

PERENCANAAN MODIFIKASI PIPA PENYALUR MINYAK DENGAN ADANYA PENAMBAHAN PLATFORM PRODUKSI

Mochamad Reza Rahman

Abstrak

Perencanaan modifikasi pipa penyalur minyak di suatu lapangan lepas pantai dilakukan karena adanya penambahan platform produksi. Dengan adanya penambahan platform produksi ini maka pipeline per harinya akan menyalurkan minyak lebih besar dari kapasitas biasanya. Pressure pada titik akhir atau biasa disebut sebagai konsumen menjadi acuan untuk menghitung berapa laju alir maksimal setiap pipeline dalam menyakurkan minyak dan berapa besar kehilangan tekanan aliran dalam pipa yang masih bisa diterima pada titik akhir.

Pendahuluan

Pipa penyalur atau *pipeline* merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam kegiatan produksi pada industri migas yaitu untuk membawa fluida produksi (minyak dan gas) dari suatu titik distribusi ke titik distribusi lain, contohnya transportasi minyak bumi dari suatu platform produksi ke unit fasilitas penerima baik di darat (onshore) maupun di lepas pantai (offshore).

Terdapat beberapa dinamika permasalahan dalam proses transportasi fluida produksi (minyak dan gas) pada pipa penyalur diantaranya adalah terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam Pipa. Kehilangan tekanan alir fluida dalam pipa dikenal dengan sebutan *Pressure Drop*.

Terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam pipa atau *Pressure Drop* ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: besar tekanan aliran awal pada pipa, besar laju alir fluida, ukuran diameter pipa yang dipakai, kecepatan aliran fluida dalam pipa, gaya friksi yang terjadi, kemudian sifat fisika fluida yang ditransportasikan diantaranya: *density*, *viscosity*, *Spesific Gravity*. Serta jarak transportasi fluida dan perubahan elevasi yang terjadi pada pipa.

Tujuan penelitian adalah analisa mengenai kehilangan tekanan alir minyak dalam pipa menggunakan pedoman API – 14E , yaitu pedoman praktis untuk melakukan desain dan instalasi sistem perpipaan lepas pantai. Berdasarkan data yang tersedia, dilakukan sejumlah perhitungan untuk mencapai kehilangan tekanan alir fluida seminimal mungkin yang masih dalam *safety margin velocity* (3ft/s -15ft/s) agar didapatkan transportasi fluida produksi secara optimal.

Studi Pustaka

Pipa penyalur atau *pipeline* merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam kegiatan produksi pada industri migas yaitu untuk membawa fluida produksi (minyak dan gas) dari suatu titik distribusi ke titik distribusi lain, contohnya transportasi minyak bumi dari suatu platform produksi ke unit fasilitas penerima baik di darat (onshore) maupun di lepas pantai (offshore).

Definisi Pipeline

Pipeline atau biasa disebut sebagai pipa penyalur adalah jalur pipa yang terdiri dari batangan – batangan pipa yang disambung dan berfungsi untuk mengalirkan atau mentransportasikan fluida baik *liquid* maupun *gas*. Berdasarkan aspek posisi geografisnya, pipelinedikelompokkan menjadi *onshore pipeline* dan *offshore pipeline* atau juga disebut sebagai *submarine pipeline*.

Dari aspek material pembentuknya, pipelinedapat terbuat dari bahan dasar baja, stainless steel, duplex ataupun bahan polimer seperti *polyethylene* dan *polypropylene* yang sudah mulai digunakan pada sebagian pipa penyalur gas bertekanan rendah. Dan ditinjau dari sistem jaringannya, pipelinedapat dikelompokkan menjadi *wellhead line* (pipa alir dasar sumur) dan *transmission line* (pipa transmisi).

Dalam proses distribusi fluida berupa minyak dan gas, perlu dilakukan pengukuran secara tepat dan akurat berapa banyak fluida yang dialirkan. Kegiatan pengukuran banyak fluida yang dialirkan biasa dikenal dengan sebutan *mettering*. *Mettering* dapat dianalogikan dalam kehidupan sehari – hari sebagai argo pada taksi. Berbeda dengan minyak, gas tidak ditampung kemudian diukur, tetapi gas harus langsung diukur saat mengalir. Oleh karenanya diperlukan pengukuran yang akurat dan persetujuan sebagai dasar pembayaran dari banyak volume penjualan gasa tersebut.

Di bawah merupakan gambar pipeline penyalur minyak di lepas pantai:



Gambar 3.1 Offshore Pipeline

Pressure Drop (ΔP)

Setelah didapatkan nilai dari parameter – parameter yang dibutuhkan untuk mencari besar *pressure drop*, maka selanjutnya dapat dihitung besar harga *Pressure Drop* yang terjadi. Ada beberapa persamaan rumus yang dapat digunakan untuk menghitung besar *pressure drop* aliran fluida satu fasa (minyak) pada pipa, diantaranya adalah sebagai berikut

3.9.1.1 Persamaan Darcy

$$\Delta P = \frac{\rho_o f L v^2}{144 D 2g}$$

Dimana:

ΔP = Pressure drop sepanjang L_{pipe} (psi/ft)

ρ_o = Densitas minyak (lb/ft³)

f = Friction factor (dimensionless)

L = Panjang pipa (ft)

v = Kecepatan aliran minyak (ft/s)

D = Inside diameter pipa (inch)

g = percepatan gravitasi (ft/sc²)

3.9.1.2 Persamaan Fanning

$$\frac{\Delta P}{100} = \frac{5.35 f 0.25 (GPM)^2 \gamma_o}{D^5}$$

Dimana:

$\Delta P/100$ = Pressure drop per 100ft L_{pipe}

f = Friction factor (dimentionless)

D = Inside diameter pipa (inch)

GPM = Volume flowrate (galon per menit)

γ_o = Spesifik graviti minyak (dimensionless)

3.9.1.3 Persamaan Darcy – Weisbach

$$\Delta P = 0.06053 \frac{f \gamma_{oil} L q^2}{d^5}$$

Dimana:

ΔP = Pressure drop sepanjang L_{pipe} (psig)

f = Friction factor (dimensionless)

γ_o = Spesifik graviti minyak (dimensionless)

L = Panjang pipa (mile)

Q = Laju alir minyak (BOPD)

D = inside diameter (inch)

Persamaan Hazen & Williams

$$\Delta P = \left[\frac{q}{0.1482 C d^{2.63}} \right]^{0.54} L \gamma_{oil}$$

Dimana:

ΔP = Pressure drop sepanjang L_{pipe} (psig)

q = Laju alir minyak (BOPD)

C = C-factor (dimensionless)

D = Inside diameter pipa (inch)

L = Panjang pipa (mile)

γ_o = Spesifik graviti minyak (dimensionless)

3.9.1.4 Persamaan Benjamin Miller

$$q = 4.06 \sqrt{\frac{\Delta P d^5}{\gamma_{oil} L} \left[\log \left(\frac{\gamma_{oil} d^3 \Delta P}{\mu^2 L} \right) + 4.35 \right]}$$

Dimana:

ΔP = Pressure drop sepanjang L_{pipe} (psig)

Q = Laju alir minyak (BOPD)

D = Inside diameter pipa (inch)

L = Panjang pipa (mile)

γ_o = Spesifik graviti minyak (dimensionless)

μ_o = Viskositas minyak (cP)

Persamaan API RP – 14E

Persamaan rumus menghitung harga kehilangan tekanan aliran pada pipa atau *pressure drop* yang digunakan pada pedoman API RP -14E mengacu pada persamaan Darcy - Weisbach. Persamaan *pressure drop* API RP – 14E dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{0.0015 f \gamma_o Q^2}{d^5}$$

Dimana:

ΔP = Pressure drop (psi/100ft L_{pipe})

f = Friction factor (*dimensionless*)

Q = Laju alir minyak (BOPD)

γ_o = Spesifik graviti minyak (*dimensionless*)

d = Inside Diameter pipa (inch)

Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian yugas akhir ini adalah kajian literatur dan analisa perhitungan analisa kehilangan tekanan alir dalam pipa .

Hasil Pembahasan

Adanya *wellhead platform* baru pada Lapangan Delza membuat adanya penambahan jumlah produksi minyak per harinya. Minyak hasil produksi dari *wellhead platform* baru ini selanjutnya akan dialirkan ke *processing platfom*, dan dari *processing platform* minyak dialirkan ke kapal tanker FSO Andalusia melewati media pipa penyalur atau *pipeline*, yang dalam hal ini yaitu Pipeline I dan Pipeline II.

Penambahan jumlah produksi ini tentunya juga membuat *pipeline* mengalirkan minyak per harinya lebih besar dari kapasitas biasanya. Oleh karenanya timbul beberapa persoalan mengenai proses transportasi atau penyaluran minyak ini. Persoalan pertama adalah berapa jumlah penambahan laju alir minyak per hari yang masih mampu dialirkan dari Pipeline I dan Pipeline II ke Pipeline III.

Persoalan berikutnya adalah dengan adanya penambahan hasil produksi minyak dari *wellhead platform* baru, maka ke Platform mana minyak akan dialirkan , tentunya dengan mengacu pada batasan – batasan kondisi yang ada pada Lapangan Delza. Persoalan selanjutnya adalah berapa besar kehilangan tekanan aliran pada pipa penyalur dalam menyalurkan minyak setelah adanya panambahan hasil produksi dan apakah besar kehilangan tekanan aliran pada pipa masih sesuai dengan batasan kondisi yang ada.

Pada persoalan pertama dilakukan perhitungan besarnya kapasitas maksimum aliran pada Pipeline III dengan batasan kondisi yaitu besar tekanan maksimum aliran yang melewati flange pada PLEM sebesar 100 psig, dan aliran mengalami kehilangan tekanan total hingga sebesar *incoming pressure* pada valve kapal tanker FSO Andalusia yaitu sebesar 25 -35 psig, serta *velocity* aliran harus berada pada rentang 3 ft/s -15 ft/s. Dan didapatkan bahwa Pipeline III maksimal mampu mengalirkan minyak sebanyak 74000 BOPD.

Dengan mengetahui jumlah produksi minyak saat ini di FSO Andalusia sebesar 40000 BOPD dan kapasitas maksimal aliran pada Pipeline III yaitu sebesar 74000 BOPD maka dapat dihitung jumlah penambahan laju alir yang masih bisa diterima oleh Pipeline III yaitu sebesar 34000 BOPD. Selanjutnya dilakukan perhitungan kapasitas optimum aliran pada Pipeline I dan Pipeline II untuk menentukan ke Platform mana produksi minyak dari wellhead platform baru akan dialirkan.

Perhitungan kapasitas optimum aliran pada Pipeline I dan Pipeline II dilakukan dengan memenuhi batasan kondisi diantaranya: *maximum discharge pump* pada kedua Platform adalah sebesar 300 psig, kemudian dianggap tidak terjadi elevasi pada pipa, dan *velocity* aliran harus berada pada rentang 3 ft/s – 15 ft/s. Perhitungan pada masing-masing *pipeline* ini dilakukan pada kondisi *inlet pressure* sebesar 100 psig dan 200 psig.

Dari perhitungan kapasitas optimum Pipeline I dengan variabel yaitu inlet pressure diset pada 100 psig dan 200 psig, didapatkan bahwa kapasitas optimum Pipeline I dalam menyalurkan minyak adalah dengan menggunakan inlet pressure sebesar 200 psig.

Dengan inlet pressure sebesar 200 psig, Pipeline I mampu menyalurkan minyak sebanyak 36000 BOPD dengan total kehilangan tekanan aliran pada pipa sebesar 147,86 psia sehingga *outlet pressure* Pipeline I pada Tee Junction sebesar 52,14 psig. *Velocity* aliran pada *total drop* ini sebesar 14,10 ft/s dan masih sesuai batasan.

Sedangkan dari perhitungan kapasitas optimum Pipeline II didapatkan bahwa kapasitas optimum Pipeline II dalam menyalurkan minyak adalah dengan menggunakan inlet pressure sebesar 200 psig. Dengan Inlet Pressure sebesar 200 psig, Pipeline II mampu menyalurkan minyak sebanyak 21000 BOPD dengan total kehilangan aliran pada pipa sebesar 185,21 psia sehingga *outlet pressure* pada Tee Junction sebesar 29,79 psig. *Velocity* aliran pada *total drop* ini sebesar 14,84 ft/s dan masih sesuai batasan.

Dengan mengetahui kapasitas optimum Pipeline I dan Pipeline II maka kita dapat menghitung jumlah penambahan produksi minyak yang masih optimum dialirkan baik ke Processing Platform A maupun ke Processsing Platform B. Diketahui jumlah produksi minyak yang dialirkan oleh Processing Platform A melalui Pipeline I saat ini adalah sebanyak 25000 BOPD, maka jumlah penambahan laju alir yang masih optimum dapat dialirkan ke Processing Platform A adalah sebesar 11000 BOPD.

Dan diketahui jumlah produksi minyak yang dialirkan oleh Processing Platform B melalui Pipeline II saat ini adalah sebanyak 15000 BOPD, maka jumlah penambahan laju alir yang masih optimum dapat dialirkan ke Processing Platform A adalah sebesar 6000 BOPD. Sehingga didapatkan total laju alir minyak yang masih optimum dialirkan ke kapal tanker FSO Andalusia setelah adanya penambahan wellhead platform baru adalah sebesar 57000 BOPD. Dengan jumlah penambahan produksi minyak ini Pipeline III masih mampu untuk menerima tambahan laju alir karena kapasitas maksimal alirannya sebesar 74000 BOPD.

Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir mengenai analisa kehilangan tekanan aliran pada pipa ini, dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut:

1. Kapasitas maksimal Pipeline III dalam menyalurkan minyak dengan batasan kondisi pada Lapangan Delza adalah sebesar 74000 BOPD.
2. Jumlah penambahan produksi minyak yang masih dapat dialirkan ke Pipeline III setelah adanya *wellhead* platform baru adalah sebesar 34000 BOPD
3. Kapasitas optimum Pipeline I dalam menyalurkan minyak adalah sebesar 36000 BOPD dengan *inlet pressure* sebesar 200 psig.
4. Kapasitas optimum Pipeline II dalam menyalurkan minyak adalah sebesar 21 000 BOPD dengan *inlet pressure* sebesar 200 psig.
5. Jumlah penambahan produksi minyak yang masih optimum dialirkan ke Processing Platform A adalah sebesar 11000 BOPD.
6. Jumlah penambahan produksi minyak yang masih optimum dialirkan ke Processing Platform B adalah sebesar 6000 BOPD.
7. Pipeline III masih mampu menyalurkan minyak dengan jumlah penambahan produksi sebesar 57000 BOPD

Daftar Pustaka

American Petroleum Institute (API). 2000. *Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems*. Washington DC Northwest Kappos, Laurent. 2005. *Petroleum Pipeline Network Optimization*. USA : University of Houston

Larock, *et al.* 2000. *Hidraulic of Pipeline system*. NewYorkWashington DC : CRC Press

Mathews E.H, *et al.* 1994. *Optimization of Petroleum Pipe Networks Using Standardized*

Pipes. R&D Journal Opreation and Project Team PHE WMO. 2011. *Spesification For Pipeline Inductions Bends*. Jakarta : PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Opreation and Project Team PHE WMO. 2011. *Spesification For Pipeline Flanges and Fittings*. Jakarta : PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore

PT. Synergy Engineering. 2014. *Basis of Design Oil And Gas Network*. Jakarta: PT. Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore

Sri Wahyuni, *et al.* 2001. *Teknik Produksi II*. Jakarta: Fakultas Teknologi Mineral Universitas Trisakti

Taimor, *et al.* 2008. *A Study on Optimal Sizing of pipeline Transporting Equi-sized particulate Solid- Liquid Mixture*. Quensgate : University of Huddersfield

The American Society of Mechanical Engineers. 2009. *Pipe Flanges and Flanged Fittings*. USA : ASME

<http://bellampusita.blogspot.com/2012/03/sifat-fisik-fluida-reservoir.html>

http://id.wikibooks.org/wiki/Moda_Transportasi/Transportasi_Pipa

http://id.wikipedia.org/wiki/Bilangan_Reynolds

<http://smallshipyard.blogspot.com/2009/12/pipa-penyalur-pipeline.html>

<http://www.abi-blog.com/2014/04/fungsi-jenis-dan-bahan-fitting.html>

<http://www.idpipe.com/2014/08/jenis-jenis-fitting-pada-pipa.html>

<http://www.idpipe.com/2014/08/jenis-jenis-flange.html>

<http://tanahmigas.blogspot.com/2014/01/derajat-api-api-gravity.html>