

BAB III

SISTEM PERPIPAAN

Sistem Perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk melakukan transport fluida kerja antar *equipment* (peralatan) dalam suatu *plant* (pabrik) atau dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung. (Santosa, THA, (tahun 2007 13 november))

Komponen sistem perpipaan secara umum terdiri dari :

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

3.1. Pipa

Pipa adalah suatu komponen berbentuk silindris yang digunakan untuk memindahkan fluida bertekanan yang didesain sesuai dengan spesifikasi material tertentu. Pada bab ini akan membahas untuk pipa baja dan pipa besi. 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 pipa tanpa sambungan (*seamless*) dan pipa dengan sambungan las (*welded*).

3.1.1. Pipa tanpa sambungan (*Seamless steel pipe*)

Pipa seamless terbuat dari bahan berbentuk silindris pejal yang kemudian dibor pada bagian tengahnya sedangkan bagian luarnya dilakukan pengerolan.

3.1.2. Pipa dengan sambungan las (*Welded steel pipe*)

Pipa *welded* terbuat dari bahan plat yang di roll dan kemudian dilakukan pengelasan pada kedua ujungnya. Proses pengelasan ini dapat dibedakan menjadi :

1. *Electric Resistance Welding (ERW)*, berdasarkan tahanan listrik (elektroda leleh).
2. *Electric Fusion Welding (EFW)*, dengan pemanas filter metal oleh gas.

Meskipun pipa *seamless* dan *welded* dipakai dalam dunia industri perpipaan, namun pipa *seamless* umumnya dipakai pada tekanan yang tinggi, maka harus dilakukan perhitungan terhadap ketebalan dengan memperhitungkan efisiensi pengelasan relatif terhadap pipa *seamless*. Mengenai efisiensi sambungan las pada pipa *welded* telah diatur dalam kode.

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.

Standard dimensi pipa, Dimensi dan material pipa diatur menurut standard code tertentu, antara lain:

1. ANSI B36.10 → mengatur tentang *welded* dan *seamless wrought steel* pipa.
2. ANSI B36.19 → mengatur tentang *stainless steel pipe*.
3. ANSI A21.50 dan A21.51 → mengatur tentang ductile iron pipe.

Ketentuan yang diatur oleh ASTM (*American Society for Testing and Material*) meliputi : komposisi kimia, sifat mekanik, finishing, dan test yang diperlukan terhadap material.

Spesifikasi yang diatur oleh ASME adalah identik dengan ASTM, tetapi ASME lebih ketat karena untuk pemakaian yang kritis dan biasanya diperlukan ASME Stamp. Sebagai contoh untuk material A 106 (ASTM) akan menjadi SA 106 (ASME).

Tabel 3.1. Material dan aplikasinya

No	Spesifikasi	Produk	Range NPS	Aplikasi
1	ASTM A-53	<i>Seamless or Welded</i>	1/8" – 26"	<i>Ordinary use in gas, air, oil, water, steam</i>
2	ASTM A-106	<i>Seamless</i>	1/8" – 48"	<i>High-temperature service (steam, water, gas, etc.)</i>
3	ASTM A-369	<i>Forged and Bored</i>	<i>Custom</i>	<i>High-temperature service</i>
4	ASTM A-335	<i>Seamless</i>	<i>Custom</i>	<i>High-temperature service</i>
5	ASTM A-333	<i>Seamless or Welded</i>	1/8" and larger	<i>Service requiring excellent fracture toughness at low temperature</i>
6	ASTM A-671	<i>EFW (Electric Fusion Welded)</i>	16" and larger	<i>Low-temperature service</i>

Tabel 3.2. Material dan aplikasinya ((lanjutan)

No	Spesifikasi	Produk	Range NPS	Aplikasi
7	ASTM A-672	<i>EFW (Electric Fussion Welded)</i>	<i>16" and larger</i>	<i>Moderate-temperature service</i>
8	ASTM A-691	<i>EFW (Electric Fussion Welded)</i>	<i>16" and larger</i>	<i>High-temperature service</i>
9	ASTM A-312	<i>Seamless or Welded</i>	<i>1/8" and larger</i>	<i>Low to High-temperature and corrosive service</i>
10	API 5L	<i>Seamless or Welded</i>		<i>Line pipe, refinery, and transmission service</i>

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 3.3. Material perpipaan yang umum digunakan

No	Commodity	B31.1 (Power Piping)	B31.3 (Process Piping)	B31.4 (Liquid Fuel Transp. Piping)
1	Pipe	ASTM A 106	ASTM A53 API 5L	ASTM 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

Tabel 3.4. Material perpipaan yang umum digunakan ((lanjutan)

No	Commodity	B31.1 (Power Piping)	B31.3 (Process Piping)	B31.4 (Liquid Fuel Transp. Piping)
5	Nut	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H	ASTM A 194 2H
6	Fittings	ASTM A234 WPB	ASTM A234 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 (HighTemp)	ASTM A 216 WCB	ASTM A 216 WCB	

3.1.3. Material pipa

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

3.1.4. NPS (*Nominal pipe size*), diameter, Sch (*schedule*), dan ukuran tebal pipa.

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

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

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.

Tabel 3.5. Schedule pipa

PIPE DATA													REPRODUCED BY PERMISSION OF THE CRANE COMPANY, MIDWEST FITTING DIVISION													TABLE P-1		
Nominal Pipe Size	WALL THICKNESSES			DIMENSIONS			WEIGHTS		AREAS				PROPERTIES			Approx. Weight of Welding Rods												
	Area Pipe Size	Sch. No.	Other	Outside Diam.	Inside Diam.	Wall Thk.	Plain End Pipe	Welded Pipe	Surface	Cross-Sectional		Moment of Inertia	Section Modulus	Radius of Gyration														
in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	lb. per ft.	lb. per ft.	Outside	Inside	Flow	Material	in. ⁴	in. ³	in.													
2	STD	55	APL	2.375	2.245	.065	1.40	1.71	.622	.588	3.958	.472	.315	.265	.817	—												
		105	API	2.375	2.157	.109	2.44	1.58	.622	.565	3.654	.776	.500	.421	.903	—												
		40	API	2.375	2.067	.154	3.65	1.45	.622	.540	3.355	1.075	.664	.561	.787	.7												
	XXS	80	API	2.375	1.939	.218	5.02	1.28	.622	.507	2.953	1.477	.848	.731	.766	.3												
		120	API	2.375	1.675	.350	5.67	1.20	.622	.492	2.761	1.669	.935	.605	.756	.4												
		160	API	2.375	1.687	.344	7.46	.97	.622	.442	2.235	2.195	1.164	.980	.728	.6												
2 1/2	STD	55	API	2.875	2.709	.083	2.47	2.50	.753	.709	5.764	.728	.710	.494	.988	—												
		105	L	2.875	2.637	.120	3.53	2.36	.753	.690	5.453	1.038	.988	.687	.974	—												
		40	API	2.875	2.469	.203	5.79	2.07	.753	.646	4.788	1.704	1.330	1.064	.947	.3												
	XXS	80	API	2.875	2.333	.276	7.64	1.83	.753	.610	4.238	2.254	1.924	1.339	.974	.3												
		120	API	2.875	2.125	.373	10.01	1.54	.753	.556	3.547	2.945	2.525	1.538	.894	.7												
		160	API	2.875	1.771	.552	13.70	1.07	.753	.463	2.664	4.028	2.871	1.997	.844	1.3												
3	STD	55	API	3.500	3.334	.083	3.03	3.78	.916	.873	8.730	.891	1.301	.744	1.208	—												
		105	L	3.500	3.260	.120	4.33	2.62	.916	.835	8.346	1.272	1.821	1.041	1.196	—												
		40	API	3.500	3.250	.125	4.52	2.60	.916	.831	8.300	1.329	1.900	1.086	1.193	—												
	XXS	80	API	3.500	3.148	.156	5.56	2.46	.916	.833	7.982	1.639	2.298	1.313	1.184	.3												
		120	API	3.500	3.024	.188	6.45	2.32	.916	.818	7.565	1.954	2.691	1.338	1.173	.3												
		160	API	3.500	3.068	.216	7.59	2.20	.916	.802	7.393	2.228	3.017	1.214	1.164	.4												
3 1/2	STD	55	API	4.000	3.834	.083	3.47	5.00	1.047	1.004	11.545	1.021	1.960	.980	1.585	—												
		105	L	4.000	3.760	.120	4.97	4.81	1.047	.984	11.103	1.463	2.754	1.397	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	—												
	XXS	80	API	4.000	3.688	.136	6.41	4.63	1.047	.966	10.682	1.884	3.485	1.743	1.360	.3												
		120	API	4.000	3.624	.168	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												
4	STD	55	API	4.500	4.334	.083	3.92	6.39	1.178	1.135	14.752	1.152	2.810	1.240	1.562	—												
		105	L	4.500	4.260	.120	5.81	6.18	1.178	1.115	14.253	1.651	3.862	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	—												
	XXS	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												
		120	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												
5	STD	55	API	5.563	5.407	.083	4.50	10.79	1.511	1.478	21.799	1.405	4.105	2.045	2.427	—												
		105	L	5.563	5.351	.120	6.52	10.52	1.511	1.459	21.358	1.922	5.448	2.726	2.419	—												
		40	API	5.563	5.341	.125	6.56	10.49	1.511	1.457	21.319	1.979	5.599	2.771	2.416	—												
	XXS	80	API	5.563	5.167	.188	10.80	9.16	1.511	1.438	20.929	2.447	7.000	3.144	2.407	.3												
		120	API	5.563	5.125	.219	12.31	8.94	1.511	1.424	20.629	3.077	8.145	3.511	2.397	.4												
		160	API	5.563	5.047	.258	14.62	8.66	1.511	1.411	20.306	3.800	9.412	4.011	2.387	.5												

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

Tabel 3.6. Ketebalan dinding (untuk alat penyambung dan pipa)
sumber : Forge, Taylor, Piping Components for Energy System
(Illinois)

Nominal Pipe Size	Nominal Outside Diameter	NOMINAL INSIDE DIAMETER														Nominal Pipe Size
		Sched. 10	Sched. 20	Sched. 30	STD. WALL	Sched. 40	Sched. 50	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	9.750	9.562	9.312	9.062	8.750	8.500	8.750	10	
12	12.750	12.390	12.250	12.090	12.000	11.938	11.626	11.750	11.374	11.062	10.750	10.500	10.126	10.750	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	

Tabel 3.7. Konversi metrik
 sumber : Forge, Taylor, Piping Components
 for Energy System (Illinois)

A.N.S.I. STANDARD B36.10												NOMINAL PIPE SIZE			
PIPE SCHEDULE NUMBER															
40		60		80		100		120		140		160			
in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.
0.068	1.727	-	-	0.095	2.413*	-	-	-	-	-	-	-	-	1/4	3.175
0.088	2.235	-	-	0.119	3.023	-	-	-	-	-	-	-	-	1/2	6.350
0.091	2.311	-	-	0.126	3.200	-	-	-	-	-	-	-	-	3/4	9.525
0.109	2.769	-	-	0.147	3.734	-	-	-	-	-	-	0.188	4.775	1	12.700
0.113	2.870	-	-	0.154	3.912	-	-	-	-	-	-	0.219	5.563	1 1/4	19.050
0.133	3.378	-	-	0.179	4.547	-	-	-	-	-	-	0.250	6.350*	1 1/2	25.400
0.140	3.556*	-	-	0.191	4.851	-	-	-	-	-	-	0.250	6.350*	1 3/4	31.750
0.145	3.683*	-	-	0.200	5.080*	-	-	-	-	-	-	0.281	7.137	1 3/4	38.100
0.151	3.912	-	-	0.218	5.537	-	-	-	-	-	-	0.344	8.738	2	50.800
0.203	5.156	-	-	0.276	7.010	-	-	-	-	-	-	0.375	9.525*	2 1/2	63.500
0.216	5.486	-	-	0.300	7.620*	-	-	-	-	-	-	0.438	11.125	3	76.200
0.226	5.740	-	-	0.318	8.077	-	-	-	-	-	-	-	-	3 1/2	88.900
0.237	6.020	-	-	0.337	8.560	-	-	0.438	11.125	-	-	0.527	13.487	4	101.600
0.258	6.553	-	-	0.375	9.525*	-	-	0.500	12.700*	-	-	0.625	15.875*	5	127.000
0.280	7.112*	-	-	0.432	10.973	-	-	0.562	14.275	-	-	0.719	18.263	6	152.400
0.322	8.179	0.406	10.312	0.500	12.700*	0.594	15.088	0.719	18.263	0.812	20.625	0.906	23.012	8	203.200
0.365	9.271*	0.500	12.700*	0.594	15.088	0.719	18.263	0.844	21.438	1.000	25.400*	1.125	28.575*	10	254.000
0.406	10.312	0.562	14.275	0.688	17.475	0.844	21.438	1.000	25.400*	1.125	28.575*	1.312	33.325	12	304.800
0.438	11.125	0.594	15.088	0.750	19.050*	0.938	23.825	1.094	27.788	1.250	31.750*	1.406	35.712	14	355.600
0.500	12.700*	0.656	16.662	0.844	21.438	1.031	26.187	1.219	30.963	1.438	36.525	1.594	40.488	16	406.400
0.562	14.275	0.750	19.050*	0.938	23.825	1.156	29.362	1.375	34.925*	1.562	39.675	1.781	45.237	18	457.200
0.594	15.088	0.812	20.625	1.031	26.187	1.281	32.537	1.500	38.100*	1.750	44.450*	1.969	50.013	20	508.000
-	-	0.875	22.225*	1.125	28.575*	1.375	34.925*	1.625	41.275*	1.875	47.625*	2.125	53.975*	22	558.800
0.688	17.475	0.969	24.613	1.219	30.963	1.531	38.887	1.812	46.025	2.062	52.375	2.344	59.538	24	609.600
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	660.400
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	711.200
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	762.000
0.688	17.475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	812.800
0.688	17.475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	863.600
0.750	19.050*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	914.400
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	1016.000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	1066.800
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	1219.200

WROUGHT STEEL PIPE DIMENSIONS

NOMINAL PIPE SIZE	NOMINAL OUTSIDE DIAMETER		NOMINAL WALL THICKNESS														
			IRON PIPE SIZES						10			20			30		
			Standard		Extra Strong		Dbl. Ex. Strg.		in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	
1/4	3.175	0.405	10.287*	0.068	1.727	0.095	2.413*	-	-	-	-	-	-	-	-		
1/2	6.350	0.540	13.716*	0.088	2.235	0.119	3.023	-	-	-	-	-	-	-	-		
3/4	9.525	0.675	17.145*	0.091	2.311	0.126	3.200	-	-	-	-	-	-	-	-		
1	12.700	0.840	21.336*	0.109	2.769	0.147	3.734	0.294	7.468	-	-	-	-	-	-		
1 1/4	19.050	1.050	26.670*	0.113	2.870	0.154	3.912	0.308	7.823	-	-	-	-	-	-		
1 1/2	25.400	1.315	33.401*	0.133	3.378	0.179	4.547	0.358	9.093	-	-	-	-	-	-		
2	31.750	1.660	42.164*	0.140	3.556*	0.191	4.851	0.382	9.703	-	-	-	-	-	-		
2 1/2	38.100	1.900	48.260*	0.145	3.683*	0.200	5.080*	0.400	10.160*	-	-	-	-	-	-		
3	50.800	2.375	60.335*	0.154	3.912	0.218	5.537	0.438	11.074	-	-	-	-	-	-		
3 1/2	63.500	2.875	73.025*	0.203	5.156	0.276	7.010	0.552	14.021	-	-	-	-	-	-		
4	76.200	3.560	88.900*	0.216	5.486	0.300	7.620*	0.600	15.240*	-	-	-	-	-	-		
4 1/2	88.900	4.000	101.600*	0.226	5.740	0.318	8.077	0.636*	16.154	-	-	-	-	-	-		
5	101.600	4.500	114.300*	0.237	6.020	0.337	8.560	0.674	17.120	-	-	-	-	-	-		
5 1/2	127.000	5.363	141.300	0.258	6.553	0.375	9.525*	0.750	19.050*	-	-	-	-	-	-		
6	152.400	6.625	168.275*	0.280	7.112*	0.422	10.973	0.864	21.946	-	-	-	-	-	-		
8	203.200	8.625	219.075*	0.322	8.179	0.500	12.700*	0.875	22.325*	-	-	0.250	6.350*	0.277	7.036		
10	254.000	10.750	273.050*	0.365	9.271*	0.500	12.700*	1.000	25.400*	-	-	0.250	6.350*	0.307	7.798		
12	304.800	12.750	323.850*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	1.000	25.400*	-	-	0.250	6.350*	0.330	8.382*		
14	355.600	14.000	355.600*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.375	9.525*		
16	406.400	16.000	406.400*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.375	9.525*		
18	457.200	18.000	457.200*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.438	11.125		
20	508.000	20.000	508.000*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.500	12.700*		
22	558.800	22.000	558.800*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.500	12.700*		
24	609.600	24.000	609.600*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.250	6.350*	0.562	14.275		
26	660.400	26.000	660.400*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		
28	711.200	28.000	711.200*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		
30	762.000	30.000	762.000*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		
32	812.800	32.000	812.800*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		
34	863.600	34.000	863.600*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		
36	914.400	36.000	914.400*	0.375	9.525*	0.500	12.700*	-	-	-	-	0.312	7.925	0.500	12.700*		

Tabel 3.8. Dimensi pipa baja
sumber : ANSI / ASME B31.3 ed. 1980.

NOM. SIZE	NOM. O.D.		NOMINAL INSIDE DIAMETER														
40 ^a	1016.000	40.000	1016.000 ^a	0.375	9.525 ^a	0.500	12.700 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42 ^b	1066.800	42.000	1066.800 ^a	0.375	9.525 ^a	0.500	12.700 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48 ^b	1219.200	48.000	1219.200 ^a	0.375	9.525 ^a	0.500	12.700 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4	3.175	0.405	10.287 ^a	0.269	6.833	0.215	5.461 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/8	6.350	0.540	13.716 ^a	0.364	9.246	0.302	7.671 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/2	9.525	0.675	17.145 ^a	0.493	12.522	0.423	10.744 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4	12.700	0.840	21.336 ^a	0.622	15.799	0.546	13.868 ^a	0.752	6.401	-	-	-	-	-	-	-	-
1	19.050	1.050	26.870 ^a	0.824	20.930	0.742	18.847 ^a	0.434	11.024	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/4	25.400	1.315	33.401 ^a	1.049	26.645	0.957	24.308 ^a	0.599	15.215	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2	31.750	1.640	42.164 ^a	1.380	35.052 ^a	1.278	32.461 ^a	0.898	22.758	-	-	-	-	-	-	-	-
2	38.100	1.900	48.260 ^a	1.610	40.894 ^a	1.500	38.100 ^a	1.100	27.940 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
2 1/2	50.800	2.375	60.325 ^a	2.067	52.502 ^a	1.939	49.251 ^a	1.503	38.176 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
3	63.500	2.875	73.025 ^a	2.469	62.713 ^a	2.323	59.004 ^a	1.771	44.983 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
3 1/2	76.200	3.500	88.900 ^a	3.068	77.927 ^a	2.900	73.660 ^a	2.300	58.420 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
4	88.900	4.000	101.600 ^a	3.548	90.119 ^a	3.364	85.446 ^a	2.728 ^a	69.291 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
5	101.600	4.500	114.300 ^a	4.026	102.260 ^a	3.826	97.180 ^a	3.152	80.061 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
6	127.000	5.563	141.300 ^a	5.047	128.194 ^a	4.813	122.250 ^a	4.063	103.200 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
8	152.400	6.625	168.275 ^a	6.065	154.051 ^a	5.761	146.329 ^a	4.897	124.384 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
10	203.200	8.625	219.075 ^a	7.981	202.717 ^a	7.625	193.675 ^a	6.875	174.625 ^a	8.125	206.375 ^a	8.071	205.003 ^a	-	-	-	-
12	254.000	10.750	273.050 ^a	10.020	254.508 ^a	9.750	247.650 ^a	8.750	222.250 ^a	10.130	206.350 ^a	10.130	257.454 ^a	-	-	-	-
14	304.800	12.750	323.850 ^a	12.000	304.800 ^a	11.750	293.050 ^a	10.750	273.050 ^a	12.250	311.150 ^a	12.090	307.086 ^a	-	-	-	-
16	355.600	14.000	355.600 ^a	13.250	336.350 ^a	13.000	320.200 ^a	-	-	13.500	342.900 ^a	13.376	339.750 ^a	13.250	326.550 ^a	-	-
18	406.400	16.000	406.400 ^a	15.250	387.350 ^a	15.000	381.000 ^a	-	-	15.500	393.700 ^a	15.376	390.550 ^a	15.250	387.350 ^a	-	-
20	457.200	18.000	457.200 ^a	17.250	438.150 ^a	17.000	431.800 ^a	-	-	17.500	444.500 ^a	17.376	441.250 ^a	17.250	434.950 ^a	-	-
22	508.000	20.000	508.000 ^a	19.250	488.950 ^a	19.000	482.600 ^a	-	-	19.500	495.300 ^a	19.250	488.950 ^a	19.000	482.600 ^a	-	-
24	558.800	22.000	558.800 ^a	21.250	539.750 ^a	21.000	533.400 ^a	-	-	21.500	546.100 ^a	21.250	539.750 ^a	21.000	533.400 ^a	-	-
26	609.600	24.000	609.600 ^a	23.250	590.550 ^a	23.000	584.200 ^a	-	-	23.500	596.900 ^a	23.250	590.550 ^a	23.000	584.200 ^a	-	-
28	660.400	26.000	660.400 ^a	25.250	641.350 ^a	25.000	635.000 ^a	-	-	25.500	647.400 ^a	25.250	641.350 ^a	25.000	635.000 ^a	-	-
30	711.200	28.000	711.200 ^a	27.250	692.150 ^a	27.000	685.800 ^a	-	-	27.500	697.900 ^a	27.250	692.150 ^a	27.000	685.800 ^a	-	-
32	762.000	30.000	762.000 ^a	29.250	742.950 ^a	29.000	736.600 ^a	-	-	29.500	748.200 ^a	29.250	742.950 ^a	29.000	736.600 ^a	-	-
34	812.800	32.000	812.800 ^a	31.250	793.750 ^a	31.000	787.400 ^a	-	-	31.500	792.950 ^a	31.250	793.750 ^a	31.000	787.400 ^a	-	-
36	863.600	34.000	863.600 ^a	33.250	844.550 ^a	33.000	838.200 ^a	-	-	33.500	847.750 ^a	33.250	844.550 ^a	33.000	838.200 ^a	-	-
38	914.400	36.000	914.400 ^a	35.250	895.350 ^a	35.000	889.000 ^a	-	-	35.500	898.550 ^a	35.250	895.350 ^a	35.000	889.000 ^a	-	-
40 ^a	1016.000	40.000	1016.000 ^a	39.250	996.950 ^a	39.000	990.600 ^a	-	-	39.500	999.800 ^a	39.250	996.950 ^a	39.000	990.600 ^a	-	-
42 ^b	1066.800	42.000	1066.800 ^a	41.250	1047.750 ^a	41.000	1041.400 ^a	-	-	41.500	1050.600 ^a	41.250	1047.750 ^a	41.000	1041.400 ^a	-	-
48 ^b	1219.200	48.000	1219.200 ^a	47.250	1200.150 ^a	47.000	1193.800 ^a	-	-	47.500	1203.650 ^a	47.250	1200.150 ^a	47.000	1193.800 ^a	-	-

A.N.S.I. STANDARD B36.10													NOM. SIZE		
0.269	6.833	-	-	0.215	5.461 ^a	-	-	-	-	-	-	-	3/8	3.175	
0.364	9.246	-	-	0.302	7.671 ^a	-	-	-	-	-	-	-	1/2	6.350	
0.493	12.522	-	-	0.423	10.744 ^a	-	-	-	-	-	-	-	3/4	9.525	
0.622	15.799	-	-	0.546	13.868 ^a	-	-	-	-	0.464	11.786	-	1	12.700	
0.824	20.930	-	-	0.742	18.847 ^a	-	-	-	-	0.612	15.545	-	1 1/4	19.050	
1.049	26.645	-	-	0.957	24.308 ^a	-	-	-	-	0.815	20.701 ^a	-	1 1/2	25.400	
1.380	35.052 ^a	-	-	1.278	32.461 ^a	-	-	-	-	1.160	29.464 ^a	-	2	31.750	
1.610	40.894 ^a	-	-	1.500	38.100 ^a	-	-	-	-	1.337	33.960	-	2 1/2	38.100	
2.067	52.502 ^a	-	-	1.939	49.251 ^a	-	-	-	-	1.687	42.850	-	3	50.800	
2.469	62.713 ^a	-	-	2.323	59.004 ^a	-	-	-	-	2.125	53.975 ^a	-	3 1/2	63.500	
3.068	77.927 ^a	-	-	2.900	73.660 ^a	-	-	-	-	2.674	66.650	-	4	76.200	
3.548	90.119 ^a	-	-	3.364	85.446 ^a	-	-	-	-	-	-	-	5	88.900	
4.076	102.260 ^a	-	-	3.826	97.180 ^a	-	-	3.624	92.050	-	3.438	87.325	6	101.600	
5.047	128.194 ^a	-	-	4.813	122.250 ^a	-	-	4.563	115.900	-	4.313	109.550	8	127.000	
6.065	154.051 ^a	-	-	5.761	146.329 ^a	-	-	5.501	139.725	-	5.187	131.750	10	152.400	
7.981	202.717 ^a	7.813	198.450	7.625	193.675 ^a	7.437	186.900	7.187	182.550	7.001	177.825	6.813	173.050	8	203.200
10.020	254.508 ^a	9.750	247.650 ^a	9.562	242.875	9.312	236.525	9.062	230.175	8.750	222.250 ^a	8.500	215.900	10	254.000
11.938	303.225 ^a	11.626	295.300	11.374	288.900	11.062	280.975	10.750	273.050 ^a	10.500	266.700 ^a	10.126	257.200	12	304.800
13.124	333.350 ^a	12.812	325.425	12.500	317.500 ^a	12.124	307.950	11.812	300.025	11.500	292.100 ^a	11.188	284.175	14	355.600
15.000	381.000 ^a	14.688	373.075	14.312	363.525	13.938	354.025	13.562	344.475	13.124	333.350	12.812	325.425	16	406.400
16.876	428.550	16.500	419.100 ^a	16.124	409.550	15.688	398.475	15.250	387.350 ^a	14.876	377.850	14.438	366.725	18	457.200
18.812	477.825	18.376	466.750	17.938	455.625	17.438	445.625	17.000	431.800 ^a	16.500	419.100 ^a	16.062	407.975	20	508.000
-	-	20.250	514.350 ^a	19.750	501.650 ^a	19.250	488.950 ^a	18.750	476.250 ^a	18.250	463.550 ^a	17.750	450.850	22	558.800
22.624	574.650	22.062	560.375	21.562	547.675	20.938	531.825	20.376	517.550	19.876	504.850	19.312	490.525	24	609.600
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	660.400
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	711.200
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	762.000
30.624	777.850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	812.800
32.624	828.650	-	-	-	-										

3.1.5. Penentuan rating pipa

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

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

Dimana :

t = tebal dinding pipa minimum yang dibutuhkan (inchi)

P = tekanan internal (lb/in², psig)

S_a = tegangan ijin material *basic allowable stress* (lb/in², psi)

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

3.2. Fiting

Fitting merupakan komponen sistem perpipaan yang memungkinkan perubahan arah jalur pipa, perubahan diameter pipa dan percabangan pipa. *Fitting* merupakan komponen - komponen pipa yang berkaitan dengan penyambungan, baik pipa dengan pipa, pipa dengan fitting, dan pipa dengan peralatan.

Fitting merupakan komponen pipa yang terdiri dari *Elbow, Bend & Mitter Bend, Reducer, Tee, Cross, Swage, Coupling, Olet (penguat sambungan cabang), Flange, Cap or Closure, Union, Insert* dan lain – lain.

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

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 getaran dan momen bending yang tinggi.
- Digunakan untuk kebanyakan perpipaan proses, *utility*, dan *servis*.
- Kelemahannya setelah pengelasan pada ujung *fitting*, logam las dapat menetes dan tertinggal dalam pipa sehingga mempengaruhi aliran.

2. *Screwed* atau *Threaded* (Ujung Fitting berulir)

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

3. *Bolted Flange* (sambungan ujung dengan flens dan dibaut)

- Sambungan *flange* mahal.
- Digunakan untuk tekanan operasi tidak terlalu tinggi.
- Biasanya untuk sambungan dengan peralatan, seperti : vessel, penukar kalor, katup.

- Biasanya digunakan untuk jalur pipa yang perlu pembersihan periodik.
- Sambungan kurang tahan bocor (tidak baik untuk fluida yang beracun, bersifat radioaktif, dan yang mudah terbakar).
- Digunakan untuk jalur pipa dengan NPS 2" dan lebih besar.
- Mudah dalam pemasangan.
- Ketahanan terhadap getaran dan momen bending kurang.

3.2.1. Penentuan rating atau kelas *fitting* jenis sambungan ujung *Butt-Welding Elbow*.

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

3.2.2. Penentuan rating atau kelas *fitting* jenis *Socket-Welded dan Threaded*.

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

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

Tabel 3.9. Hubungan sambungan *socket welded* dan *threaded*

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

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

- Misalkan dari perhitungan tebal pipa (penentuan schedule pipa) didapatkan schedule 80. Dalam jalur pipa tersebut terdapat fitting dengan jenis sambungan diulir (*threaded*). Maka kelas atau rating fitting jenis sambungan ujung threaded dalam jalur pipa tersebut mempunyai rating atau kelas rating tekanan minimum 2000.
- Misalkan dari perhitungan tebal pipa (penentuan schedule pipa) didapatkan schedule 80. Dalam jalur pipa tersebut terdapat fitting dengan jenis sambungan diulir (*threaded*). Maka kelas atau rating fitting jenis sambungan ujung threaded dalam jalur pipa tersebut mempunyai rating atau kelas rating tekanan minimum 3000.

3.2.3. Fitting dengan sambungan ujung *Butt-Welding*

3.2.3.1. *Elbow*

Elbow berfungsi untuk merubah aliran fluida dan menambah fleksibilitas suatu jalur perpipaan.

Berdasarkan sudut pembelokkannya, *elbow* dibagi menjadi :

- *Elbow* 45°
- *Elbow* 90°

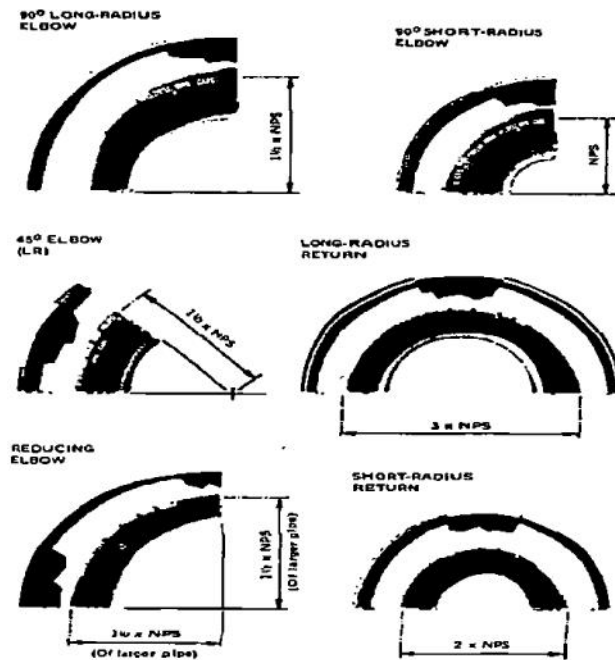
- *Elbow 180° elbow* ini dikenal dengan nama *Retrun*). *Return* biasanya digunakan untuk koil pemanas, alat penukar kalor, dan vent pada tangki.

Berdasarkan radius *elbow*, *elbow* digolongkan menjadi :

- LR (*long radius*)
Radius dari *centerline elbow* sebesar: 1,5 NPS (*nominal pipe size*). Untuk *elbow* dengan NPS ¾" dan yang lebih besar.
 Misal : 90° LR_Elbow 8" Sch 40
 45° LR_Elbow 10" Sch STD.
- SR (*short radius*)
Radius dari *centerline elbow* sebesar : 1,0 NPS (*nominal pipe size*).
 Misal : 90° SR Elbow 10" Sch 40 BE
 45° SR Elbow 4" Sch XS BE.

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

- *Straight Elbow*
 Tak ada pengecilan diameter.
- *Reducing Elbow*
 Ada pengecilan diameter.
 Misal: 90° LR Red Elbow 10x8 Sch 40 BE
 90° SR Red Elbow 8x6 Sch 40 BE



Gambar 3.1. Jenis-jenis *elbow*

3.2.3.2. Bend

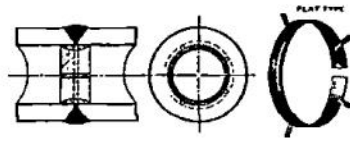
Bend adalah *elbow* yang dibuat dari pipa lurus yang di bengkokkan sehingga terdapat sedikit penipisan tebal dinding *bend* pada bagian belokan. Penipisan ini menyebabkan untuk tekanan operasi dan ukuran yang sama, *elbow* lebih kuat dari pada *bend*.

Berdasarkan *radius bending*, *bend* dibedakan menjadi :

- Bend 3R ($3 \times \text{NPS}$)
- Bend 5R ($5 \times \text{NPS}$)

3.2.3.3. Backing ring

Backing ring digunakan pada sambungan las pipa dengan pipa. *Backing ring* digunakan untuk menjaga agar logam las tidak menetes dan tertinggal di dalam saluran saat penyambungan las antar pipa.



Gambar 3.2. *Backing ring*

3.2.3.4. *BW reducer*

Reducer berfungsi untuk pengecilan dan pembesarkan jalur pipa.
Reducer.

Berdasarkan garis sumbunya, reducer dibedakan menjadi reducer jenis:

- *Concentric* (sesumbu)
- *Eccentric* (jarak antar sumbu atau offset = $0,5 (ID_{max} - ID_{min})$)

Misal : *Con reducer 6x4 Sch STD BE*

Ecc Reducer 8x6 Sch 40 BE



Gambar 3.3. Jenis-jenis *reducer* (Tipe *Concentric and Eccentric*)

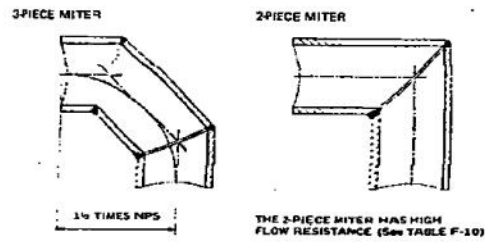
3.2.3.5. *Mitter elbow* atau *mitter bend*

Mitter bend dibuat dari potongan – potongan pipa. *Mitter bend* digunakan untuk jalur pipa bertekanan rendah dengan NPS 10” dan lebih besar.

Misal :

- 2 piece *Mitter Bend* untuk sudut 90°
- 3 piece *Mitter Bend* untuk sudut 90°

- 5 piece *Mitter Bend* untuk sudut 90°



Gambar 3.4. *Mitter bend*

Metode penyambungan untuk sambungan cabang yaitu dengan :

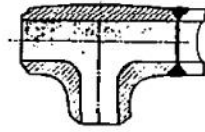
- *Stub-in* (Sambungan Langsung)
- *Tee, Lateral, dan Cross*
- *Olet* (*fitting* penguat pada sambungan cabang)

3.2.3.6. *Tee*

Tee digunakan untuk percabangan 90° . Berdasarkan ukuran diameter cabang terhadap diameter pipa utama (*header*).

Tee dapat dibedakan menjadi :

- *Straight Tee*
ukuran pipa cabang = ukuran pipa *header*.
Misal : *Tee 6x6x6 BE*
- *Reducing Tee*
ukuran pipa cabang tidak sama dengan ukuran pipa *header*.
Misal : *Red Tee 6x6x4 BE*



Gambar 3.5. *Tee* (dengan pengelasan pada ujung-ujungnya)



Gambar 3.6. *Tee* (dengan pengelasan ujung, biasanya untuk diameter saluran kecil)

3.2.3.7. *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 :

- *Welding Neck Flange* (WN *Flange*).

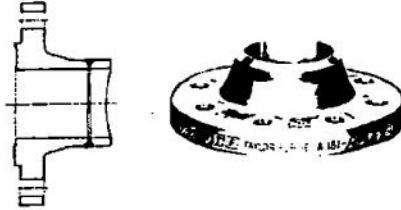
Berdasarkan panjang leher (*neck*), WN *Flange* dibedakan menjadi:

- *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.

- Relatif mahal.
- Terdapat jenis *Expander WN Flange* (*WN Flange* dengan perbesaran diameter), biasanya digunakan untuk penyambungan ke katup, nozzle dari kompresor dan pompa.



Gambar 3.7. *Flange* jenis WN (*Welding Neck*)

- *Slip on Flange* (SO *Flange*).

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

- Ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- Relatif lebih murah dari pada tipe *WN Flange*, tapi butuh biaya lebih saat pemasangan (pengelasan sisi dalam).
- Digunakan untuk sambungan antar pipa.
- Dapat digunakan dengan LR *elbow*, *reducer*, dan *swage*.
- Mudah dalam instalasi.
- Ketahanan korosi rendah terhadap sambungan las sisi sebelah dalam.
- Kekuatan sambungan terhadap tekanan internal sekitar 1/3 atau dari tipe WN.

- Terdapat jenis *Reducer SO Flange* (dengan pengecilan diameter)

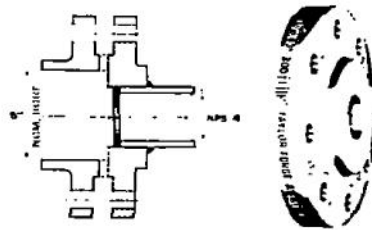
Misal : Red Flg NPS 6x4 Class 150 SO

(Reducer Flange tipe Slip On dengan rating 150

lb yang menghubungkan pipa 6" dengan 4")



Gambar 3.8. *Flange jenis SO (Slip-On)*



Gambar 3.9. *Flange jenis SO (Slip-On) (dengan pengecilan diameter)*

- *Lap joint Flange (LJ Flange).*

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

- Ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- Relatif murah.
- Biasanya digunakan pada pemasangan lubang baut yang sulit, misalnya ke *nosel* dari *vessel* dengan banyak lubang baut.

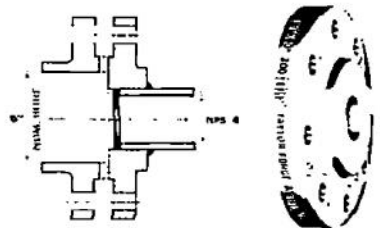
- Terdapat jenis *Reducer SO Flange* (dengan pengecilan diameter)

Misal : Red Flg NPS 6x4 Class 150 SO

(Reducer Flange tipe Slip On dengan rating 150 lb yang menghubungkan pipa 6" dengan 4")



Gambar 3.8. *Flange jenis SO (Slip-On)*

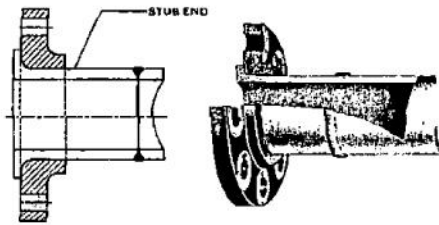


Gambar 3.9. *Flange jenis SO (Slip-On) (dengan pengecilan diameter)*

- *Lap joint Flange (LJ Flange).*

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

- Ketahanan sambungan terhadap kejutan dan getaran pipa rendah.
- Relatif murah.
- Biasanya digunakan pada pemasangan lubang baut yang sulit, misalnya ke *nozzel* dari *vessel* dengan banyak lubang baut.



Gambar 3.10. *Flange jenis lap joint*

- *Expander Flange (Exp Flange).*

Tipe *Flange Face* dapat dibedakan menjadi:

- *Raised face (RF)*

Untuk *Flange class 150# dan 300#*

raised face sebesar $1/16''$.

Untuk *Flange selain class 150# dan 300#*

raised face sebesar $1/4''$.

- *Ring – Type Joint (RTJ)*

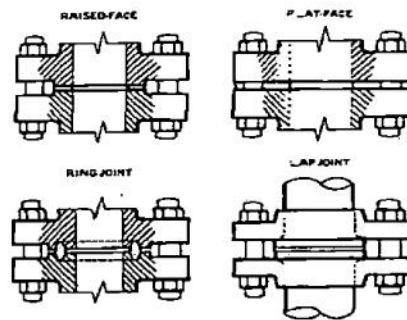
Tipe ini lebih mahal, namun efisien dalam mencegah kebocoran. Baik digunakan untuk pelayanan suhu dan tekanan tinggi. Kedua *flange* merupakan suatu pasangan yang serupa. Gasket yang digunakan adalah tipe O-ring.

- *Flat Face (FF)*

Tipe yang umum digunakan untuk menyambung dengan flange non baja pada nozzel pompa, katup dan *fitting* dari bahan besi cor (*cast iron*). *Flat face flange* digunakan dengan gasket dengan diameter luar sama dengan *flange*. Hal ini digunakan untuk mereduksi bahaya retak dari *flange* besi cor, *bronze*, atau plastik saat dikencangkan.

- *Lap – joint flange*

Bentuk ini adalah untuk mengakomodasi *stub end*. Kombinasi *flange* dan *stub end* serupa secara geometri dengan tipe *raised face flange*. Bentuk *lap-joint flange* dapat digunakan dimana tidak terjadi tegangan lentur yang besar. Biasa digunakan pada sambungan baut ke suatu nozzel atau *flange* dari *equipment*.



Gambar 3.11. *Flange facing*

3.2.4. Fitting dengan sambungan ujung jenis *Screwed* atau *Threaded*

3.2.4.1. *Threaded Flange*



Gambar 3.12. *Threaded Flange*

3.2.5. Penentuan rating atau kelas fitting jenis flange

Untuk rating atau kelas jenis flange, tergantung dari diameter pipanya. Untuk pipa NPS s/d 24" menggunakan ASME B16.5 sedangkan untuk pipa NPS 26" – 60" menggunakan ASME B16.47. Langkah-langkah penentuan rating flange adalah sebagai berikut :

Langkah-langkah :

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

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

Tabel 3.10. ASME B16.5 (Tabel 1A)

TABLE 1A LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS

Material Group	Nominal Designation	Pressure-Temperature Rating Table	Applicable ASTM Specifications ¹		
			Forgings	Castings	Plates
1.1	C-Si C-Mn-Si	2-1.1	A 105 A 350 Gr. LF2	A 218 Gr. WCB	A 515 Gr. 70 A 516 Gr. 70 A 537 Cl. 1
1.2	C-Mn-Si 2½Ni 3½Ni	2-1.2	 A 350 Gr. LF3	A 216 Gr. WCC A 352 Gr. LCC A 352 Gr. LC2 A 352 Gr. LC3	 A 203 Gr. B A 203 Gr. E
1.3	C-Si C-Mn-Si 2½Ni 3½Ni	2-1.3		A 352 Gr. LCB	A 515 Gr. 85 A 516 Gr. 65 A 203 Gr. A A 203 Gr. D
1.4	C-Si C-Mn-Si	2-1.4	A 350 Gr. LF1 Cl. 1		A 515 Gr. 60 A 516 Gr. 60
1.5	C-½Mo	2-1.5	A 182 Gr. F1	A 217 Gr. WC1 A 352 Gr. LC1	A 204 Gr. A A 204 Gr. B
1.7	C-½Mo ½Cr-½Mo Ni-½Cr-½Mo ¾Ni-¾Cr-1Mo	2-1.7	A 182 Gr. F2	 A 217 Gr. WC4 A 217 Gr. WC5	 A 204 Gr. C
1.9	1Cr-½Mo 1½Cr-½Mo 1¼Cr-½Mo-Si	2-1.9	A 182 Gr. F12 Cl. 2 A 182 Gr. F11 Cl. 2	A 217 Gr. WC6	 A 387 Gr. 11 Cl. 2
1.10	2¼Cr-1Mo	2-1.10	A 182 Gr. F22 Cl. 3	A 217 Gr. WC9	A 387 Gr. 22 Cl. 2
1.13	5Cr-½Mo	2-1.13	A 182 Gr. F5 A 182 Gr. F5a	A 217 Gr. C5	
1.14	9Cr-1Mo	2-1.14	A 182 Gr. F9	A 217 Gr. C12	
2.1	18Cr-8Ni	2-2.1	A 182 Gr. F304 A 182 Gr. F304H	A 351 Gr. CF3 A 351 Gr. CF8	A 240 Gr. 304 A 240 Gr. 304H
2.2	16Cr-12Ni-2Mo 18Cr-13Ni-3Mo 19Cr-10Ni-3Mo	2-2.2	A 182 Gr. F316 A 182 Gr. F316H	A 351 Gr. CF3M A 351 Gr. CF8M A 351 Gr. CG8M	A 240 Gr. 316 A 240 Gr. 316H A 240 Gr. 317
2.3	18Cr-8Ni 18Cr-12Ni-2Mo	2-2.3	A 182 Gr. F304L A 182 Gr. F316L		A 240 Gr. 304L A 240 Gr. 316L
2.4	18Cr-10Ni-Ti	2-2.4	A 182 Gr. F321 A 182 Gr. F321H		A 240 Gr. 321 A 240 Gr. 321H

Tabel 3.11. ASME B16.5 (2-1.1)

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

TABLE 2-1.1 RATINGS FOR GROUP 1.1 MATERIALS

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

NOTES:

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

WORKING PRESSURES BY CLASSES, psig

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

3.3. Gasket

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

Standard untuk Gasket antara lain:

- ASME B16.20
Ring-Joint Gaskets and Grooves for Steel Pipe Flanges (Metalic Gasket).
- ASME B16.21
Non-Mectalic Gasket for Pipe Flanges.

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

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

Pemilihan gasket ditentukan oleh :

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

Pabrikan gasket (Garlock Inc.) memberikan informasi tentang pemilihan material gasket yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.12. Pemilihan material gasket

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

Tabel 3.13. Pemilihan gasket

Fluid	Application	Material*	
Steam (high pressure)	Temp up to 1000°F (538°C)	Spiral-wound comp. asbestos or graphite	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Steel, corrugated, or plain	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Alloy, corrugated, or plain	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Hydrogen-welded ferritic iron	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Stainless steel 12 to 14 percent chromium, corrugated	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Ingot iron, special ring-type joint	
	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos, spiral-wound	
	Temp up to 600°F (316°C)	Woven asbestos, metal asbestos	
	Temp up to 600°F (316°C)	Copper, corrugated or plain	
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber, wire inserted	
Steam (low pressure)	Hot, medium, and high pressures	Black rubber, red rubber, wire inserted	
	Hot, low pressures	Brown rubber, cloth inserted	
	Hot	Comp. asbestos	
	Cold	Red rubber, wire inserted	
	Cold	Black rubber	
	Cold	Soft rubber	
	Cold	Asbestos	
	Cold	Brown rubber, cloth inserted	
	Oils (hot)	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos
		Temp up to 1000°F (538°C)	Ingot iron, special ring-type joint
Temp up to 212°F (100°C)		Cork or vegetable fiber	
Temp up to 300°F (149°C)		Neprene comp. asbestos	
Temp up to 750°F (399°C)		Comp. asbestos	
Temp up to 220°F (105°C)		Red rubber	
Temp up to 1000°F (538°C)		Spiral-wound comp. asbestos	
Temp up to 1000°F (538°C)		Asbestos, metallic	
Temp up to 750°F (399°C)		Comp. asbestos	
Temp up to 600°F (316°C)		Woven asbestos	
Oils (cold)	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos	
	Temp up to 300°F (149°C)	Neprene comp. asbestos	
	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos	
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Spiral-wound comp. asbestos	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Asbestos, metallic	
	Temp up to 750°F (399°C)	Comp. asbestos	
	Temp up to 600°F (316°C)	Woven asbestos	
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber	
	Temp up to 220°F (105°C)	Sheet lead or alloy steel	
Acids	(Various see section on corrosion)	Hot or cold mineral acids	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Comp. blue asbestos	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Woven blue asbestos	
	Temp up to 1000°F (538°C)	Asbestos, metallic	
	Temp up to 700°F (327°C)	Comp. asbestos	
	Temp up to 600°F (316°C)	Woven asbestos	
	Temp up to 220°F (105°C)	Red rubber	
	Ammonia	Temp up to 1000°F (538°C)	Comp. asbestos
		Temp up to 700°F (327°C)	Comp. asbestos
		Temp up to 700°F (327°C)	Woven asbestos
Temp up to 700°F (327°C)		Red rubber	
Temp up to 700°F (327°C)		Sheet lead	

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

Tabel 3.14. Aplikasi gasket

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

x applicable
 — not applicable
 * depends on material

3.4. Penyangga pipa (*pipe support*)

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

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

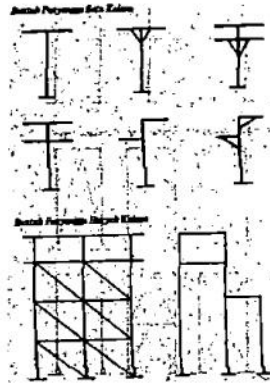
3.4.1. Pembebanan statik

Penyangga pipa jenis pembebanan statik dapat digolongkan lagi menjadi :

3.4.1.1. Penyangga struktur

Penyangga jenis ini minimal tingginya 2.5 meter. Ada beberapa bentuk ditinjau dari:

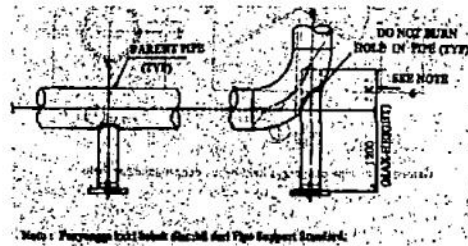
- jumlah kolom (1 kolom, 2 kolom, banyak kolom).
- jumlah tingkat (1 tingkat, 2 tingkat, dan sebagainya).
- landasan (engsel, tetap).



Gambar 3.13. Penyangga pipa struktur

3.4.1.2. Penyangga kaki bebek (*Duck Support*)

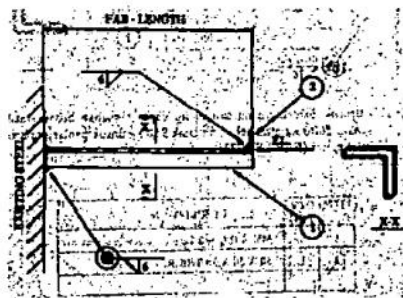
Penyangga jenis ini mempunyai panjang maksimum 1.2. meter ditambah dengan panjang yang dibutuhkan sampai pada garis sumbu.



Gambar 3.14. Penyangga pipa kaki bebek (*Duck Foot*)

3.4.1.3. Penyangga bentuk siku - siku (*Bracket Support*)

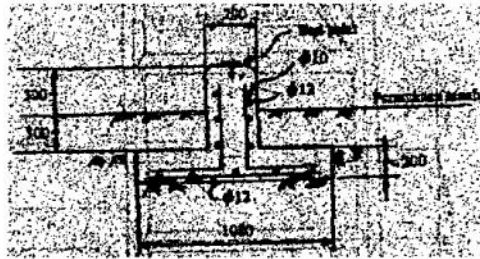
Penyangga jenis ini menggunakan struktur yang sudah ada dengan memasang struktur tambahan berupa kantilever. Profil yang digunakan dapat berupa profil I, H, L dan C. Disamping itu ada yang memakai support tambahan sebagai pendukung.



Gambar 3.15. Penyangga pipa bracket

3.4.1.4. Penyangga pembaringan pipa (*Pipe Sleeper*)

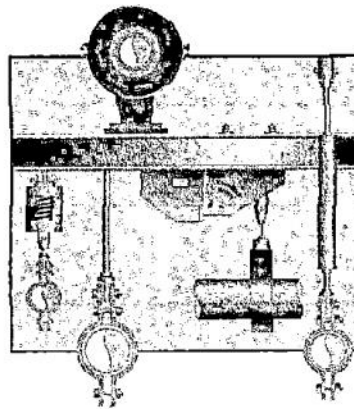
Penyangga ini dipakai pada pipa bawah tanah sekitar 1 meter dibawah permukaan tanah. Bahan yang dipergunakan adalah *concrete* dan besi beton. Bagian permukaannya diberi plat besi sebagai penahan gesekan pipa dan juga tempat anchor.



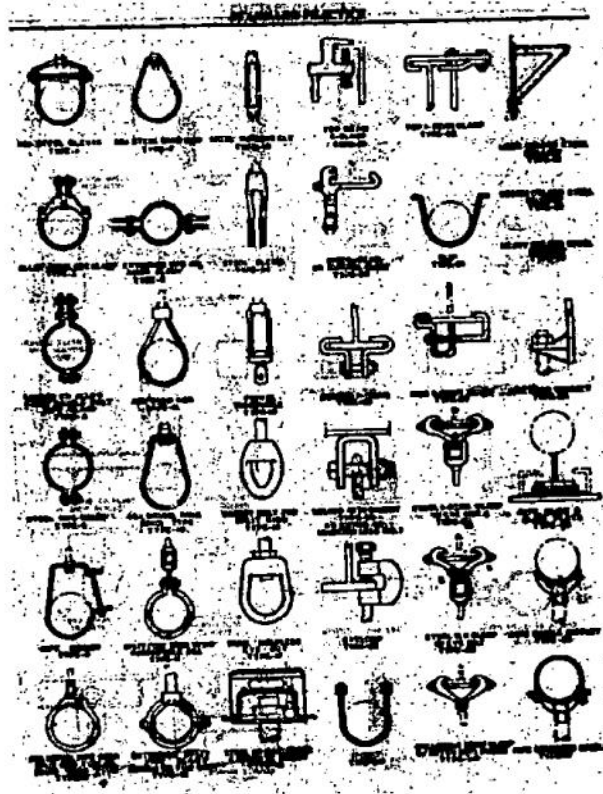
Gambar 3.16. Pembaringan pipa (*Pipe Sleeper*)

3.4.1.5. Penyangga gantung (*Pipe Hanger*)

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



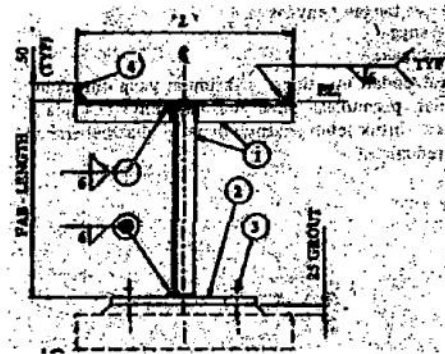
Gambar 3.17. *Pipe Hanger*



Gambar 3.18. Standar alat penggantung pipa

3.4.1.6. Penyangga pipa rendah (*Low Support*)

Penyangga pipa rendah pada umumnya dapat dibuat sendiri dari baja profil dengan perencanaan bagian departement perpipaan sendiri. Tinggi support ini tidak boleh lebih dari 2.5 meter dan bentangan maksimum 1.5 meter.

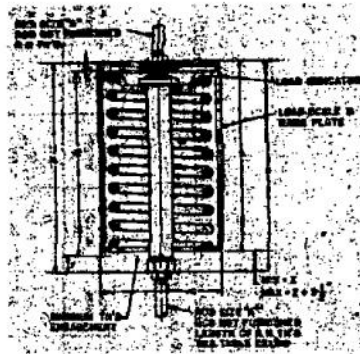


Gambar 3.19. Penyangga pipa rendah

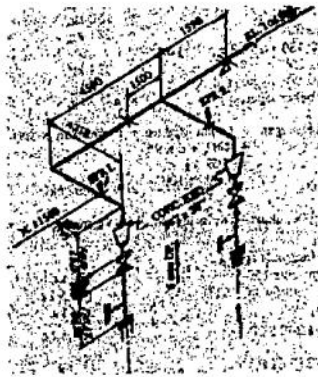
3.4.2. Pembebanan dinamik

3.4.2.1. Penyangga variabel (*Variable Support*)

Perhitungan penyangga jenis ini didasarkan pada beban pegas (*spring*). Perhitungan pembebanannya adalah untuk beban tarik maupun beban tekan.



Gambar 3.20. Penyangga pipa jenis *Variable Spring*



Gambar 3.21. Aplikasi penyangga pipa jenis Variable Spring

3.4.2.2. Penyangga konstan (*Constant Support*)

Penyangga jenis *Constant Spring* adalah bentuk *spring* yang tetap dan berbeda dari *variabel spring*. Bentuk penyangga ini letaknya tetap pada elevasi tertentu sedangkan reaksi penyangga dilakukan oleh tangan yang dihubungkan langsung ke spring seperti variabel spring.



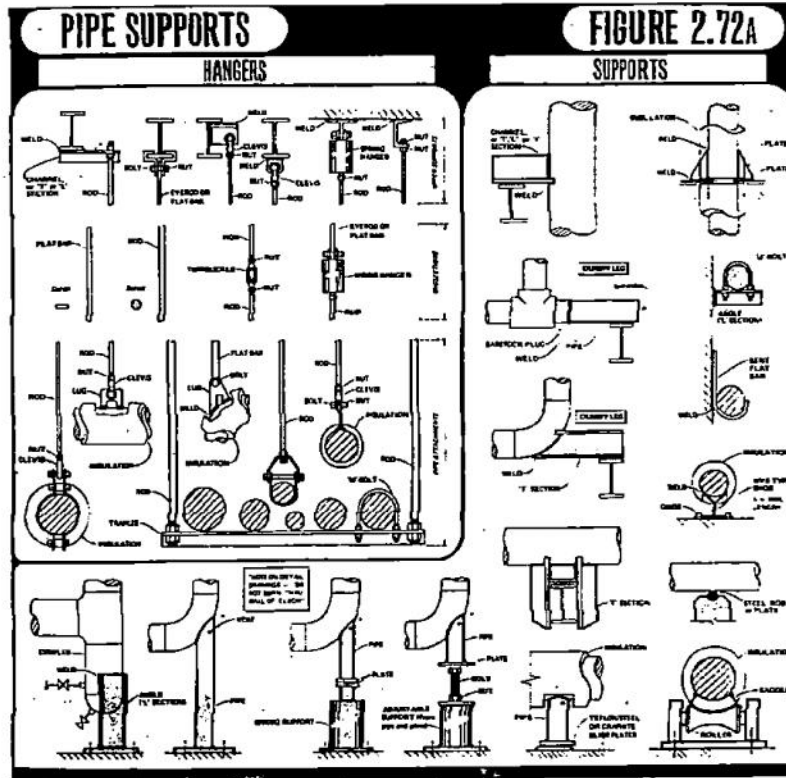
Gambar 3.22. Penyangga pipa *Constan Spring*

3.4.3. Jenis penyangga pipa lain

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

- Anchor (*Line Stop*)
- Guide

- Sepatu Pipa (*Pipe Shoe*)



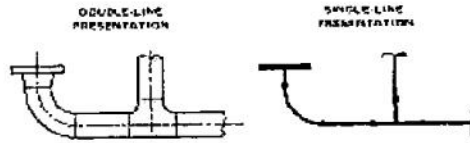
Gambar 3.23. Penyangga pipa

3.5. Simbol - simbol perpipaan

Gambar adalah suatu media komunikasi untuk mentrasfer informasi kepada orang lain. 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 :

- Sistem garis ganda
- Sistem garis tunggal



Gambar 3.24. Penggambaran sistem garis ganda dan garis tunggal

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

- Simbol sambungan las ujung (*butt welding*)
- Simbol sambungan *socket weld*
- Simbol sambungan *screwed joint* atau *threaded*

	BUTT WELD	SOCKET WELD	SCREWED JOINT
SIMPLIFIED PRACTICE			
CONVENTIONAL PRACTICE			
ANSI Y32.2.3 (Other industry practices)			

Gambar 3.25. Simbol sambungan perpipaan

SYMBOLS FOR BUTT-WELDED SYSTEMS												CHART 5.3	
NOTE												IN CHART 5.3 SYMBOLS, THE SYMBOLS OF OTHER SYSTEMS, LISTED UNDER ALTERNATE PIPES, ARE NOT USED AS 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		
PIPE				PIPE				PIPE					
BUTT WELD				BUTT WELD				BUTT WELD					
FLANGE				FLANGE				FLANGE					
SOCKET WELD				SOCKET WELD				SOCKET WELD					
SCREWED JOINT				SCREWED JOINT				SCREWED JOINT					
WELDED FLANGE				WELDED FLANGE				WELDED FLANGE					
WELDED SOCKET				WELDED SOCKET				WELDED SOCKET					
WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT					
WELDED FLANGE				WELDED FLANGE				WELDED FLANGE					
WELDED SOCKET				WELDED SOCKET				WELDED SOCKET					
WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT					
WELDED FLANGE				WELDED FLANGE				WELDED FLANGE					
WELDED SOCKET				WELDED SOCKET				WELDED SOCKET					
WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT					
WELDED FLANGE				WELDED FLANGE				WELDED FLANGE					
WELDED SOCKET				WELDED SOCKET				WELDED SOCKET					
WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT				WELDED SCREWED JOINT					

Gambar 3.26. Simbol perpipaan untuk sambungan *Butt Welded*

SYMBOLS FOR SCREWED SYSTEMS		CHART 5.4	
NAME OF ITEM	END VIEW	SIDE VIEW	END VIEW
CAP			
COUPLING, FULL & HALF	SHOW FOR BRANCH CONNECTIONS ONLY - SEE COUPLING IN CHART 5.3		
CRACK			
ELBOW, 90°			
ELBOW, 45°			
FLANGE			
HOSE			
HOSE CONNECTION			
PIPE			
PLUG			
REDUCER			
RETURNS	NO SOCKET-WELDED FORMS BEING APPLIED IS AVAILABLE IN "STANDARD PIPE" IS REQUIRED TO SHOW AS "STANDARD PIPE" WELDING RETURN, OR "SOCKET-WELDED ELBOW WITH WELD" RETURN.		
SEAL WELD	SHOW BY NOTING SEAL WELD		
BRANCH, CONCENTRIC	TOP VIEW		
ECCENTRIC	TOP VIEW		
TEE, STRAIGHT IN BENDING			
TRENCH	SHOW AS WELDED - CHART 5.3		
UNION			

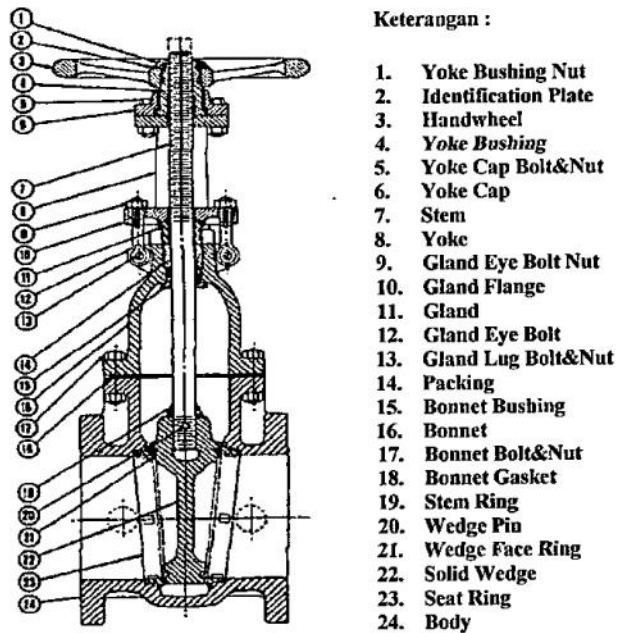
SYMBOLS FOR SOCKET-WELDED SYSTEMS		CHART 5.5	
NAME OF ITEM	END VIEW	SIDE VIEW	END VIEW
CAP			
COUPLING, FULL & HALF	SHOW FOR BRANCH CONNECTIONS ONLY - SEE COUPLING IN CHART 5.3		
CRACK			
ELBOW, 90°			
ELBOW, 45°			
FLANGE			
HOSE			
HOSE CONNECTION			
PIPE			
PLUG			
REDUCER			
RETURNS	NO SOCKET-WELDED FORMS BEING APPLIED IS AVAILABLE IN "STANDARD PIPE" IS REQUIRED TO SHOW AS "STANDARD PIPE" WELDING RETURN, OR "SOCKET-WELDED ELBOW WITH WELD" RETURN.		
SOCKET	SHOW AS WELDED - CHART 5.3		
BRANCH, CONCENTRIC	TOP VIEW		
ECCENTRIC	TOP VIEW		
TEE, STRAIGHT IN BENDING			
UNION			

Gambar 3.27. Simbol perpipaan untuk sambungan *Socket Weld* dan *Screwed*

3.6. katup (*Valve*)

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

3.6.1. Bagian-Bagian Katup



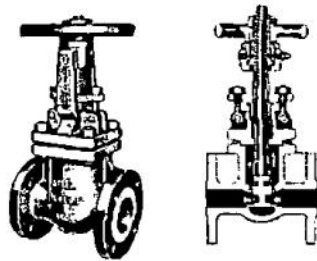
Gambar 3.28. Bagian-Bagian Katup

3.6.2. Mekanisme Katup

Secara singkat dapat dijelaskan bahwa, aliran yang akan melewati katup dapat dikendalikan dengan cara memutar kontrol katup (baik dibuka, ditutup, diatur besar kecil alirannya, arah alirannya, maupun dialihkan kejalur pipa lain), tergantung jenis katup yang digunakan.

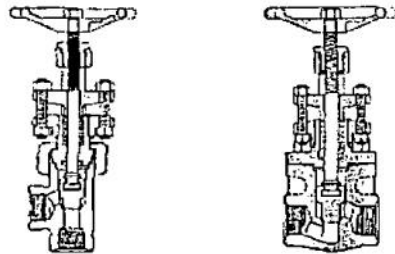
3.6.3. Fungsi Katup

3.6.3.1. On atau Off : Berfungsi untuk mengatur aliran baik dengan membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan. Contoh katup jenis ini adalah Katup Pintu (*Gate Valve*).



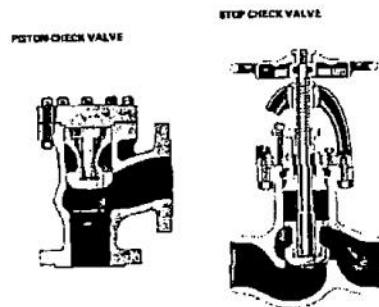
Gambar 3.29. Katup Pintu (*Gate Valve*)

3.6.3.2. *Regulating* : Katup yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran maupun tekanan. Contoh katup jenis ini adalah Katup Bola (*Globe Valve*).



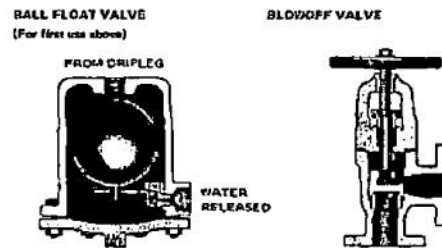
Gambar 3.30. Katup Bola (*Globe Valve*)

3.6.3.3. *Checking* : Katup yang berfungsi untuk mencegah aliran balik atau digunakan hanya untuk aliran satu arah. Contoh katup jenis ini adalah Katup Cek (*Check Valve*).



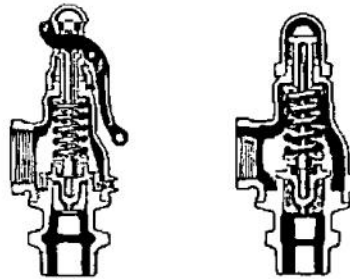
Gambar 3.31. *Check Valve*

3.6.3.4. *Switching* : Katup yang berfungsi untuk memindah arah aliran ke jalur pipa yang berbeda. Contoh katup jenis ini adalah *Ball Float Valve* dan *Blow off Valve*.



Gambar 3.32. *Ball Float Valve* dan *Blow off Valve*

3.6.3.5. Discharging safety : Katup yang berfungsi 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. Contoh katup jenis ini adalah *Safety Valve* atau *Relief Valve*.



Gambar 3.33. *Safety Valve* atau *Relief Valve*

3.6.4. Sambungan pada katup

Ada beberapa jenis sambungan antara valve dengan sistem perpipaan, antara lain :

1. *Welded End* merupakan penyambungan dengan cara pengelasan antara katup dan pipa.

2. *Screwed End* penyambungan pipa dan katup dengan system ulir, cara ini digunakan untuk pipa yang bertekanan rendah dan berdiameter ½" sampai dengan diameter 2".
3. *Flange End* adalah jenis penyambungan dengan flange agar mudah dibuka dan dipasang kembali, cara ini cocok untuk pipa yang bertekanan tinggi.
4. *Socketed End* digunakan untuk fluida yang tidak mudah terbakar dan umumnya digunakan pada pipa bahan Copper dan Brass.

3.6.5. Penentuan rating atau kelas fitting jenis katup

Untuk fitting jenis valve, penentuan rating tekanan diatur dalam ASME B16.34 terdapat dua tabel yang digunakan yaitu tabel 1 (gambar) dan tabel 2 (gambar). Langkah-langkah penentuan rating fitting jenis valve sebagai berikut :

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

Misalkan suhu operasi 600^oF dan tekanan operasi 150 Psig, maka didapatkan rating untuk valve tersebut adalah 300#. Pada rating 300# tekanan operasi maksimum yang diijinkan sampai 485 Psig. Pada rating 150# tekanan operasi yang diijinkan hanya 140 < tekanan operasi dalam jalur pipa tersebut.

Tabel 3.15. ASME B16.34 (tabel 1 grup 2)

TABLE 1 MATERIAL SPECIFICATION LIST
Applicable ASTM Specification

GROUP 2 MATERIALS

Group No.	Material Nominal Designation	Product Form									
		Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
2.1	18Cr-8Ni	A 182	F304	A 351	CF3	A 240	304	A 182	F304	A 312	TP304
		A 182	F304H	A 351	CF8	A 240	304H	A 182	F304H	A 312	TP304H
2.2	18Cr-2Ni-2Mo	A 182	F316			A 240	316	A 182	F316	A 312	TP316
		A 182	F316H			A 240	316H	A 182	F316H	A 312	TP316H
2.3	18Cr-8Ni 18Cr-13Ni-3Mo 16Cr-12Ni-2Mo 19Cr-10Ni-3Mo			A 351	CF3A					A 358	316
				A 351	CF8A					A 376	TP316
2.4	18Cr-10Ni-Ti	A 182	F321			A 240	321	A 182	F321	A 312	TP321
		A 182	F321H			A 240	321H	A 479	321	A 312	TP321H
2.3	18Cr-8Ni 16Cr-12Ni-2Mo	A 182	F304L			A 240	304L	A 182	F304L	A 312	TP304L
		A 182	F316L			A 240	316L	A 479	304L	A 312	TP316L
2.4	18Cr-10Ni-Ti							A 182	F321H	A 358	321
								A 479	321H	A 376	TP321H
2.4	18Cr-10Ni-Ti									A 430	FP321
										A 430	FP321H

(Table 1 continues on the next page)

(Notes follow at end of table)

Tabel 3.16. ASME B16.34 (tabel 2-2.4)

A 182 Gr. F321 (2)	A 312 Gr. TP321 (2)	A 376 Gr. TP321 (2)	A 430 Gr. FP321H
A 182 Gr. F321H (1)	A 312 Gr. TP321H	A 376 Gr. TP321H	A 479 Gr. 321 (2)
A 240 Gr. 321 (2)	A 358 Gr. 321 (2)	A 430 Gr. FP321 (2)	A 479 Gr. 321H
A 240 Gr. 321H (1)			

NOTES:

(1) At temperatures over 1000°F, use only if the material is heat treated by heating to a minimum temperature of 2000°F.

(2) Not to be used over 1000°F.

TABLE 2-2.4A STANDARD CLASS

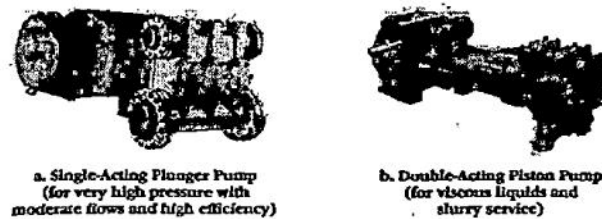
Temperature, °F	Working Pressures by Classes, psig							
	150	300	400	600	900	1500	2500	4500
-20 to 100	275	720	960	1,440	2,160	3,600	6,000	10,800
200	245	645	860	1,290	1,935	3,230	5,380	9,685
300	230	595	796	1,190	1,785	2,975	4,980	8,930
400	200	550	735	1,105	1,655	2,760	4,600	8,280
500	170	515	685	1,030	1,545	2,570	4,285	7,715
600	140	485	650	975	1,460	2,435	4,060	7,310
650	125	480	635	955	1,435	2,390	3,980	7,165
700	110	465	620	930	1,395	2,330	3,880	6,985
750	95	460	610	915	1,375	2,290	3,820	6,875
800	80	450	600	900	1,355	2,255	3,760	6,770
850	65	445	595	895	1,340	2,230	3,720	6,695
900	50	440	590	885	1,325	2,210	3,680	6,625
950	35	385	515	775	1,160	1,930	3,220	5,795
1000	20	355	475	715	1,070	1,785	2,970	5,350
1050	20(1)	315	415	625	940	1,565	2,605	4,690
1100	20(1)	270	360	545	815	1,360	2,265	4,075
1150	20(1)	235	315	370	710	1,185	1,970	3,650
1200	20(1)	185	245	385	555	925	1,545	2,775
1250	20(1)	140	185	280	420	705	1,170	2,110
1300	20(1)	110	145	220	330	550	915	1,645
1350	20(1)	85	115	170	255	430	715	1,285
1400	20(1)	65	85	130	195	325	545	975
1450	20(1)	50	70	105	155	255	430	770
1500	20(1)	40	50	75	115	180	315	565

NOTE:

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

3.7.2. Positive displacement (reciprocating) pumps

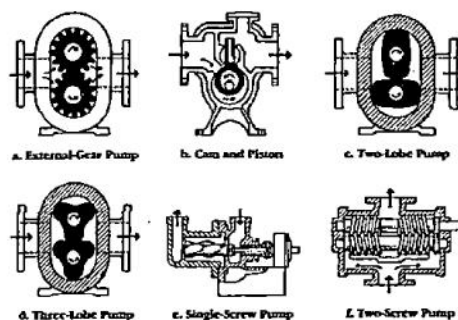
Pompa ini umumnya digunakan untuk pemindahan cairan berfase kental, menyuntikkan bahan kimia, atau bahan adiktif ke dalam sebuah sistem, atau jumlah pompa terlalu kecil untuk pompa sentrifugal.



Gambar 3.35. Contoh *positive displacement pumps*

3.7.3. Rotary pumps

Pompa ini umumnya digunakan untuk cairan berfase kental yang bebas dari padatan keras dan abrasif. *Rotary pumps* menekan cairan di dalam rangka menggunakan roda gigi, baling-baling dan *cams*. Cairan kemudian disalurkan ke dalam aliran dengan lancar, berbeda dengan *reciprocating pump*. Pompa ini juga di tandai dengan tidak adanya penghisapan dan katup pembuangan. Salah satu keuntungan *rotary pumps* adalah kemampuan *rotary pumps* untuk mengirimkan sebuah volume konstan terhadap tekanan yang bervariasi.



Gambar 3.36. Contoh *rotary pumps*