© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA DAN KAPASITAS POMPA *SHIPPING* SESUAI KONDISI OPERASI AKTUAL DI *CENTRAL GATHERING STATION* AREA X DURI *HEAVY OIL* PT PERTAMINA HULU ROKAN

SKRIPSI

Oleh:
Daffa Audiya Putra Martadinaya
NIM. 2202441023

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JUNI, 2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA DAN KAPASITAS POMPA *SHIPPING* SESUAI KONDISI OPERASI AKTUAL DI *CENTRAL GATHERING STATION* AREA X DURI *HEAVY OIL* PT PERTAMINA HULU ROKAN

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Oleh :
Daffa Audiya Putra Martadinaya
NIM. 2202441023

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JUNI, 2026

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

ANALISIS KINERJA DAN KAPASITAS POMPA *SHIPPING* SESUAI KONDISI OPERASI AKTUAL DI *CENTRAL GATHERING STATION* AREA X DURI *HEAVY OIL* PT PERTAMINA HULU ROKAN

Oleh:
Daffa Audiya Putra Martadinaya
NIM. 2202441023
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Gun Gun Gunadi Ramdlan, S.T., M.T.	Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197601202003121001	NIP. 199001112019031016

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Muhammad Todaro, S.T., MTr.T.
NIP. 199105012024061003

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS KINERJA DAN KAPASITAS POMPA *SHIPPING* SESUAI KONDISI OPERASI AKTUAL DI *CENTRAL GATHERING STATION* AREA X DURI *HEAVY OIL* PT PERTAMINA HULU ROKAN

Oleh:
Daffa Audiya Putra Martadinaya
NIM. 2202441023
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 29 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Asep Yana Yusyama, S.Pd., M.Pd. NIP. 199001112019031016	Ketua		10/07/2026
2.	Adi Syuriadi, S.T., M.T. NIP. 197611102008011011	Anggota		10/07/2026
3.	Rahmat Noval, S.T., M.T. NIP. 199011032024061003	Anggota		11/07/2026

Depok, 29 Juni 2026
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri S.T., M.Si.
NIP: 197602252000121002

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daffa Audiya Putra Martadinaya

NIM : 2202441023

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Juni 2026



Daffa Audiya Putra Martadinaya

NIM. 2202441023

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA DAN KAPASITAS POMPA *SHIPPING* SESUAI KONDISI OPERASI AKTUAL DI *CENTRAL GATHERING STATION* AREA X DURI *HEAVY OIL* PT PERTAMINA HULU ROKAN

Daffa Audiya Putra Martadinaya[1)], Gun Gun Gunadi[2)], Asep Yana Yusyama[3)]

[1)]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16424

[2)]PT Pertamina Hulu Rokan, Komplek PT Pertamina Hulu Rokan Duri, Kab. Bengkalis, Riau, 28784

Email: daffa.audiya.putra.martadinaya.tm2@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pompa pengiriman yang lama pada fasilitas *Central Gathering Station* X milik PT Pertamina Hulu Rokan berdasarkan kondisi operasi aktual akibat penurunan produksi. Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif berbasis perhitungan hidraulik meliputi debit aliran, *head loss, Total Dynamic Head* (TDH), daya pompa, dan evaluasi NPSH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada produksi 15.000 BOPD diperoleh debit 0,0276 m³/s (437,5 GPM), TDH sebesar 254,47 m (835 ft), dan kebutuhan daya motor desain sebesar 104,44 kW (±140 HP). Hasil evaluasi menunjukkan pompa existing tidak lagi bekerja optimal sehingga direkomendasikan pompa *multistage* tipe BB3 150 HP sesuai standar API 610. Penggantian pompa berpotensi menghemat biaya listrik sekitar Rp1,02 miliar per tahun dengan periode pengembalian investasi sekitar 3,43 tahun.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, *Total Dynamic Head,* API 610, analisis

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of the existing shipping pump at the Central Gathering Station X facility operated by PT Pertamina Hulu Rokan under actual operating conditions due to production decline. The method used was quantitative hydraulic analysis including flow rate, Head loss, Total Dynamic Head (TDH), pump power, and NPSH evaluation. The results show that at a production rate of 15,000 BOPD, the flow rate was 0.0276 m³/s (437.5 GPM), the TDH was 254.47 m (835 ft), and the required design motor power was 104.44 kW (±140 HP). The evaluation indicates that the existing pump no longer operates optimally; therefore, a 150 HP multistage BB3 pump in accordance with API 610 is recommended. Pump replacement has the potential to save approximately IDR 1.02 billion in electricity costs annually with a payback period of around 3.43 years.

Keywords: Centrifugal Pump, Total Dynamic Head, API 610, analysis

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Analisis Kinerja dan Kapasitas Pompa *Shipping* Sesuai Kondisi Operasi Aktual di *Central Gathering Station* Area X Duri *Heavy Oil* PT Pertamina Hulu Rokan". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Gun Gun Gunadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Asep Yana Yusmaya, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Pandu Prabowo Jati dan Bapak Adhitya Darmadi, selaku *Facility Engineer Early Concept Engineering* SLS & HO sekaligus mentor industri yang telah memberikan arahan dan pengalaman selama proses penelitian.
6. Bapak Badiya dan Kak Velintya Mayoja Martadinaya, selaku ayah dan kakak penulis yang memberikan doa, dukungan, serta semangat yang tiada henti selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Vazrian Ananda, Mas Agus Dwi Maolana, Mas Hanif Musodaq dan Mba Tias Fahriza, selaku Tim *Inventory* Liugong Machinery Indonesia yang selalu

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memberikan akses kemudahan untuk izin saat waktu magang dan memberi dukungan selama proses penelitian.

8. Teman-teman Program Studi Alat Berat yang telah memberikan semangat, bantuan, serta kebersamaan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang.

Depok, 29 Juni 2026

Daffa Audiya Putra Martadinaya

NIM.2202441023

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ..... Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS ..... Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Penelitian 1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian 3
1.3 Pertanyaan Penelitian 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Analisis 6
2.2 *Central Gathering Station* 6
2.3 *Hydraulic Pump Performance Analysis* 7
2.4 Pengertian Pompa 8
2.4.1 Pompa Sentrifugal 8
2.4.2 Kapasitas Pompa 10
2.4.3 Total Dynamic *Head* 10
2.4.4 Efisiensi dan Daya 10
2.4.5 Kapasitas Aliran 11
2.4.6 Kavitasi 11
2.4.7 *Net Positive Suction Head* (NPSH) 12
2.4.8 Rugi-rugi 13
2.4.9 Sistem Pemipaan 15
2.4.10 Daya Penggerak Poros 17
2.4.11 Daya Motor 17

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5 API 610 18
2.6 Kajian Literatur 18
2.7 Kerangka Pemikiran 20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 22
3.1 Diagram Alir 22
3.2 Jenis Penelitian 24
3.3 Objek Penelitian 25
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian 25
3.5 Jenis dan Sumber Penelitian 29
3.6 Metode Pengumpulan Data 29
3.7 Metode Analisis Data 30
3.8 Tempat Pengambilan Data 31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Data dan Hasil Penelitian 32
4.1.1 Data Primer 32
4.1.2 Data Sekunder 34
4.1.3 Kapasitas Aliran Fluida 38
4.1.4 Sistem Pemipaan 39
4.1.5 *Head* Friksi 40
4.1.6 Perhitungan Daya Pompa 51
4.1.7 Perhitungan Daya Motor 51
4.1.8 Perhitungan *Net Positive Suction Head Available (NPSHa)* 53
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian 55
4.2.1 Kecepatan Volume Fluida 55
4.2.2 Dimensi Pipa Distribusi 55
4.2.3 Sistem Pendistribusian Fluida 55
4.2.4 Head Total Pompa 57
4.2.5 *Net Positive Suction Head* (NPSH) 57
4.2.6 Daya Pompa dan Daya Motor 57
4.2.7 Analisis Pemilihan Tipe Pompa Berdasarkan API Standard 610 58
4.2.8 Rekomendasi pemilihan Pompa di Global Market 62
4.2.9 Analisis Cost Efficiency Pergantian Pompa 64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 72
5.1 Kesimpulan 72

5.2 Saran..... 75
DAFTAR PUSTAKA..... 78
LAMPIRAN..... 82

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi Shipping Pump 7
Gambar 2. 2 Pompa Rumah Keong, Pompa Diffuser dan Pompa Turbin..... 9
Gambar 2. 3 Aliran Fluida pada Pompa Sentrifugal 9
Gambar 2. 4 Grafik Koefisien Kavitasi dan Kecepatan Spesifik..... 13
Gambar 2. 5 Frictional Loss..... 16
Gambar 2. 6 Efisiensi Pompa Sentrifugal 17
Gambar 2. 7 Efisiensi dan Daya Motor..... 18
Gambar 3. 1 Diagram Alir..... 22
Gambar 4. 1 Kapasitas produksi di tahun 1998 32
Gambar 4. 2 Produksi Aktual CGS X bulan Juni 2025..... 33
Gambar 4. 3 Keterangan Panjang Pipa CGS 5 to Dumai..... 35
Gambar 4. 4 Data Suction Pressure dan Discharge Pressure Existing Pump 36
Gambar 4. 5 Citra Stelit Google Earth, diambil pada 05/07/2026 37
Gambar 4. 6 Perhitungan menggunakan excel untuk data segmen, kecepatan aliran dan reynolds 42
Gambar 4. 7 Perhitungan menggunakan excel untuk menentukan Headloss (Darcy-Weisbach) 43
Gambar 4. 8 Perhitungan menggunakan excel untuk memperoleh headloss mayor dan minor 44
Gambar 4. 9 Pendekatan Bernoulli 47
Gambar 4. 10 Pump Shaft Power..... 51
Gambar 4. 11 Perhitungan Motor Power 52
Gambar 4. 12 Perhitungan Design Motor Power (Standar API 610) 52
Gambar 4. 13 Perhitungan Horse Power Conversion 52
Gambar 4. 14 Power Rating for Motor Drives..... 52
Gambar 4. 15 Klasifikasi Tipe Pompa API 610 59
Gambar 4. 16 Pompa BB3 62
Gambar 4. 17 Bagian Dalam Pompa BB3 62
Gambar 4. 18 Brosur PumpWorks PW610 63

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kegiatan Selama Penelitian 26
Tabel 3. 2 Kegiatan Selama Penelitian 27
Tabel 3. 3 Kegiatan Selama Penelitian 28
Tabel 4. 1 Fitting pipa 36
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan daya pompa dan daya motor 58
Tabel 4. 3 Pemilihan Pompa berdasarkan API 610 61
Tabel 4. 4 Konsumsi Energi Tahunan 65
Tabel 4. 5 Penghematan Energi Tahunan 65
Tabel 4. 6 Analisis Biaya Listrik 66
Tabel 4. 7 Estimasi Biaya 67
Tabel 4. 8 Penghematan Energi 67
Tabel 4. 9 Perbandingan Pompa Existing dengan Pompa Rekomendasi 68
Tabel 4. 10 Analisis Penurunan Produksi 70

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup 82
Lampiran 2 Kurva Pompa Lama 83
Lampiran 3 Ilustrasi Engineering Data Sheet Kurva Pompa Lama 84
Lampiran 4 Dokumentasi Pompa yang Diteliti 85
Lampiran 5 Diskusi Terkait Data yang Diperoleh Bersama Mentor 85
Lampiran 6 Produksi CGS X Bulan Juni 2025 86
Lampiran 7 Pendekatan Bernolli Menggunakan Perhitungan Excel 87
Lampiran 8 Perhitungan Daya Pompa Menggunakan Total Head 90
Lampiran 9 API 12th Edition halaman ke 14 Penjelasan tentang klasifikasi tipe identifikasi Pompa 87
Lampiran 10 API 12th Edition halaman ke 75 Penjelasan tentang tentang Persentase kekuatan rating untuk motor penggerak 90

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Industri hulu minyak dan gas bumi memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga ketahanan energi nasional. Keberhasilan kegiatan produksi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan cadangan, tetapi juga oleh keandalan fasilitas permukaan yang mendukung proses pengolahan dan pengiriman fluida hasil produksi. Fasilitas permukaan (*surface facilities*) menjadi bagian vital karena berfungsi mengalirkan fluida dari sumur menuju tahap pemisahan, pengolahan awal, hingga distribusi. Oleh sebab itu, setiap peralatan yang beroperasi di dalam sistem ini dituntut untuk bekerja secara optimal dan berkesinambungan (Salmon et al., 2024).

Salah satu peralatan utama dalam sistem tersebut adalah pompa sentrifugal. Pompa ini digunakan untuk memindahkan fluida produksi dengan kapasitas alir dan tekanan tertentu sesuai kebutuhan sistem perpipaan. Dalam praktiknya, kinerja pompa tidak hanya dipengaruhi oleh spesifikasi desain, tetapi juga oleh kondisi operasi aktual seperti debit aliran, *Total Dynamic Head* (TDH), serta kerugian energi akibat gesekan di dalam pipa dan komponen pendukung lainnya (Kunarto et al., 2025). Ketepatan pemilihan dan kesesuaian kapasitas pompa menjadi faktor penting agar sistem dapat beroperasi secara efisien.

Pada kondisi lapangan saat ini, area CGS X mengalami penurunan laju produksi fluida yang berdampak pada perubahan kebutuhan kapasitas alir (*flow rate*) sistem perpipaan secara signifikan. Penurunan produksi ini menjadi pertimbangan utama bagi perusahaan untuk merelokasi unit pompa eksisting (pompa lama) ke lokasi atau area kerja lain yang membutuhkan kapasitas pemompaan sesuai dengan spesifikasi pompa tersebut. Sebagai konsekuensinya, area CGS X memerlukan pengadaan unit pompa pengganti yang baru, sehingga diperlukan kegiatan resizing pompa untuk menentukan spesifikasi teknis pompa baru yang sesuai dengan kondisi operasi aktual saat ini, baik dari sisi kapasitas (*flow rate*) maupun *Total Dynamic Head* (TDH) yang dibutuhkan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Seiring dengan perubahan kondisi produksi di lapangan, kapasitas aliran dan kebutuhan sistem dapat mengalami perubahan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan pompa beroperasi tidak pada titik efisiensi terbaiknya atau *Best Efficiency Point* (BEP). Operasi yang jauh dari BEP dapat mengakibatkan penurunan efisiensi hidraulik, peningkatan konsumsi energi, serta munculnya getaran dan beban mekanis yang lebih besar pada komponen internal pompa (Aliuly et al., 2024). Dalam jangka panjang, kondisi tersebut dapat mempercepat keausan impeller, shaft, maupun bearing, sehingga meningkatkan risiko kegagalan peralatan dan biaya pemeliharaan (Solihat & Mahendrawan, 2025).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa evaluasi kinerja pompa berdasarkan data operasi aktual mampu memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kesesuaian performa pompa terhadap kebutuhan sistem (Aulia, 2024). Analisis tersebut umumnya mencakup perhitungan debit aktual, *head loss* mayor dan minor, serta penentuan *Total Dynamic Head* yang dibutuhkan sistem. Dalam perhitungan ini, satuan kapasitas produksi yang umum digunakan di lapangan dalam bentuk *barrel oil per day* (BOPD) perlu dikonversi ke satuan *gallon per minute* (GPM) agar dapat disesuaikan dengan standar kurva karakteristik dan spesifikasi teknis pompa sentrifugal yang mengacu pada API Standard 610, yaitu standar internasional yang mengatur persyaratan desain, material, dan unjuk kerja pompa sentrifugal untuk industri minyak, gas, dan petrokimia. Hasil perhitungan TDH dan kapasitas (dalam GPM) tersebut kemudian dibandingkan dengan kurva karakteristik pompa eksisting untuk mengetahui apakah pompa masih bekerja pada daerah efisiensi optimal atau sudah memerlukan penyesuaian kapasitas.

Berdasarkan hasil perhitungan ulang Total Dynamic Head yang dilakukan sebanyak tiga skenario terhadap kondisi operasi terbaru, diperoleh bahwa kebutuhan kapasitas dan *head* pemompaan pada kondisi operasi saat ini ternyata melebihi spesifikasi satu unit pompa lama yang selama ini beroperasi. Hasil ini menunjukkan bahwa pompa eksisting sudah tidak lagi sesuai dengan kebutuhan sistem saat ini, sehingga diperlukan pemilihan spesifikasi pompa baru dengan kapasitas (*flow rate*) dan TDH yang lebih besar dibandingkan spesifikasi pompa lama, agar mampu memenuhi kebutuhan operasi sistem perpipaan secara optimal.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Temuan ini menjadi dasar pertimbangan teknis dalam menentukan spesifikasi pompa pengganti yang akan diusulkan.

Pendekatan ini sejalan dengan prinsip peningkatan efisiensi energi dan keandalan operasi, di mana setiap keputusan teknis didasarkan pada hasil perhitungan dan data aktual di lapangan (Ipieca, 2022). Perusahaan dapat memastikan bahwa pompa yang digunakan benar-benar sesuai dengan kondisi operasi saat ini. Selain meningkatkan efisiensi energi, langkah ini juga berkontribusi terhadap peningkatan umur pakai peralatan serta stabilitas operasi fasilitas produksi.

Dengan demikian, analisis dan perhitungan resizing pompa berdasarkan data operasi aktual merupakan langkah penting dalam memastikan sistem pemompaan di WK Rokan tetap andal, efisien, dan berkelanjutan. Melalui kegiatan ini, PT Pertamina Hulu Rokan dapat terus meningkatkan performa fasilitas produksi, mengoptimalkan konsumsi energi, serta memperkuat perannya sebagai kontributor utama dalam menjaga ketahanan energi nasional.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari pernyataan latar belakang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada evaluasi kinerja pompa *shipping existing* akibat penurunan produksi di CGS X PT Pertamina Hulu Rokan.
2. Analisis dilakukan untuk menentukan ulang kebutuhan kapasitas, *head*, daya, serta kondisi NPSH sistem pada kondisi aktual produksi 15.000 BOPD.
3. Hasil penelitian digunakan sebagai dasar rekomendasi spesifikasi pompa pengganti sesuai standar API 610.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Penelitian difokuskan pada sistem pompa *shipping* di area Duri CGS X milik PT Pertamina Hulu Rokan.

1. Bagaimana pengaruh penurunan tingkat produksi terhadap kinerja aktual pompa *shipping* eksisting berdasarkan parameter operasi seperti kapasitas aliran, tekanan *suction* dan *discharge*, *head* total, dan daya pompa?

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Apakah pompa pengiriman yang lama masih sesuai dengan kebutuhan sistem aktual, atau diperlukan *re-sizing* agar dapat beroperasi lebih optimal dan mendekati *Best Efficiency Point* (BEP)?
3. Bagaimana rekomendasi teknis berdasarkan hasil evaluasi hidraulik sistem pompa *shipping* untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi operasi?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menjawab pertanyaan dari permasalahan yang telah dirumuskan, berikut tujuan penelitian ini:

1. Menganalisis aktual *shipping pump* yang lama pada kondisi produksi terkini berdasarkan parameter operasi seperti kapasitas aliran, tekanan suction dan discharge, *head* total, serta daya pompa.
2. Mengevaluasi kesesuaian spesifikasi pompa eksisting terhadap kebutuhan sistem perpipaan berdasarkan kondisi produksi aktual untuk menentukan apakah pompa masih layak dioperasikan atau memerlukan penggantian.
3. Menentukan spesifikasi pompa pengganti yang sesuai dengan kebutuhan sistem berdasarkan hasil evaluasi hidraulik dan mengacu pada standar API 610.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, baik dari sisi keilmuan maupun penerapannya di lapangan. Secara garis besar, manfaat penelitian ini dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. **Manfaat Teknis**
   a. Memberikan evaluasi teknis terhadap kesesuaian kapasitas pompa sentrifugal berdasarkan kondisi operasi aktual melalui perhitungan *Total Dynamic Head* (TDH) dan efisiensi pompa.
   b. Mengidentifikasi titik operasi pompa terhadap *Best Efficiency Point* (BEP) sebagai dasar peningkatan efisiensi energi dan keandalan sistem pemompaan.
2. **Manfaat Praktis**
   a. Menjadi dasar pengambilan keputusan teknis dalam menentukan apakah pompa eksisting masih layak digunakan atau memerlukan penyesuaian kapasitas.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. Mendukung optimalisasi konsumsi energi dan pengurangan potensi gangguan operasional akibat pompa bekerja di luar kondisi optimal.

3. **Manfaat Akademis**

a. Menerapkan teori mekanika fluida dan mesin fluida pada studi kasus industri secara nyata berbasis data operasi aktual.

b. Menjadi referensi penelitian selanjutnya terkait analisis *pump sizing* dan evaluasi kinerja pompa sentrifugal di sektor migas.

1.6 Sistematika Penulisan

Penjabaran sistematika penulisan berguna untuk memberikan deskripsi mengenai isi dari tiap bab yang membentuk keseluruhan struktur skripsi ini. Adapun rincian sistematika penulisan yang disusun meliputi:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitia, batasan masalah, sistematika penulisan skripsi.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang berkaitan dengan penelitian dan judul yamg diangkat oleh penulis dalam pembuatan skripsi ini.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan pemaparan mengenai metode yang digunakan dalam penulisan dan menyelesaikan skripsi. Bab 3 ini memuat informasi mengenai diagram alir, uraian diagram alir dan metode pemecahan masalah.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan dari penelitian Evaluasi Kinerja dan Kesesuaian Kapasitas Pompa *Shipping* terhadap Kondisi Operasi Aktual sebagai Dasar Penentuan Pompa Pengganti di Fasilitas *Central Gathering Station* Area X Duri *Heavy Oil* PT Pertamina Hulu Rokan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan akhir penelitian dan saran yang direkomendasikan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidraulik sistem pemompaan pada fasilitas Central Gathering Station (CGS) PT Pertamina Hulu Rokan dengan kondisi produksi aktual 15.000 BOPD, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sistem pemompaan shipping crude oil pada fasilitas Central Gathering Station (CGS) X PT Pertamina Hulu Rokan dengan kondisi produksi aktual sebesar 15.000 BOPD, diperoleh debit aliran sebesar 0,0276 m^3/s (99 m^3/jam atau setara 437,5 GPM) pada sisi discharge pompa. Pompa existing yang digunakan memiliki spesifikasi kapasitas 450 GPM, head desain sebesar 1.470 ft, dan digerakkan oleh motor berdaya 300 HP (223,8 kW). Berdasarkan hasil analisis hidraulik menggunakan persamaan Bernoulli yang mempertimbangkan komponen *pressure head*, *elevation head*, *velocity head*, serta *head loss* pada jaringan perpipaan sepanjang ±72,13 km, diperoleh kebutuhan head teoritis sistem sebesar 248,56 m (815,49 ft). Sementara itu, berdasarkan data operasi lapangan yang diperoleh dari tekanan suction sebesar 60 psi dan tekanan discharge sebesar 500 psi, pompa menghasilkan head diferensial aktual sebesar 1.129 ft (344,12 m). Perbedaan yang cukup besar antara kebutuhan head teoritis dengan head aktual menunjukkan bahwa pompa existing masih menghasilkan energi hidraulik yang jauh melebihi kebutuhan sistem pada kondisi produksi saat ini. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pompa existing mengalami oversizing sebagai akibat dari penurunan produksi dibandingkan kondisi saat pompa pertama kali dirancang. Akibatnya, titik operasi pompa bergeser menjauh dari daerah Best Efficiency Point (BEP) sehingga efisiensi operasi berpotensi menurun dan dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko terjadinya getaran, *internal recirculation*, pembebanan radial yang lebih besar, serta percepatan keausan komponen seperti impeller, shaft, bearing, dan mechanical seal. Pada penelitian ini, head aktual berdasarkan data operasi lapangan dipilih

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebagai dasar evaluasi kinerja pompa existing, sedangkan hasil perhitungan menggunakan persamaan Bernoulli digunakan sebagai pembanding untuk menggambarkan kebutuhan head sistem secara teoritis. Pemilihan data operasi lapangan dilakukan karena penelitian ini berfokus pada evaluasi performa pompa yang telah beroperasi (existing pump performance evaluation), bukan pada perancangan (*design*) sistem perpipaan baru. Data tekanan suction dan discharge yang diperoleh langsung dari fasilitas operasi merepresentasikan kondisi nyata (*actual operating condition*) pompa saat beroperasi, sehingga telah mencakup seluruh pengaruh yang terjadi di lapangan, seperti karakteristik operasi sistem, kondisi jaringan perpipaan, perubahan sifat fluida, serta karakteristik performa pompa setelah digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Sementara itu, hasil perhitungan Bernoulli merepresentasikan kebutuhan head sistem berdasarkan model hidraulik teoritis yang dibangun menggunakan asumsi kondisi aliran ideal dan parameter sistem yang tersedia. Oleh karena itu, data aktual dinilai lebih representatif sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi pompa pengganti, karena tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi kemampuan pompa existing pada kondisi operasi riil (*as-is condition*) sehingga pompa hasil *resizing* yang direkomendasikan benar-benar sesuai dengan kebutuhan operasi lapangan.

2. Berdasarkan head aktual pompa sebesar 1.129 ft (344,12 m), diperoleh kebutuhan daya poros (*shaft power*) sebesar 122,55 kW dengan efisiensi pompa sebesar 70%. Selanjutnya, dengan mempertimbangkan efisiensi motor sebesar 93,3%, diperoleh kebutuhan daya motor sebesar 131,35 kW. Mengacu pada ketentuan API Standard 610 mengenai *Power Ratings for Motor Drives*, untuk pompa dengan daya di atas 55 kW digunakan faktor cadangan daya (*service margin*) sebesar 110%, sehingga diperoleh kebutuhan daya motor desain sebesar 144,49 kW (±193,78 HP). Berdasarkan ukuran motor standar yang tersedia di pasaran, dipilih motor dengan kapasitas 200 HP (149,14 kW) sebagai motor penggerak pompa hasil rekomendasi. Dalam penelitian ini, head aktual sebesar 1.129 ft digunakan sebagai dasar evaluasi dan penentuan spesifikasi pompa pengganti, sedangkan hasil analisis menggunakan

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

persamaan Bernoulli tidak digunakan sebagai dasar utama dalam proses *resizing*. Keputusan tersebut diambil karena tujuan penelitian ini bukan untuk melakukan perancangan (*design*) sistem perpipaan baru, melainkan mengevaluasi kinerja pompa shipping existing yang telah beroperasi pada kondisi aktual di lapangan. Persamaan Bernoulli menghasilkan kebutuhan head berdasarkan pendekatan teoritis dengan asumsi kondisi aliran ideal, sehingga nilai yang diperoleh lebih merepresentasikan kebutuhan energi hidraulik sistem. Sebaliknya, data tekanan aktual yang diukur langsung di lapangan telah mencerminkan performa nyata pompa (*actual operating performance*), termasuk pengaruh kondisi operasi yang tidak seluruhnya dapat dimodelkan melalui persamaan teoritis, seperti perubahan karakteristik fluida, kondisi jaringan perpipaan, variasi tekanan operasi, serta penurunan performa pompa akibat umur operasi. Oleh karena itu, penggunaan head aktual dinilai lebih representatif dalam mengevaluasi kemampuan pompa existing dan lebih tepat dijadikan dasar dalam menentukan spesifikasi pompa pengganti agar rekomendasi yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kondisi operasi riil (*as-is condition*) di lapangan.

3. Berdasarkan hasil evaluasi hidraulik, analisis kebutuhan daya, serta klasifikasi pompa sesuai API Standard 610, direkomendasikan penggantian 1 unit pompa shipping existing berdaya 300 HP (223,8 kW) dengan 1 unit pompa multistage tipe BB3 (Between-Bearings, Axially Split), yaitu PumpWorks PW610 BB3 ukuran 3×6×9L konfigurasi 4-stage dengan kapasitas 437,5 GPM dan kemampuan menghasilkan head sebesar 1.180 ft (359,66 m). Pompa tersebut menggunakan motor penggerak 200 HP (149,14 kW) sebagai ukuran motor standar terdekat yang memenuhi kebutuhan daya desain sebesar 144,49 kW (±193,78 HP). Dibandingkan dengan kebutuhan head aktual sistem sebesar 1.129 ft (344,12 m), pompa yang direkomendasikan memiliki margin head sekitar 4,5%, sehingga masih menyediakan cadangan head yang memadai untuk mengantisipasi variasi operasi tanpa menyebabkan kondisi *oversized* yang berlebihan. Penggantian pompa tersebut juga memberikan peningkatan efisiensi energi, yang ditunjukkan dengan penurunan konsumsi energi listrik

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tahunan dari 1.960.488 kWh pada pompa existing menjadi 1.306.466 kWh pada pompa hasil *resizing*, sehingga diperoleh penghematan energi sebesar 654.022 kWh/tahun atau setara dengan penghematan biaya listrik sekitar Rp677.422.908 per tahun berdasarkan tarif listrik industri sebesar Rp1.035,78/kWh. Dengan memperhitungkan tambahan penghematan biaya maintenance sebesar Rp50.000.000 per tahun dan biaya downtime sebesar Rp100.000.000 per tahun, total penghematan operasional mencapai sekitar Rp827.422.908 per tahun. Berdasarkan estimasi investasi penggantian pompa sebesar Rp3.100.000.000, diperoleh Payback Period (PP) sekitar 3,75 tahun apabila menggunakan total penghematan operasional sebesar Rp827.422.908 per tahun. Meskipun periode pengembalian investasi tersebut relatif cukup panjang, penggantian pompa tetap dinilai layak secara teknis karena mampu meningkatkan kesesuaian kapasitas pompa terhadap kebutuhan operasi aktual, meningkatkan efisiensi energi, mengurangi risiko operasi di luar daerah Best Efficiency Point (BEP), serta meningkatkan keandalan sistem distribusi *crude oil* dalam jangka panjang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah diperoleh, beberapa saran teknis dapat diberikan untuk menjamin keberhasilan implementasi desain baru dan keberlanjutan operasional sistem pompa di masa mendatang:

1. Pemilihan pompa harus mengacu langsung pada standar API 610, khususnya dalam hal tipe, material, serta konfigurasi bearing dan seal, untuk memastikan keandalan dan keamanan operasi jangka panjang.
2. Gunakan pompa tipe BB3 (Between-Bearings Multistage, Axially Split) 4 stage karena tipe ini terbukti paling sesuai untuk aplikasi dengan Head tinggi (1.129 ft), viskositas fluida sedang, dan duty cycle berkelanjutan pada sistem distribusi crude oil jarak jauh.
3. Implementasikan sistem kontrol otomatis berbasis PLC dan Variable Frequency Drive (VFD) pada unit pompa untuk mengatur kecepatan operasi, meminimalkan energi terbuang, serta menjaga operasi pada titik efisiensi terbaik (BEP).

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Lakukan verifikasi lanjutan terhadap kurva performa aktual dan nilai Minimum Continuous Stable Flow (MCSF) pompa BB3 4 stage terpilih ke pihak vendor, khususnya untuk memastikan kesesuaian pada titik operasi 437,5 GPM dan TDH 1.129 ft, serta keandalan operasi pada skenario produksi rendah (±10.000 BOPD) yang mendekati batas bawah rentang operasi pompa. Mengingat margin head konfigurasi 4 stage terhadap kebutuhan TDH hasil perhitungan relatif tipis , verifikasi ke vendor menjadi krusial untuk memastikan tidak diperlukan penyesuaian tambahan pada jumlah stage maupun spesifikasi impeller guna memperoleh margin keamanan operasi yang lebih memadai.
5. Sertakan check valve, isolation valve, dan minimum flow bypass line pada setiap unit pompa untuk mencegah backflow, menghindari operasi di bawah debit minimum (Qmin), serta menjaga kestabilan hidrolik sistem.
6. Lakukan pengujian performa (performance test) dan verifikasi kurva pompa dari vendor sebelum instalasi akhir untuk memastikan kesesuaian terhadap kebutuhan aktual lapangan, sesuai persyaratan API 610.
7. Lakukan evaluasi lanjutan terhadap Net Positive Suction Head Available (NPSHa) menggunakan data aktual tekanan suction, tekanan uap fluida pada suhu operasi, dan kerugian head pada pipa suction, untuk memastikan margin keamanan terhadap kavitasi pada konfigurasi pompa baru.
8. Monitoring performa energi secara berkala perlu dilakukan untuk memastikan sistem tetap beroperasi secara efisien, serta untuk mendeteksi dini penurunan performa akibat keausan impeller, perubahan viskositas fluida, atau perubahan kondisi tekanan sistem.
9. Untuk keberlanjutan jangka panjang, terapkan strategi predictive maintenance dengan memanfaatkan sensor getaran, suhu bearing, dan tekanan operasi guna mendukung keandalan sistem pompa dan mencegah kegagalan peralatan secara tidak terencana.
10. Kajian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi potensi pemasangan VFD pada pompa BB3 guna menjaga titik operasi tetap dekat dengan Best Efficiency Point (BEP) apabila laju produksi CGS X berubah di masa mendatang, mengingat hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa kebutuhan TDH

sistem relatif tidak sensitif terhadap perubahan produksi CGS X secara individual (bergeser kurang dari 0,5 ft pada rentang 10.000–15.000 BOPD), sehingga manfaat VFD pada kasus ini lebih condong pada optimalisasi efisiensi operasi dibandingkan pengurangan kebutuhan head secara signifikan.

11. Mengingat payback period hasil evaluasi ekonomis (±3,75 tahun) lebih panjang dibandingkan estimasi awal, disarankan dilakukan kajian pembiayaan lanjutan (capital budgeting) yang turut mempertimbangkan biaya downtime akibat kegagalan pompa existing di masa mendatang, guna memperkuat justifikasi kelayakan investasi penggantian pompa secara menyeluruh.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

Salmon, M., Pattykayhattu, E. B., & Pattiasina, N. H. (2024). Evaluasi kinerja pompa sentrifugal No. 3 pada RPKS II di PPSDM Migas Cepu. Journal Mechanical Engineering, 5(2).

Kunarto, K., Prayoga, M. N. A., et al. (2025). Kajian eksperimental kinerja pompa sentrifugal pada konfigurasi tunggal, seri, dan paralel. Jurnal Teknik Mesin, 14(1).

Aliuly, A., et al. (2024). Hydraulic design and CFD-based parametric study for optimizing centrifugal pump impeller performance. Applied Sciences, 14(22).

Solihat, I., & Mahendrawan, E. (2025). Analisis pompa sentrifugal pada alat uji aliran fluida terhadap daya listrik, daya hidrolis, *Head*loss, dan nilai efisiensi pompa. Jurnal Teknik Mesin Cakram, 9(1).

Aulia, N. F. (2024). Evaluasi kinerja pompa sentrifugal pada sistem thermal oil menggunakan software PSAT. Eksergi, 20(2).

IPIECA. (2022). Pumps: Energy efficiency compendium. Ipieca.

Siregar dan Irfansyah. (2021). Pengaruh Head Losses Mayor Dan Minor Pada Sistem Instalasi Turbin Pelton Skala Mikro. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (JIMT), 1(4), 1-9. http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/download/703/pdf

A. Bahaya and P. Perlindungan Diri Sumber Energi Potensi Bahaya Tindakan Pencegahan. (n.d.). Standard operating procedure shutdown & start up CGS-5 SOP.

Mulyana, S. R., Prayoga, M. A. N., Muhida, R., Riza, M., Surya, I., Pratowo, B., Muhamad, Z., Saputro, H., & Mulyana, M. (2025). Studi eksperimental karakteristik pompa sentrifugal dengan susunan tunggal, seri, dan paralel. Jurnal Teknik Mesin.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Suryaman, D. (2024). Analisis debit air pada pompa sentrifugal dengan variasi bukaan ball valve dan variasi kecepatan putaran motor listrik. Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (JIPTEK), 2(2).

American Petroleum Institute. (2021). API standard 610: Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries (12th ed.).

Sularso, S., & Tahara, H. (2000). Pompa dan kompresor: Pemilihan, pemakaian, dan pemeliharaan. Pradnya Paramita.

IPIECA. (2022). Energy efficiency compendium – Pumps. Ipieca.

Putro, E. P., Widodo, E., Fahruddin, A., & Iswanto, I. (2020). Analisis *Head* pompa sentrifugal pada rangkaian seri dan paralel. Media Mesin: Majalah Teknik Mesin, 21(2), 46–56.

Wibianto, T., Prajogo, S., & Muldiani, R. F. (2021). Perancangan pompa tipe sentrifugal kapasitas 12 L/s pada water treatment plant di PT Panasia Indo Resources. In Proceedings of the 12th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS).

Alamsyah, M. B., & Ningtyas, A. H. P. (2025). Analisa penyebab terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal tipe 6/4D-AH di PT Antam UBPE Pongkor. JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri), 5(3), 313–320.

Sutrisno, A., & Hidayat, T. (2020). Analisis pengaruh kavitasi terhadap getaran dan kerusakan impeller pompa sentrifugal. Jurnal Teknik Mesin, 9(2), 85–92.

Anonim. (2021). Analisis perhitungan daya dan efisiensi pompa sentrifugal pada sistem distribusi fluida industri. Jurnal Rekayasa Mesin, 12(2), 97–105.

Solihat, I., & Mahendrawan, E. (2025). Analisis pompa sentrifugal pada alat uji aliran fluida terhadap daya listrik, daya hidrolis, *Head*loss, dan nilai efisiensi pompa. Jurnal Teknik Mesin Cakram, 6(1), 1–8.

Perry, R. H., & Green, D. W. (2008). Perry's chemical engineers' handbook (7th ed.). McGraw-Hill.

Kurniawan, D., Prasetyo, E., & Wibowo, S. (2023). Analisis kehilangan energi pada sistem perpipaan menggunakan metode Darcy–Weisbach. Jurnal Rekayasa Mesin, 14(1), 45–52.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pratama, R., Setiawan, B., & Saputro, H. (2024). Evaluasi kurva sistem dan kurva pompa pada instalasi pemompaan industri. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 23(1), 12–20.

Hidayat, T., Nugroho, A., & Firmansyah, R. (2023). Analisis karakteristik aliran fluida pada pipa menggunakan metode eksperimen. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 18(2), 101–108.

Dahlan, M., Duma, G. A., Azis, N., Assagaf, I. P. A., Sulfiana, E., & Amaluddin, M. N. H. (2023). Analisis perbandingan kerugian aliran pada pipa jenis PVC dan galvanis dengan menggunakan elbow 90 derajat. Majamecha: Jurnal Teknologi Mekanik, 6(1).

Gaffar, F., Kasmawati, K., Anwar, F., Almidar, H., & Latif, F. (2024). Analisis perbandingan karakteristik aliran terhadap nilai kekasaran pipa yang berbeda. Karajata Engineering Journal, 4(1).

Rennels, D. C., & Hudson, H. M. (2012). Pipe flow: A practical and comprehensive guide. Wiley.sssssss

Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-2). Alfabeta.

Rumaherang, W. M., Refwalu, C., Tupamahu, C. S. E., Sarwuna, S. J. E., & Rumaherang, E. J. (2023). Evaluasi kinerja pompa sentrifugal berkapasitas 600 KL/Hr pada sistem pemompaan minyak. *Jurnal METIKS*, *3*(1), 17–27.

Google Earth. (2026). Citra satelit wilayah Duri–Dumai, Provinsi Riau [Citra satelit]. Google. Diakses pada 6 Juni 2026.

Paramita, N., & Ayende, A. (2024). Evaluasi kinerja pompa sentrifugal feed crude oil P.100/04 di kilang PPSDM Migas Cepu. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, *4*(1), 604–612. https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v4i1.216

Hardani, H., Andriani, H., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2022). *Metode penelitian kualitatif dan* kuantitatif. CV Pustaka Ilmu Group.

Sahir, S. H. (2022). *Metodologi penelitian*. Penerbit KBM Indonesia.

Gomes Jr., M. N., Benites, I. M., Elsherif, S. M., Taha, A. F., & Giacomoni, M. H. (2024). Modeling and design optimization of looped water distribution networks using MS Excel: Developing the open-source X-WHAT model. arXiv. https://arxiv.org/abs/2405.09044

Kordilla, J., Sauter, M., Reimann, T., & Geyer, T. (2019). Pipe roughness identification of water distribution networks: The full turbulent case. arXiv. https://arxiv.org/abs/1908.07794

PumpsDesign. (2020). NPSHA calculation for centrifugal pumps – API 610. https://pumpsdesign.com/npsha/

Swamee, P. K., & Jain, A. K. (1976). Explicit equations for pipe-flow problems. Journal of the Hydraulics Division, 102(5), 657–664. https://doi.org/10.1061/JYCEAJ.000454.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



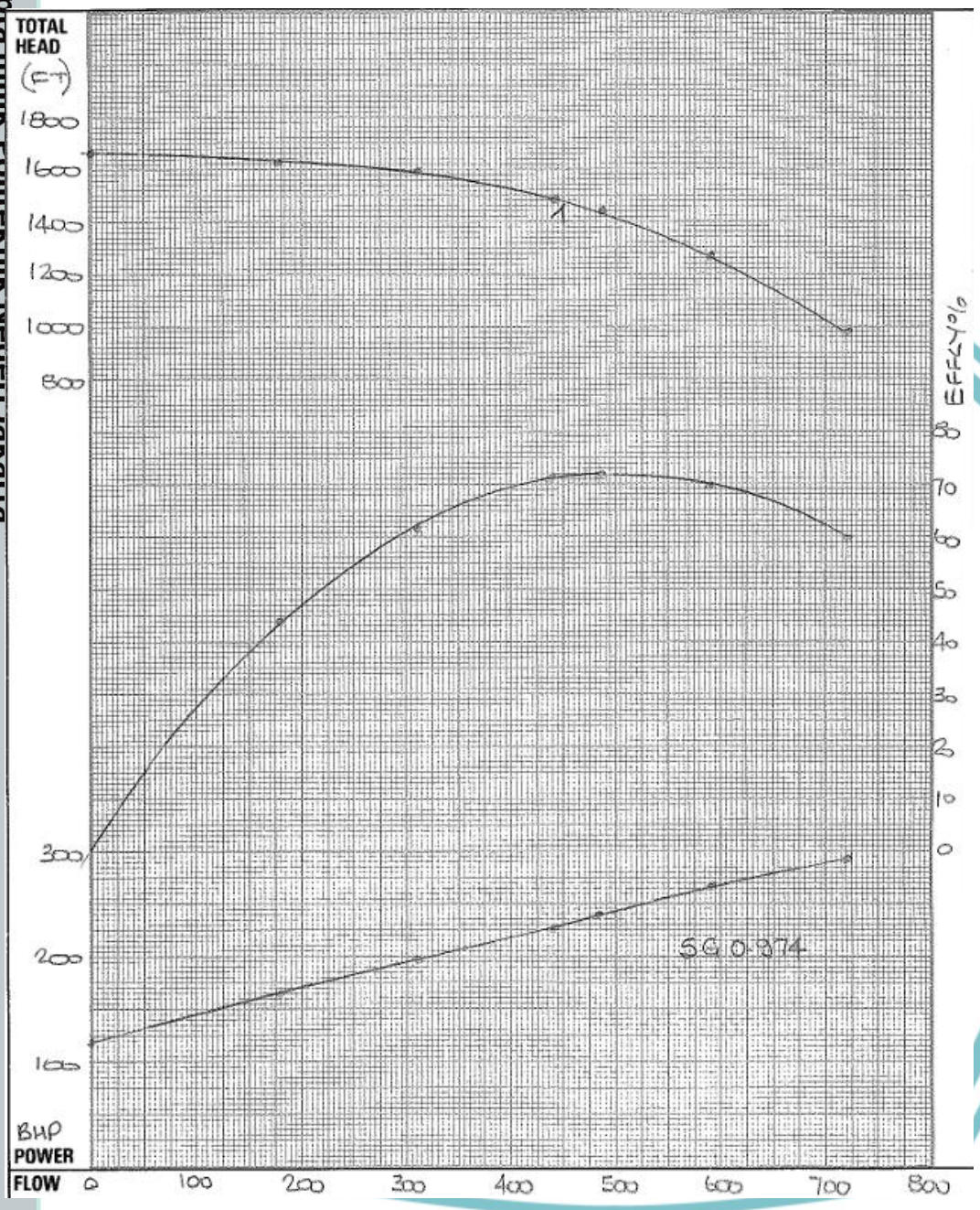
Penulis bernama Daffa Audiya Putra Martadinaya, lahir di Jakarta pada tanggal 2 Maret 2004. Penulis berjenis kelamin laki-laki dan berdomisili di Jl. Dato Tonggara, Kelurahan Kramat Jati, Kecamatan Kramat Jati, Jakarta Timur. Penulis dapat dihubungi melalui surat elektronik daffaaudiya89@gmail.com.

Pendidikan formal penulis dimulai di SD Negeri 25 Kramat Jati pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 20 Jakarta pada tahun 2016 hingga lulus pada tahun 2019. Setelah itu, penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 51 Jakarta dan lulus pada tahun 2022. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat dengan Nomor Induk Mahasiswa 2202441023.

Sebagai bagian dari pelaksanaan program praktik industri atau On the Job Training (OJT), penulis melaksanakan kegiatan di PT Pertamina Hulu Rokan, tepatnya di Central Gathering Station (CGS) X, Komplek PT Pertamina Hulu Rokan, Jalan Jenderal Sudirman, Kelurahan Talang Mandi, Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau 28784. Selama pelaksanaan OJT, penulis mengangkat topik mengenai Analisis Pompa Sentrifugal Pengiriman di CGS X, yang kemudian menjadi dasar dalam penyusunan tugas akhir atau skripsi ini

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Kurva Pompa Lama



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Ilustrasi *Engineering Data Sheet* Kurva Pompa Lama

ENGINEERING DATA SHEET

XYZ Industrial Pumps Ltd · IDP ORDER No.: 9900001 · PAGE 1 OF 3 · REV 0

RAISED BY: B. JOHNSON	RE ISSUE DATE: 22/06/99	GATESHEAD · AT: FAKETOWN
CUSTOMER	CUSTOMER ORDER No.	PROPOSAL No. / DATE
PT. EXAMPLE INDONESIA	**9900001/EXM/UN/PO**	**F2099 / 22.12.99**
PUMP TYPE	CUSTOMER ITEM No.	PUMP SERIAL No.
4 x 125A DA – B4	**EXM-WF-P-A/B/C**	**9900001/1**
QTY: 3 MATL COL: S6	SERVICE: WATER TRANSFER	PUMP ROTATION: CCW
CURVE: 4x125A DA-2-4	DIFF HEAD: 1480 FT	PUMP RPM: 3560
CONTINUOUS FLOW (USGPM)	RT. POWER: 223.5 HP	FWDS ATTCHL: YES
MIN: 450 RATED: 500 MAX: —	S.G. AT P.T.: 0.974	VISC AT P.T.: 0.298 cP
SUCTION PRESSURE (PSIG)	VP AT P.T.: 11.6 PSIA	PUMP TEMP (F): 200
MIN: 0 RTD: — MAX: 0	NPSHR WATER: 11.1 FT	NPSHA PRODUCT: 28 FT
DISCHARGE PRESSURE (PSIG)	SUCTION FLANGE: 6" RF 600#	DISCHARGE FLANGE: 3" RF 900#
MIN: 620 RTD: 620 MAX: 640	SEAL PIPING PLAN No.: 11/61	COOLING PIPING PLAN: NONE
DESIGN PRESSURE: 800 PSIG	VENT & DRAIN PLAN: NONE	BASEPLATE: NONE STD □
BEARINGS: (3) SPECIAL □	COUPLING MAKE & TYPE: SPL	COUPLING GUARD: STD □
BEARING LUBRICATION: RO □	CONSTANT LEVEL OILER: YES □	TEMP. DETECTORS: NO □
MECH SEAL: (4) DURAMETALLIC	MAKE: — CODE: 3" PTO E45EF/VVV	GLAND: STD
DRIVER TYPE: MOTOR (9)	DRIVER FRAME: 449TS	DRIVER RPM: 3560
DRIVER POWER: 300 HP	ENCLOSURE: ELECT. COND. 460/3/60	ROTATION FROM NDE: CCW
LUBE OIL PIPING PLAN: —	WEAR RING CLEARANCE: STD □	STUFFING BOX: STD □
	TEST OR SPECIALS (API — EDITION 7)	
HYDROTEST SPECIAL	HYDROTEST CERTIFICATE	PERFORMANCE TEST CURVE
YES □	**X** □	**X** □
CERTIFIED TEST DATA	DISMANTLE INSPECTION	DIMENSIONAL INSPECTION
X □	**X** □	**X** □
DYNAMIC BALANCED IMPELLER	DYNAMIC BALANCED ROTOR	MATERIAL COMPLIANCE
X □	**X** □	**X** □
MILL TEST CERTIFICATE	NON DESTRUCTIVE TEST	API VIBRATION TEST
X □	**X** □	——
SPECIAL VIBRATION TEST	QC PACKAGE	SPECIAL PAINT
X □	**X** □	**X** □
DISCHARGE ORIFICE: NO □	BYPASS ORIFICE: NO □	MIN BYPASS FLOW: N/A
SPECIFICATIONS APPLICABLE **Calltex Specifications**	INSPECTION AGENTS **N/A**	SIG./DATE **KLQ / 22.12.99**

REVISIONS

REV	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	APPROVED

* Seluruh data pada dokumen ini adalah FIKTIF untuk keperluan ilustrasi akademik.

Tidak mewakili spesifikasi teknis aktual dari perusahaan, produk, atau proyek manapun.

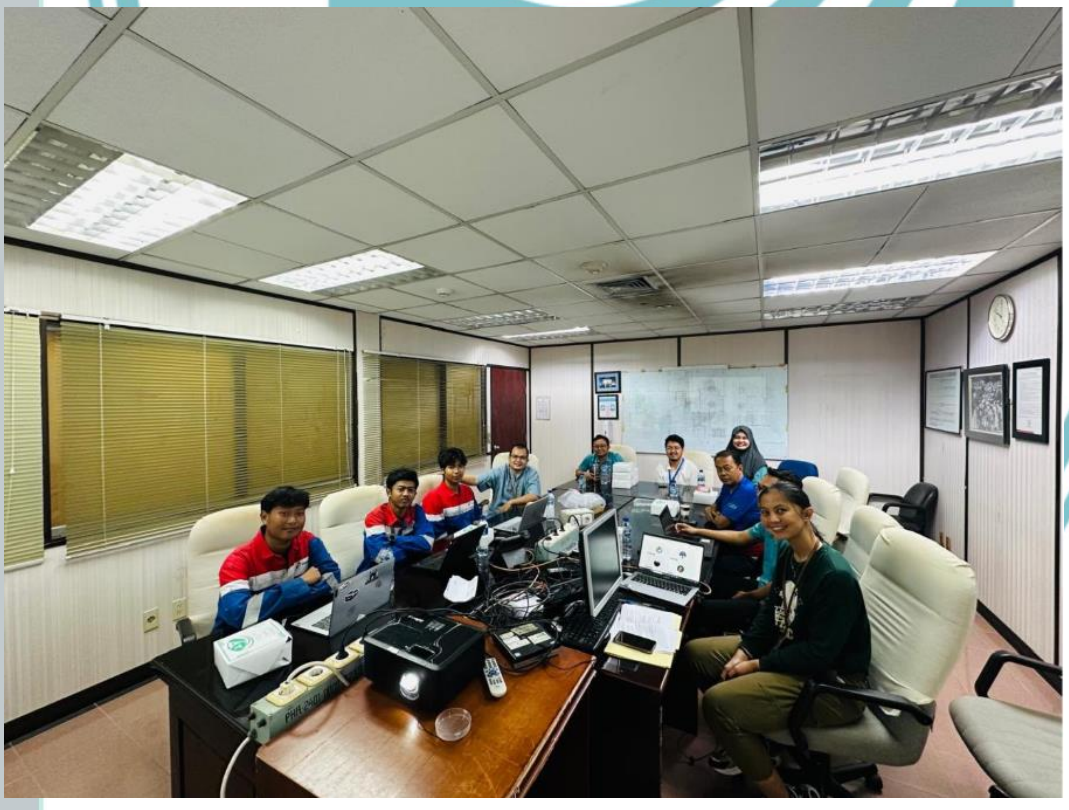
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Dokumentasi Pompa yang Diteliti



Lampiran 5 Diskusi Terkait Data yang Diperoleh Bersama Mentor dan *Engineer*



© Hak Cipta Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Produksi CGS X Bulan Juni 2025

STREAM NUMBERS			1	2	3	4	5	7
DESCRIPTION			TOTAL INCOMING PRODUCTION	INCOMING FLUID TO GAS BOOT	FREE WATER KO. TANK FEED TO TRAIN A,B OR C	OIL RICH EFFLUENT FROM FWKO TANK TRAIN A,B OR C	OIL EFFLUENT FROM WASH TANK TRAIN A,B OR C	DURI CRUDE OIL TO CHARGE PUMP
DESIGN FACTOR			1,3	1.312	1.542	1.74	1,82	1,59
DESIGN FLOW	BPD		865980	288.660	121.800	73.080	150000	150000
	CAPACITY LB/HR							
	GPM				8.240	3.552	2.131	
	SCFM							
OPERATING FLOW	BPD		399.300	399.300	397.200	15.000 BOPD	15.000 BOPD	15.000 BOPD
OPERATING CAPACITY			660.000	660.000				132000
SPECIFIC GRAVITY */MW					0.9512-0.9452	0.9206-0.9139	0.893-0.885	
TEMPERATURE : OPERATING RANGE,		°F	160 - 170	175 - 195	175 - 190	175 - 190	160 - 175	160 - 175
PRESSURE : OPERATING,		PSIG	25	18	8	4	1.980	1080
VISCOSITY : @ 70 °F,		CP			1.6			
VISCOSITY : @ OPERATING TEMPERATURE,		CP	0.627	0.546	0.52 - 0.45	133	133	133
TOTAL HARDNESS AS CA CO3,		PPMF						
DISSOLVED OXYGENT,		PPM OR (OTHER)						
HYDROCARBON CONTENT,		PPM (% VOL.)	17 %	17 %	17 %	60 - 75	>99.00	>99.00
WATER CONTENT,		% VOL.	83 %	83 %	83 %	25 - 40	<1	<17
SOLID CONTENT,		% VOL.			0.43	0.9		
GAS OIL RATIO,		SCF/BBL						
STREAM PH,								
OPERATING GAS FLOW,		SCF						
BRINE CONCENTRATION		%						
DESIGN GAS FLOW,		SCFD (INCL.VAPOR)						

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD	DESIGN ENGR	DESIGN T. LDR	PROJ ENGR	PSI COOR	REFERENCE DRAWINGS
1	26-06-25	NEW SHEET AS PER PSI REVALIDATION 2025	APB	PWW	-			MRA	P.I.D STANDARD LEGENDS ICM-GB-J15127(A-G&J)

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7 Pendekatan Bernolli Menggunakan Perhitungan Excel dari Awal Sampai Akhir

ANALISIS HEAD SISTEM - PERSAMAAN BERNOULLI

1. DATA INPUT SISTEM

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
P1	3.447.378	Pa	500 Psi
P2	1.241.056	Pa	180 Psi
ρ - Densitas Fluida (Density)	900	kg/m3	Densitas fluida yang dipompa (air @25°C ≈ 997-998 kg/m3)
g - Percepatan Gravitasi	9,81	m/s2	Konstanta gravitasi bumi
V1 - Kecepatan Suction	0,38	m/s	Kecepatan aliran pada pipa hisap
V2 - Kecepatan Discharge	8,91	m/s	Kecepatan aliran pada pipa tekan
Z1 - Elevasi Suction	13,27	m	Elevasi titik referensi sisi hisap
Z2 - Elevasi Discharge	1,88	m	Elevasi titik referensi sisi discharge
hL - Total Head Loss (mayor + minor losses)	115,10	m	Ditarik otomatis dari sheet 'Head Loss Mayor & Minor' (Total Mayor + Minor)

2. PERHITUNGAN HEAD SISTEM (RUMUS TURUNAN BERNOULLI)

Parameter	Hasil	Satuan	Rumus
γ - Specific Weight Fluida (γ = ρ × g)	8.824,10	N/m3	Rumus: C8 × C9
Hpressure - Pressure Head	-250,0338	m	Rumus: (C7 - C6) / C18
Hvelocity - Velocity Head	4,0390	m	Rumus: (C11^2 - C10^2) / (2 × C9)
Helevation - Elevation Head	-11,3900	m	Rumus: C13 - C12
hL - Total Head Loss (dari input)	115,0963	m	Rumus: C14 (input)
HTDH - Total Dynamic Head Sistem	**-142,2884**	**m**	Rumus: Hpressure + Hvelocity + Helevation + hL = C19+C20+C21+C22

3. VERIFIKASI PERSAMAAN BERNOULLI LENGKAP

Hp = (P2-P1)/γ + (V2²-V1²)/(2g) + (Z2-Z1) + hL	**-142,2884**

NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

TDH EVALUATION - BERNOULLI VALIDATION & PUMP HEAD CHECK

Sel KUNING (font biru) = INPUT | Sel HIJAU = Link ke sheet lain | Sel putih = hasil rumus | Tujuan: validasi kebutuhan head aktual sistem (Bernoulli) dan kelayakan pompa baru terpilih.

SECTION 1 : INPUT DATA

Parameter	Nilai	Satuan
P1 Pressure	500,00	psi
P2 Pressure	180,00	psi
Specific Gravity, SG	0,9000	-
Elevation Point 1, z1	13,27	m
Elevation Point 2, z2	1,88	m
Velocity Point 1, V1	0,3800	m/s
Velocity Point 2, V2	8,9100	m/s
Head Loss System, hL	115,0963	m
Gravity, g	9,81	m/s2

SECTION 2 : PRESSURE HEAD CONVERSION

Pressure Head (m) = (P × 2.31 / SG) × 0.3048		
P1 Head	391,1600	m
P2 Head	140,8176	m
Reference Pressure Head	0,0000	m

SECTION 3 : VELOCITY HEAD

Hv = V² / (2g)		
Hv1	0,0074	m
Hv2	4,0463	m

SECTION 4 : FULL BERNOULLI EQUATION

P1/γ + V1²/2g + z1 + Hp = P2/γ + V2²/2g + z2 + hL

Parameter	Left Side	Right Side
Pressure Head	391,1600	140,8176
Velocity Head	0,0074	4,0463
Elevation Head	13,2700	1,8800
Head Loss	0,0000	115,0963
Pump Head (Hp)	**-142,5971**	0,0000

Pump Head Result	**-142,5971**	m

SECTION 5 : SURPLUS ENERGY ANALYSIS

Available Energy = P1 Head + z1	404,4300	m
Required Energy = P2 Head + Hv2 + z2 + hL	261,8402	m
Surplus Energy = Available - Required	**-142,5971**	m
Interpretasi Otomatis	Additional pump head required.	

SECTION 6 : ACTUAL SYSTEM HEAD REQUIREMENT

Hsystem = (P2 Head) + (Hv2 - Hv1) + (z2 - z1) + hL

System Head Requirement	**248,5629**	m
System Head Requirement	815,49	ft

SECTION 7 : NEW PUMP VALIDATION

New Pump Head	269.748,00	m
Head Margin = New Pump Head - System Head Requirement	269.499,4371	m
Head Margin = Head Margin(m) / 0.3048	884.184,51	ft
Margin Percentage = (Head Margin / System Head Requirement) × 100%	**108.423,05**	%

SECTION 8 : DECISION TABLE

Parameter	Value
Existing Available Energy (m)	404,4300
Required Energy (m)	261,8402
Surplus Energy (m)	-142,5971
Actual System Head (m)	248,5629
New Pump Head (m)	269.748,00
Margin Head (m)	269.499,4371
Margin Percentage (%)	108.423,05

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. PROPERTI FLUIDA & KEKASARAN PIPA

Parameter	Nilai	Satuan
ρ - Densitas Fluida (crude oil)	900,00	kg/m3
μ - Viskositas Dinamik Fluida	0,0010	Pa.s
e - Kekasaran Absolut (Commercial Steel)	0,0000457	m
e - Kekasaran Absolut (setara mm)	0,0457	mm

2. DATA SEGMEN PIPA & KECEPATAN ALIRAN

Segmen	Nominal (in)	Diameter D (m)	Panjang L (m)	Debit Q (m3/s)	Luas A (m2)	Kecepatan v (m/s)	Velocity Head v²/2g (m)
Pipa 12" [Discharge]	12	0,3048	500	0,0276	0,0730	0,3783	0,0073
Pipa 30" [Trunk]	30	0,7620	70.000	0,2889	0,4560	0,6335	0,0205
Pipa 12" [Transfer]	12	0,3048	1.600	0,2889	0,0730	3,9594	0,7990
Pipa 8" [Delivery]	8	0,2032	30	0,2889	0,0324	8,9086	4,0450

3. BILANGAN REYNOLDS & FAKTOR FRIKSI (SWAMEE-JAIN)

Segmen	Bilangan Re (-)	Kekasaran Relatif e/D (-)	Faktor Friksi f (-)
Pipa 12" [Discharge]	103.764	0,000150	0,01861
Pipa 30" [Trunk]	434.455	0,000060	0,01424
Pipa 12" [Transfer]	1.086.138	0,000150	0,01411
Pipa 8" [Delivery]	1.629.208	0,000225	0,01471

4. HEAD LOSS MAYOR (DARCY-WEISBACH)

Segmen	L/D (-)	hf Mayor (m)
Pipa 12" [Discharge]	1.640,42	0,2226
Pipa 30" [Trunk]	91.863,52	26,7608
Pipa 12" [Transfer]	5.249,34	59,1765
Pipa 8" [Delivery]	147,64	8,7871
Total Head Loss Mayor		**94,9470**

5. HEAD LOSS MINOR (METODE KOEFISIEN K - FITTING/VALVE)

Segmen	ΣK Fitting/Valve (-)	hminor (m)
Pipa 12" [Discharge]	7,88	0,0575
Pipa 30" [Trunk]	12,82	0,2622
Pipa 12" [Transfer]	13,68	10,9306
Pipa 8" [Delivery]	2,20	8,8991
Total Head Loss Minor		**20,1493**

6. TOTAL HEAD LOSS SISTEM (hL)

Total Head Loss Mayor	94,9470
Total Head Loss Minor	20,1493
TOTAL HEAD LOSS SISTEM (hL = Mayor + Minor)	**115,0963**

7. RINGKASAN HEAD LOSS PER SEGMEN

Segmen	Diameter (m)	Panjang (m)	Kecepatan (m/s)	f (-)	hf Mayor (m)	hf Minor (m)	Total (m)
Pipa 12" [Discharge]	0,3048	500	0,3783	0,01861	0,2226	0,0575	**0,2801**
Pipa 30" [Trunk]	0,7620	70.000	0,6335	0,01424	26,7608	0,2622	**27,0230**
Pipa 12" [Transfer]	0,3048	1.600	3,9594	0,01411	59,1765	10,9306	**70,1070**
Pipa 8" [Delivery]	0,2032	30	8,9086	0,01471	8,7871	8,8991	**17,6862**

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8 Perhitungan Daya Pompa Menggunakan Total Head yang Diperoleh dari Data Aktual

SECTION 1 : INPUT DATA		
344,12	**Nilai**	**Satuan**
Flow Rate, Q	**0,0276**	m3/s
Total Dynamic Head, H (TDH)	344,1200	m
Fluid Density, ρ	899,50	kg/m3
Gravity, g	9,81	m/s2
Pump Efficiency, ηpump	**0,7500**	-
Motor Efficiency, ηmotor	**0,9300**	-
Service Factor (API 610)	**0,1500**	-

SECTION 2 : PUMP SHAFT POWER		
P_shaft = (ρ × g × Q × H) / ηpump		
P_shaft (W)	111.745	W
P_shaft (kW)	**111,74**	kW

SECTION 3 : MOTOR POWER		
P_motor = P_shaft / ηmotor		
P_motor (kW)	**120,16**	kW

SECTION 4 : DESIGN MOTOR POWER (API 610)		
P_motor_design = P_motor × (1 + Service Factor)		
Design Motor Power (kW)	**138,18**	kW

SECTION 5 : HORSE POWER CONVERSION		
HP = P_motor_design × 1.341		
Required Motor HP	**185,30**	HP

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta

Lampiran 9 API 12th Edition halaman ke 14 Penjelasan tentang klasifikasi tipe identifikasi Pompa

Table 1—Pump Classification Type Identification

Pump Type [a]			Description		Type Code
Centrifugal pumps	Overhung	Flexibly coupled	Horizontal	Foot-mounted	OH1
				Centerline-supported	OH2
			Vertical in-line with bearing bracket	—	OH3
		Rigidly coupled	Vertical in-line	—	OH4
		Close-coupled	Vertical in-line	—	OH5
			High-speed integrally geared	—	OH6
	Between-bearings	1- and 2-stage	Axially split	Foot-mounted	BB1-A
			Axially split	Near-centerline mounted	BB1-B
			Radially split	Centerline supported	BB2
		Multistage	Axially split	Near-centerline supported	BB3
			Radially split	Single casing	BB4
				Double casing	BB5
	Vertically suspended	Single casing	Discharge through column	—	VS1
				—	VS2
				—	VS3
			Separate discharge pipe	Line shaft	VS4
				Cantilever shaft	VS5
		Double casing	Radially split	—	VS6
				—	VS7

[a] Illustrations of the various types of pump are provided in 4.2.2.

4.2.2 Pump Designations and Descriptions

4.2.2.1 General

The figures that follow in this section are generic and informative. They are not meant to show construction details or specific features.

4.2.2.2 Pump Type OH1

Foot-mounted, single-stage overhung pumps shall be designated pump type OH1 (Figure 1). (This type does not meet all the requirements of this standard; see Table 3.)

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 10 API 12th Edition halaman ke 73 Penjelasan tentang Persentase kekuatan rating untuk motor penggerak

7.1.4.3 Special-purpose medium- and high-voltage induction motors shall be in accordance with API 541 [500 hp (373 kW) and larger].

NOTE API 541 and API 547 are applicable to either NEMA or IEC and ISO, as specified. IEEE 841 is available as NEMA only, as there is no equivalent IEC or ISO standard to IEEE 841 at this time. The purchaser and vendor agree on the requirements in this case.

7.1.5 Motors shall have nameplate power ratings, excluding the service factor (if any), at least equal to the percentages of power at pump rated conditions given in Table 12. However, the power at rated conditions shall not exceed the motor nameplate rating. The smallest acceptable motor power rating to be supplied is 5 hp (4 kW). If it appears that this procedure leads to unnecessary oversizing of the motor, an alternative proposal shall be submitted for the purchaser's approval.

Table 12—Power Ratings for Motor Drives

Motor Nameplate Rating		Percentage of Rated Pump Power
hp	kW	%
< 30	< 22	125
30 to 75	22 to 55	115
> 75	> 55	110

7.1.6 The purchaser shall specify the type of motor, its characteristics, and the accessories, including the following:

a) electrical characteristics;

b) starting conditions (including the expected voltage drop on starting);

c) type of enclosure;

d) SPL;

e) area classification, based on IEC 60079 or API 500;

f) type of insulation;

g) required service factor;

h) ambient temperature and elevation above sea level;

i) transmission losses;

j) temperature detectors, vibration sensors and heaters, if these are required;

k) vibration acceptance criteria;

l) applicability of IEC 60034-1, IEC 60034-2-1, API 541, API 547, or IEEE 841.

7.1.7 Unless otherwise specified, the motor shall be capable of accelerating the pump to rated speed at 80 % voltage against a closed discharge valve.

NOTE Some pumps are equipped with bypasses, in which case alternative starting conditions can be used.

7.1.8 Unless otherwise specified, motors for vertical pumps shall have solid shafts. Motors shall meet the shaft and base tolerances shown in Figure 36.

user: LUIS A. LOPEZ