

Desain Proses Pengolahan Minyak Sektor Onshore Kapasitas 800 BOPD Dengan Luasan Industri Efektif

Gomgom Parulian Rajoki Siahaan, Made Suarda dan Ainul Ghurri
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Selain untuk kelestarian lingkungan, optimasi luas wilayah operasi industri minyak juga berdampak terhadap penurunan biaya dan kemudahan dalam mengontrol ruang lingkup industri. Pada penelitian ini akan dirancang wilayah gathering station onshore yang mengoptimalkan luasan wilayah operasi dengan mempertahankan kapasitas produksi sebesar 800 BOPD. Rancangan 3 dimensi dilakukan dengan software Smartplant 3D yang sekaligus dapat menunjang analisa dan perhitungan berat komponen industri. Dari hasil perhitungan dan desain 3 dimensi, untuk memenuhi kapasitas produksi 800 BOPD didapatkan desain industri yang meliputi 6 separator, 8 gas boot, 14 pompa, 4 flow splitter, 2 vapor recovery, 2 wash tank, dan 2 shipping tank seluas 3.357 m². Luas industri lebih efektif dengan daya pompa maksimal sebesar 0,08 MW.

Kata kunci : desain industri minyak dan gas, smartplant 3D, sistem perpipaan, 800 BOPD

Abstract

Beside of environmental sustainability, the optimization of the operation area of oil industry also has an impact on reducing costs and ease of controlling the scope of the industry. In this study, an onshore gathering station area will be designed that optimizes the area of operation with a production capacity of 800 BOPD. The 3-dimensional design is carried out with Smartplant 3D software which can also support the analysis and calculation of the weight of industrial components. From the calculation results and 3 dimensional design, to meet the production capacity of 800 BOPD, an industrial design was obtained which includes 6 separators, 8 gas boots, 14 pumps, 4 flow splitter, 2 vapor recovery, 2 wash tanks, and 2 shipping tanks covering an area of 3,357 m². Industrial area is more effective with a maximum pump power of 0.08 MW.

Keywords : oil and gas industry design, smartplant 3D, piping system, 800 BOPD

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman yang semakin modern telah memberikan dampak yang sangat besar terhadap dunia industri terutama dalam kegiatan pembangunan industri minyak. Industri ini terkenal memiliki wilayah kerja yang sangat banyak. Wilayah kerja ini adalah daerah operasi industri tersebut, dimulai dari lokasi sumur pengeboran, *gathering station*, hingga titik pengumpulan. Fluida minyak yang terproduksi dari sumur tidak murni seperti minyak yang kita harapkan. Apa yang ada didalam sumur sangatlah heterogen dan pada umumnya terdapat air, minyak, gas serta partikel padatan. Oleh karena itu hasil produksi dari dalam sumur tidak boleh langsung dipindahkan ke *storage tank*, tetapi harus segera dilakukan perlakuan (*treatment*) yang jika tidak, akan berakibat korosi dan tersumbatnya pipa penyalur ke titik pengumpul yang apabila diacuhkan dapat berakibat *shut in*. Proses perlakuan yang dilakukan yaitu berupa pemisahan minyak, gas, serta partikel lainnya dan proses ini dilakukan di *gathering station*. [1]

Tidak banyak perusahaan-perusahaan yang mendapatkan kritik dari masyarakat terkait masalah yang ditimbulkan oleh proses eksplorasi minyak ini. Adapun salah satunya adalah kritikan terhadap PT. Pertamina EP Asset 2 Limau Field terkait perkebunan

masyarakat yang mati akibat rembesan minyak mentah pada tanah. Hal ini diduga karena adanya korosi yang menyebabkan bocornya pipa [2]. Sehingga, untuk meminimalisir daerah tercemar dibutuhkan pengendalian ruang yang sekaligus mengurangi luas wilayah yang digunakan untuk beroperasi. Wilayah industri yang efisien harus dapat mempertahankan produksi minyak melalui titik pengeboran wilayah industri. Proyek reaktivasi 2 sumur PHE-12A1 dan PHE-12A3 pacu penambahan produksi minyak hingga 800-1000 bopd [3]. Industri minyak yang akan didesain memiliki 2 titik pengeboran, sehingga kapasitas produksi yang ditargetkan 800 bopd.

2. Metode

2.1. Sistem Perpipaan Industri Minyak Onshore

Sistem perpipaan yang akan dimodelkan 3 dimensi pada penelitian ini adalah sistem perpipaan industri minyak *onshore* yang memiliki komponen seperti *vessel*, pompa, dan *tank* yang disebut sebagai *equipment*. Kemudian ada tangga (*ladder*) dan *pipe rack* yang disebut *structure*. Dan pipa-pipa yang berfungsi sebagai media untuk mengalirkan fluida minyak. Dengan rancangan *equipment*, *structure*, dan pipa tersebut, desain industri pengolahan minyak ini di targetkan mencapai produksi minyak mentah

sebesar 800 bopd. Keseluruhan komponen *equipment*, *structure*, dan pipa di desain menggunakan *software Smartplant 3D* dan *United States of America Standards* yaitu ASME (*American Society of Mechanical Engineers*).

2.2. Variabel Penelitian

Menurut hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain, variabel-variabel desain dibagi atas :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pemilihan komponen. Pemilihan komponen merujuk pada setiap komponen yang tersedia di market.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah area efektif yang berpengaruh sejalan dengan pemilihan komponen perpipaan yang diberikan.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah material desain, jenis minyak mentah, dan kapasitas produksi. Material desain sudah ditentukan sebagai *carbon steel A106 grade B*, material ini memiliki spesifikasi yang memadai untuk mengalirkan minyak mentah bertekanan dan temperatur tinggi. Minyak mentah yang digunakan dalam desain ini adalah *Arabian Light*, dan target produksinya 800 BOPD.

2.3. Perhitungan Target Produksi

Target produksi perhari desain ini adalah 800 BOPD yang jika dikonversikan menjadi liter adalah sebesar 127.192 liter. Diasumsikan produksi minyak rata-rata adalah 60% dari minyak bumi. Untuk itu rumus debit yang akan dipompakan pada komponen pemisah pertama adalah :

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= 127.192 \text{ L/hari} (1 + 40\%) \\ &= 211.986,6 \text{ L/hari} \end{aligned} \quad (1)$$

Proses produksi akan dilakukan secara kontinyu dalam 24 jam, maka, jumlah debit pompa perdetiknya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= \frac{211.986,6 \text{ L/hari}}{86.400 \text{ detik}} \\ &= 2,453 \text{ L/detik} \end{aligned} \quad (2)$$

Kemudian debit pompa akan dibagi berdasarkan jumlah *equipment* yang digunakan. Dengan asumsi setiap *equipment* memiliki pompa.

2.4. Perhitungan Ukuran Equipment

Seluruh *equipment* yang didesain menggunakan material yang sama dengan pipa yaitu *carbon steel A106*. Ada beberapa hal yang menentukan ukuran *equipment*.

1. Jumlah Equipment

Setiap jenis *equipment* memiliki jumlah yang berbeda-beda. Sehingga dengan target pengaliran

yang sama, volumenya dibagikan berdasarkan jumlah perjenis *equipment*.

2. Manways

Standar *manway vessel* adalah 20, 24, 30, dan 36 inch. Manway diameter 20 inch digunakan untuk diameter *vessel* $\leq 1,5$ meter. Sedangkan diameter *vessel* ≥ 2 meter minimal harus menggunakan *manway* 24 inch. Dan untuk *vessel* yang menggunakan *inside ladder (vertical vessel)* harus menggunakan *manway* ≥ 24 inch [4]. Dengan tujuan penekanan luas industri, maka digunakan ukuran terkecil yang diizinkan.

3. Volume Target

Dengan diketahuinya volume target dan diameter yang digunakan. Maka ditentukan tinggi yang sesuai untuk menampung volume minyak dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= A \times t \\ &= \pi r^2 \times t \end{aligned} \quad (3)$$

dimana,

A = Luas Permukaan (m^2)

t = Tinggi (m)

r = Jari-jari (m)

2.5. Kecepatan Aliran Pada Pipa

Dengan mengetahui target debit yang akan dipompakan. Kemudian dipilih diameter pipa yang memadai untuk memindahkan minyak bumi, sehingga kecepatan pada pipa tidak melebihi *range* kecepatan yang diizinkan. Mengacu pada ukuran pipa yang tersedia di market, maka kecepatan aliran pada pipa dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{Q_{pompa}}{\pi r^2} \end{aligned} \quad (4)$$

dimana,

A = Luas Permukaan (m^2)

Q = Debit aliran (m^3/s)

v = Kecepatan (m/s)

2.6. Major dan Minor Losses

Perhitungan *major* dan *minor losses* merupakan hal yang diperlukan jika ingin mendesain sebuah sistem perpipaan. Dengan mengetahui *major* dan *minor losses*, maka desain dan kapasitas pompa dapat dipertimbangkan. Perhitungan *major* dan *minor losses* dilakukan dengan menggunakan rumus :

1. Major Losses

$$\begin{aligned} h_f &= f \frac{L \times V^2}{D \times 2g} \end{aligned} \quad (5)$$

2. Minor Losses

$$\begin{aligned} h_t &= k \frac{V^2}{2g} \end{aligned} \quad (6)$$

dimana,

- h_f = Major Losses (m)
- h_l = Minor Losses (m)
- f = Friction Factor
- k = Koefisien Losses
- L = Panjang Pipa (m)
- v = Kecepatan Fluida (m/s)
- D = Diameter Pipa (m)
- g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)

2.7. Perhitungan Daya Pompa

Sistem perpipaan industri minyak memiliki desain yang sangat kompleks, menyebabkan banyaknya losses yang terjadi di aliran pipa tersebut. Untuk itu dengan mengetahui jumlah losses yang diterima pada sistem perpipaan, langkah selanjutnya adalah mengakomodasi energi kinetik dan potensial yang hilang dengan menghitung daya pompa yang di perlukan. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan kesetimbangan energi, rumusnya sebagai berikut :

1. Head Pompa

$$H_p = \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho g} \right) + (h_2 - h_1) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) + H_L \quad (7)$$

2. Daya Pompa

$$W_p = \rho \times g \times Q \times H_p \quad (8)$$

dimana,

- H_p = Head Pompa (m)
- W_p = Daya Pompa (Watt)
- P_1 = Tekanan Suction (N/m^2)
- P_2 = Tekanan Discharge (N/m^2)

Berdasarkan API standard 572 *Inspection of Pressure Vessels*, seluruh tekanan di setiap *equipment* dikontrol hingga mencapai 15 psig untuk mengoptimalkan proses pemisahan. Dengan demikian, nilai P_1 (suction) dan P_2 (discharge) adalah tekanan fluida target *equipment*, yaitu sebesar 15 psig = 103.421 N/m^2 .

- ρ = Massa Jenis (kg/m^3)
Crude oil jenis *Arabian Light* memiliki massa jenis 900 kg/m^3 .
- g = Percepatan Gravitasi (m/s^2)
- h_1 = Ketinggian Pipa Suction (m)
- h_2 = Ketinggian Pipa Discharge (m)

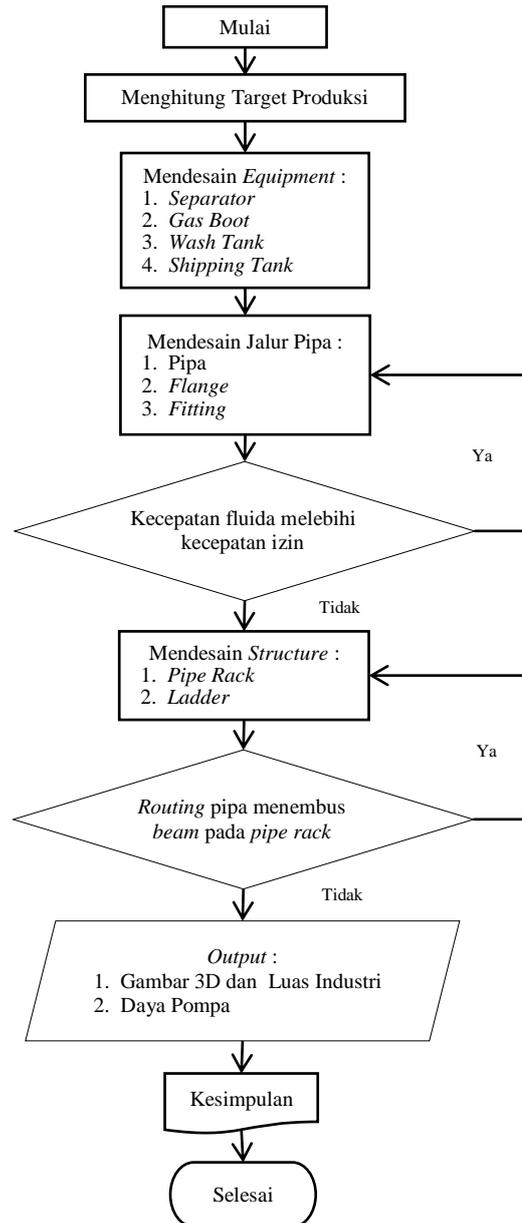
Untuk ketinggian h_1 (suction) dan h_2 (discharge) ditentukan dengan melihat hasil desain *equipment*.

- v_1 = Kecepatan Fluida Suction (m/s)
- v_2 = Kecepatan Fluida Discharge (m/s)

V_1 (suction) diasumsikan 0 sebagai batas aman dari daya pompa yang dibutuhkan dan V_2 (discharge) adalah kecepatan fluida pada pipa discharge yang dihitung menggunakan persamaan (4).

- Q = Debit (m^3/s)

2.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Daya Pompa Setiap Equipment

Dengan menggunakan persamaan (8), maka didapatkan daya pompa yang dibutuhkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan daya pompa

Jalur Pipa	Daya Pompa
Pipa Area Separator 1 ke Gas Boot 3 dan 4	0.069 MW
Pipa Area Separator 2 ke Gas Boot 1 dan 2	0.08 MW
Pipa Area Gas Boot 1 ke Wash Tank	0.032 MW
Pipa Area Gas Boot 2 ke Wash Tank	0.033 MW
Pipa Area Gas Boot 3 ke Wash Tank	0.031 MW
Pipa Area Gas Boot 4 ke Wash Tank	0.034 MW
Pipa Area Wash Tank ke Shipping Tank	0.012 MW

3.2. Desain 3D Industri

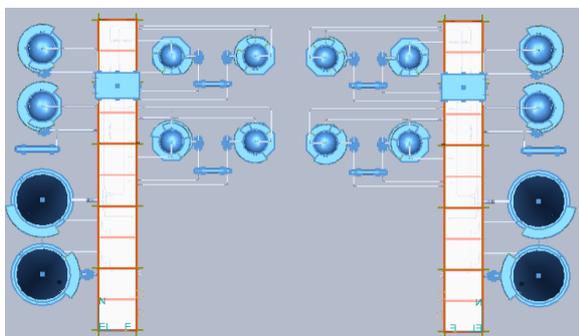
Berikut adalah hasil perancangan desain 3D industri dengan target produksi sebesar 800 BOPD.



Gambar 2. Hasil desain industri view A

Keterangan :

- Warna yang menunjukkan *equipment*
- Warna yang menunjukkan *structure*
- Warna yang menunjukkan pipa



Gambar 3. Hasil desain industri view B

Sesuai Pedoman Tata Kerja SKK Migas No : PTK-037/SKKMA0000/2018/S0 tentang “Plan Of Development (POD)”[5], desain industri ini sudah sesuai regulasi dengan *point-point* sebagai berikut :

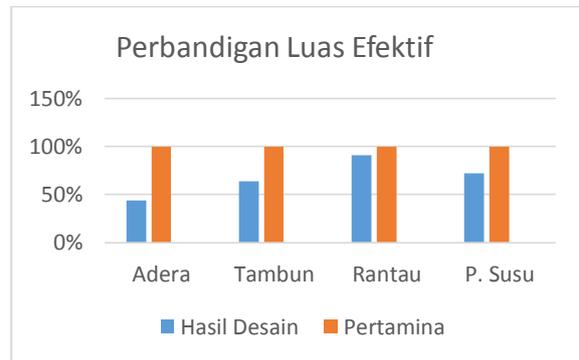
1. Memiliki fasilitas produksi utama seperti *separator, gas boot, pompa, dan tank.*

2. Didesain dengan mempertimbangkan kapasitas produksi dan spesifikasi produk.
3. Fasilitas desain sesuai hasil desain *engineering.*

3.3. Keefektifan Luas Industri

Perancangan industri ini menghasilkan desain dengan luas efektif 3357 m². Untuk itu keefektifan luas industri diketahui dengan mempertimbangkan hasil desain (luas 3357 m² dan kapasitas produksi 800 BOPD) terhadap industri yang sudah beroperasi.

Disini ditetapkan beberapa industri pembanding dari industri minyak Pertamina seperti, Pertamina EP Adera *Field* (kapasitas produksi 1.933 BOPD dan luas area produksi 18.064,72 m²), Pertamina EP Tambun *Field* (kapasitas produksi 1.813 BOPD dan luas area produksi 11.770,19 m²), Pertamina EP Rantau *Field* (kapasitas produksi 3.215 BOPD dan luas area produksi 14.697,57 m²), dan Pertamina EP Pangkalan Susu *Field* (kapasitas produksi 450 BOPD dan luas area produksi 2.617,26 m²) [6]. Berikut adalah grafik perbandingannya :



Gambar 4. Grafik Perbandingan Luas Industri

Gambar 4 menunjukkan bahwa luas area hasil desain pada penelitian ini lebih efektif dari luas area Pertamina *Field*. Karena pada kapasitas produksi yang sama, dapat menekan area operasi Adera *Field* hingga 44%, area Tambun *Field* 64 %, area Rantau *Field* 91%, dan area Pangkalan Susu *Field* 72%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan industri pengolahan minyak *onshore* kapasitas 800 BOPD dengan luasan industri efektif, kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Komponen industri yang dirancang untuk memenuhi 800 BOPD antara lain menggunakan 4 *vertical separator, 2 horinzontal separator, 8 gas boot, 14 pompa, 4 flow splitter, 2 vapor recovery, 2 wash tank, dan 2 shipping tank.*
2. Dengan mempertimbangkan hasil dari desain industri maka daya pompa maksimal yang dibutuhkan pada desain yang dirancang adalah 0,08 MW.
3. Total luas dari desain industri pengolahan minyak kapasitas 800 BOPD adalah 3.357 m².
4. Hasil desain industri memiliki luas area yang lebih efektif dari pada Adera *Field, Tambun Field, Rantau Field, dan Pangkalan Susu Field.*

Daftar Pustaka

- [1] _____, 2014, *Proses Produksi Migas*, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Jakarta
- [2] Pamungkas, A., 2014, *Menentukan Faktor yang Berpengaruh dalam Persebaran Pencemaran Industri Migas*, Teknik Pomits, Vol. 3, No. 1, pp. 2337-3539
- [3] Ridwan, M., 2020, *Proyek reaktivasi PHE 12 pacu produksi minyak 1000 barel per hari*, Ekonomi Bisnis, <https://ekonomi.bisnis.com/read/20201229/44/1336431/proyek-reaktivasi-phe-12-pacuproduksiminyak-1000-barel-per-hari>
- [4] _____, 2009, *Manways, Belding Tank Technologies*, www.Manways-BeldingTankTechnologies.com.
- [5] _____, 2015, *Pedoman Tata Kerja tentang Plan of Development, Revisi-02*, SKK Migas, Jakarta.
- [6] _____, 2022, *Wilayah Kerja*, <https://phe.pertamina.com/PetaWilayahKerja>.

	<p>Gomgom Parulian Rajoki Siahaan menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2017 sampai 2022. Menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Desain Proses Pengolahan Minyak Sektor Onshore Kapasitas 800 BOPD Dengan Luasan Industri Efektif</p>
---	---