

BAB I. PENDAHULUAN

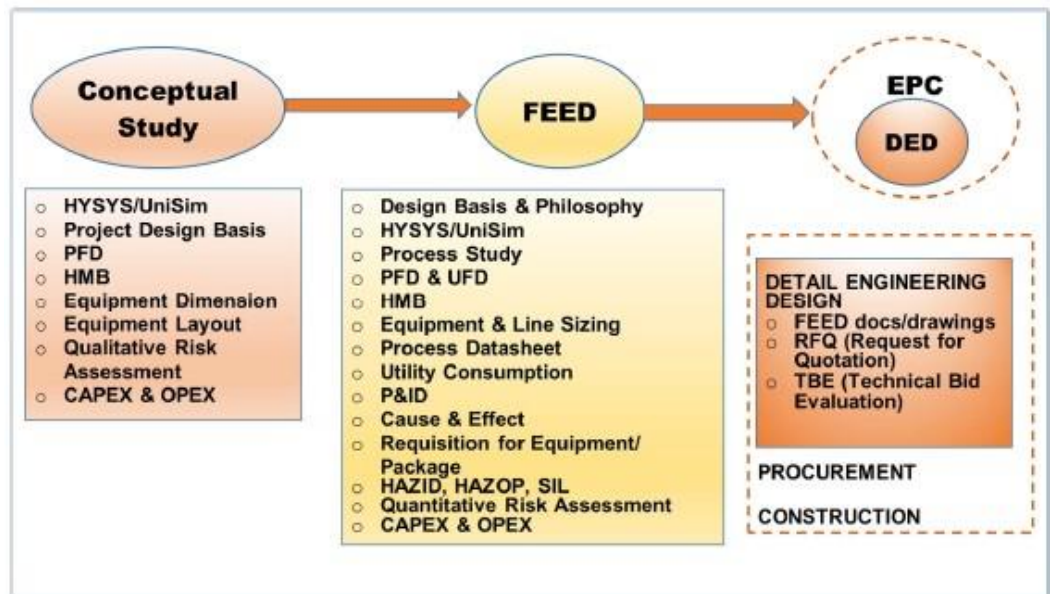
1.1 Latar Belakang

Industri yang beroperasi dalam skala besar dan memerlukan pasokan energi, air, udara, dan layanan utilitas lainnya biasanya mengandalkan unit utilitas untuk memenuhi kebutuhan mereka. Unit utilitas adalah fasilitas yang menyediakan pasokan energi dan utilitas dasar untuk mendukung berbagai proses industri.

Unit utilitas dalam industri-industri ini bertujuan untuk menyediakan pasokan energi yang stabil, air bersih, udara terkompresi, dan layanan utilitas lainnya yang diperlukan untuk menjalankan operasi dengan efisien. Dengan adanya unit utilitas yang handal, industri-industri ini dapat menjaga kelancaran produksi, mengurangi biaya energi, dan memenuhi persyaratan lingkungan yang ketat.

Salah satu unit utilitas pada industri yakni diesel *oil* sebagai bahan bakar diesel *engine* untuk menyalakan *emergency tools* seperti *fire water pump* dan *combustion chamber* untuk menyalakan pembakar sampah sebagai tenaga listrik. Diesel *oil* yang berada di tangki penyimpanan dipompakan menggunakan diesel transfer *pump* ke diesel *engine* di masing-masing unit yang dibutuhkan sehingga unit dapat beroperasi. Pada proyek ini akan dicoba membuat *Front End Engineering Design* (FEED) yang sesuai dengan bidang jasa perusahaan magang dan mengambil konsep dari unit diesel tersebut.

Front End Engineering Design sendiri merupakan dasar dari perencanaan *engineering* setelah selesainya *conceptual design* atau *feasibility study*. *Process engineering* merupakan jantung dalam desain *engineering* secara keseluruhan, yang memberikan dasar untuk disiplin *engineering* lainnya dalam menetapkan desain yang lebih dan juga biaya.



Gambar 1. Skema Alur Fase Proyek

1.2 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan proyek tugas khusus ini sebagai berikut:

- 1) Membuat *Front End Engineering Design* untuk *diesel oil system* kapasitas 500 kg/hr
- 2) Menentukan kapasitas *diesel storage tank* *diesel oil system*
- 3) Menentukan ukuran pipa (*line sizing*) *inlet* *diesel storage tank*, *suction* & *discharge* *diesel transfer pump*
- 4) Menentukan *fitting* yang terdapat pada *suction* & *discharge* *diesel transfer pump*
- 5) Menghitung nilai *Net Positive Suction Head Available* (NPSHA) *diesel transfer pump*
- 6) Menghitung *pressure drop* per 100 m *suction* dan *discharge* *diesel transfer pump*
- 7) Menghitung *Hydraulic Horse Power* (HHP) *diesel transfer pump*

1.3 Kerangka Pemikiran

Proyek *Front End Engineering Design* diesel oil system kapasitas 500 kg/hr terdiri dari beberapa elemen FEED seperti: *process design* basis, simulasi & PFD, *process description & operating philosophy*, *process calculation* dan *piping & instrumentation* diagram (P&ID). Dalam pengerjaannya, beberapa kriteria ditentukan dalam sistem ini untuk di-input-kan dalam simulasi menggunakan *software* AspenTech HYSYS V14.0. Deskripsi proses dijelaskan pada bagian *process description* dan status pengoperasian baik *running* maupun instrumentasi alat terdapat di *operating philosophy*, lalu spesifikasi tangki dan pompa yang akan digunakan dihitung di *process calculation* dan rangkuman dari keseluruhan proses akan digambarkan dalam bentuk P&ID.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari proyek ini, dari kapasitas pompa dan spesifikasi diesel oil pada rancangan *Front End Engineering* yang akan dibuat kemungkinan kapasitas tangki yang digunakan kisaran 5000 – 10.000 L sehingga kapasitas pompa disini mempengaruhi kapasitas tangki. Pada perhitungannya, maka akan didapat nilai NPSHA yang besar sedangkan *pressure drop* per 100 m dan HHP memiliki nilai yang kecil.

1.5 Kontribusi

Hasil dari proyek ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, yaitu:

1. Bagi penulis, diharapkan dapat mengimplementasikan dalam bidang teknik kimia serta menambah wawasan berupa ilmu pengetahuan tentang *Front End Engineering Design* diesel oil system.
2. Bagi Politeknik Negeri Lampung, sebagai referensi mahasiswanya dan menambah ilmu pengetahuan mengenai *Front End Engineering Design* diesel oil system.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Front End Engineering Design*

Front End Engineering Design (FEED) adalah tahap awal dalam proses pengembangan proyek teknik atau industri yang melibatkan perencanaan dan analisis mendalam sebelum melanjutkan ke tahap konstruksi atau implementasi. FEED merupakan salah satu langkah kunci dalam siklus hidup proyek dan biasanya terjadi setelah studi kelayakan telah selesai (Albrecht & Hoefel, 2016).

Tujuan dari *Front End Engineering Design* adalah untuk mengidentifikasi dan menetapkan persyaratan teknis dan ekonomi proyek dengan jelas. Selama tahap ini, rencana teknis yang detail disusun untuk memastikan bahwa proyek tersebut dapat direalisasikan dengan efisien dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Tahap FEED sangat penting karena keputusan yang dibuat pada saat ini akan mempengaruhi seluruh siklus hidup proyek. Dengan melakukan FEED yang teliti dan komprehensif, risiko kesalahan dan biaya yang tinggi di tahap selanjutnya dapat dikurangi. Hal ini berkontribusi pada kesuksesan proyek secara keseluruhan dan membantu untuk mencapai tujuan proyek dengan lebih efisien (Fernandes & Souza, 2019).

2.2 *Diesel oil*

Minyak diesel (*diesel oil*) adalah bahan bakar distilat yang mengandung fraksi-fraksi berat atau merupakan campuran dari distilat fraksi ringan dan fraksi berat (*residual fuel oil*) dan berwarna hitam gelap, akan tetapi tetap cair pada suhu rendah. Pada umumnya, minyak diesel ini digunakan untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran sedang atau lambat (300–1.000 RPM) atau sebagai bahan bakar pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri. Minyak diesel ini biasa disebut juga *Industrial Diesel Oil* (IDO) atau *Marine Diesel Fuel* (MDF) (Pertamina, 2023).

Tabel 1. Spesifikasi Diesel Oil

No	Characteristic	Unit	Result	Test Method ASTM
1	Specified gravity 15°C	kg/m ³	660-815	D1298 or D4052
2	Viscosity at 40°C	mm ² /s	2.0-4.5	D445
3	Pour Point	°C	18	D97
4	Flash Point	°C	52	D93
5	Sulphur Content	% m/m	0.35 ¹⁾ 0.30 ²⁾ 0.25 ³⁾ 0.05 ⁴⁾ 0.005 ⁵⁾	D2622 or D5453 or D4294 or D7039
6	Distillation: 90% vol. evaporation	°C	370	D86
7	Water Content	% mm/kg	Max 500	D6304
8	Biological Growth	kg/m ³	zero	
9	FAME Content	% v/v	-	
10	Methanol Content	% v/v	Not detected	D4815
11	Carbon Residue	% m/m	Max 0.1	D4530 or D189
12	Sediment Content	% m/m	Max 0.01	D473
13	Strong Acid Number	mg KOH/g	-	
14	Total Acid Number	mg KOH/g	Max 0.6	D664
15	Colour	No. ASTM	Max 3.0	D1500
16	Lubricity (HFRR wear scar dia @60°C)	micron	Max 460 ⁶⁾	D6079
17	Cetane Number		Min 48 Min 45	D613
18	Gross Caloric Value	Kcal/liter	9302	D4737
19	Ash Content	%m/m	0.01	
20	Visual Apperance		bright and clear	
21	Blade Copper Content	merit	Class1	D130

Sumber: The decision attachment of Directorate General of Oil and Gas (2013)

2.3 Process Front End Design Engineering

2.3.1 Process Design Basis

Menurut Kamaruzzaman *et al.* (2018), *Process Design Basis* (PDB) adalah dasar atau panduan utama yang digunakan dalam industri untuk merancang suatu proses produksi atau sistem operasi. PDB menjadi dasar penting dalam perencanaan, pengembangan, dan implementasi fasilitas produksi baru, serta pembaruan fasilitas yang sudah ada.

Tujuan dari *process design* basis adalah untuk memastikan bahwa semua pihak terkait memahami persyaratan dan tujuan yang harus dicapai dalam proses produksi. Tahap ini membantu dalam menggambarkan parameter dan batasan operasi yang diperlukan, serta memastikan keamanan, kualitas produk, efisiensi, dan pemenuhan peraturan yang berlaku. PDB biasanya disusun pada awal fase perencanaan suatu proyek, dan dapat diperbarui seiring dengan kemajuan proyek.

Dengan adanya *process design* basis yang komprehensif dan terperinci, tim perencana dan operasional dapat memiliki panduan yang jelas dan konsisten selama berbagai tahap proyek. Hal ini membantu dalam menghindari kesalahan, mengurangi risiko, dan mencapai efisiensi maksimal dalam proses produksi.

2.3.2 Simulasi dan Process Flow Diagram

Simulasi proses adalah metode yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis kinerja suatu proses atau sistem dengan menggunakan perangkat lunak khusus. Simulasi ini memungkinkan para insinyur, ilmuwan, atau pemangku kepentingan lainnya untuk memahami secara lebih mendalam bagaimana suatu proses berjalan, memprediksi hasilnya, dan mengidentifikasi area-area yang dapat ditingkatkan atau dioptimalkan. Simulasi proses memainkan peran kunci dalam berbagai industri, termasuk

manufaktur, produksi, transportasi, logistik, dan banyak lagi (Luyben, 1989).

Process Flow Diagram (PFD) atau diagram aliran proses adalah gambar diagram alur aliran fluida dalam suatu *plant* yang dilengkapi dengan simbol-simbol yang menunjukkan nama *equipment* utama, *instrument*, dan anak panah (*arrow*) sebagai petunjuk kemana arah proses produksi berlangsung. PFD sering digunakan dalam industri untuk menggambarkan secara sederhana dan jelas bagaimana bahan atau informasi mengalir melalui proses dari titik awal hingga titik akhir (Nursahid, 2021).

PFD biasanya digunakan sebagai langkah awal dalam merancang dan menganalisis proses. Ini memberikan pandangan yang lebih luas tentang proses tanpa terlalu detail, sehingga memudahkan pemahaman tentang alur kerja secara keseluruhan. Meskipun PFD tidak begitu terperinci seperti diagram aliran proses yang lebih kompleks, seperti *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID), PFD tetap memberikan informasi yang penting dan membantu dalam mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan atau diperbaiki dalam suatu proses.

2.3.3 *Process Description dan Operating Philosophy*

Deskripsi proses industri adalah penjelasan rinci tentang langkah-langkah dan tahapan operasional yang terlibat dalam menjalankan suatu proses produksi atau aktivitas di dalam industri. Deskripsi ini mencakup informasi terperinci tentang bagaimana suatu produk dibuat, bagaimana bahan mentah diolah, bagaimana mesin dan peralatan berinteraksi, serta bagaimana aliran bahan dan informasi dari satu tahap ke tahap berikutnya.

Operating philosophy menjelaskan peletakkan instrumentasi pada sistem yang ada, untuk tangki seperti telah ditetapkan *operating levelnya* dan instrumentasi pompa pada keadaan beroperasinya.

2.3.4 *Process Calculation*

Process calculation (perhitungan proses) adalah serangkaian langkah atau metode matematika dan ilmu pengetahuan yang digunakan untuk menghitung atau mengevaluasi berbagai parameter atau variabel yang terkait dengan proses produksi atau operasi industri. Perhitungan ini berfungsi untuk mengidentifikasi dan memahami secara kuantitatif bagaimana proses berjalan, serta membantu dalam merancang, mengoptimalkan, dan memantau kinerja proses. Hasil dari *process calculation* membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih informasi, perencanaan yang lebih baik, dan identifikasi area untuk perbaikan atau optimisasi proses (Himmelblau & Riggs, 2012).

Penting untuk mencatat bahwa perhitungan proses sangat bergantung pada pemahaman yang tepat tentang proses itu sendiri dan data masukan yang akurat. Kesalahan dalam perhitungan dapat mengarah pada kesimpulan yang salah dan menghasilkan hasil yang tidak diinginkan dalam operasi industri.

2.3.5 *Piping & Instrumentation Diagram*

Piping and Instrumentation Diagram (P&ID) adalah gambar skematik yang memuat informasi terkait *equipment*, item *piping*, dan item instrumen pada suatu industri proses. Selama proyek, P&ID dikembangkan oleh *drafter* P&ID dan *Process Engineer* pada fase *Engineering*. Selama pengerjaannya, *design* suatu *plant* dalam bentuk P&ID memerlukan keterlibatan disiplin *engineering* lainnya untuk berurusan dengan bidang terkait. Disiplin *Engineering* dari departemen *Piping*, *Instrument*, dan *Electrical* dapat memberikan kontribusi pada proses pembuatan P&ID (Andry, 2022).

2.4 Jenis – Jenis Pompa

Menurut Daniarsyah (2021), terdapat dua klasifikasi pompa berdasarkan cara kerjanya, yaitu:

1. Pompa Perpindahan Positif (*Positive Displacement Pump*)

Pompa perpindahan positif adalah pompa dengan cara kerja menggunakan gaya tertentu sehingga volume fluida tidak berubah ketika masuk dari katup buka (*inlet valve*) hingga ke katup keluar (*outlet valve*).

Kapasitas pompa ini berbanding lurus dengan jumlah putaran yang dilakukan setiap penggerak karena cara kerjanya. Jenis pompa ini memiliki kelebihan untuk menghasilkan *power density* yang besar namun tetap menjaga kestabilan perpindahan fluida.

Adapun jenis-jenis pompa yang termasuk dalam pompa ini adalah sebagai berikut:

a) *Reciprocating Pump*

Pompa ini juga dikenal sebagai pompa torak. Gerakan fluida diatur oleh katup masuk dan katup keluar yang bekerja secara otomatis. Dearajat buka katup pada pompa ini mempengaruhi banyaknya volume fluida yang dihasilkan. Pompa ini bekerja dengan prinsip gerakan bolak-balik linear.

Pada umumnya, *reciprocating pump* mampu menghasilkan tekanan lebih dari 10 atm dengan kecepatan putar 250-500 RPM. Dimensi tersebut cukup tergolong besar dan berat, sehingga pompa ini biasa digunakan untuk memompa fluida seperti lumpur, minyak, bahan kimia, dan juga uap.

Salah satu contoh jenis pompa *reciprocating* adalah *metering pump* yang kegunaannya mampu disesuaikan berapa volume fluida yang ingin dihasilkan.

b) *Rotary Pump*

Pompa *rotary* adalah pompa yang bekerja dengan prinsip rotasi. Jadi vakum akan dibentuk oleh rotasi dari pompa yang nantinya mampu menghisap fluida. Pompa ini cukup efisien untuk digunakan karena mampu mengatur keluarnya udara dari pipa sesuai kebutuhan.

Namun demikian, pompa ini harus berada pada kecepatan yang rendah dan stabil saat digunakan. Jika tidak, maka fluida yang terhisap secara cepat dapat menyebabkan erosi pada sudut-sudut pompa.

Rotary pump terbagi menjadi beberapa jenis pompanya, yaitu:

- *Gear pump*, menggunakan dua roda gigi untuk menekan fluida.
- *Screw pump*, menggerakkan aliran fluida dengan dua ulir yang saling bertemu dan berputar.
- *Rotary vane pump*, menggunakan prinsip kompresor *scroll* yaitu menggunakan rotor silindris yang berputar untuk menekan fluida.

2. Pompa Dinamik (*Dynamic Pump*)

Berbeda dengan pompa perpindahan positif, pompa ini mampu menaikkan tekanan tanpa harus menambah volume fluida. Hal ini dikarenakan ruang kerja pompa yang tidak berubah selama proses terjadi. Selain itu, perubahan tekanan dapat dilakukan dengan merubah penampang aliran fluida.

Pompa dinamik memiliki elemen utama yaitu rotor *impeller* yang mampu berputar dengan sangat cepat. Pompa dinamik memang memiliki efisiensi yang rendah dibanding *positive displacement pump*, namun biaya perawatan pompa dinamik tidaklah mahal.

Pada umumnya, terdapat tiga jenis pompa dinamik yang ada. Penjabarannya sebagai berikut:

a) Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal tersusun dari rotor *impeller* dan saluran *inlet* di bagian tengahnya. Ketika rotor *impeller* ini berputar, fluida akan mengalir ke bagian *casing* karena adanya gaya sentrifugal.

Casing berperan untuk mengontrol kecepatan fluida. Jadi kecepatan aliran fluida akan tetap rendah dan stabil sementara *impeller* berputar dengan cepat. Kecepatan aliran fluida juga akan dikonversi menjadi tekanan sehingga aliran mampu menuju ke titik katup keluar.

Pompa ini banyak digunakan karena cocok pada penggunaan tujuan hasil fluida yang besar. Selain itu, aliran fluida dan tekanan yang dihasilkan halus. Biaya untuk merawatnya pun tidak mahal.

b) Pompa Aksial

Disebut juga dengan pompa *propeller*, pompa aksial menggunakan *propeller* dan memanfaatkan gaya *lifting* antara sudut pompa dan fluida untuk menghasilkan sebagian besar tekanan.

Pompa aksial memiliki banyak jenis seperti pompa aksial vertikal *single-stage*, pompa aksial *two-stage*, hingga pompa aksial horizontal. Penggunaan pompa aksial banyak digunakan pada sistem drainase dan irigasi serta proyek-proyek yang memiliki debit aliran fluida yang besar dengan tekanan kecil.

c) *Special-Effect Pump*

Seperti namanya, pompa ini digunakan pada industri dengan kondisi yang spesial. Berikut adalah contoh jenis-jenis pompa pada kategori ini:

- Pompa *jet-eductor (injector)*, yaitu pompa yang mengkonversi energi tekanan fluida menjadi energi gerak untuk menciptakan area tekanan rendah sehingga mampu menghisap fluida dengan menggunakan efek venturi dari *nozzle* konvergen-divergen.

- *Gas lift pump*, yaitu pompa yang menggunakan cara pengangkatan fluida dengan menginjeksikan gas tertentu untuk menurunkan berat hidrostatis fluida sehingga reservoir mampu terangkat ke permukaan.
- *Hydraulic ram pump*, yaitu pompa air yang menggunakan tenaga *hydro*.
- Pompa elektromagnetik, yaitu pompa yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menggerakkan fluida yang mengandung logam.

2.5 Jenis-Jenis Tangki Penyimpanan Minyak

Heller (2022) menyebutkan tangki penyimpanan minyak digunakan dalam produksi, distribusi, dan penyulingan produk minyak bumi. Jenis tangki penyimpanan minyak terdiri dari berbagai macam bahan, tergantung pada aplikasinya dan persyaratan lingkungan, keselamatan, dan hukum. Bahan-bahan tersebut antara lain: *carbon steel*, *stainless steel*, *reinforced concrete* dan *plastic*.

Berdasarkan penggunaannya, ada berbagai jenis tangki penyimpanan minyak:

- a. *Floating Roof Tank*: Berdasarkan level oli di dalam tangki, atapnya akan naik atau turun. Hal ini mengurangi penumpukan uap di dalam tangki.
- b. *Fixed Roof Tank*: Jenis tangki ini digunakan untuk volume minyak yang lebih rendah ketika tidak ada kekhawatiran tentang penumpukan uap.
- c. *Bunded Tank*: Tangki berkulit ganda ini memiliki tangki luar yang terbuat dari plastik atau baja yang berfungsi sebagai penghalang tambahan untuk mencegah kebocoran dan tumpahan minyak yang dapat mencemari area sekitarnya.
- d. *Open Top Tank*: Tangki penyimpanan oli model lama, sudah jarang digunakan lagi karena penguapan dan risiko kebakaran.