$

$t = \text{thickness (m)}$

### 2.6.2. Weight Head

*Head* merupakan ujung dari sebuah bentuk equipment. *Head* memiliki beberapa bentuk yaitu *hemispherical, elipsoidal, ASME flange & dished* dan *conical*. Berat *head* bisa dicari menggunakan rumus-rumus sesuai bentuk dari *head*. Berat *head* bisa dicari berdasarkan tebal dan tinggi menggunakan tabel *pressure vessel handbook, eleventh edition* (Megyesy,1998)

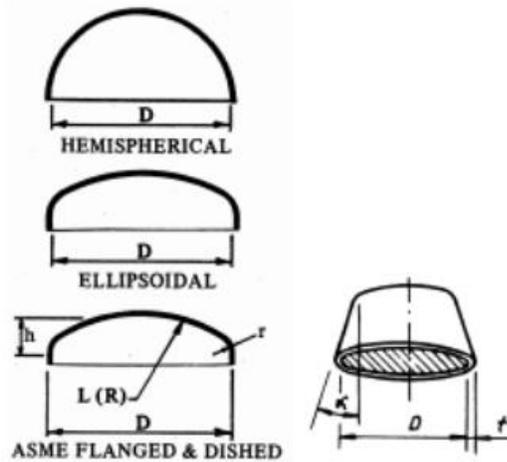
$$t_{\text{hemispherical}} = \frac{P_{MAWP} \times R}{2 \times S \times E - 0.8 \times P_{MAWP}} + CA \quad (2.7)$$

$$t_{\text{elipsoidal}} = \frac{P_{MAWP} \times D}{2 \times S \times E - 1.8 \times P_{MAWP}} + CA \quad (2.8)$$

$$t_{\text{flange \& dished}} \left( \frac{L}{r} = 16 \frac{2}{3} \right) = \frac{P_{MAWP} \times D}{2 \times S \times E - 1.8 \times P_{MAWP}} + CA \quad (2.9)$$

$$t_{\text{flange \& dished}} \left( \frac{L}{r} \leq 16 \frac{2}{3} = \frac{P_{MAWP} \times D}{2 \times S \times E - 1.8 \times P_{MAWP}} + CA \right) \quad (2.10)$$

$$t_{\text{conical}} = \frac{P_{MAWP} \times D}{2 \times \cos \alpha \times (S \times E - 0.4 \times P_{MAWP})} + CA \quad (2.11)$$



Gambar 2.64 Jenis *Head*.

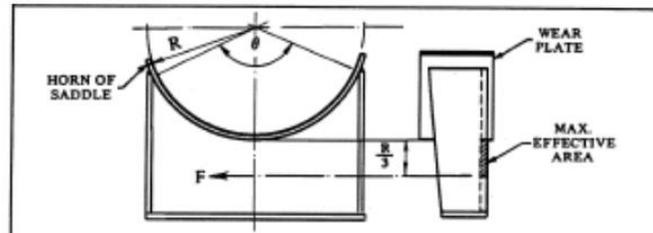
(Megyesy, 1998)

### 2.6.3. Plate

*Plate* merupakan pijakan untuk pondasi dari *equipment*. Berat *Plate* dicari menggunakan rumus (2.6)

### 2.6.4. Weight Saddle

Saddle adalah penunjang dari suatu *vessel* yang harus diperhitungkan karena memastikan kekuatan bending dari *vessel* pada kedua penunjang (barun, 2013)



Gambar 2.65 Jenis *Head*.

(Megyesy, 1998)

$$L_{\text{luas } \frac{1}{3} \text{ lingkaran}} = \frac{120}{360} \times \pi \times r^2 \quad (2.12)$$

$$T_{\text{segitiga}} = \sqrt{R_{\text{shell}}^2 - \frac{1}{2} L_{\text{saddle}}^2} \quad (2.13)$$

$$L_{\Delta \text{segitiga}} = \frac{1}{2} \times L_{\text{saddle}} \times T_{\text{segitiga}} \quad (2.14)$$

$$L_{\text{arsiran}} = L_{\text{luas } \frac{1}{3} \text{ lingkaran}} - L_{\Delta \text{segitiga}} \quad (2.15)$$

$$A_{\text{saddle \& plat aus}} = L - L_{\text{arsiran}} \quad (2.16)$$

Berat saddle bisa dicari menggunakan rumus 2.6

### 2.6.5. *Weight Nozzle*

*Nozzle* adalah suatu komponen yang digunakan sebagai tempat keluarnya fluida dari suatu *equipment*. *Weight nozzle* bisa dicari menggunakan *software pipe data pro 12.1*. *Nozzle* dibagi menjadi 2 bagian yaitu pipa dan *flange*.

$$L_{\text{pipa}} = H - L_{\text{flange}} \quad (2.17)$$

Keterangan :  $L_{\text{pipa}}$  = Panjang pipa keseluruhan (m)

H = Projection (m)

$L_{flange}$  = Panjang flange (m)

$$W_{pipa\ total} = L_{pipa} \times X_{pipa} \text{ (Kg/m)} \quad (2.18)$$

Keterangan :  $W_{pipa\ total}$  = Berat pipa keseluruhan (Kg)

$L_{pipa}$  = Panjang pipa (m)

$X_{pipa}$  = Berat pipa (Kg/m)

$$W_{nozzle} = W_{pipa\ total} + Y \quad (2.19)$$

Keterangan :  $W_{nozzle}$  = Berat nozzle (Kg)

$W_{pipa\ total}$  = Berat pipa keseluruhan (Kg)

Y = Berat *flange* (Kg)

### 2.6.6. Weight Foundation

*Foundation* / pondasi adalah penopang dari suatu *equipment*. Rumus yang digunakan untuk mencari berat pondasi yaitu :

$$W_{pipa\ total} = L \times M_{o.s} \quad (2.20)$$

Keterangan : W = *Weight* total (lb/in)

L = Panjang (inch)

$M_{o.s}$  = Berat O.S (lb)

### **2.8.7. Tubesheet**

*Tubesheet* adalah komponen untuk menopang pipa-pipa api pada pemanas yang merupakan bagian/komponen yang mendapatkan tekanan paling besar (Hakim dan Subekti, 2015). Berat *tubesheet* bisa dicari menggunakan persamaan (2.6)