

BAB III

SISTEM PERPIPAAN

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

3.1. Perpipaan (Piping)

Pipa adalah suatu benda yang digunakan sebagai perantara untuk menghantarkan atau mengalirkan berbagai jenis fluida, perpipaan juga dapat dikatakan sebagai suatu sistem yang terhubung satu sama lain dan terintegrasi dari satu lokasi ke lokasi lain yang berfungsi untuk mentransportasikan fluida ke tempat tujuan.

3.1.1. Material Pipa

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

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

1. Low carbon steel

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

2. *High carbon steel*

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

3. *Alloy steel*

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

4. *Low and intermediate allow steel*

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

5. *Austenite stainless steel*

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

3.1.2. Jenis - jenis Pipa

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

3.1.2.1. Jenis Pipa Berdasarkan Fabrikasinya (Berdasarkan API 5L)

1. *Seamless pipe* : sebuah proses dari membentuk pipa dari plat panas dan tidak menggunakan proses las.
2. *Continous welding* : sebuah proses pembentukan plat lembaran dengan proses pemanasan dan penekanan ujung masing-masing plat kemudian kedua ujung plat itu dilas memanjang.

3. *Electric welding* : sebuah proses pembentukan pipa dengan induksi elektromagnetik dari las. Dimana kedua ujung plat yang akan dilas terlebih dahulu dilakukan proses penekanan.
4. *Laser welding* : sebuah proses pengelasan yang menggunakan sinar laser untuk menyambung ujung-ujung plat yang akan dibuat menjadi pipa.
5. *Submerged-arc welding* : sebuah proses penggabungan plat menggunakan pengelasan bunga api listrik.

Gas metal-arc welding : sebuah proses penggabungan plat dengan memanaskan plat tersebut dengan busur api listrik diantara konsumsi elektroda yang terus berlangsung.

3.1.2.2. Jenis Pipa Berdasarkan Jalur Perpipaannya

1. Jalur pengumpul : Jalur pipa untuk menyalurkan fluida atau gas dari sumur-sumur pengeboran ke stasiun pengumpul, biasanya beroperasi dengan tekanan rendah.
2. Jalur transmisi : Jalur untuk menyalurkan fluida atau gas dari stasiun pengumpul ke fasilitas pemrosesan atau tangki pengumpul dan mempunyai tekanan 16 bar - 75 bar.
 - Jalur transmisi ini juga meliputi fasilitas pipa, valve, pompa, kompresor, tangki, kilang minyak.
 - Material pipa dari jalur ini adalah dari baja dan ukurannya mulai dari beberapa inch sampai beberapa *feet* tergantung dari produk yang akan ditransmisikan.
 - Jalur transmisi ini juga dapat didesain mulai dari tekanan rendah sampai dengan tekanan 1000 psi.
 - Panjang jalur ini juga dapat diklasifikasikan mulai dari ratusan feet sampai ratusan miles.
3. Jalur distribusi : jalur untuk menerima fluida atau gas dari jalur transmisi dan mendistribusikan ke konsumen dan mempunyai tekanan antara 0,3 bar - 16 bar. Ukuran pipa jalur distribusi secara umum lebih kecil daripada jalur pengumpul dan transmisi, serta dioperasikan pada tekanan yang lebih

rendah. Untuk fluida dalam bentuk gas biasanya pipa terbuat dari material polimer dan ditanam di dalam tanah. Terbagi menjadi :

- Distribusi tegangan tinggi : 4 - 16 bar.
- Distribusi tegangan menengah : 0.3 – 4 bar.
- Distribusi tegangan rendah : < 0.3 bar.

Pipa instalasi merupakan bagian dari jalur distribusi yang mengalirkan fluida dari jalur distribusi langsung kekonsumen, kriteria pipa instalasi mempunyai tekanan antara 0.3 bar s/d 16 bar.

3.1.3. Standarisasi pipa

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

Berikut ini contoh code dan standar pipa :

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

3.1.4. Industrial Material

Beberapa material pipa dan aplikasinya dapat dilihat pada table berikut :

Table 3.1. Material perpipaan dan aplikasinya
(Modul system perpipaan, 2007)

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

Semua material yang digunakan dalam industri (misal : pembangkit listrik power piping, ANSI B31.1) didefinisikan oleh ASTM (American Society for Testing and Material) dan ASME (American Society of Mechanical Engineer). Ketentuan yang diatur oleh ASTM (American Society for Testing and Material) meliputi : komposisi kimia, sifat mekanik, finishing, dan test yang diperlukan terhadap material.

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

Tabel 3.2. Material perpipaan yang umum digunakan.
(ASME B31 *Piping Codes*)

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

3.1.5. Nominal Pipe Size (NPS) dan Schedule Pipa

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

NPS dimaksudkan untuk memudahkan dalam penentuan ukuran pipa dan dalam perdagangan (pembelian pipa). *Schedule* pipa menunjukkan ukuran

ketebalan dinding pipa. Untuk suatu NPS tertentu ukuran diameter luar (OD) adalah sama yang berbeda adalah diameter dalam (ID) yang tergantung dari nomor *schedule*-nya.

Tebal dinding pipa didefinisikan atau ditunjukkan dengan:

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

Ukuran tebal dinding pipa menurut beberapa standar adalah sebagai berikut :

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

Tabel.3.3. Table pipa
(David R Sherwood,1973)

PIPE DATA											REPRODUCED BY PERMISSION OF THE CRANE COMPANY, MIDWEST FITTING DIVISION											TABLE P-1	
Nom. Pipe Size	WALL THICKNESS			DIMENSIONS			WEIGHTS		AREAS				PROPERTIES			Approx. Weight of Welding Rods							
	* Iron Pipe Size	Sch. No.	Other	Outside Diam.	Inside Diam.	Wall Thk.	Plain End Pipe	Water in Pipe	Surface		Cross-Sectional		Moment of Inertia	Section Modulus	Radius of Gyration								
									Outside	Inside	Flow	Metals											
in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	lb. per ft.	lb. per ft.	ft. ² per ft.	ft. ² per ft.	in. ²	in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	lb.							
2	STD	5S	API	2.375	2.245	.065	1.60	1.71	.622	.588	3.958	.472	.315	.265	.817	—							
		10S	L	2.375	2.157	.109	2.64	1.58	.622	.565	3.654	.776	.500	.421	.803	—							
		40	API	2.375	2.067	.154	3.65	1.45	.622	.540	3.355	1.075	.666	.561	.787	.2							
	XS	80	API	2.375	1.939	.218	5.02	1.28	.622	.507	2.953	1.477	.868	.731	.766	.3							
		160	API	2.375	1.675	.250	5.67	1.20	.622	.492	2.761	1.669	.955	.805	.756	.4							
	XXS	160	API	2.375	1.687	.344	7.46	.97	.622	.442	2.235	2.195	1.164	.980	.728	.6							
XXS	160	API	2.375	1.503	.436	9.03	.77	.622	.393	1.774	2.656	1.312	1.104	.703	.8								
2 1/2	STD	5S	API	2.875	2.709	.083	2.47	2.50	.753	.709	5.764	.728	.710	.494	.988	—							
		10S	L	2.875	2.635	.120	3.53	2.36	.753	.690	5.453	1.038	.988	.687	.976	—							
		40	API	2.875	2.469	.203	5.79	2.07	.753	.646	4.788	1.704	1.530	1.064	.947	.3							
	XS	80	API	2.875	2.323	.276	7.66	1.83	.753	.610	4.238	2.254	1.924	1.339	.924	.5							
		160	API	2.875	2.125	.375	10.01	1.54	.753	.556	3.547	2.945	2.353	1.638	.894	.7							
	XXS	160	API	2.875	1.771	.552	13.70	1.07	.753	.463	2.464	4.028	2.871	1.997	.844	1.3							
3	STD	5S	API	3.500	3.334	.083	3.03	3.78	.916	.873	8.730	.891	1.301	.744	1.208	—							
		10S	L	3.500	3.260	.120	4.33	3.62	.916	.853	8.346	1.272	1.821	1.041	1.196	—							
		40	API	3.500	3.250	.125	4.52	3.60	.916	.851	8.300	1.329	1.900	1.086	1.195	—							
	XS	80	API	3.500	3.188	.156	5.58	3.46	.916	.835	7.982	1.639	2.298	1.313	1.184	.2							
		160	API	3.500	3.124	.188	6.65	3.32	.916	.818	7.665	1.956	2.691	1.538	1.173	.3							
		160	API	3.500	3.068	.216	7.58	3.20	.916	.802	7.393	2.228	3.017	1.724	1.164	.4							
	XXS	160	API	3.500	3.000	.250	8.68	3.06	.916	.785	7.184	2.553	3.388	1.936	1.152	.5							
		160	API	3.500	2.938	.281	9.65	2.94	.916	.769	6.780	2.842	3.819	2.182	1.142	.6							
		160	API	3.500	2.900	.300	10.25	2.86	.916	.761	6.605	3.016	3.892	2.225	1.136	.6							
	3 1/2	STD	5S	L	4.000	3.834	.083	3.47	5.00	1.047	1.004	11.545	1.021	1.960	.980	1.385	—						
			10S	L	4.000	3.760	.120	4.97	4.81	1.047	.984	11.103	1.463	2.754	1.377	1.372	—						
			40	API	4.000	3.750	.125	5.18	4.79	1.047	.982	11.044	1.522	2.859	1.430	1.371	—						
XS		80	API	4.000	3.688	.156	6.41	4.63	1.047	.966	10.682	1.884	3.485	1.743	1.360	.3							
		160	API	4.000	3.624	.188	7.71	4.48	1.047	.950	10.315	2.251	4.130	2.065	1.350	.4							
		160	API	4.000	3.548	.226	9.11	4.28	1.047	.929	9.886	2.680	4.788	2.394	1.337	.5							
XXS		160	API	4.000	3.500	.250	10.02	4.17	1.047	.916	9.621	2.945	5.201	2.601	1.329	.6							
		160	API	4.000	3.438	.281	11.17	4.02	1.047	.900	9.283	3.283	5.715	2.858	1.319	.7							
		160	API	4.000	3.364	.318	12.51	3.85	1.047	.880	8.888	3.678	6.280	3.140	1.307	.8							
4		STD	5S	L	4.500	4.334	.083	3.92	6.39	1.178	1.135	14.752	1.152	2.610	1.249	1.562	—						
			10S	L	4.500	4.260	.120	5.61	6.18	1.178	1.115	14.253	1.651	3.962	1.761	1.550	—						
			40	API	4.500	4.250	.125	5.84	6.15	1.178	1.113	14.186	1.718	4.115	1.829	1.548	—						
	XS	80	API	4.500	4.188	.156	7.24	5.97	1.178	1.096	13.775	2.129	5.029	2.235	1.537	.4							
		160	API	4.500	4.124	.188	8.56	5.80	1.178	1.082	13.357	2.547	5.850	2.600	1.525	.5							
		160	API	4.500	4.062	.219	10.02	5.62	1.178	1.063	12.959	2.945	6.768	3.008	1.516	.6							
	XXS	160	API	4.500	4.026	.237	10.79	5.51	1.178	1.055	12.730	3.174	7.231	3.214	1.510	.6							
		160	API	4.500	4.000	.250	11.35	5.45	1.178	1.049	12.566	3.338	7.560	3.360	1.505	.7							
		160	API	4.500	3.938	.281	12.67	5.27	1.178	1.031	12.180	3.724	8.332	3.703	1.495	.8							
	5	STD	5S	L	5.563	5.345	.109	6.35	9.72	1.456	1.399	22.438	1.868	7.126	2.562	1.929	—						
			10S	L	5.563	5.295	.134	7.77	9.54	1.456	1.386	22.021	2.285	8.422	3.028	1.920	.3						
			40	API	5.563	5.251	.156	9.02	9.39	1.456	1.375	21.656	2.650	9.699	3.487	1.913	.4						
XS		80	API	5.563	5.187	.188	10.80	9.16	1.456	1.358	21.131	3.175	11.485	4.129	1.902	.5							
		160	API	5.563	5.125	.219	12.51	8.94	1.456	1.342	20.629	3.677	13.145	4.726	1.891	.6							
		160	API	5.563	5.047	.258	14.62	8.66	1.456	1.321	20.006	4.300	15.162	5.451	1.878	.7							
XXS		160	API	5.563	5.001	.281	15.86	8.52	1.456	1.309	19.643	4.663	16.305	5.862	1.870	.8							
		160	API	5.563	4.939	.312	17.51	8.31	1.456	1.293	19.169	5.147	17.807	6.402	1.860	1.0							
		160	API	5.563	4.875	.344	19.19	8.09	1.456	1.276	18.666	5.640	19.281	6.932	1.849	1.2							
XXS		120	API	5.563	4.813	.375	20.78	7.87	1.456	1.260	18.194	6.112	20.669	7.431	1.839	1.4							
		160	API	5.563	4.563	.500	27.04	7.08	1.456	1.195	16.353	7.953	25.737	9.253	1.799	2.3							
		160	API	5.563	4.313	.625	32.96	6.32	1.456	1.129	14.610	9.696	30.040	10.800	1.760	3.2							
XXS	160	API	5.563	4.063	.750	38.55	5.62	1.456	1.064	12.966	11.340	33.628	12.090	1.722	3.3								

"Piping Guide", PO Box 277, Cotati, CA 94928, USA

CONTINUED

Untuk melihat ukuran, diameter, dan ketebalan dapat dilihat pada Tabel 3.4. dibawah ini

Tabel 3.4. Ketebalan dinding (untuk alat penyambung dan pipa)
(David R Sherwood,1973)

Nominal Pipe Size	Nominal Outside Diameter	NOMINAL INSIDE DIAMETER													Nominal Pipe Size
		Sched. 10	Sched. 20	Sched. 30	STD. WALL	Sched. 40	Sched. 60	EX. STG.	Sched. 80	Sched. 100	Sched. 120	Sched. 140	Sched. 160	XX STG.	
1/2	0.840	.674	—	—	.622	.622	—	.546	.546	—	—	—	.464	.252	1/2
3/4	1.050	.884	—	—	.824	.824	—	.742	.742	—	—	—	.612	.434	3/4
1	1.315	1.097	—	—	1.049	1.049	—	.957	.957	—	—	—	.815	.599	1
1 1/4	1.660	1.442	—	—	1.380	1.380	—	1.278	1.278	—	—	—	1.160	.896	1 1/4
1 1/2	1.900	1.682	—	—	1.610	1.610	—	1.500	1.500	—	—	—	1.338	1.100	1 1/2
2	2.375	2.157	—	—	2.067	2.067	—	1.939	1.939	—	—	—	1.687	1.503	2
2 1/2	2.875	2.635	—	—	2.469	2.469	—	2.323	2.323	—	—	—	2.125	1.771	2 1/2
3	3.500	3.260	—	—	3.068	3.068	—	2.900	2.900	—	—	—	2.624	2.300	3
3 1/2	4.000	3.760	—	—	3.548	3.548	—	3.364	3.364	—	—	—	—	2.728*	3 1/2
4	4.500	4.260	—	—	4.026	4.026	—	3.826	3.826	—	3.624	—	3.438	3.152	4
5	5.563	5.295	—	—	5.047	5.047	—	4.813	4.813	—	4.563	—	4.313	4.063	5
6	6.625	6.357	—	—	6.065	6.065	—	5.761	5.761	—	5.501	—	5.187	4.897	6
8	8.625	8.329	8.125	8.071	7.981	7.981	7.813	7.625	7.625	7.437	7.187	7.001	6.813	6.875	8
10	10.750	10.420	10.250	10.136	10.020	10.020	9.750	9.500	9.500	9.262	9.012	8.750	8.500	8.750	10
12	12.750	12.390	12.250	12.090	12.000	12.000	11.938	11.626	11.750	11.374	11.062	10.750	10.500	10.750	12
14	14.000	13.500	13.376	13.250	13.250	13.124	12.812	13.000	12.500	12.124	11.812	11.500	11.188	—	14
16	16.000	15.500	15.376	15.250	15.250	15.000	14.688	15.000	14.312	13.938	13.562	13.124	12.812	—	16
18	18.000	17.500	17.376	17.124	17.250	16.876	16.500	17.000	16.124	15.688	15.250	14.876	14.438	—	18
20	20.000	19.500	19.250	19.000	19.250	18.812	18.376	19.000	17.938	17.438	17.000	16.500	16.062	—	20
22	22.000	21.500	—	—	21.250	—	—	21.000	—	—	—	—	—	—	22
24	24.000	23.500	23.250	22.876	23.250	22.624	22.062	23.000	21.562	20.938	20.376	19.876	19.312	—	24
26	26.000	—	—	—	25.250	—	—	25.000	—	—	—	—	—	—	26
30	30.000	29.376	29.000	28.750	29.250	—	—	29.000	—	—	—	—	—	—	30
36	36.000	35.376	35.000	34.750	35.250	34.500	—	35.000	—	—	—	—	—	—	36
40	40.000	—	—	—	39.250	—	—	39.000	—	—	—	—	—	—	40
42	42.000	—	—	—	41.250	—	—	41.000	—	—	—	—	—	—	42
48	48.000	—	—	—	47.250	—	—	47.000	—	—	—	—	—	—	48

3.1.6. Penentuan Rating Tekanan dan Temperatur

Variasi tekanan dan temperature operasi dalam suatu jalur pipa menimbulkan suatu kebutuhan untuk mendefinisikan rating tekanan dan suhu. Penentuan *rating* pipa ditentukan berdasarkan ketebalan pipa/nomor *schedule*. Penentuan tebal pipa minimum adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

- t = Tebal dinding pipa minimum yang dibutuhkan (*inch*)
- P = Tekanan internal (lb/in², psig)
- D = Diameter luar pipa (*inch*)
- S_a = Tegangan ijin material *basic allowable stress* (lb/in², psi)
(tergantung pada jenis material dan suhu operasi (°F) untuk lebih jelasnya lihat table 3.5)

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

Tabel 3.5. Tabel basic allowable stress (S_a)
(ANSI / ASME B31.3 Process Piping)

TABLE A-1 (CONT'D)
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS¹
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Material	Spec. No.	P-No. or S-No. (5)	Grade	Notes	Min. Temp., °F (6)	Specified Min. Strength, ksi		Min. Temp.				
						Tensile	Yield	to 100	200	300		
Carbon Steel (Cont'd) Pipes and Tubes (2) (Cont'd)												
...	A 53	1	B	(57)(59)] B]	60	35	20.0	20.0	20.0		
...	A 106	1	B	(57)								
...	A 333] 1	6	(57)								
...	A 334										FPB	(57)
...	A 369											
...	A 381	S-1	Y35	...	A							
...	API 5L	S-1	B	(57)(59)(77)	B							

TABLE A-1 (CONT'D)
BASIC ALLOWABLE STRESSES IN TENSION FOR METALS¹
Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Basic Allowable Stress S , ksi (1), at Metal Temperature, °F (7)

400	500	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	Grade	Spec. No.
20.0	18.9	17.3	17.0	16.5	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	1.6	1.0	Carbon Steel (Cont'd) Pipes and Tubes (2) (Cont'd)	
													B	A 53
													B	A 106
													6	A 333
													6	A 334
													FPB	A 369
													Y35	A 381
													B	API 5L

3.2. 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*)

Dikarenakan tidak adanya peralatan/*equipment* dan komponen khusus pada objek penelitian kali ini, maka dalam penulisan dibawah hanya akan membahas komponen pipa seperti : *fitting*, instrumentasi/symbol perpipaan, dan penyangga pipa.

3.2.1. *Fitting*

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

3.2.1.1. 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:

- Elbow* 45°
- Elbow* 90°
- Elbow* 180° (untuk *elbow* dengan sudut 180° dikenal dengan nama *return*)

Berdasarkan radius *elbow* digolongkan menjadi:

a. LR (Long Radius)

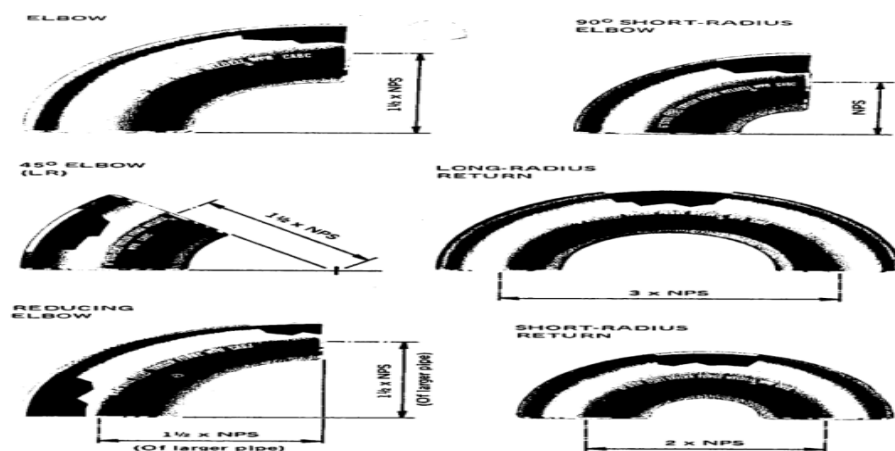
Besar radius dari *center line elbow*: 1,5 NPS digunakan untuk *elbow* NPS ¾" dan yang lebih besar.

b. SR (*Short Radius*)

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

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

- Straight elbow* (tidak terdapat pengecilan pada diameter pipa)
- Reducing elbow* (terdapat pengecilan diameter pipa)

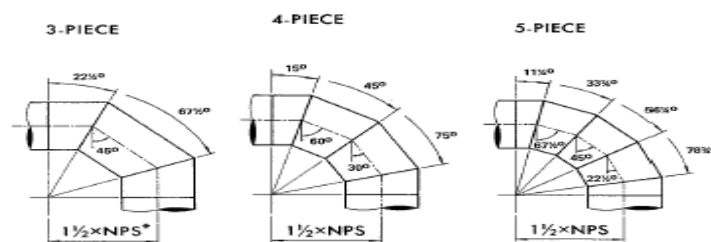


Gambar 3.1. Jenis-jenis *Elbow*
(Sherwood, 1973)

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* lebih kuat dibandingkan *bend*. Berdasarkan radius *bending bend* dibedakan menjadi:

- 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 sumbunya, *reducer* dibedakan menjadi:

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



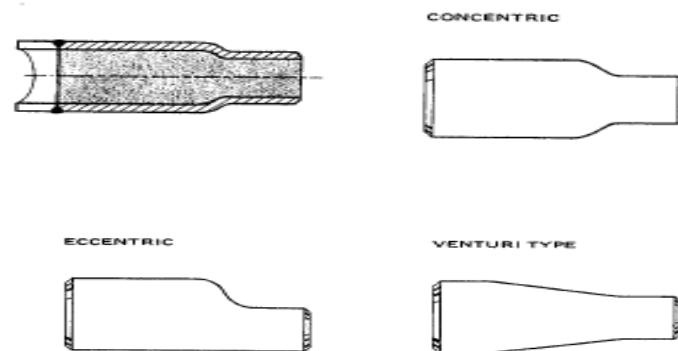
Gambar 3.3. Jenis-jenis *Reducer*
(Sherwood, 1973)

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*
- c. Jenis *venturi* (aliran menjadi lebih halus / *smooth*)



Gambar 3.4. Jenis- jenis *Swage/Swaged Nipple*

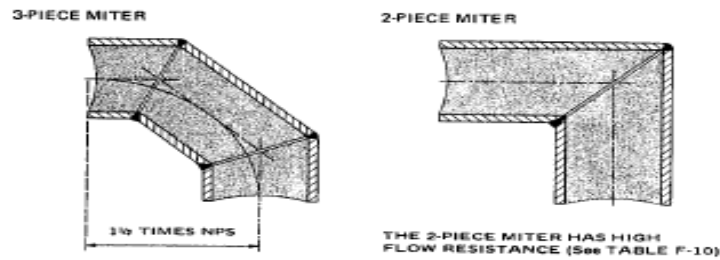
(Sherwood, 1973)

5. Mitter Elbow / Bend

Mitter bend dibuat dari potongan pipa, digunakan untuk jalur pipa bertekanan rendah dengan NPS 10" keatas.

Misal:

- a. 2 *piece* (potongan) digunakan untuk sudut 90°
- b. 3 *piece* (potongan) digunakan untuk sudut 90°



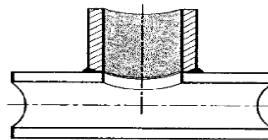
Gambar 3.5. *Miter bend*
(Sherwood, 1973)

Metode penyambungan untuk sambungan cabang dengan:

- *Stub-in*
- *Tee, lateral, dan cross*
- *Olet* (*fiting* penguat pada sambungan cabang)

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*

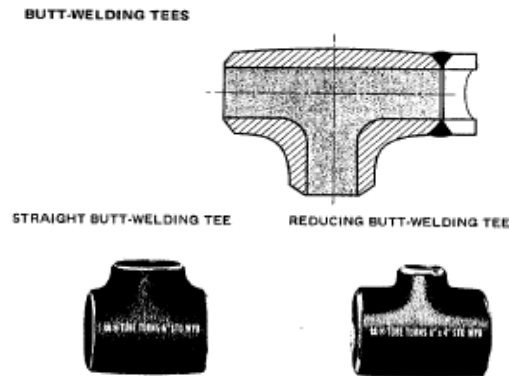
Digunakan untuk percabangan dengan sudut 90°. Berdasarkan ukuran diameter cabang terhadap diameter pipa utama (*header*), *tee* dapat dibedakan menjadi:

- 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*

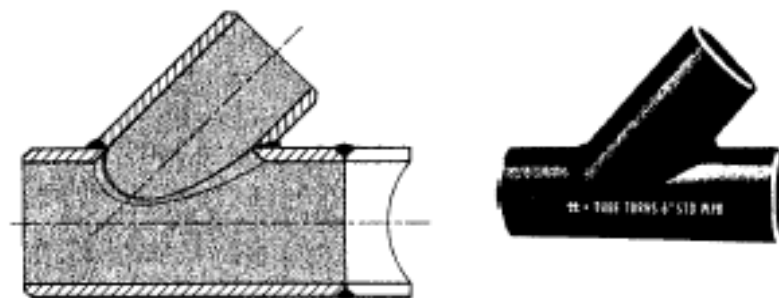
Lateral adalah *tee* untuk percabangan dengan sudut 45° . Berdasarkan ukuran diameter cabang terhadap diameter pipa utama (*header*), lateral dibedakan menjadi:

- a. *Straight lateral* untuk ukuran pipa cabang sama dengan pipa header

Misal : *Lateral* 6x6x6

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

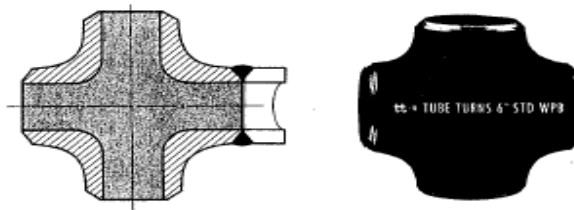
Misal : *Red lateral* 6x6x4



Gambar 3.8. Lateral
(Sherwood, 1973)

9. *Cross*

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

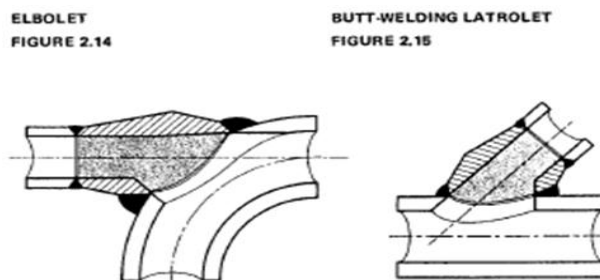


Gambar 3.9. *Cross*
(Sherwood, 1973)

10. *Olet* (Penguat Sambungan Cabang)

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

- Weldolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang 90° .
- Elbowlet* untuk sambungan cabang pada *elbow*.
- Letrolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang 45° .
- Sweepolet* untuk sambungan cabang dengan sudut cabang 90° , jenis ini penguatan cabangnya lebih baik, dikarenakan terdapat semacam tambahan plat penguat.



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 katup, pipa dengan *fitting* (misal: *elbow* dengan jenis sambungan ujung *butt-welding*).

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.

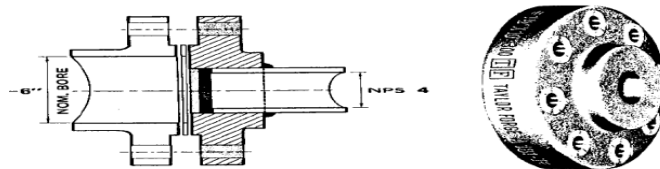


Gambar 3.11. *Flange* Jenis WN (*Welding Neck*)
(Sherwood, 1973)

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 *Reducer SO flange* (dengan pengecilan 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.



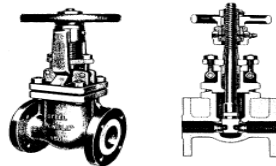
Gambar 3.13. *Flange Lap Joint*
(Sherwood, 1973)

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 otomatis.

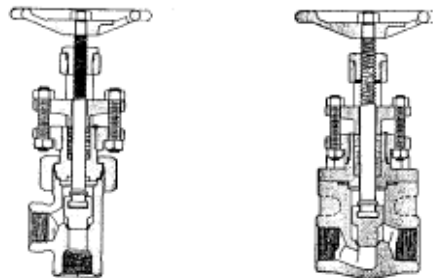
Beberapa jenis katup yang dipakai antara lain:

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



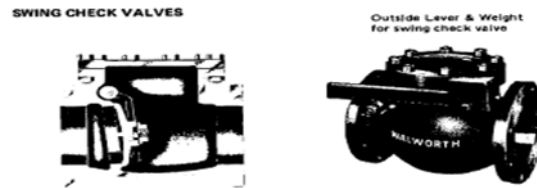
Gambar 3.14. *Gate Valve*
(Sherwood, 1973)

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



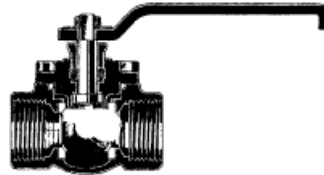
Gambar 3.15. *Globe valve*
(Sherwood, 1973)

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



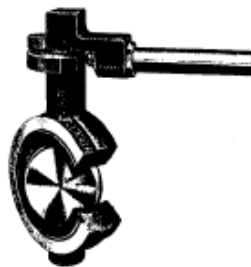
Gambar 3.16. Katup Cek
(Sherwood, 1973)

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



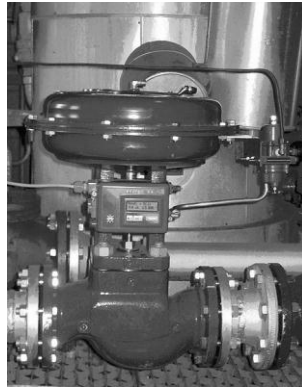
Gambar 3.17. Katup Bola
(Sherwood, 1973)

- 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.



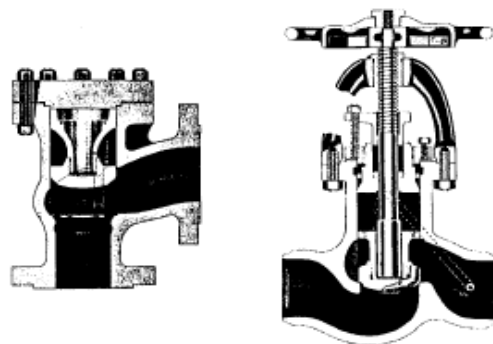
Gambar 3.18. Katup Kupu-kupu
(Sherwood, 1973)

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



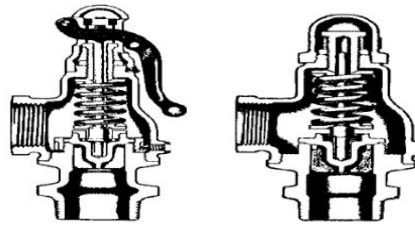
Gambar 3.19. Kontrol Valve
(wikipedia.org)

- 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 yang mengalir di dalam *flange* ke luar. *Gasket* harus mampu menahan 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 Chrismastree 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 *Raised 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*.

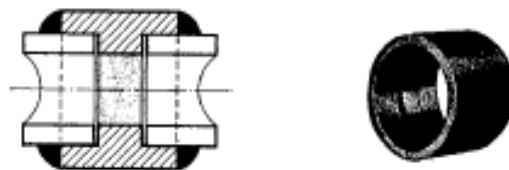
c. *Gasket Spiral Wound*

Gasket spiral wound banyak digunakan pada *raise face flange*. *Spiral wound* digunakan dalam semua kelas tekanan 150 sampai kelas 2500. 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.

3.2.1.2. Fitting Dengan Sambungan Ujungnya Jenis Socket-Welded Meliputi :

1. *SW Full Coupling*

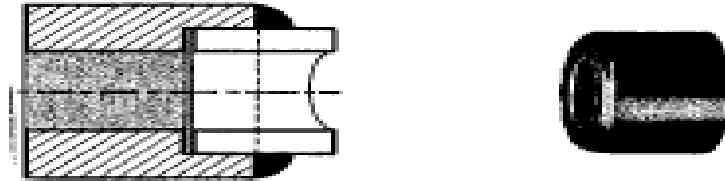
Untuk sambungan pipa, menggabungkan pipa kecil, *nipple*, *swage*. Kedua ujungnya bentuk *socket* dengan ukuran diameter yang sama.



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*.



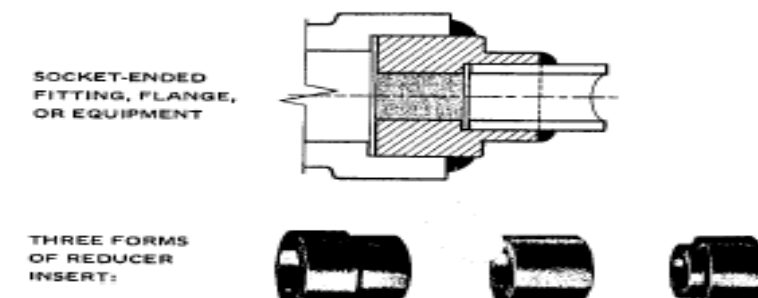
Gambar 3.23. *SW Half Coupling*
(Sherwood, 1973)

3. *SW Reducer*

Seperti *SW full coupling*, perbedaannya hanya terdapat pada kedua ujungnya berbeda diameter.

4. *Reducing Insert*

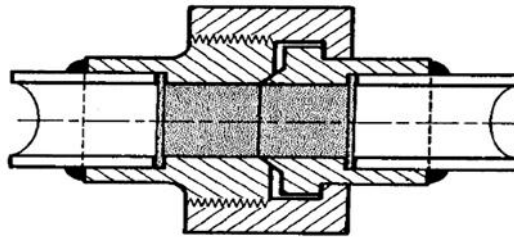
Seperti *SW half coupling*, untuk pengecilan diameter saluran yang cukup besar sehingga diperlukan *insert*.



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.

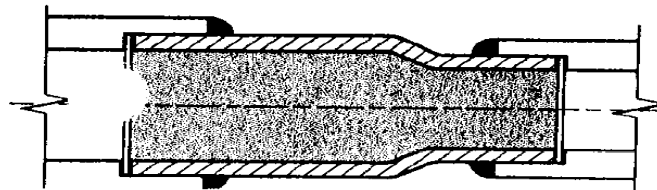


Gambar 3.25. SW Union
(Sherwood, 1973)

6. SW Swage

Untuk pengecilan diameter saluran, disebut juga *Swedge* (SWG) atau *Swaged Nipple*. Ada beberapa istilah ujung menyatakan kondisi ujung *swage*, yaitu:

- SW = *Socket welding*
- BW = *Butt Welding*
- PBE = *Plain Both End*
- PLE = *Plain Large End*
- PSE = *Plain Small End*
- BLE = *Bevel Large End*



Gambar 3.26. SW Swage
(Sherwood, 1973)

3.2.1.3. Fitting Dengan Sambungan Ujung Jenis Screwed/Threaded

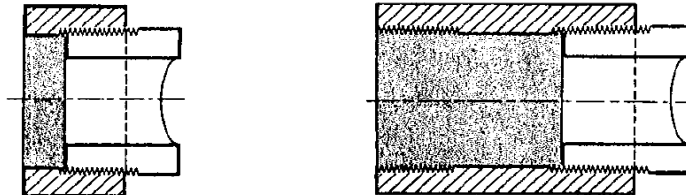
Meliputi :

1. Threaded Full Coupling

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

2. Threaded Half Coupling

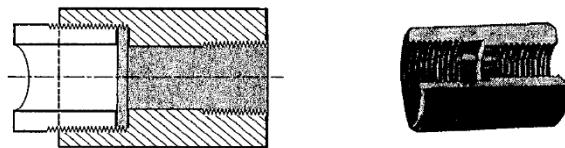
Seperti *threaded full coupling*, namun hanya satu ujung saja berbentuk ulir, digunakan untuk sambungan pada *vessel*.



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

3. Threaded Reducing coupling

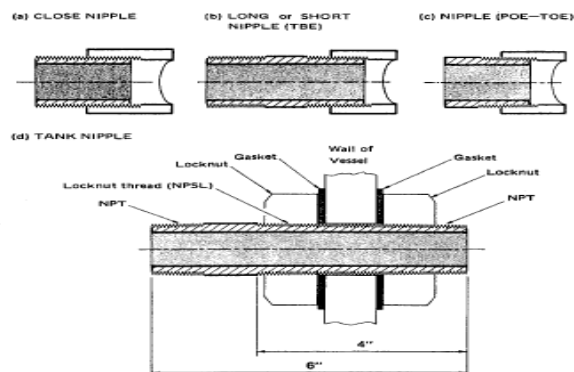
Seperti *threaded full coupling*, namun kedua ujungnya berbeda diameter.



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

4. Nipple

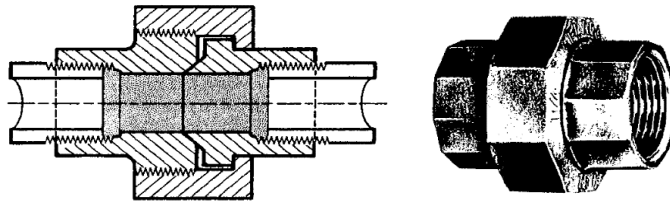
Menggabungkan *union*, katup, *strainer*, *fitting*



Gambar 3.29. *Nipple*
(Sherwood, 1973)

5. Threaded Union

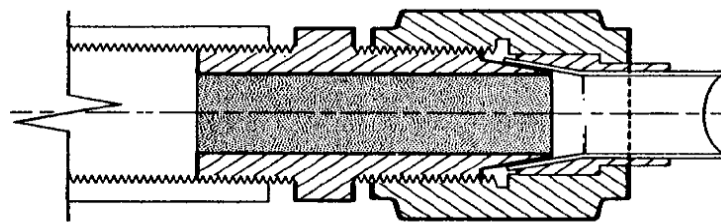
Terdiri dari tiga komponen, untuk tujuan pemeliharaan dan pemasangan yang mudah.



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

6. Pipe-To-Tube Connector

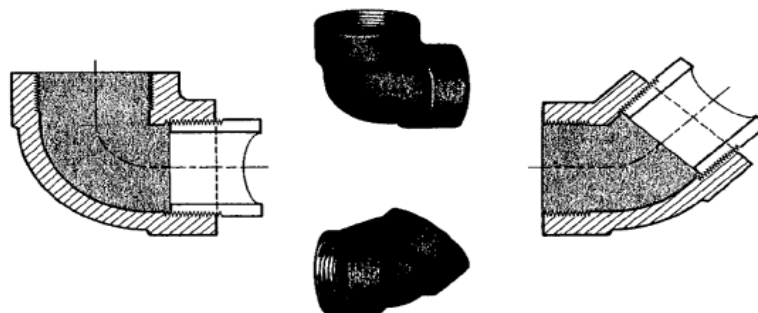
Untuk penyambungan pipa (diameter besar) dengan tube (diameter kecil).



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

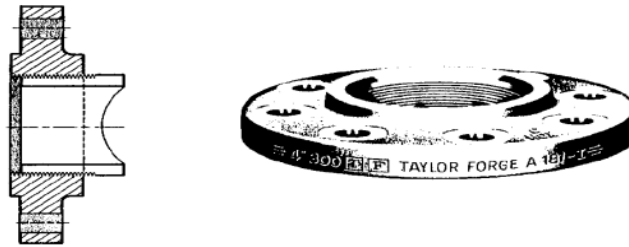
7. Threaded Elbow

Terdapat threaded elbow 45 dan 90



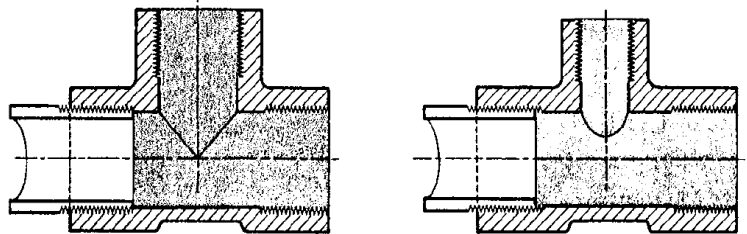
Gambar 3.32. *Threaded Elbow*
(Sherwood, 1973)

8. *Threaded Flange*



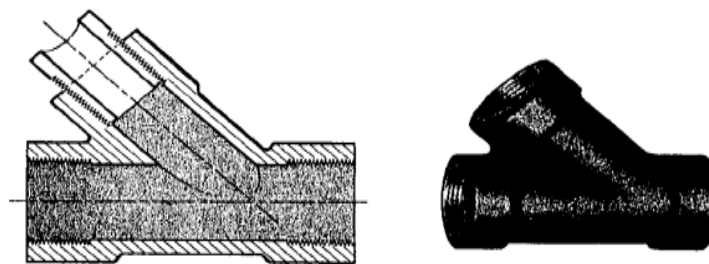
Gambar 3.33. *Threaded Flange*
(Sherwood, 1973)

9. *Threaded Tee*



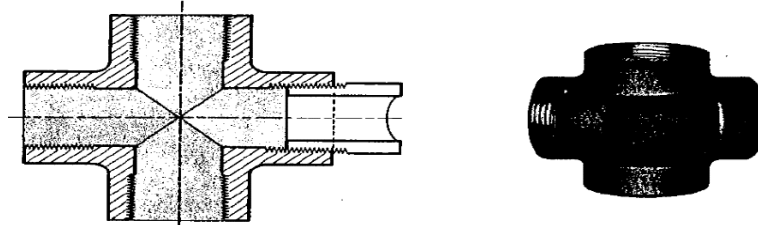
Gambar 3.34. *Threaded Tee*
(Sherwood, 1973)

10. *Threaded Lateral*



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

11. Threaded Cross



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

3.2.2. Instrumentasi/Symbol Perpipaan

Gambar adalah suatu media komunikasi untuk mentransfer informasi kepada orang lain. Demikian juga dengan gambar 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:

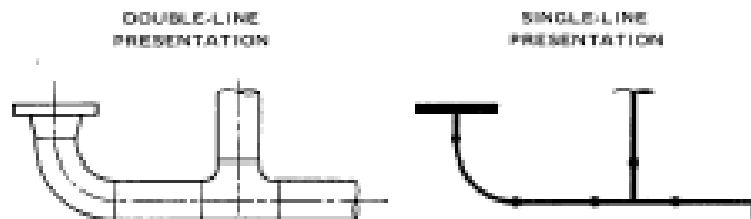
1. Simbol sambungan las (*butt welding*)
2. Simbol sambungan *socket weld*
3. Simbol sambungan *screwed joint*

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

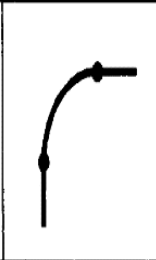
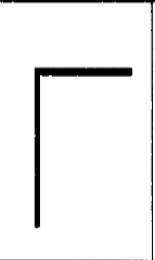
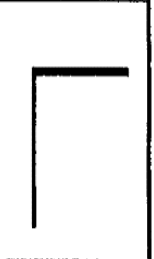
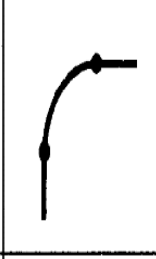
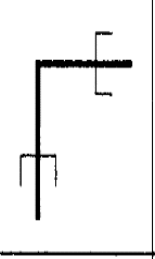
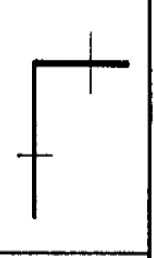
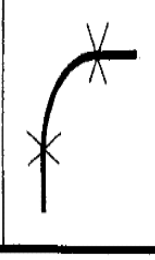
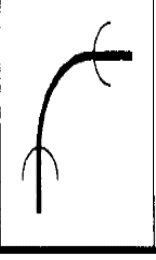
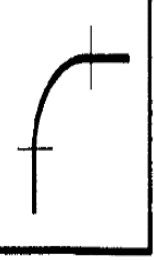
1. Dalam gambar *plotplan*, *isometri*, dan *spool*:
 - a. *Matchline*
 - b. Garis luar bangunan (*outline of building*)
 - c. *Center line*
 - d. *Single line piping*

- 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*
 - d. *Secondary process service atau utility (untuk underground)*
3. Jalur *Instrument*
- a. *Instrument air (pneumatic signal)*
 - b. *Instrument liquid (hydraulic signal)*
 - c. *Electric*
 - d. *Electromagnetic atau sonic*
 - e. *Instrument capillary tubing*

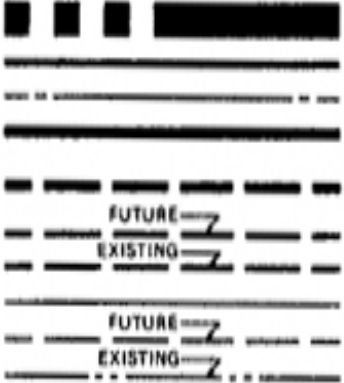
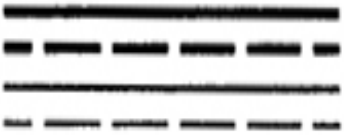
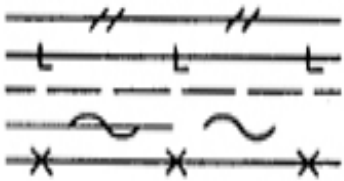
Simbol-simbol perpipaan dapat dilihat dalam gambar-gambar berikut ini:



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

	BUTT WELD	SOCKET WELD	SCREWED JOINT
SIMPLIFIED PRACTICE *			
CONVENTIONAL PRACTICE			
ANSI Y32.2.3 (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, ISOS 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&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 style="text-align: center;">* RADIATION: LIGHT, HEAT, RADIO WAVE, ETC.</p>		

Gambar 3.39. Simbol Garis Perpipa-an Untuk Gambar *Isometri*, *P&ID*, dan Jalur *Instrument*
(Sherwood, 1973)

NOTE				IN CHARTS 6.3 THRU 6.6, THE SYMBOL IS SHOWN IN HEAVY LINE. LIGHTER LINES SHOW CONNECTED PIPE, 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
RFWD (Flow Backed)				LAP JOINT FLANGE & STUB				RETURN			
WTT WELD				LATERAL				SOCKETLET	SHOW AS 'WELDOLET' - THIS CHART		
BLIND FLANGE				LATROLET				SLIP-ON FLANGE			
CAP				MITER	SEE END OF THIS CHART			STUB-IN			
COUPLING, FULL or HALF				NIPPLET				SWAGE, CONCENTRIC ECCENTRIC STATE WHETHER TOP OR BOTTOM IS 'SLAP'			
ORBIT				PIPE				WELDOLET			
ELBOW, 90°, LH				REDUCER, CONCENTRIC				THRODLET	SHOW AS 'WELDOLET' - THIS CHART		
ELBOW, 90°, RH				ECCENTRIC STATE WHETHER TOP OR BOTTOM IS 'SLAP'				TEE			
ELBOW, 45°				REDUCING FLANGE				WELDING-NECK FLANGE			
ELBOWET				REDUCING ELBOW				WELDOLET			
EXPANDER FLANGE				REINFORCEMENTS				3-PIECE MITER			
WELD WELD				SADDLE				3-PIECE MITER			
FULL COUPLING	SEE COUPLING THIS CHART			WRAPAROUND SADDLE							
HALF COUPLING	SEE COUPLING THIS CHART										
ROSE											
ROSE COUPLING											

Gambar 3.40. Simbol *Fitting* (Sambungan *Butt Welding*) (Sherwood, 1973)

NOTE				IN CHARTS 5.3 THRU 5.9, THE SYMBOL IS SHOWN IN HEAVY LINE. LIGHTER LINES SHOW CONNECTED PIPE, 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 (New Faced)				LAP JOINT FLANGE & STUB				RETURN			
MITT WELD				LATERAL				SOCKLET	SHOW AS WELDOLET - THIS CHART		
BLIND FLANGE				LATROLET				ELBOW FLANGE			
CAP				MITER	SEE END OF THIS CHART			STUB-IN			
COUPLING, FULL or HALF				REDUCER, CONCENTRIC	TOP VIEW			SHAKE, CONCENTRIC ECCENTRIC STATE WHETHER TOP OR BOTTOM IS SLAT			
ORIS				REDUCER, ECCENTRIC	TOP VIEW			SWEEPolet			
ELBOW, 90°, LN				THRODLET	SHOW AS WELDOLET - THIS CHART			TEE			
ELBOW, 90°, SN				REDUCING FLANGE				WELDING-NECK FLANGE			
ELBOW, 45°				REDUCING ELBOW				WELDOLET			
ELBOWET			TOP VIEW	REINFORCEMENTS				2-PIECE MITER			
EXPANDER FLANGE				SADDLE				3-PIECE MITER			
FIELD WELD				WELFAROUND SADDLE							
FULL COUPLING	SEE 'COUPLING' THIS CHART										
HALF-COUPLING	SEE 'COUPLING' THIS CHART										
HOSE											
HOSE COUPLING											

Gambar 3.41. Simbol Fitting (Sambungan Screwed)
(Sherwood, 1973)

TYPE OF VALVE	SIDE VIEW	VIEW	TYPE OF VALVE	SIDE VIEW	TOP VI	TYPE OF VALVE	SIDE VIEW	TOP VIEW
ANGLE GLOBE			M LINE GLOBE VALVE (Spring operated globe)	(a)	(b)	SHOCK BREAKER IN BRACKET		
BALL ROTARY			NEEDLE			WYE PATTERN GLOBE		
BUTTERFLY			PISTON	SEE SELECT VALVE SYMBOL		3WAY		
CHECK (SWING)			PLUG			4WAY		
CORR	SEE PLUG VALVE		QUICK OPERATOR			OPERATOR		
CONTROL			RELIEF			SPUR GEAR		
DIAPHRAGM			SAFETY			LEVEL GEAR		
FLUXIONITION TANK VALVE			SAFETY RELIEF			DRY PIPES		
GATE			STOP CHECK			DRY PIPES		
GLOBE			REVERSE			CHAR WRENCH		
			TRAP					

THE ONLY OTHER GATE VALVE SYMBOL, WHICH IS USED ON P&ID'S AND FLOW DIAGRAMS. ADAPTATION OF THE SYMBOL TO P&ID'S DRAWING IS EXPLAINED IN THE NEXT PAGE.

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

3.2.3. 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.

3.2.3.1. Standar-standar Support Yang Biasa Digunakan :

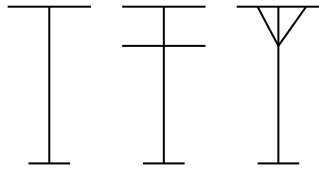
1. MSS SP-58, *Materials and design of pipe supports*
2. MSS SP-69, *Selection and application of pipe support*
3. MSS SP- 89, *Fabrication and installation of pipe support*
4. *WRC Buletin 198*

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 *support* dipasang pada tumpuan belokan dan tumpuan sebelum dan setelah katup.

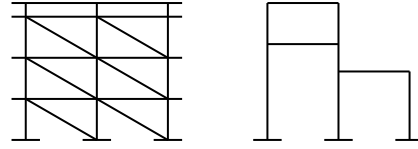
3.2.4. Macam-macam Penyangga Pembebanan Statik

1. Penyangga struktur (sipil)

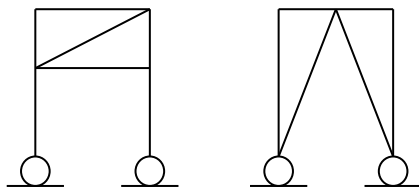
Penyangga pipa ini memiliki tinggi kaki minimal 2,5 meter. Dapat dikelompokkan sebagai berikut:



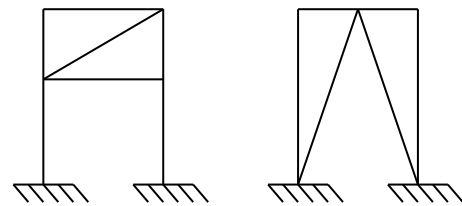
a. penyangga satu kolom



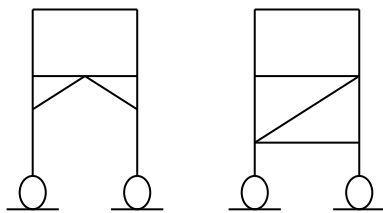
b. Penyangga banyak kolom



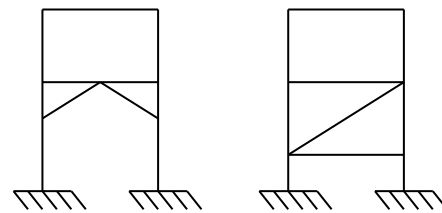
c. Penyangga satu tingkat dengan landasan rol



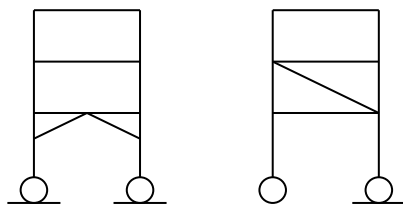
d. Penyangga dengan landasan tetap



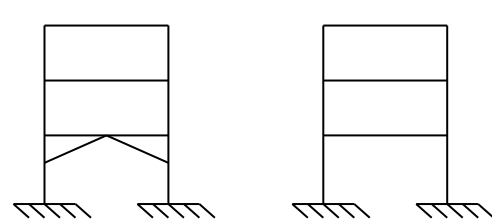
e. Penyangga dua tingkat dengan landasan rol



f. Penyangga dua tingkat dengan landasan tetap



g. Penyangga bertingkat banyak dengan landasan rol



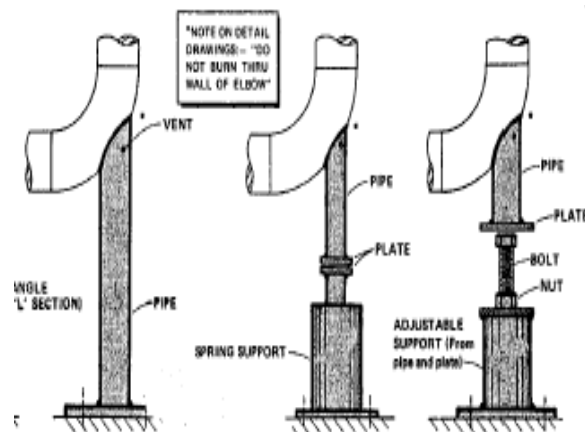
h. Penyangga bertingkat banyak dengan landasan tetap

Gambar 3.43. Penyangga Struktur (Sipil)

(Kaswari, 2007)

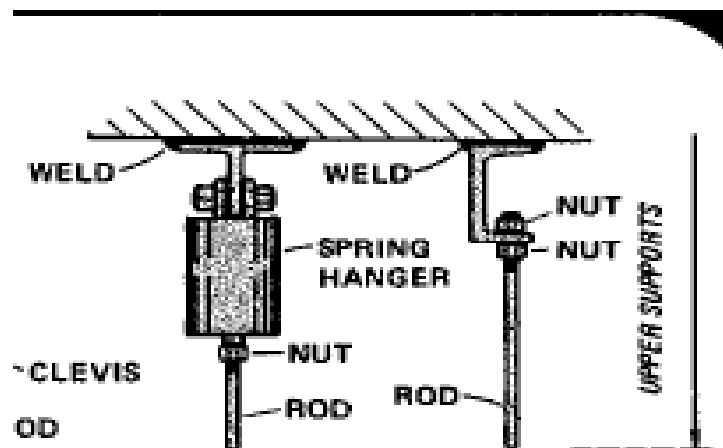
2. Penyangga kaki bebek (*duck foot*)

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



Gambar 3.44. Penyangga Kaki Bebek (*Duck Foot*)
(Sherwood, 1973)

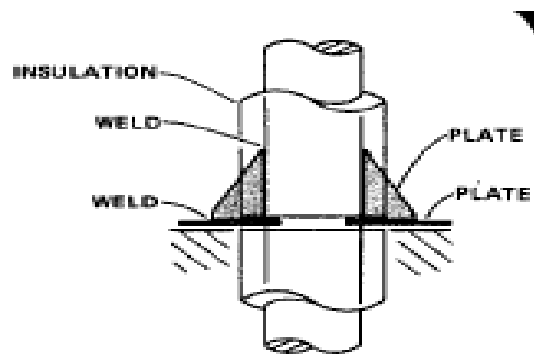
3. Penyangga bentuk siku-siku (*bracket*)



Gambar 3.45. Penyangga Bentuk Siku-Siku (*Bracket*)
(Sherwood, 1973)

4. Penyangga pembaringan pipa (*pipe slider*)

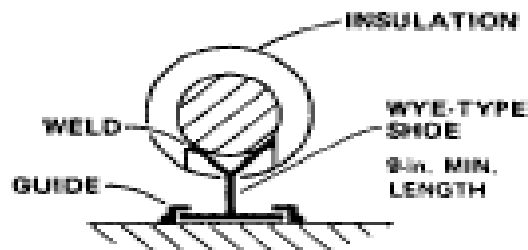
Penyangga pipa ini tingginya lebih rendah dari satu meter dari permukaan tanah. Pipa *sleeper* dibuat dari semen beton dan besi beton, selain itu permukaannya diberi plat besi guna menahan gesekan pipa, untuk pengelasan dudukan penuntun pipa serta *anchor*. Bentuk pipa *sleeper* seperti balok empat persegi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



Gambar 3.46. Penyangga Pembaringan Pipa (*Pipe Slider*)
(Sherwood, 1973)

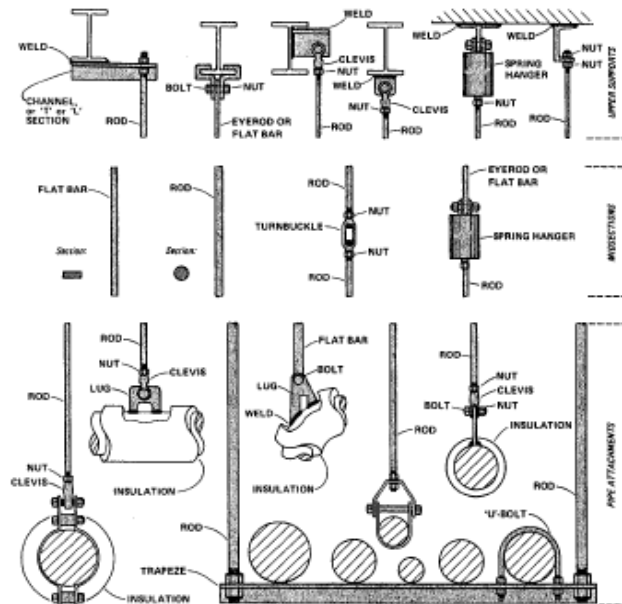
5. Penyangga pipa rendah (*low support*)

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.



Gambar 3.47. Penyangga Pipa Rendah (*Low Support*)
(Sherwood, 1973)

6. Penyangga Gantung (*Hanger*)



Gambar 3.48. Penyangga Gantung (*Hanger*)
(Sherwood, 1973)

Tabel 3.6. *Suggested Piping Support Spacing* (Pengaturan Jarak Pipa)
(Sherwood, 1973)

NPS (DN)	<i>Suggested maximum span, ft (m)</i>	
	<i>Water service</i>	<i>steam, gas, or air service</i>
1 (25)	7 (2.13)	9 (2.74)
2 (50)	10 (3.05)	13 (13)
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)