PENGHITUNGAN ULANG SISTEM PERPIPAAN STASIUN PENGUMPUL PASIR JADI ASSET 3 AREA SUBANG

Fauzi Ibrahim[1], Anang Ansyori[2], Adi Prastyo[3]

[1]Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malahayati
Email : fauzi@malahayati.ac.id

[2]Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malahayati
Email : aanangansyori@yahoo.co.id

[3]Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malahayati
Email : atyo17326@gmail.com

Abstrak

PT Pertamina EP adalah Badan Usaha Milik Negara yang bisnis utamanya dalam bidang Oil & Gas dengan beberapa area yang sistem utamanya menggunakan perpipaan. Namu, ditemukan beberapa masalah pada beberapa sistem perpipaan nya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkalkulasi ulang dan mengetahui penyebab terjadi beberapa perbedaan pada desain dan saat operasi berlangsung. Penghitungan kompleks yang dilakukan tak luput dari data pengamatan dan observasi ketika dilapangan. Hasil penelitian menunjukkan pressure drop dengan data design 21,6947 psia, sedangkan pressure drop dengan data operation lebih kecil yaitu 0,76777 psia. Thickness dengan data design 0,1433423 dan Thickness Minimum nya adalah 0,278342261 inch (7,069989 mm), sedangkan Thickness dengan data operation 0,0822539-inch dan Thickness Minimum 0,217253882-inch (5,51825 inch). Perbandingan antara data design dan operation menghasilkan perbedaan diameter nominal dan schedule, untuk data design diameter nominal yaitu 8-inch dan schedule 40, sedangkan data operation diameter nominalnya adalah 8-inch dan schedule 40, namun bisa memakai 6 inch..

Kata kunci : *Pipa, separator, scrubber*

PENDAHULUAN

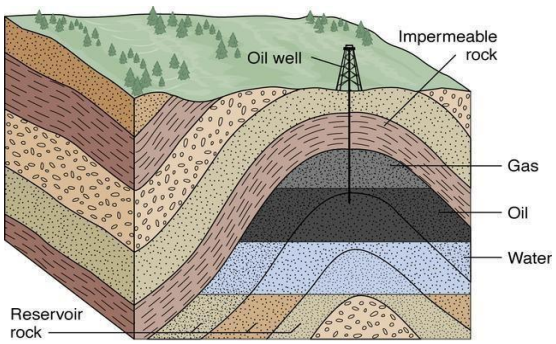
Sistem perpipaan terus berkembang dan akan terus berinovasi untuk mendapatkan pembaharuan dari segi kualitas maupun kuantitas. Sistem perpipaan pada PT. PERTAMINA EP cenderung memiliki spesifikasi yang sangat mendetail. Pipa yang sudah terinstalasi pada field-field tertentu pasti sudah dilakukan uji spesifikasi dan *manual calculation pipe sizing*, mengingat pipa yang dirancang adalah pipa yang memiliki tekanan tinggi serta daya ledak yang sangat mengkhawatirkan, untuk *manual calculation pipe sizing* memang cukup rumit, namun perlunya melakukan pembelajaran akan cara melakukan perhitungan *pipe sizing*(Pridyatama & Kurniawan, 2014).

TINJAUAN PUSTAKA

Proses Terbentuknya Minyak Bumi

Minyak dan gas bumi adalah bahan bakar fosil, yaitu sebuah kelompok sumber energi yang terbentuk dari tumbuhan dan organisme pada zaman Carboniferous,

yang berlangsung sekitar 362 hingga 286 juta tahun yang lalu, bahkan sebelum dinosaurus menjelajahi bumi ini. Pada zaman tersebut, bumi tertutupi oleh rawa, danau, sungai, dan laut yang penuh dengan organisme dan tumbuhan(Mustika et al., 2015). Pada saat hidup, mereka mengabsorbsi energi dari matahari lalu menyimpannya di dalam tubuh dalam bentuk senyawa organik yang terdiri atas karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen. Ketika mati, organisme-organisme ini tenggelam ke permukaan dasar air dan mulai berdekomposisi di bawah lapisan pasir, tanah liat (clay), dan mineral lainnya seiring berjalannya jutaan tahun.



Gambar 1. Lapisan Formasi Minyak, Gas dan Air di dalam Tanah

ASME B31.3

ASME (American Society of Mechanical Engineering) kode dan standar dikembangkan untuk meningkatkan keselamatan publik dan produktivitas para insinyur. Standar ASME adalah semacam panduan teknis untuk desainer, produsen dan pengguna mengenai penggunaan produk. Beberapa standar tersebut ditulis dalam beberapa paragraf, sementara yang lain mungkin terdapat beberapa halaman. Kode ASME mengatur

pedoman untuk insinyur mekanik untuk mengikuti sistem umum manufaktur tidak hanya di AS tapi juga di negara-negara yang telah mengadopsi standar ASME. Pada sistem/proses perpipaan selalu bergantung pada ASME B31.3, hal ini dikarenakan pada ASME B31.3 adalah The Rule of Process Piping (ADHADI, 2018; Dwiyono, 2015; Zaini, 2015).

Pipa

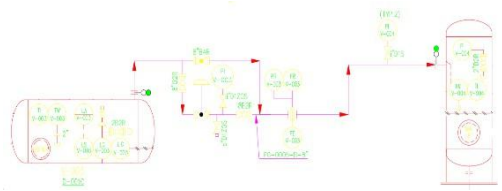
Pipa adalah sebuah selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan fluida - cairan atau gas. Terminologi pipa biasanya disamakan dengan istilah tube, namun biasanya istilah untuk pipa memiliki diameter lebih dari 3/4 in. Berdasarkan standard dalam pebuatannya, pipa biasanya di dasarkan pada diameter nominalnya, ia biasanya memiliki nilai outside diameter (OD) atau diameter luarnya tetap sedangkan untuk tebalnya mengunakan istilah schedule yang memiliki nilai bervariasi(Mahfud et al., 2016; Meshalkin et al., 2016; Rahman et al., 2020).

METODE

Pengamatan Lapangan dan Observasi

Pengamatan langsung dilakukan dengan mengamati P&ID, PFD, Isometric dan HMB di Stasiun Pengumpul Gas Pasir Jadi pada minggu pertama, mengamati ukuran pipa dan ketebalan pipa untuk proses gas pada minggu kedua, membuat perancangan dan mengkalkulasi serta melihat proses kerja di Stasiun Pengumpul Gas Pasir Jadi minggu ke tiga dan keempat.

DATA



Gambar 2. Pipa penghubung separator C hingga ke Scrubber C

Tabel 1. Data operasi

Data:					
Flow, Q	:	1,468	MMscf/D	0,48444	m^3/s
Length pipe	:	19	m		
ρ *Material*	:	7850	kg/m^3	490,0595	lb/ft^3
Viscosity	:	0,0106542	cP	0,00010655	kg/m.s
Pressure, P	:	303	psiG	288,3	psi
Temperature, T	:	84	F		
Material	:	Carbon Steel A 53-B			
Fluid	:	Dominant Methane			

Penghitungan Penurunan Tekanan

$$P_1^2 - P_2^2 = 25{,}2\,\frac{S \times Qg^2 \times Z \times T \times f \times L}{d^5}$$

$P_1^2 = Upstream\ pressure, psia$

$P_2^2 = Upstream\ pressure, psia$

$S = Gas\ spesific\ gravity\ at\ standard\ conditions$

$Qg = Gas\ flow\ rate, mmscfd$

$Z = Ccompressibility\ factor$

$T = Temperature, R$

$f = Moody\ friction\ factor$

$d = Pipe\ ID, inch$

$L = Length, ft$

Tabel 2.

Pressure Drop (Gas)						
S	:	0,6101				
L	:	19	m	19000	mm	62,335
F	:	0,017				
Q	:	1,468	MMscf/D	0,48444	m3/s	
T	:	84	F	543,67	R	
Z	:	1				
D	:	7,981102362	in	0,20272	m	
Delta P	:	0,58947067	psia	0,76777	psia	
P_1	:	303	psiG	288,3	psia	
P_2	:			288,299	psia	

PEMBAHASAN

Berdasarkan data spesifikasi yang telah didapatkan, maka dapat diperhitungkan rancangan sistem pipa dari High Pressure Production Separator C ke High Pressure Production Scrubber sebagai berikut:

Menghitung Area (A)

Untuk Menghitung Area (A) harus melakukan pemilihan pipe size terlebih dahulu dan schedule yang diinginkan, pada perhitungan ini memakai ukuran nominal pipa 8-inch dengan schedule 40, schedule pada pipa untuk menentukan ketebalan yang minimum yang diharapkan. Kemudian ketika pipe size dan schedule telah dipilih, bukalah table ASME B31.3 untuk melihat data yang diperlukan dalam menghitung Area (A), data yang perlu dicatat adalah Inlet Diameter (ID) pipa tersebut dalam satuan inch maupun mm. Dalam menghitung Area (A) jangan lupa untuk mengkonvert satuan yang ada, Karena hasil yang diperlukan dalam satuan m2 dan cm2. Pada data Inlet Diameter (ID) satuan yang dibutuhkan adalah mm, m, ft, cm dan in. Perhitungan Area (A) dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$ID = 0{,}66509186\ ft$$

$$ID = 0{,}20272\ m$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times ID^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times (0{,}20272\ m)^2$$

$$A = 0{,}0322599\ m^2$$

$$A = 322{,}5988774\ cm^2$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil A 0,0322599 m^2 dan dikonvert kedalam satuan cm^2 A=322,5988774 cm2. Hasil tersebut didapatkan bila ukuran pipa 8-inch dan schedule 40, apabila ukuran dan schedule diganti, maka akan didapatkan hasil Area yang berbeda. Nilai dari Area tersebut akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Perhitungan Kecepatan Maksimal

Dengan mengetahui density dari suatu gas maka bisa diperhitungkan kecepatan maksimal aliran dari suatu sistem perpipaan khususnya untuk pipa gas. Density gas tersebut harus di convert kedalam satuan lb/ft^3. Perhitungan kecepatan dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$\rho = 7850\ kg/m^3$$

$$\rho = 490{,}0595 lb/ft^3$$

$$V = 175{,}81 \times \frac{1}{\rho}$$

$$V = 175{,}81 \times \frac{1}{490{,}0595\ lb/ft^3}$$

$$V = 12{,}3225286\ ft/s$$

$$V = 3{,}7559067 \frac{m}{s}$$

Berdasarkan perhitungan kecepatan diatas hasil yang didapatkan cukup aman dalam jangkauan range yang dibatasi yaitu V 12,3225286 ft/s Karena kecepatan aliran maksimal untuk sistem perpipaan gas adalah 60ft/s, sehingga bisa diteruskan ke langkah berikutnya dalam mendesain pipa tersebut.

Perhitungan Kekasaran Permukaan

Pada perhitungan kekasaran permukaan tentukan terlebih dahulu material yang diperlukan. Sistem perpipaan gas material yang digunakan adalah Carbon Steel A53 grade B. Kemudian lihat lah pada table appendix untuk mencari nilai e material tersebut atau bisa dilihat pada table of materials. Setelah dilakukan pengecekan nilai e untuk Carbon Steel A53 grade B adalah 0,045 mm, setelah didapatkan nilai e, bubuhkan kembali data Diameter yaitu 202,72 mm. Perhitungan kekasaran permukaan dapat ditentukan dengan persaman dibawah ini:

$$e = 0{,}045\ mm$$

$$ID = 0{,}66509186\ ft$$

$$ID = 0{,}20272\ m$$

$$ID = 202{,}72\ mm$$

$$Relative\ Roughness = \frac{e}{ID}$$

$$Relative\ Roughness = \frac{0{,}045\ mm}{202{,}72\ mm}$$

$$Relative\ Roughness = 0{,}000221981$$

Kekasaran material tersebut sangatlah kecil yaitu Roughness 0,000221981, jadi untuk perpipaan gas sangat baik dan tidak akan menimbulkan gesekan terlalu besar, hal ini yang diharapkan ketika proses pemilihan material.

Kriteria Material

Sebelum melanjutkan ke perhitungan selanjutkan, sebaiknya cek kembali kriteria materlia, pengecekan dilakukan agar benar- benar tidak ada kecenderungan kegagalan perhitungan. Lihat kembali ASME B31.3 untuk mendapatkan data Tensile material, Yield material dan Test

pressure material tersebut. Setelah dilakukan pengecekan didapatkan data sebagai berikut:

$$Test\ Pressure = 2210\ psi$$
$$= 15200\ Kpa$$

$$Tensile\ Carbon\ Steel\ A53 - B = 60\ ksi$$
$$= 415\ Mpa$$

$$Yield\ Carbon\ Steel\ A53 - B = 35\ ksi$$
$$= 240\ Mpa$$

Data diatas adalah acuan bahwa tekanan tidak boleh melebihi data tersebut, begitu pula dengan tensile dan yield yang ditetapkan.

Komponen Gas

Komponen gas pada SP Pasir Jadi lebih dominan Methane (CH4) sebesar 82% sehinggan cocok sekali dengan material carbon steel, Karena etana cenderung lebih kering dan tidak terlalu korosif, sehingga material pada pipa tersebut tidak akan cepat berkarat atau pengurangan ketebalan lebih cepat dari rate yang ditetapkan.

Menghitung Bilangan Reynold

Bilangan Reynold adalah dimensi yang diperlukan untuk menentukan aliran tersebu, apakah aliran tersebut laminar atau turbulen, untuk menghitung bilangan Reynold diperlukan beberapa data seperti: Viscosity, Inlet Diameter, Velocity, Mass Density. Kemudian setelah didapatkan data tersebut convert terlebih dahulu, Viscosity (cP), Inlet Diameter (ft), Mass Density (lb/ft3), velocity (ft/s). Persamaan dibawah ini untuk perhitungan bilangan Reynold:

$$\rho = 490{,}0595 lb/ft^3$$

$$V = 12{,}3225286\ ft/s$$

$$V = 3{,}7559067 \frac{m}{s}$$

$$ID = 0{,}66509186\ ft$$

$$ID = 0{,}20272\ m$$

$$\mu = 0{,}106542\ cP$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

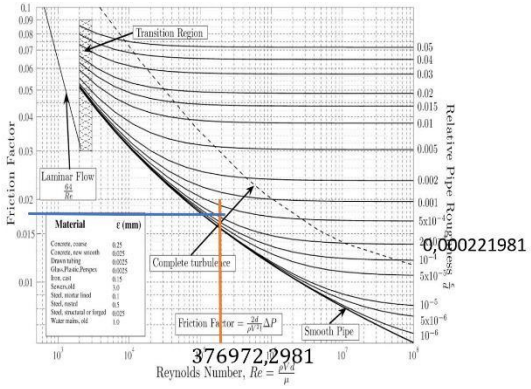
$$Re = \frac{490{,}0595\ lb/ft^3 \times 12{,}3225286 \frac{ft}{s} \times 0{,}665091864\ ft}{0{,}0106542\ cP}$$

$$Re = 376972{,}2981$$

Berdasarkan data diatas bilangan Reynold sangat besar dan tentu alirannya adalah turbulen. Aliran turbulen cenderung keseluruh ruas atau area, memenuhi semua area. Bilangan Reynold 376972,2981 nanti digunakan untuk mencara nilai factor gesekan.

Menentukan Faktor Gesekan dengan Diagram Moody

Pada penentuan angka factor gesekan dibutuh kan dua data yaitu relative roughness pipe dan Reynold number, setelah itu bisa didaptkan angka factor gesekan. Langkah pertama Tarik garis vertical (bilangan Reynold) dan lihat lah titik pertemuan pada garis relative roughness, setelah kedua titik berpotongan Tarik garis horizontal kekiri, nanti akan didapatkan hasil factor gesekan, faktor gesekan akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya.



Gambar 3. Mark Moody Friction Factor

Menghitung Pressure Drop

Pressure Drop (Design)

Pressure drop adalah perhitungan penting untuk mengetahui seberapa besarnya tekanan yang hilang dan tekanan yang dibutuhkan untuk proses selanjutnya. Pada perhitungan pressure drop banyak data yang dibutuhkan seperti upstream pressure, downstream pressure, gas specific gravity at standard conditions, gas flowrate, compressibility factor, flowing temperature, moody friction factor, inlet diameter dan length dan sebelum dilakukan perhitungan sebaik nya dikonvert terlebih dahulu ke dalam satuan yang telah ditentukan seperti: P (psia), Qg (MMSCFD), T (R), ID (Inch), L (ft). persamaan dibawah ini untuk menghitung pressure drop (gas).

$L = 19m$

$L = 19000\ mm$

$L = 62{,}335958\ ft$

$Qg = 40\ Mmscfd$

$Qg = 13{,}2m^3/s$

$T = 125\ F$

$T = 584{,}67\ R$

$S = 0{,}6101\ (from\ table\ component\ of\ gas)$

$f = 0{,}017$

$Z = 0{,}9978\ (pembulatan\ 1)$

$ID = 0{,}66509186\ ft$

$ID = 0{,}20272\ m$

$ID = 7{,}981102362\ inch$

$P_1 = 520\ psiG$

$P_1 = 505{,}3\ psia$

$\Delta P^2 = P^2_1 - P^2_2$

$P^2_1 - P^2_2 = 25{,}2\ \dfrac{S \times Qg^2 \times Z \times T \times f \times L}{d^5}$

$\Delta P^2 = 25{,}2\ \dfrac{0{,}6101 \times (40\ MMscfd)^2 \times 1 \times 584{,}67\ R \times 0{,}017 \times 62{,}4\ ft}{(7{,}981102362\ inch)^5}$

$\Delta P^2 = 470{,}6580746\ psia$

$\Delta P = 21{,}6947\ psia\ (pressure\ drop)$

$(21{,}6947psia)^2 = (505{,}3psia)^2 - P^2{}_2$

$P_2 = 504{,}834\ psia$

Dari perhitungan diatas didapatkan data pressure drop yang cukup besar, dalam hal ini sebenarnya tidak baik, namun untuk bagian safety factor cenderung lebih aman.

Pressure Drop (Operation)

Pressure drop (operation) adalah perhitungan tekanan yang hilang namun memakai data operasi yang bekerja pada saat sistem stasiun pengumpul bekerja. Pada perhitungan pressure drop untuk design maupun operation sama, banyaknya data yang dibutuhkan seperti upstream pressure, downstream pressure, gas specific gravity at standard conditions, gas flowrate, compressibility factor, flowing temperature, moody friction factor, inlet diameter dan length dan sebelum dilakukan perhitungan sebaik nya dikonvert terlebih dahulu ke dalam satuan yang telah ditentukan seperti: P (psia), Qg

(MMSCFD), T (R), ID (Inch), L (ft). persamaan dibawah ini untuk menghitung pressure drop (gas) dalam keadaan sistem stasiun pengumpul bekerja:

$L = 19m$

$L = 19000\ mm$

$L = 62{,}335958\ ft$

$Qg = 1{,}468\ Mmscfd$

$Qg = 0{,}48444\ m^3/s$

$T = 84\ F$

$T = 543{,}67\ R$

$S = 0{,}6101\ (from\ table\ component\ of\ gas)$

$f = 0{,}017$

$Z = 0{,}9978\ (pembulatan\ 1)$

$ID = 0{,}66509186\ ft$

$P_1 = 303\ psiG$

$P_1 = 288{,}3\ psia$

$ID = 0{,}20272\ m$

$ID = 7{,}981102362\ inch$

$$\Delta P^2 = P_1^2 - P_2^2$$

$$P^2_1 - P^2_2 = 25{,}2\ \frac{S \times Qg^2 \times Z \times T \times f \times L}{d^5}$$

$$\Delta P^2 = 25{,}2\ \frac{0{,}6101 \times (1{,}468\ MMscfd)^2 \times 1 \times 543{,}67\ R \times 0{,}017 \times 62{,}4\ ft}{(7{,}981102362\ inch)^5}$$

$\Delta P^2 = 0{,}58947067\ psia$

$\Delta P = 0{,}76777\ psia\ (pressure\ drop)$

$(0{,}76777 psia)^2 = (288{,}3 psia)^2 - P^2_2$

$P_2 = 288{,}299\ psia$

Menghitung Ketebalan Pipa

Untuk mengetahui ketebalan pipa yang dibutuhkan dilakukan dengan cara perhitungan dengan rumus, namun harus ada peraturan tertentu, seperti ada acuan, acuan perhitungan kali ini memakai ASME B31.3. ASME (American Society of Mechanical Engineering) B31.3 adalah Process Piping.

Ketebalan Pipa (Design)

Untuk mengetahui ketebalan pipa dibutuhkan beberapa verifikasi data terlebih dahulu, seperti allowable stress (S), faktor kualitas (E) untuk seamless pipe biasanya menggunakan 1, faktor kompensasi (Y) dengan tegangan yang diijinkan adalah 0,4, Outside Diameter (OD), temperature (T) dan Pressure (P). Satuan yang digunakan untuk OD adalah inch, allowable stress adalah psi, temperature adalah Fahrenheit, pressure adalah psiG. Untuk persamaan ketebalan pipa (Design) sebagai berikut:

$S = 15000\ psi$

$E = 1$

$P = 520\ psiG$

$P = 505{,}3\ psi$

$OD = 8{,}625\ inch$

$OD = 219{,}1\ mm$

$$t = \frac{P \times OD}{2(SE + PY)}$$

$$t = \frac{505{,}3\ psi \times 8{,}625\ inch}{2(15000\ psi \times 1 + 505{,}3\ psi \times 0{,}4)}$$

$t = 0{,}1433423\ inch$

Dari perhitungan diatas didapatkan tebal sebesar 0,1433423 inch, ketebalan pipa diatas untuk data design, mungkin sedikit berbeda hasil dengan data operation.

Ketebalan Pipa (Operation)

Ketebalan pipa dengan data (Operation) sedikit berbeda dengan ketebalan pipa dengan data (Design)

Karena ada perbedaan tekanan, untuk menghitung ketebalan sama saja dengan persamaan diatas, untuk mengetahui ketebalan pipa dibutuhkan beberapa verifikasi data terlebih dahulu, seperti allowable stress (S), faktor kualitas (E) untuk seamless pipe biasanya menggunakan 1, faktor kompensasi (Y) dengan tegangan yang diijinkan adalah 0,4, Outside Diameter (OD), temperature (T) dan Pressure (P). Satuan yang digunakan untuk OD adalah inch, allowable stress adalah psi, temperature adalah Fahrenheit, pressure adalah psiG. Untuk persamaan ketebalan pipa (Operation) sebagai berikut:

$S = 15000\ psi$

$E = 1$

$P = 303\ psiG$

$P = 288{,}3\ psi$

$OD = 8{,}625\ inch$

$OD = 219{,}1\ mm$

$$t = \frac{P \times OD}{2(SE + PY)}$$

$$t = \frac{288{,}3\ psi \times 8{,}625\ inch}{2(15000\ psi \times 1 + 288{,}3\ psi \times 0{,}4)}$$

$t = 0{,}0822539\ inch$

$t = 2{,}0892486\ mm$

Perhitungan ketebalan untuk data operation, didapatkan ketebalan t=0,0822539 inch. Setelah didapatkan ketebalan, harus dilakukan perhitungan tambahan, namun ditambah dengan corrosion allowance dan mill tolerance.

Menghitung Ketebalan Minimum Pipa

Ketebalan Minimum Pipa (Design)

Ketebalan minimum merupakan acuan untuk menentukan nominal size dari pipa tersebut, setelah didapat ketebalan minimum bisa dilihat pada table ASME B31.3, nanti dari table tersebut bisa dilihat diameter nominal ataupun ketebalan nominal. Untuk perhitungan ketebalan minimum membutuhkan corrosion allowance dan mill tolerance. Persamaan ketebalan minimum sebagai berikut:

$Corrosion\ Allowance = 0{,}125\ inch$

$Mill\ Tolerance = 0{,}01\ inch$

$t = 0{,}1433423\ inch$

$t_m = t + CA + MT$

$t_m = 0{,}1433423\ inch + 0{,}125\ inch + 0{,}01\ inch$

$t_m = 0{,}278342261\ inch$

$t_m = 7{,}06989\ mm$

Ketebalan Minimum Pipa (Operation)

Perbedaan Ketebalan minimum design dan operation bisa terlihat pada hasil perhitungan. tm merupakan acuan untuk menentukan nominal size dari pipa tersebut, setelah didapat ketebalan minimum bisa dilihat pada table ASME B31.3, nanti dari table tersebut bisa dilihat diameter nominal ataupun ketebalan nominal. Untuk perhitungan ketebalan minimum membutuhkan corrosion allowance dan mill tolerance. Persamaan ketebalan minimum sebagai berikut:

$Corrosion\ Allowance = 0{,}125\ inch$

$Mill\ Tolerance = 0{,}01\ inch$

$t = 0{,}0822539\ inch$

$t_m = t + CA + MT$

$t_m = 0{,}0822539\ inch + 0{,}125\ inch + 0{,}01\ inch$

$t_m = 0{,}217253882\ inch$

$t_m = 5{,}51825\ mm$

Pada ketebalan minimum (Operation) didapatkan hasil t_m=5,51825 mm, sedikit lebih kecil dibandingkan dengan (Design).

KESIMPULAN

Surface facilities merupakan semua peralatan dipermukaan yang berfungsi untuk menyalurkan fluida produksi dari kepala sumur menuju fasilitas pemisah hingga sampai ke fasilitas penampungan. Pressure Drop dengan data design 21,6947 psia, sedangkan Pressure Drop dengan data operation lebih kecil yaitu 0,76777 psia. Thickness dengan data design 0,1433423 dan Thickness Minimum nya adalah 0,278342261 inch (7,069989 mm), sedangkan Thickness dengan data operation 0,0822539 inch dan Thickness Minimum 0,217253882 inch (5,51825 inch). Perbandingan antara data design dan operation menghasilkan perbedaan diameter nominal dan schedule, untuk data design diameter nominal yaitu 8 inch dan schedule 40, sedangkan data operation diameter nominalnya adalah 8 inch dan schedule 40, namun bisa memakai 6 inch. Safety Factor untuk design lebih baik dibandingkan dengan operation, sangat terlihat pada data hasil diameter nominal dan schedule.

DAFTAR PUSTAKA

ADHADI, P. (2018). *IDENTIFIKASI PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN PADA HIGH PRESSURE PIPE STEERING GEAR MT. AS MARINE MPAT*. POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG.

Dwiyono, D. (2015). *ANALISA TEGANGAN PADA CRITICAL LINE DARI EVAPORATOR MENUJU KE HIGH PRESSURE ABSORBER DI PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR*. POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA.

Mahfud, M. Z., Satrijo, D., & Prahasto, T. (2016). Desain dan Analisis Tegangan Sistem Perpipaan Main Steam (High Pressure) pada Combined Cycle Power Plant. *JURNAL TEKNIK MESIN*, *4*(1), 79–88.

Meshalkin, V. P., Chionov, A. M., Kazak, A. S., & Aristov, V. M. (2016). A computer model of the nonstationary gas flow in a long multilayer-insulated high-pressure subsea gas pipeline. *Doklady Chemistry*, *469*(2), 241–244.

Mustika, M., Haryadi, H., & Hodijah, S. (2015). Pengaruh Ekspor dan Impor Minyak Bumi terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, *2*(3), 107–118.

Pridyatama, P. A., & Kurniawan, B. A. (2014). Analisa Rancangan Pipe Support pada Sistem Perpipaan High Pressure Vent Berdasarkan Stress Analysis dengan Pendekatan Caesar II. *Jurnal Teknik ITS*, *3*(2), F168–F173.

Rahman, A. N., Julianto, E., & Gafur, A. (2020). ANALISA DESAIN PIPA BERTEKANAN TINGGI DARI HIGH PRESSURE STEAM HEADER MENUJU BACK PRESSURE TURBINE PADA COGENERATION UNIT. *Proceedings Conference on Piping Engineering and Its Application*, *5*(1), 82–87.

Zaini, A. T. (2015). *ANALISA PRESSURE DROP DAN HEAT LOSS PADA JALUR PERPIPAAN DARI HIGH PRESSURE STEAM HEADER MENUJU TURBIN ALTERNATOR DI PABRIK GULA GEMPOLKREP MOJOKERTO*. POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA.