



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENINGKATAN KINERJA
SISTEM INSTALASI PENGIRIMAN MINYAK
PT PERTAMINA EP
REGION JAWA AREA CEPU
DISTRIK I KAWENGAN**

SKRIPSI

MAHENDRA A.

04 04 02 0517

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
DEPOK
GENAP 2008 / 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENINGKATAN KINERJA
SISTEM INSTALASI PENGIRIMAN MINYAK
PT PERTAMINA EP
REGION JAWA AREA CEPU
DISTRIK I KAWENGAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

MAHENDRA A.

04 04 02 0517

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
GENAP 2008 / 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mahendra A

NPM : 0404020517

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh : PT Pertamina EP Region Jawa Area Cepu.
Nama : Mahendra A.
NPM : 0404020517
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Peningkatan Kinerja Sistem Instalasi Pengiriman
Minyak di
PT Pertamina EP Region Jawa Area Cepu Distrik I
Kawengan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng. ()
Penguji : Dr. Ir. Warjito, M.Eng. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir Budiarmo, M.Eng. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng. M.Sc. ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 17 Juli 2009

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mahendra A.
NPM : 0404020517
Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENINGKATAN KINERJA SISTEM INSTALASI PENGIRIMAN
MINYAK PT PERTAMINA EP REGION JAWA AREA CEPU
DISTRIK I KAWENGAN**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 17 Juli 2009

Yang menyatakan

(Mahendra A.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, atas berkah dan bimbingan dari yang maha kuasa, Allah SWT, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tak lupa penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain:

1. Istri saya yang telah memberikan semangat, dorongan, doa, dan bantuan baik secara materiil dan moriil kepada penulis.
2. Ayahanda dan Ibunda serta Orang Tua dari Istri saya, yang tidak pernah lelah memberikan doa, nasihat, semangat, dorongan, dan dukungan baik secara moriil mapun materiil kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Harinaldi M.Eng dan Bapak Agus Hartono selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing serta menjadi referensi utama dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak M. Nurandi S. selaku General Manager bidang Pemeliharaan wilayah sumatera yang telah memberikan bantuan dan bimbingan serta menjadi referensi dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Departemen Teknik Mesin, yang telah banyak memberikan saran dan kritik yang membangun kepada penulis.
6. Pekerja-pekerja PT Pertamina EP Region Jawa Area Cepu, yang telah banyak membantu dan memberikan dorongan baik secara materiil maupun moriil dalam pengambilan data, penelitian, dan penulisan skripsi kepada penulis.
7. Nidhom Asy'ari, teman seperjuangan, *partner* kerja, yang selalu menemani dan banyak membantu dalam menyelesaikan penulisan dan penelitian skripsi ini.
8. Seluruh karyawan Departemen Teknik Mesin yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman Mesin angkatan 2004, yang telah memberikan dorongan serta motivasi dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

10. Teman-teman mesin angkatan 2003 dan 2005, yang telah memberikan dorongan serta motivasi dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Serta teman-teman dan pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Terima kasih atas dukungan baik moriil dan materiil yang telah diberikan kepada penulis hingga dapat terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan didalam penelitian dan penyampaian laporan skripsi ini. Baik dalam pengumpulan informasi dan pengolahan data yang didapatkan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi pembaca agar menjadi masukan bagi penulisan karya ilmiah selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat ilmu pengetahuan serta berguna bagi penelitan selanjutnya dimasa depan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Depok, 17 Juli 2009

Mahendra A.

NPM 04 04 02 0517

ABSTRAK

Nama : Mahendra A.
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Peningkatan Kinerja Sistem Installasi Pengiriman Minyak di
PT Pertamina EP Region Jawa Area Cepu Distrik I Kawengan

Minyak Bumi merupakan sumber daya alam yang paling banyak dimanfaatkan di seluruh dunia, salah satunya adalah Indonesia. Minyak Bumi dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar. Pengambilan sumber energi minyak bumi membutuhkan sistem instalasi yaitu mesin fluida dan pipa. Pengiriman minyak yang dilakukan adalah sumur produksi menuju SP (Station Pengumpul) menuju SPU (Station Pengumpul Utama) menuju PPP (Pusat Pengumpul Produksi) di Menggung. SP Menggunakan pompa sentrifugal dan SPU menggunakan pompa torak. Pengiriman bahan bakar mentah (minyak mentah) mengalami kendala yaitu kondisi mesin fluida, pipa, serta zat fluida yang merupakan campuran minyak mentah dengan zat-zat yang terkandungnya serta zat padat berupa butiran pasir halus. Zat-zat tersebut merupakan penghambat sistem instalasi pengiriman minyak.

Untuk mengatasi permasalahan diatas metode yang diambil dalam penelitiannya adalah metode peningkatan efisiensi instalasi. Upaya ini tetap menggunakan fasilitas yang ada namun kinerjanya ditingkatkan. Analisis yang dilakukan menggunakan formula Hazen-Williams yang menghubungkan head loss sebagai fungsi dari peningkatan efisiensi daya pompa dan sistem melalui beberapa skenario perubahan. Skenario perubahan secara umum adalah perubahan daya dan skenario perubahan sistem. Untuk skenario pada SPU dilengkapi dengan perubahan pompa dari tunggal menjadi pompa seri dengan penambahan pompa dengan merk dan tipe yang sama.

Secara aktual dari hasil penelitian maka pompa sentrifugal memiliki efisiensi sebesar 78 % dan pompa torak memiliki efisiensi sebesar 79 %. Perubahan pada SP 2 menggunakan skenario 2 yaitu pengurangan kecepatan putar pada poros. Perubahan pada SPU menggunakan skenario 3 yaitu penambahan satu pompa yang dipasangkan secara seri.

Kata Kunci :
Efisiensi, Peningkatan Kerja, Sistem Installasi

ABSTRACT

Name : Mahendra A.
Study Program : Mechanical Engineering
Title : Improvement of the performance of crude oil transportation
Installation System on PT Pertamina EP Region Java Field Cepu
District I Kawengan.

Crude oil is nature resources from the earth in which benefit in all countries, one of them is Indonesia. Crude oil utility for fuel energy. Have crude oil need installation system is fluid machine and pipe. Transportation system in use is well production to SP (recipient station) to SPU (Primary recipient station) to PPP (centre of primary recipient) at Menggung. SP used centrifugal pump for transportation crude oil and SPU used hydraulic piston pump. Crude oil transportation have some problem is machine fluid condition, pipe condition, fluid substance constitute mixture of crude oil and dense substance in which is smooth sand. That's substance is system obstruction for transportation crude oil on land.

For solved that problem method will be taken on research is improvement of the performance installation efficiency. This means is with use same facility but the performance is improve. Analysis by Hazen-Williams formula is to be mesh with loss as function from improvement efficiency pump and the system by means of modification any scenario. General change modification is power and system. The scenario for SPU have some modification from one pump to two pump where that design of two pump is seri.

The actual from research result, centrifugal pump have efficiency in the amount of 78 % and hydraulic piston pump have efficiency in the amount of 79 %. The change to SP 2 is use with second scenario where declension of the radius speed. The change to SPU is use with third scenario where add one pump and bunched with seri.

Key words:

Efficiency, Improvement of the Performance, Installation System

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pernyataan Orisinalitas	
Lembar Pengesahan	
Ucapan Terima Kasih	
Lembar Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	
Abstrak	
Abstract	
Daftar Isi	i
Daftar Gambar	iii
Daftar Tabel	v
Daftar Lampiran	vi
Bab I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	5
I.3. Tujuan Penelitian	6
I.4. Pembatasan Masalah	6
I.5. Metodologi Penelitian	6
I.6. Sistematika Penulisan	8
Bab II. Dasar Teori	9
II.1. Dasar Teori Pompa	9
II.1.1 Pompa Sentrifugal	9
II.1.1.1. Penjelasan Umum	9
II.1.1.2. Kavitasi	11
II.1.1.3. Tinjauan Teoritis	12
II.1.2 Pompa Torak	19
II.1.2.1. Penjelasan Umum	19
II.1.2.2. Tinjauan Teoritis	20
II.2. Dasar Teori Pipa	23

II.2.1. Penjelasan Umum.....	23
II.2.2. Tinjauan Teoritis	24
II.3. Sifat-sifat Fluida	29
Bab III. Data dan Analisa Hasil Penelitian	31
III.1. Data Penelitian	32
III.1.1. Data SP 2	32
III.1.2. Data SPU	35
III.1.3. Data Pipa	37
III.1.4. Data Zat Cair	38
III.2. Pengolahan Data	38
III.2.1. Pengolahan Data Station Pengumpul	40
III.2.2. Material Pipa	44
III.2.3. Fluida Minyak Mentah	47
III.3. Pembahasan	48
III.3.1. SP 2	49
III.3.2. SPU	50
III.3.3. Material Pipa	50
III.3.4. Fluida Minyak Mentah	51
Bab IV. Peningkatan Kinerja Sistem Instalasi Fluida	52
IV.1. Peningkatan Kinerja Sistem Instalasi Fluida SP 2	52
IV.2. Peningkatan Kinerja Sistem Instalasi Fluida SPU	56
Bab V. Penutup	62
V.1. Kesimpulan	62
V.2. Saran	63
Daftar Referensi	64
Lampiran	65

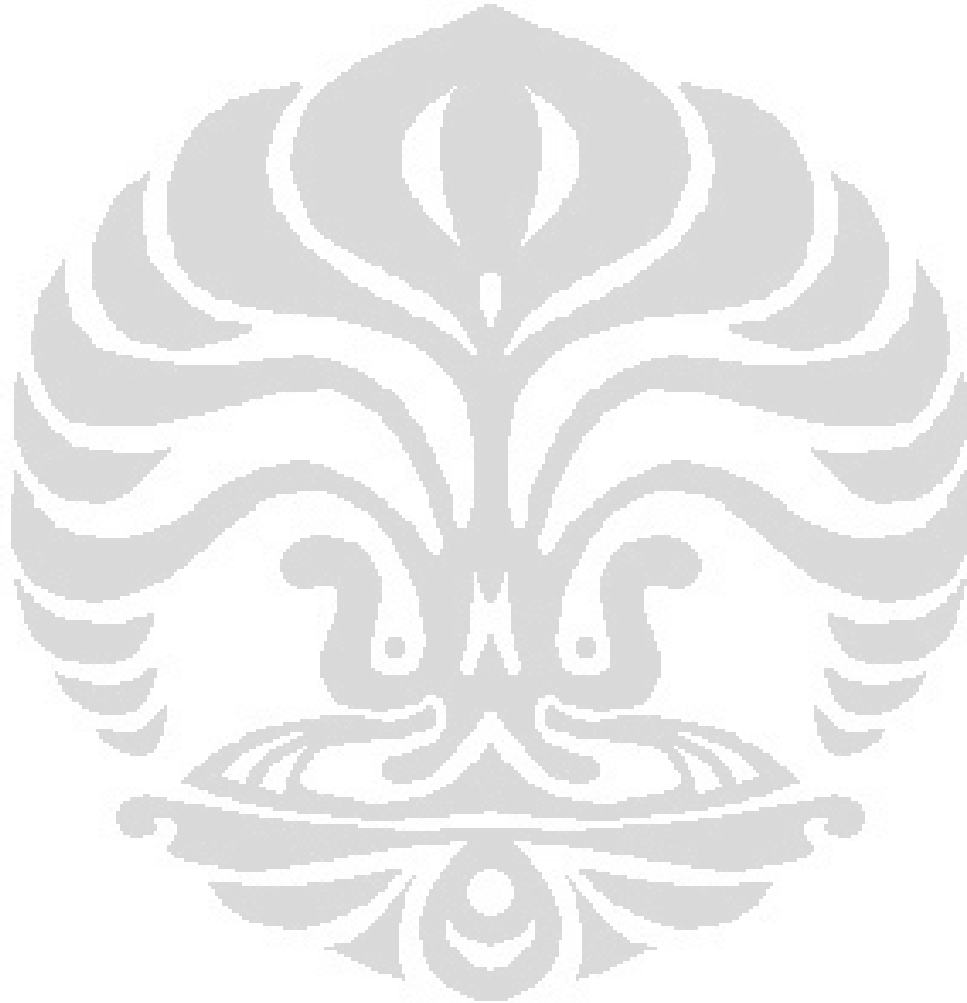
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Skema wilayah PT Pertamina (EP)	1
Gambar 1.2. Peta Transfer Minyak	3
Gambar 1.3. Pompa Torak	4
Gambar 1.4. Pompa Sentrifugal	4
Gambar 1.5. Pipa	4
Gambar 1.6. Station Pengumpul 2	5
Gambar 1.7. Skema metodologi penelitian	7
Gambar 2.1. Sketsa pompa sentrifugal	9
Gambar 2.2. Pompa sentrifugal single stage	10
Gambar 2.3. Impeller dan rumah keong	10
Gambar 2.4. Pompa Tingkat Ganda	10
Gambar 2.5. Skema Pompa sentrifugal tingkat ganda	10
Gambar 2.6. Asap Akibat kavitasi	11
Gambar 2.7. Diagram kecepatan impeller pompa sentrifugal	12
Gambar 2.8. NPSH yang tersedia	13
Gambar 2.9. Head Pompa (1)	16
Gambar 2.10. Head Pompa (2)	17
Gambar 2.11. Pompa torak single acting dan double acting	20
Gambar 2.12. Skema reciprocating pump satu langkah	21
Gambar 2.13. Skema reciprocating pump dua langkah	22
Gambar 2.14. Bilangan Reynold	25
Gambar 2.15. Kerugian gesek pada pipa lurus	26
Gambar 2.16. Diagram $C=100$	28
Gambar 2.17. Diagram Fasa Fe-C	29
Gambar 2.18. Fluida minyak mentah	30
Gambar 3.1. Skema aliran minyak	31
Gambar 3.2. Motor elektrik	32
Gambar 3.3. Tangki pengujian SP 2	32

Gambar 3.4. Mistar Panjang	33
Gambar 3.5. Tangki 3	35
Gambar 3.6. Tangki 5	35
Gambar 3.7. Tangki 2	35
Gambar 3.8. Material Pipa	38
Gambar 3.9. Terkikisnya bagian permukaan pipa bagian luar	38
Gambar 3.10. Pengujian minyak mentah	38
Gambar 3.11. Alat pengukur tekanan	39
Gambar 3.12 Diagram Karakteristik Head Pompa Mission	41
Gambar 3.13 Diagram Karakteristik Daya Pompa Mission	41
Gambar 3.14 Diagram Karakteristik Pompa Mission	42
Gambar 3.15 Diagram Karakteristik Head Pompa Torak	43
Gambar 3.16 Diagram Karakteristik Daya Pompa Torak	43
Gambar 3.17 Diagram Karakteristik Pompa Torak	44
Gambar 3.18. Alat optical emission spectrometer	44
Gambar 3.19. Hasil pengujian komposisi struktur material	45
Gambar 3.20. Mesin Uji edaxs	46
Gambar 3.21. Pengujian bagian luar material	47
Gambar 3.22. Pengujian bagian dalam material	47
Gambar 3.23. Perbedaan debit pompa dan pengaruhnya terhadap suhu	48
Gambar 3.24. Skema aliran SP 2	49
Gambar 3.25. Skema aliran SPU	50
Gambar 4.1. Percabangan pada pipa	53
Gambar 4.2 Diagram Karakteristik Perubahan Head	54
Gambar 4.3 Diagram Karakteristik Perubahan Daya	56
Gambar 4.4 Diagram Karakteristik Pompa Gaso	58
Gambar 4.5 Diagram Karakteristik perubahan daya	59
Gambar 4.6 Rangkaian pompa seri dari SPU ke PPP	60
Gambar 4.7 Diagram Karakteristik pompa torak rangkaian seri	61

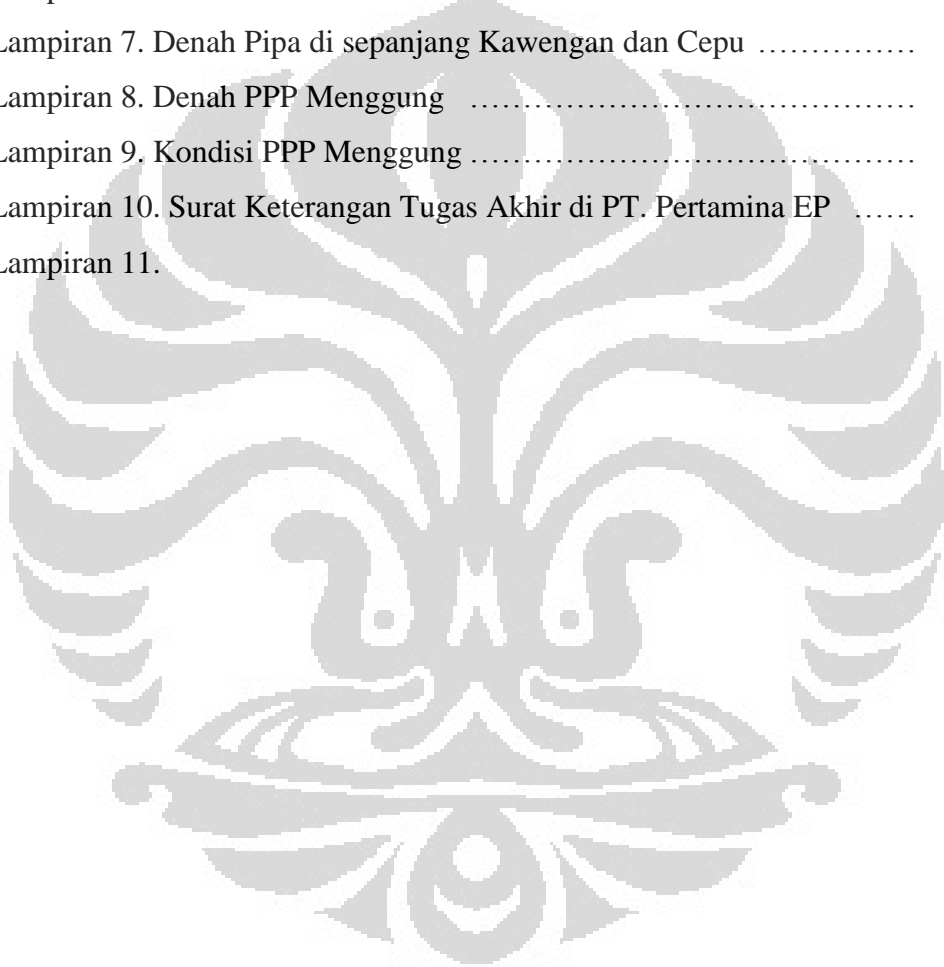
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel hubungan ketinggian dan tekanan pada tekanan standar	15
Tabel 2.2. Kondisi pipa dan harga C	28
Tabel 3.1. Hasil pengujian komposisi struktur material	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data ketinggian dan lokasi SP di Wilayah Kawengan	64
Lampiran 2. Peta Situasi Sumur Minyak Wilayah Kawengan	65
Lampiran 3. Denah SP 2	66
Lampiran 4. Kondisi SP 2	67
Lampiran 5. Denah SPU	68
Lampiran 6. Kondisi SPU	69
Lampiran 7. Denah Pipa di sepanjang Kawengan dan Cepu	70
Lampiran 8. Denah PPP Menggung	71
Lampiran 9. Kondisi PPP Menggung	72
Lampiran 10. Surat Keterangan Tugas Akhir di PT. Pertamina EP	73
Lampiran 11.	

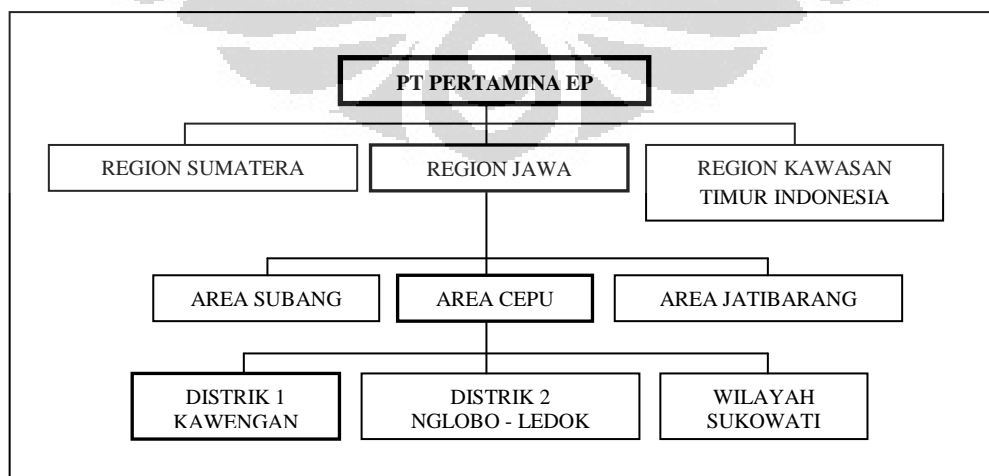


BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi. Minyak bumi di Indonesia adalah sumber daya alam yang dikuasai oleh negara dibawah pengawasan BP MIGAS (Badan Pengawasan Minyak dan Gas Bumi). BP MIGAS mengawasi perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang perminyakan di Indonesia yang salah satunya adalah perusahaan tambang Pertamina.

PT Pertamina (persero) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang perminyakan dimana perusahaan ini mengambil dan mengolah minyak bumi. PT Pertamina yang mengambil dan mengolah minyak bumi di Indonesia adalah PT Pertamina EP (Eksplorasi – Produksi). PT Pertamina EP terbagi dalam tiga region yaitu Region Sumatera, Region Jawa, dan Region KTI (Kawasan Timur Indonesia). Region Jawa terbagi atas tiga area yaitu Area Subang, Area Jatibarang, dan Area Cepu. Area Cepu terdiri atas dua distrik dan satu wilayah yaitu Distrik 1 Kawengan, Distrik 2 Nglobo – Ledok, dan Wilayah Sukowati. Sebagaimana dijelaskan dalam gambar 1.1 yang merupakan gambar skema wilayah PT. Pertamina EP. Distrik 1 kawengan memiliki wilayah yang luas dan merupakan eksplorasi terbanyak di Area Cepu sehingga kegiatan yang terpadat adalah di Distrik 1 Kawengan.

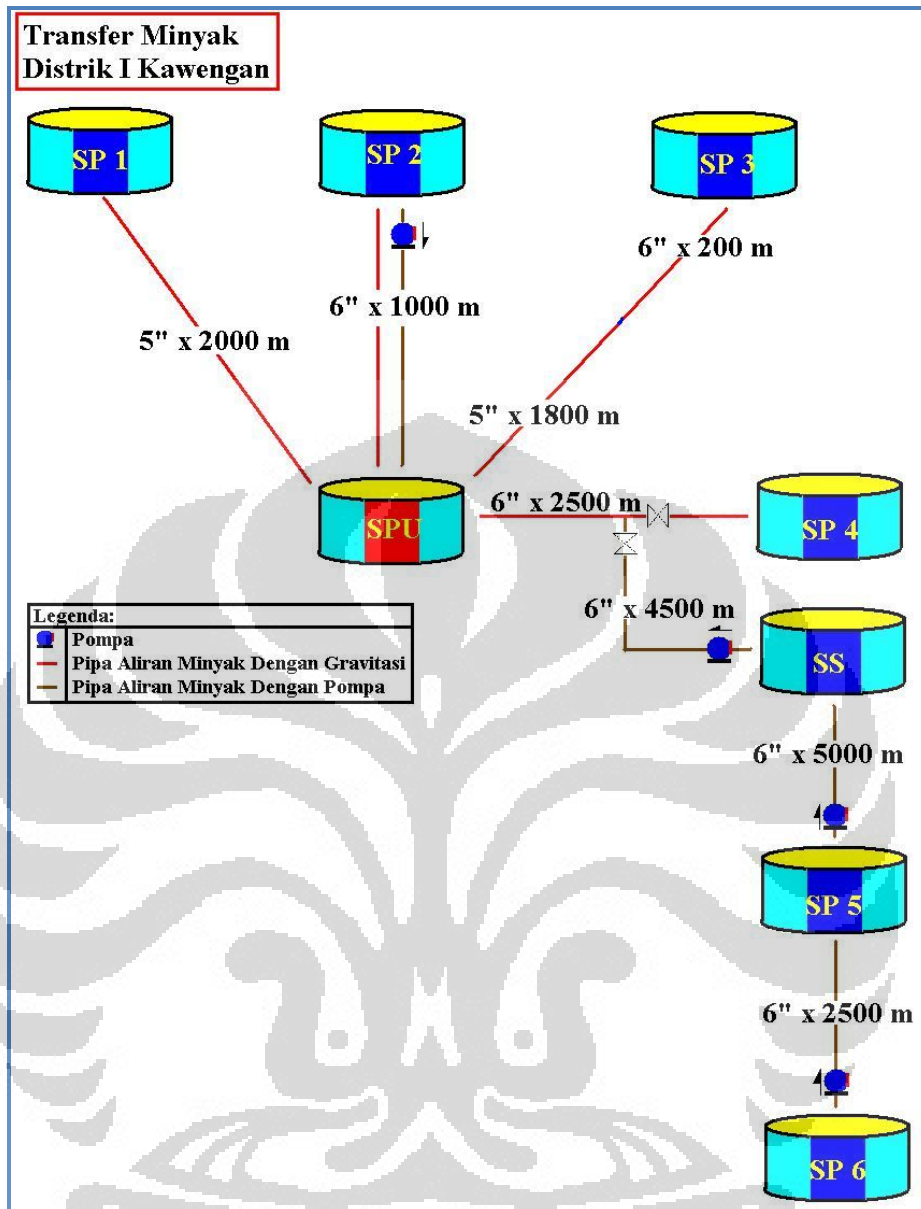


Gambar 1.1. Skema wilayah PT. Pertamina (EP)

Distrik 1 Kawengan memiliki struktur wilayah dengan panjang ± 15 Km dan lebar ± 3 Km, dimana memiliki ketinggian 254 m di atas permukaan laut. Wilayah ini memiliki ± 200 sumur dimana terdapat 49 sumur yang masih berproduksi dan memiliki kedalaman sumur antara 600 sampai dengan 1100 m dari permukaan tanah pada setiap sumur. Pendistribusian minyak dari dalam sumur menggunakan unit pemompaan diantaranya pompa angguk dan ESP (Electric Submersible Pump) yang berfungsi memompa minyak dari dalam bumi ke permukaan untuk kemudian di teruskan ke station pengumpul.

Distrik 1 Kawengan memiliki enam station pengumpul (SP) dan sebuah sub station (SS) yang memiliki fungsi sama yaitu mengumpulkan hasil produksi dari tiap-tiap sumur yang kemudian dialirkan menuju station pengumpul utama (SPU). SP 6 mengalirkan hasil produksi (minyak mentah dan limbah produksi) dari sumur yang kemudian dipompakan menuju SP 5. SP 5 mengumpulkan hasil produksi (minyak mentah dan limbah produksi) dari sumur dan SP 6 ke SS. SS mengumpulkan hasil produksi dari sumur, kemudian memisahkan antara hasil produksi (minyak mentah) dengan limbah produksi (Air Asin). Hasil produksi (Minyak mentah) dipompakan menuju SPU sedangkan limbah produksi diinjeksikan kembali ke dalam sumur, hal ini bertujuan agar minyak yang terdapat didalam sumur akan terangkat yang disebabkan perbedaan berat jenis (*density*). SP 1, SP 2, SP 3, dan SP 4 menyalurkan hasil produksi (minyak mentah dan limbah produksi) dari sumur menuju ke SPU. Dilihat pada gambar 1.2. dimana gambar tersebut menjelaskan skema pendistribusian minyak di Kawengan.

Di SPU hasil produksi antara minyak mentah dengan limbah produksi dipisahkan. Hasil produksi yang berupa minyak mentah dipompakan menuju PPP (Pusat Pengumpulan Produksi) di Menggung, Cepu. Sedangkan yang berupa limbah produksi dipompakan menuju SP 1 dan SP 4, pada SP 4 limbah produksi dipompakan kembali menuju SS yang kemudian diinjeksikan ke dalam sumur WI (*Water Injection*).



Gambar 1.2. Peta Transfer Minyak

Pompa yang digunakan di Distrik 1 Kawengan yang berfungsi sebagai pompa pemindahan hasil produksi adalah pompa pompa torak (Gambar 1.3) dan centrifugal (Gambar 1.4). Pompa centrifugal digunakan di SP 5, SP 2, dan SS. Pompa centrifugal yang digunakan di SP 5 dan SS berjenis *multiple stage* dan pompa yang digunakan di SP 2 berjenis *single stage*. Pompa torak digunakan di SPU dan SP 6. Pompa torak yang digunakan di SP 6 dan SPU adalah pompa torak yang bermerk GASO dengan mesin penggerak berbahan bakar gas dengan merk Caterpillar.



Gambar 1.3. Pompa Torak



Gambar 1.4. Pompa Centrifugal

Pipa yang digunakan adalah bertipe *carbon steel* (baja karbon) seperti ditunjukkan pada gambar 1.5. Pipa berfungsi sebagai saluran yang mengarahkan fluida dari tempat satu ke tempat yang lainnya. Karena fluida berbentuk cair yang mengisi suatu wadah / tempat maka fluida ini memerlukan wadah yang mengarahkannya.



Gambar 1.5. Pipa

Station Pengumpul 2 (SP 2) yang terletak di wilayah Distrik I Kawengan seperti pada gambar 1.6, memiliki struktur wilayah ketinggian 152.02 meter dari permukaan air laut dengan titik koordinat lokasi (575.802, 9.219.434). SPU (Station Pengumpul Utama) memiliki ketinggian 105 meter dari permukaan air laut dengan titik koordinat lokasi (575.702, 9.218.426). Jarak antara SP 2 dengan SPU yang dilalui pipa pengangkutan minyak (*trunk line*) adalah 1000 meter (1 Km).



Gambar 1.6 Station Pengumpul 2

Pompa yang digunakan di SP 2 adalah pompa sentrifugal dengan tipe tingkat tunggal (*single stage*) dimana pompa ini berfungsi sebagai pendorong aliran minyak dari SP 2 ke SPU. Pompa ini dimaksudkan agar minyak mengalir ke SPU dan dapat mengatasi tekanan balik yang bersumber dari SPU apabila liran minyak gaya gravitasi.

I.2. Perumusan Masalah

Perusahaan tambang sangat memprioritaskan dalam permasalahan kelancaran produksi dan kelancaran produksi sangat dipengaruhi oleh sistem transportasi yang dipergunakan. Peningkatan daya kerja pada sistem transportasi sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi, penggunaan energi, dan penghematan biaya. Berdasarkan kondisi saat ini (hingga juli 2008) maka diperlukan peningkatan kinerja (performa) dengan peralatan penunjang produksi yang telah ada dan dilakukan perubahan-perubahan yang salah satunya adalah perubahan pengoperasian mesin dan pompa dengan meningkatkan efisiensi kerja. Saat ini peralatan penunjang produksi sudah berumur lebih dari 100 tahun lamanya dimulai dari zaman penjajahan Belanda, hingga kini mesin dan pompa masih berfungsi namun effisiensinya sudah menurun. Dengan demikian pengeluaran dan pemakaian energi menjadi permasalahan dalam kerja mesin. Perubahan-perubahan daya kerja mesin dan pompa diharapkan dapat membantu menghemat energi dan biaya yang berkaitan dengan penggunaan suku cadang. Peningkatan kinerja bukan hanya pada mesin dan pompa, namun pada penunjang lainnya yaitu pipa. Pemilihan material pipa sangat berperan dalam permasalahan

biaya dimana pipa yang baik adalah biaya yang murah dan memiliki daya tahan yang sangat baik.

I.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk meningkatkan efisiensi kerja peralatan penunjang produksi dengan peralatan yang telah tersedia, dengan meningkatkan kinerja permesinan dan menangani masalah yang paling banyak pada satu tempat perpipaan sehingga mengurangi pergantian pipa yang sering mengalami kendala.

Selanjutnya, tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi parameter permesinan yang memiliki pengaruh dalam peningkatan daya kerja mesin dalam meningkatkan transport produksi.
2. Menganalisa parameter permesinan yang telah dipergunakan hingga bulan Juli 2008.
3. Merekomendasikan parameter yang dirubah sehingga transport produksi menjadi lebih baik.

I.4. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis menitikberatkan pada efisiensi kinerja peralatan penunjang produksi. Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Peralatan penunjang produksi (pompa dan pipa) yang telah beroperasi dan peningkatan kinerja.
2. Station Pengumpul II (SP 2) dan Station Pengumpul Utama (SPU) sebagai objek penelitian.

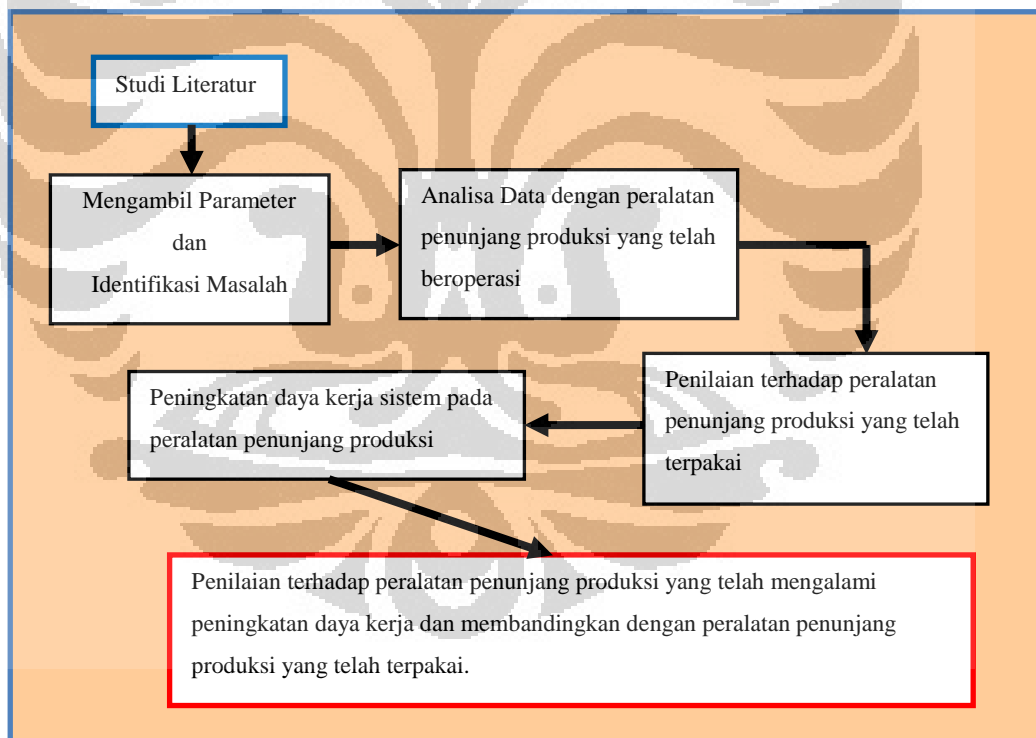
I.5. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur mengenai penelitian di lapangan.

2. Mengambil parameter penelitian lapangan dan mengidentifikasi masalah lapangan penelitian.
3. Mengambil data dan menganalisa peralatan penunjang produksi yang telah beroperasi di lapangan.
4. Penilaian terhadap peralatan penunjang produksi yang telah beroperasi.
5. Melakukan rekayasa dengan meningkatkan kinerja sistem instalasi fluida.
6. Penilaian terhadap hasil peningkatan kinerja sistem instalasi fluida.
7. Penarikan kesimpulan terhadap perbandingan peralatan penunjang produksi yang telah beroperasi dan membandingkan dengan hasil dari peningkatan kinerja pada sistem instalasi fluida.

Hal diatas dijelaskan dalam gambar 1.6 dimana skema ini menunjukkan proses metodologi penelitian yang dilakukan.



Gambar 1.7. Skema metodologi penelitian

I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap:

BAB I **Pendahuluan**

Bab ini menggambarkan latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan akhir.

BAB II **Dasar Teori**

Bagian ini menjelaskan prinsip kerja pompa dan sebagian mesin penggerak. Menjelaskan fungsi serta material pipa yang digunakan terhadap alat penunjang transportasi produksi.

BAB III **Pengolahan dan Analisa Data**

Pada bagian ini akan dijelaskan prosedur pengambilan dan pengolahan data serta analisa data yang diperoleh.

BAB IV **Peningkatan Kinerja sistem instalasi fluida**

Bagian ini akan berisi penjelasan peningkatan efisiensi kerja, pengambilan dan pengolahan data serta analisa data yang diperoleh akan dikembangkan lebih lanjut dan menghasilkan data serta analisa yang lebih baik.

BAB V **Kesimpulan dan Saran**

Bagian ini berisi kesimpulan akhir dan saran-saran untuk menunjang kelancaran transportasi produksi.

BAB II

DASAR TEORI

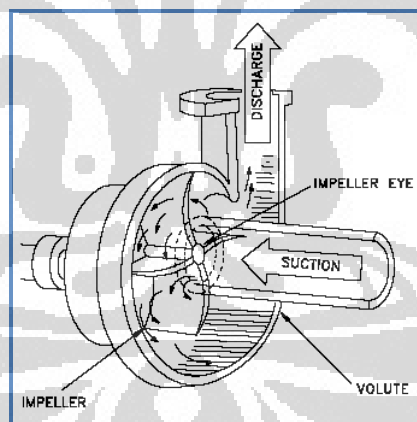
II.1. Dasar Teori Pompa

Pompa merupakan sarana mempercepat laju pemindahan fluida. Pompa yang digunakan di Kawengan terdapat dua macam yaitu pompa torak dan pompa sentrifugal.

II.1.1. Pompa Sentrifugal

II.1.1.1. Penjelasan Umum.

Pompa sentrifugal (gambar 2.1) merupakan mesin turbo aliran radial. Pompa ini memiliki beberapa komponen yaitu: *impeller* yang terpasang pada poros yang berputar, *selubung diam*, *rumah keong* dimana rumah keong ini menutupi impeller. Impeller terdiri dari beberapa sudu (*Blade*).

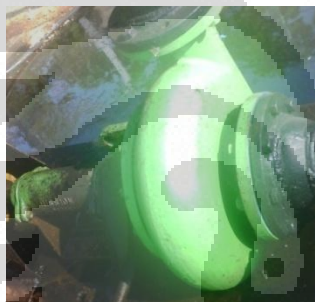


Gambar 2.1. Sketsa pompa sentrifugal [4]

Pada saat impeller berputar, fluida hisap melalui mata (*eye*) pada selubung dan mengalir keluar secara radial. Energi ditambahkan kepada fluida oleh sudu yang berputar, dan baik tekanan maupun kecepatan absolut akan naik pada saat fluida mengalir dari mata ke keliling luar sudu. Jenis pompa sentrifugal yang di pakai di PT. Pertamina EP salah satunya adalah pompa sentrifugal sederhana dengan bentuk keong. Fluida disalurkan secara langsung kedalam selubung yang berbentuk keong. Bentuk selubung ini dimaksudkan agar

menurunkan kecepatan pada saat fluida meninggalkan impeller, dan penurunan energi kinetiknya dirubah menjadi kenaikan tekanan. Pada pompa ini juga dipasang *diffuser* (difuser) dengan sudu pengarah (*vanes*) di sekeliling impeller. Difuser dipasang untuk memperlambat aliran fluida yang diarahkan ke rumah pompa.

Pompa sentrifugal yang digunakan di PT. Pertamina EP Region Jawa Area Cepu Distrik I Kawengan (gambar 2.2) menggunakan tipe impeller terbuka, sisi hisap tunggal, dan pompa bertingkat tunggal dengan rumah berbentuk keong (SP 2) seperti pada gambar 2.3 dan tingkat ganda (SP 5 dan SS) seperti pada gambar 2.4. Pompa bertipe *single stage* (tingkat tunggal) adalah pompa yang memiliki satu impeller pada satu poros yang berputar, sedangkan pompa bertipe *multiple stage* (tingkat ganda) adalah pompa yang memiliki beberapa (lebih dari satu) impeller pada satu poros yang berputar diperlihatkan pada gambar 2.5.



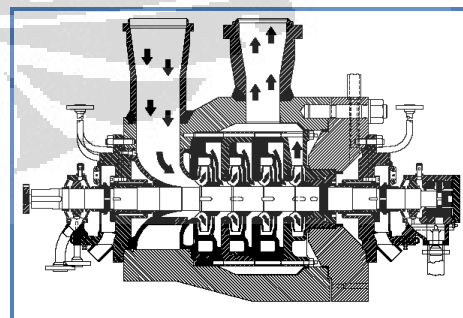
Gambar 2.2. Pompa Sentrifugal Single Stage



Gambar 2.3. Impeller dan Rumah Keong



Gambar 2.4. Pompa Tingkat Ganda



Gambar 2.5. Skema Pompa Tingkat Ganda [4]

Pada umumnya pompa yang bertipe tingkat ganda, tingkatan tersebut beroperasi secara seri. Aliran yang keluar dari tingkat pertama mengalir ke dalam sisi masuk pada tingkat kedua dan seterusnya tergantung berapa jumlah tingkatan

pada pompa tersebut. Laju aliran pada setiap tingkatan akan sama pada setiap tingkatnya, akan tetapi pada setiap tingkat akan terjadi penambahan kenaikan pada tekanannya dan akhirnya akan diperoleh tekanan buang (head) yang sangat besar pada pompa bertingkat banyak.

II.1.1.2. Kavitasasi

Kavitasasi adalah adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai dibawah uap jenuhnya. Pada pompa bagian yang sering terkena kavitasasi adalah bagian hhisapnya dimana kavitasasi terjadi apabila tekanan hhisapnya terlalu rendah. Pada gambar 2.6. pompa mengalami kavitasasi dimana setelah pompa dimatikan maka akan keluar asap. Jika pompa dalam keadaan menyala maka akan timbul udara suara berisik akibat dari adanya getaran yang terjadi pada pompa. Selain itu performansi pompa akan menurun secara drastis, sehingga pompa tidak dapat bekerja dengan baik. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasasi secara terus-menerus maka permukaan dinding saluran disekitar aliran yang berkavitasasi akan mengalami kerusakan. Permukaan dinding akan termakan sehingga menjadi berlubang atau bopeng. Peristiwa ini disebut erosi kavitasasi, sebagai akibat dari tumbukan gelembung-gelembung uap yang pecah pada dinding secara terus-menerus.



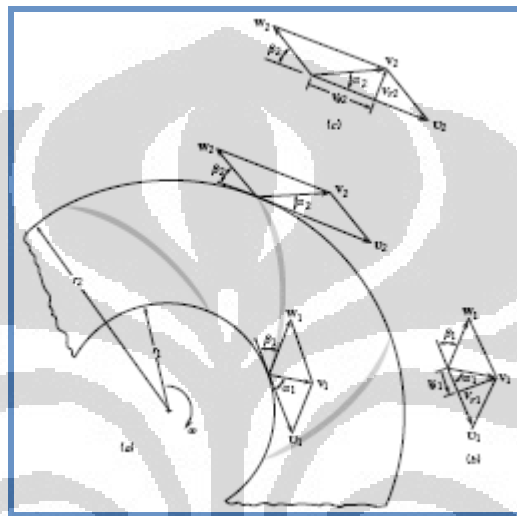
Gambar 2.6. Asap akibat kavitasasi

II.1.1.3. Tinjauan Teoritis

1. Head

i) Head Maksimum.

Teori dasar dalam pengoperasian pompa sentrifugal dapat dibuat dengan mengandaikan aliran rata-rata sebagai aliran satu-dimensi pada saat fluida mengalir diantara sisi masuk dan keluar impeller ketika sudu-sudu berputar.



Gambar 2.7. Diagram kecepatan impeller pompa sentrifugal [4]

- (a) Diagram impeller kecepatan sudu.
- (b) Diagram kecepatan sudu pada *suction* (aliran masuk).
- (c) Diagram kecepatan sudu pada *discard* (aliran keluar).

Seperti yang telah ditunjukkan pada gambar 2.7, untuk salah satu jenis laluan sudu, kecepatan absolut V_1 , dari fluida yang masuk laluan adalah jumlah vektor dari kecepatan keliling sudu, U_1 , yang berputar pada lintasan putar dengan kecepatan sudut, ω , dan kecepatan relatif, W_1 dalam laluan sudu, sehingga $V_1 = W_1 + U_1$. Serupa dengan sisi yang keluar yaitu $V_2 = W_2 + U_2$. Untuk $U = r \cdot \omega$. Dimana r adalah jari-jari impeller. Persamaan momentum menunjukkan bahwa momen puntir poros, T_{shaft} , yang diperlukan untuk memutar impeller pompa adalah:

$$T_{shaft} = \dot{m}(r_2 V_{\theta 2} - r_1 V_{\theta 1}) \quad (2.1)$$

Dimana,

$$\dot{m} = \rho Q \quad (2.2)$$

Untuk poros putar, daya yang dipindahkan (\dot{W}_{shaft} atau P_{shaft}), diberikan sebagai berikut:

$$P_{\text{shaft}} = T_{\text{shaft}} \omega \quad (2.3)$$

Maka:

$$P_{\text{shaft}} = \rho Q \omega (r_2 V_{\theta 2} - r_1 V_{\theta 1}) \quad (2.4)$$

Diperoleh kenaikan head maksimum atau head ideal, h_i , yaitu,

$$P = \rho g Q h_i \quad (2.5)$$

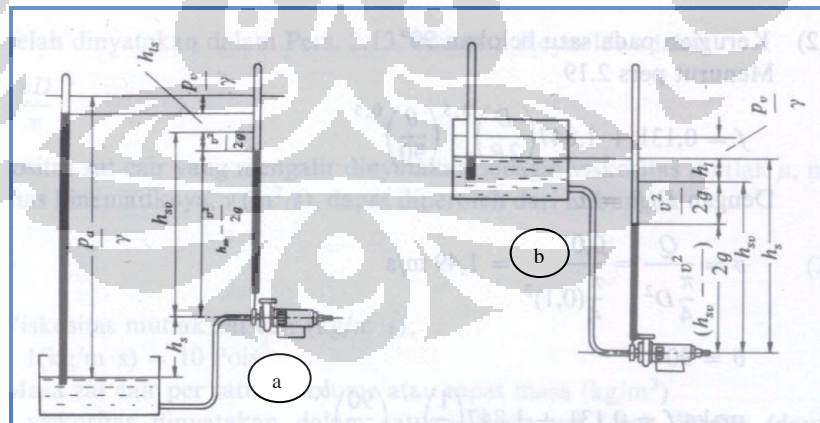
ii) NPSH

Untuk mencegah kavitasi di pompa sentrifugal, harus diusahakan agar tidak ada satu bagianpun dari aliran didalam pompa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah dari pada tekanan uap jenuh cairan pada temperature cairan. Nilai tekanan pada cairan yang harus diketahui pada pompa cukup untuk mencegah terjadinya kavitasi disebut dengan NPSH.

NPSH terdiri atas:

(i). NPSH available.

NPSH yang tersedia (NPSH available / NPSH_a) adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi hisap pompa dikurangi dengan takaran uap jenuh zat cair di tempat tersebut.



Gambar 2.8. NPSH yang tersedia [8]

- a. Bila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang dihisap
- b. Bila tekanan uap bekerja didalam tangki air hisap yang tertutup

Seperti pada gambar 2.8 (a) dimana pompa menghisap zat cair dari tempat terbuka maka NPSH yang tersedia dapat ditulis sebagai berikut:

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{is} \quad (2.6)$$

Dimana : h_{sv} adalah NPSH yang tersedia (m)

P_a adalah tekanan atmosfer (Kgf/m^2)

P_v adalah tekanan uap jenuh (Kgf/m^2)

γ adalah berat zat cair per satuan volume (Kgf/m^3)

h_s adalah head hisap statis (m)

h_{is} adalah kerugian head didalam pipa hisap (m).

Dari persamaan 2.8 dapat dilihat bahwa NPSH yang tersedia merupakan tekanan absolut yang masih tersisa pada sisi hisap pompa setelah dikurangi tekanan uap. Besarnya hanya tergantung pada kondisi luar pompa di mana pompa dipasang. Tinggi hisap h_s biasanya diukur dari permukaan zat cair sampai sumbu poros pompa (dengan pompa dimana bentuk porosnya adalah mendatar).

Jika zat cair dihisap dari tangki tertutup seperti yang di perlihatkan pada gambar 2.8 (b), maka P_a dalam persamaan 2.8 menyatakan tekanan mutlak yang bekerja pada permukaan zat cair di dalam tangki tertutup tersebut. Khususnya jika tekanan diatas permukaan zat cair sama dengan tekanan uap jenuhnya, maka $P_a = P_v$, sehingga persamaan 2.6 menjadi:

$$h_{sv} = -h_s - h_{is}$$

Dalam gambar 2.8 (b), h_s adalah negatip (-) karena permukaan zat cair didalam tangki lebih tinggi dari pada sisi hisap pompa. Pemasangan pompa semacam ini diperlukan untuk mendapatkan nilai h_{sv} yang positif (+).

Pengaruh tekanan pada zat cair yang dihisap akan mempengaruhi NPSH yang tersedia dimana pengaruh tekanan ini sangat mempengaruhi tekanan diatas permukaan zat cair (P_a). Hubungan antara ketinggian dan tekanan atmosfer standar diberikan dengan rumus sebagai berikut:

$$P_a = 10,33 \left[1 - \frac{0,0065h}{288} \right]^{5,526} \quad (2.7)$$

Dimana : P_a adalah tekanan atmosfer standar (m H₂O)

h adalah ketinggian di atas permukaan air laut (m).

Hubungan diatas diberikan dalam tabel 2.1:

Tabel 2.1 Tabel hubungan ketinggian dan tekanan pada tekanan standar [8]

Ketinggian	0	100	200	300	400	500	600	800	1000
Tekanan atm (m H ₂ O)	10,33	10,21	10,09	9,97	9,85	9,73	9,62	9,39	9,16

(ii). NPSH_{required}.

Tekanan terendah didalam pompa biasanya terdapat di suatu titik dekat setelah sisi masuk sudu impeller. Di tempat tersebut, tekanan adalah lebih rendah dari pada tekanan pada lubang hisap pompa. Hal ini disebabkan oleh kerugian head di nosel hisap, kenaikan kecepatan aliran karena luas penampang yang menyempit, dan kenaikan kecepatan aliran karena tebal sudu setempat.

Jadi agar tidak terjadi penguapan zat cair, maka tekanan pada lubang masuk pompa, dikurangi penurunan tekanan didalam pompa, harus lebih tinggi dari pada tekanan uap zat cair. Head tekanan yang besarnya sama dengan penurunan tekanan ini disebut NPSH yang diperlukan oleh pompa. NPSH yang diperlukan berubah menurut kapasitas dan putarannya.

Agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$NPSH_{yang\ tersedia} > NPSH_{yang\ diperlukan}$$

Nilai NPSH yang tersedia sudah dapat dihitung dari persamaan diatas, sedangkan untuk NPSH yang diperlukan harus diperoleh dari pabrik yang bersangkutan namun secara garis besar dapat dihitung dengan konstanta kavitasi (σ) dimana:

$$\sigma = \frac{H_{svN}}{H_N} \quad (2.8)$$

Dimana : H_N adalah titik efisiensi maksimum

H_{svN} adalah NPSH yang diperlukan pada titik tertentu.

Dalam hal ini nilai σ memiliki keterkaitan dengan n_s (kecepatan spesifik).

Kecepatan spesifik hisap (S) adalah:

$$S = n \frac{Q_N^{1/2}}{H_{svN}^{3/4}} \quad (2.9)$$

Jika Q_N dinyatakan dalam m^3/h ; H_{svN} dinyatakan dalam m; dan n dinyatakan dalam rpm maka nilai S tidak tergantung pada n_s .

Maka H_{svN} adalah:

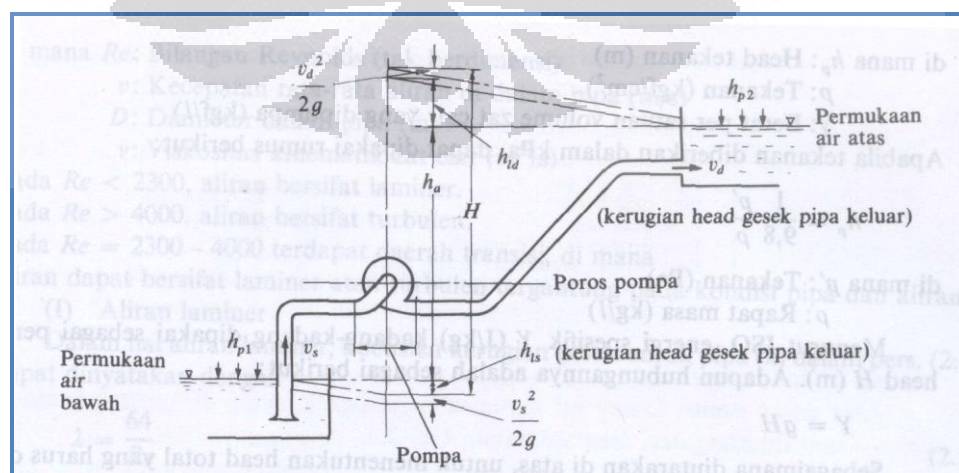
$$H_{svN} = \left(\frac{n}{S}\right)^{4/3} Q_N^{2/3} \quad (2.10)$$

Adapun hubungan antara S dengan σ adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{n_s}{\sigma^{3/4}} \quad (2.11)$$

2. Total Head

Head total pompa merupakan perbedaan tekanan yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah fluida seperti yang telah direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa.



Gambar 2.9. Head pompa (1) [8]

Berdasarkan gambar 2.9, head total pompa ditulis sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2}{2g} \quad (2.12)$$

Dimana : H merupakan head total pompa (m)

h_a merupakan head statis total (m) adalah perbedaan tinggi antara *suction* dan *discharge*

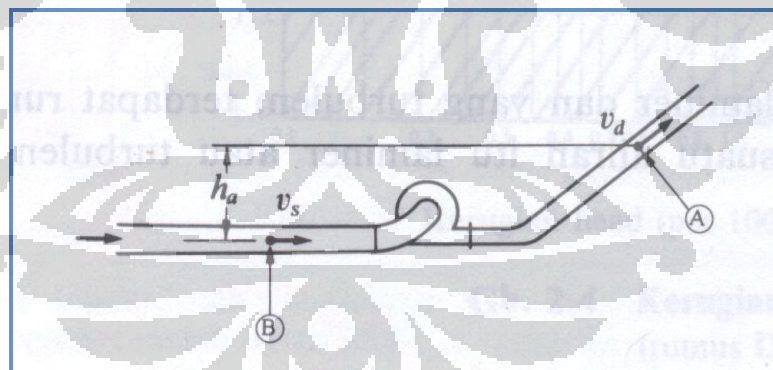
Δh_p merupakan perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m) yang diperoleh dari $\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}$

h_l merupakan kerugian pada head (m) baik di pipa, katup, belokan, sambungan, dan kerugian-kerugian lainnya

$\frac{v^2}{2g}$ merupakan head kecepatan keluar (m)

g adalah kecepatan gravitasi ($= 9,8 \text{ m/s}^2$).

Dalam hal pompa menerima energi dari aliran yang masuk pada sisi hisap (adanya pengaruh penguat / *booster* pada pompa).



Gambar 2.10. Head pompa (2) [8]

Berdasarkan gambar 2.10, maka head total pompa dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{(v_d^2 - v_s^2)}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana : h_a merupakan perbedaan tinggi antara titik (A) sembarang dipipa keluar, dan sembarang titik (B) di pipa hisap (m)

Δh_p merupakan perbedaan tekanan statis antara titik (A) dan titik (B) (m)

h_i merupakan kerugian yang terjadi pada head antara titik (A) dan titik (B) (m)

v_a merupakan kecepatan rata-rata dititik (A) (m/s)

v_s merupakan kecepatan rata-rata dititik (B) (m/s)

i). Head Loss.

Bagian Head Loss akan dibahas pada sub bab II.2

ii). Head Pressure

Hubungan antara tekanan dan head tekanan dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$h_p = 10 \frac{p}{\gamma} \quad (2.14)$$

Dimana : h_p merupakan head tekanan (m)

p merupakan tekanan (kgf/cm²)

γ merupakan berat per satuan volume fluida yang dipompa (kgf/l)

Namun apabila tekanan yang diberikan dalam kPa, dapat diberikan rumus berikut:

$$h_p = \frac{1}{9.8} \frac{p'}{\rho} \quad (2.15)$$

Dimana : p' merupakan tekanan (Pa)

ρ merupakan rapat massa (kg/l).

iii). Head Statis

Head statis merupakan perbedaan ketinggian antara permukaan hisap dengan permukaan keluar. Tinggi permukaan diukur dari permukaan cairan yang berada di tangki. Apabila dilihat dalam gambar 2.9 maka head statis adalah h_a .

II.1.2. Pompa Torak

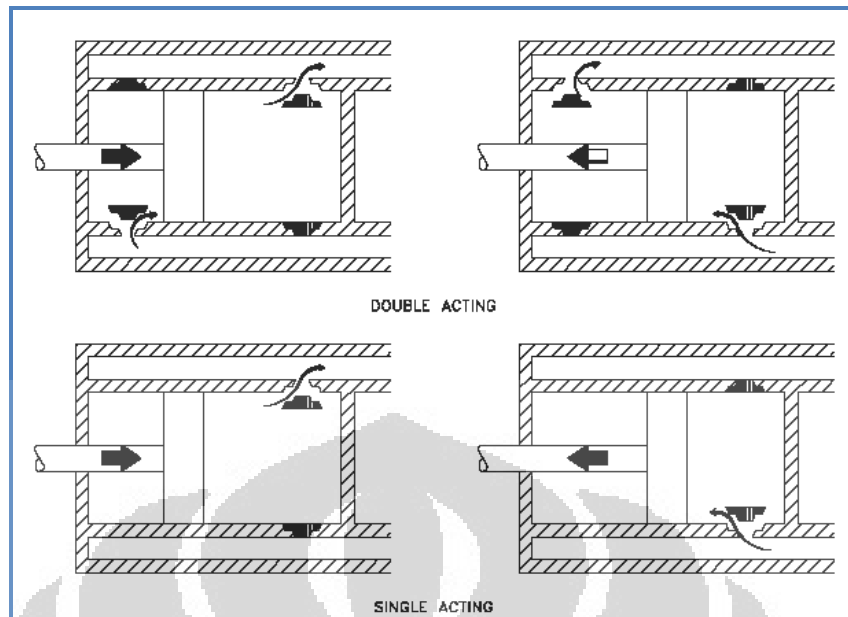
II.1.2.1. Penjelasan Umum.

Pompa torak merupakan pompa berjenis *positive displacement*. Pompa ini mengeluarkan cairan (*fluida*) dalam jumlah yang terbatas selama pergerakan piston atau *plunyer* sepanjang langkahnya. Pada dasarnya terdapat dua jenis pompa torak, yaitu: unit aksi langsung (*direct-acting*) dan pompa tenaga. Perbedaan yang mendasar dari kedua jenis pompa tersebut adalah perbedaan letak penggerak dimana pompa torak jenis unit aksi langsung mengambil sumber tenaga dari uap (*steam*) sedangkan pompa tenaga berasal dari mesin penggerak dimana mesin penggerak ini berfungsi untuk menggerakkan poros engkol. PT. Pertamina EP menggunakan pompa torak berjenis pompa tenaga seperti pada gambar 1.3.

Pompa tenaga mempunyai poros engkol yang digerakkan dari sumber penggerak luar dalam hal ini mesin penggerak. Bila poros ini digerakkan dengan kecepatan yang konstan maka pompa tenaga mengalirkan kapasitas yang hampir konstan dan memiliki efisiensi yang baik.

Pompa torak berfungsi untuk mengalirkan minyak campuran (air asin dan minyak mentah) dari SP 6 ke SP 5 dan mengalirkan minyak mentah dari SPU ke PPP Menggung. Pompa ini relatif bekerja menurut jadwal yang telah ditetapkan dimana jadwal tersebut sangat bergantung pada tangki penampungan yang berada di setiap station penampungan. Pompa ini disebut dengan pompa GASO dengan pabrikan Wheatley Gaso Pump, dengan tipe 1759.

Pompa ini bekerja secara ganda atau *double acting* dimana mempunyai katup ganda di daerah hisap (*suction*) dan keluar (*discharge*) dapat dilihat pada gambar 2.11. Pompa ini bertipe duplex dimana memiliki dua piston atau plunyer yang bekerja untuk memompakan cairan.



Gambar 2.11. Pompa Torak Single Acting dan Double Acting

II.1.2.2. Tinjauan Teoritis.

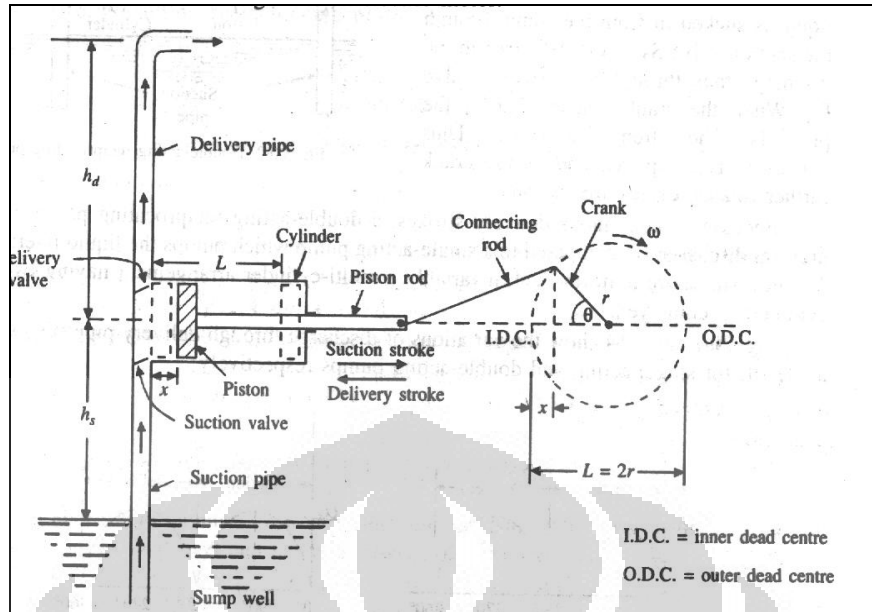
Tinjauan teoritis untuk pompa torak terbagi dalam dua bagian, yaitu:

1. Perhitungan pompa torak (reciprocating pump)
 - a. Reciprocating pump satu langkah
 - b. Reciprocating pump dua langkah
2. Grafik Pompa torak

II.1.2.2.1. Perhitungan pompa torak (reciprocating pump)

- a. Reciprocating pump dengan satu langkah:

Reciprocating pump dengan satu langkah merupakan reciprocating pump dimana katup hisap dan katup buang hanya ada satu seperti yang terdapat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Gambar skema *reciprocating pump* satu langkah.

Keterangan dari gambar 2.12:

<p>L : Panjang langkah yang ditempuh</p> <p>r : Jari-jari shaft yang terhubung dengan piston</p> <p>A : Luas area piston yang mengalami tekanan</p> <p>N : Kecepatan shaft</p>	<p>h_s : perbedaan ketinggian antara pompa dengan pipa yang terhubung dengan tangki hisap</p> <p>h_d : Perbedaan ketinggian antara pompa dengan pipa yang terhubung dengan tangki keluar</p>
--	--

Dari data diatas dapat dicari:

- 1) Panjang langkah (L) atau *stroke*.

$$L = 2r$$

- 2) Volume hisap.

$$V_s = AL = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

- 3) Debit fluida yang keluar dari pompa.

$$Q_d = \frac{V_s N}{60} = \frac{ALN}{60}$$

- 4) Berat dari fluida yang terkirim.

$$W = \gamma Q_d = \gamma \frac{ALN}{60}$$

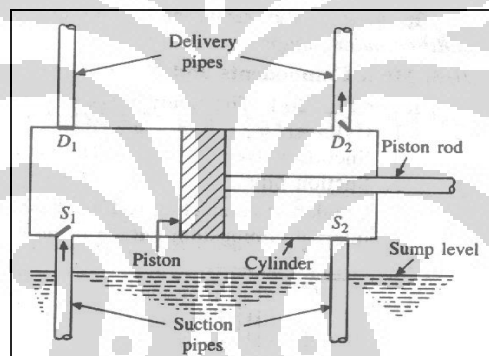
Dimana γ adalah koefisien fluida yang mengalir dalam pompa.

- 5) Tenaga yang dibutuhkan untuk menjalankan pompa.

$$P = W(h_s + h_d) = \gamma \frac{ALN(h_s + h_d)}{60}$$

- b. Reciprocating pump dengan dua langkah adalah:

Reciprocating pump dengan dua langkah hampir seperti pada reciprocating pump dengan satu langkah namun yang membedakannya adalah pada sisi masuk dan keluar pada sisi hisap dan keluar yang lainnya.



Gambar 2.13. Reciprocating pump dua langkah.

Keterangan dari gambar 2.13:

L : Panjang langkah yang ditempuh	h_s : perbedaan ketinggian antara pompa dengan pipa yang terhubung dengan tangki hisap
r : Jari-jari shaft yang terhubung dengan piston	h_d : Perbedaan ketinggian antara pompa dengan pipa yang terhubung dengan tangki keluar
A : Luas area piston yang mengalami tekanan	N : Kecepatan shaft
D : Diameter pompa yang dilalui piston	
d : Diameter batang piston	

Dari data diatas dapat dicari:

- 1) Panjang langkah (L) atau *stroke*.

$$L = 2r$$

- 2) Daerah yang tidak dilalui batang piston

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

- 3) Daerah yang dilalui batang piston

$$A' = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

- 4) Volume yang dikeluarkan dalam satu kali tempuh.

$$V_d = (A + A')L$$

- 5) Debit fluida yang keluar dari pompa.

$$Q_d = \frac{V_d N}{60}$$

- 6) Berat dari fluida yang terkirim.

$$W = \gamma Q_d$$

Dimana γ adalah koefisien fluida yang mengalir dalam pompa.

- 7) Tenaga yang dibutuhkan untuk menjalankan pompa.

$$P = W(h_s + h_d)$$

II.2. Dasar Teori Pipa.

II.2.1. Penjelasan Umum

Pipa berfungsi sebagai saluran yang mengarahkan fluida dari tempat satu ke tempat yang lainnya. Pipa memiliki dua jenis yaitu jenis pipa tanpa sambungan dan jenis pipa dengan sambungan. Jenis tersebut dikondisikan dengan pembuatan pipa dengan atau tanpa pengelasan. Bahan-bahan pipa dapat beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lapangan. Komponen perpipaan disesuaikan dengan kebutuhan seperti pipa, flens, sambungan, katup, baut, dan kebutuhan lainnya.

II.2.2. Tinjauan Teoritis

Tinjauan teoritis pada perhitungan sistem perpipaan terdapat dua macam yaitu:

1. Head Loss
2. Aliran Fluida pada sistem perpipaan
3. Pemilihan Bahan Pipa

II.2.2.1. Head Loss

i). Head Loss

Head loss adalah penurunan head akibat dari adanya gaya gesek. Gaya gesek tersebut terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida dengan permukaan dinding pipa bagian dalam. Adanya slurry yang terdapat dalam aliran fluida akan mengakibatkan gaya gesekan akan semakin meningkat.

Head loss dapat dikalkulasikan dengan rumus:

$$h_l = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.16)$$

dimana : h_l adalah head loss

f adalah friction factor

L adalah panjang pipa

D adalah diameter dalam pipa

v adalah kecepatan aliran fluida

g adalah percepatan gravitasi ($=9,8 \text{ m/s}^2$)

ii). Fitting Head Loss

Fitting Head Loss adalah kerugian yang terjadi pada sambungan pipa. Perhitungan pada sambungan dapat dikalkulasikan apabila diketahui 'K' factor pada sambungan pipa.

Perhitungan kerugian pada sambungan adalah dengan menggunakan rumus:

$$h_f = K \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.17)$$

Dimana : h_f adalah head kerugian pada sambungan

K adalah faktor kerugian terhadap banyaknya sambungan

v adalah kecepatan aliran fluida

g adalah percepatan gravitasi ($=9,8 \text{ m/s}^2$)

II.2.2.2. Aliran fluida pada sistem perpipaan

Pada sistem perpipaan terdapat dua aliran yang berbeda yaitu aliran turbulen dan aliran laminar dimana digunakan rumus *Reynolds* sebagai indikasi bahwa aliran tersebut turbulen atau laminar. Bilangan Reynolds:

$$Re = \frac{vD}{\nu} \quad (2.18)$$

Dimana : Re merupakan bilangan Reynolds

v merupakan kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

D merupakan diameter didalam pipa (m)

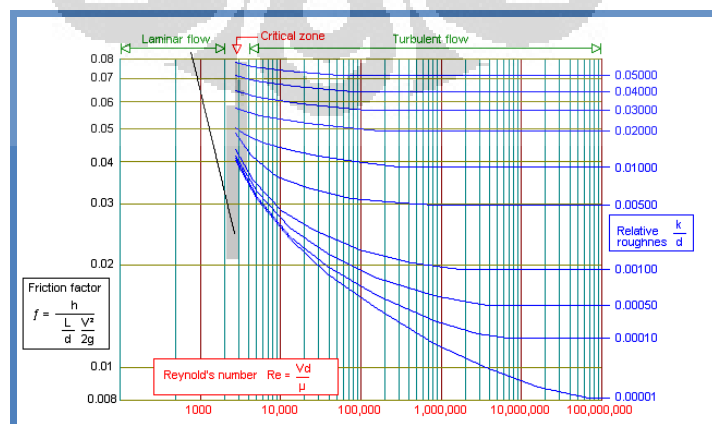
ν merupakan viskositas kinematik zat cair (m^2/s).

Dengan ketentuan pada bilangan Reynolds, yaitu:

$Re < 2300$ maka aliran bersifat laminar,

$Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen, akan tetapi apabila

$Re = 2300 - 4000$ maka terdapat daerah transisi yang aliran dapat bersifat turbulen atau bersifat laminar tergantung dari pada kondisi pipa dan aliran. Gambar 2.14 merupakan contoh grafik bilangan Reynolds untuk menentukan sifat aliran.



Gambar 2.14. Bilangan Reynold [11]

Dalam hal ini:

a. Aliran Laminar

Dalam hal aliran laminar, koefisien kerugian gesek untuk pipa (λ) dalam persamaan 2.18 dapat dinyatakan dengan:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (2.19)$$

b. Aliran Turbulen

Perhitungan untuk aliran turbulen dapat menggunakan berbagai rumus empiris, maka akan diberikan teori rumus aliran turbulen dengan rumus Darcy dan Hazen-Williams.

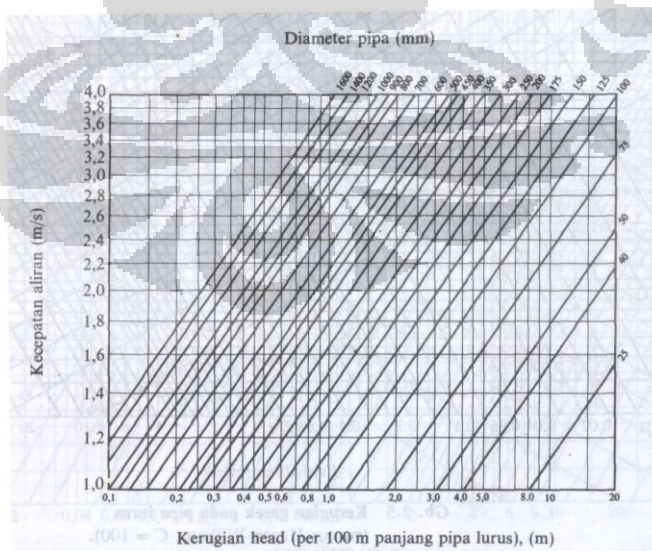
i. Formula Darcy

Dengan cara Darcy, koefisien kerugian gesek λ dari persamaan 2.19 dihitung menurut rumus:

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \quad (2.20)$$

Dimana : D adalah diameter dalam pipa (m).

Rumus ini berlaku hanya untuk pipa besi cor baru. Jika pipa telah terpakai selama bertahun-tahun maka nilai λ adalah 1,5 sampai 2,0 dari nilai persamaan 2.20.



Gambar 2.15. Kerugian gesek pada pipa lurus [8]

(rumus Darcy)

Atas dasar rumus darcy ini kerugian head untuk setiap 100 meter panjang pipa lurus, dapat dihitung dari diagram dalam gambar 2.15.

ii. Formula Hazen-Williams

Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum. Bentuknya serupa dengan persamaan 2.20 dan persamaan 2.21 dan dinyatakan sebagai berikut:

$$v = 0,849CR^{0,63}S^{1,85} \quad (2.21)$$

atau

$$h_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L \quad (2.22)$$

Dimana : v adalah kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

C adalah koefisien yang diberikan pada tabel 2.2

R adalah jari-jari hidrolik, dimana

$R = \frac{D}{4}$ untuk pipa berpenampang lingkaran

S adalah gradien hidrolik, dimana

$S = \frac{h_f}{L}$; h_f adalah head kerugian gesek dalam pipa (m)

Q adalah laju aliran (m^3/s)

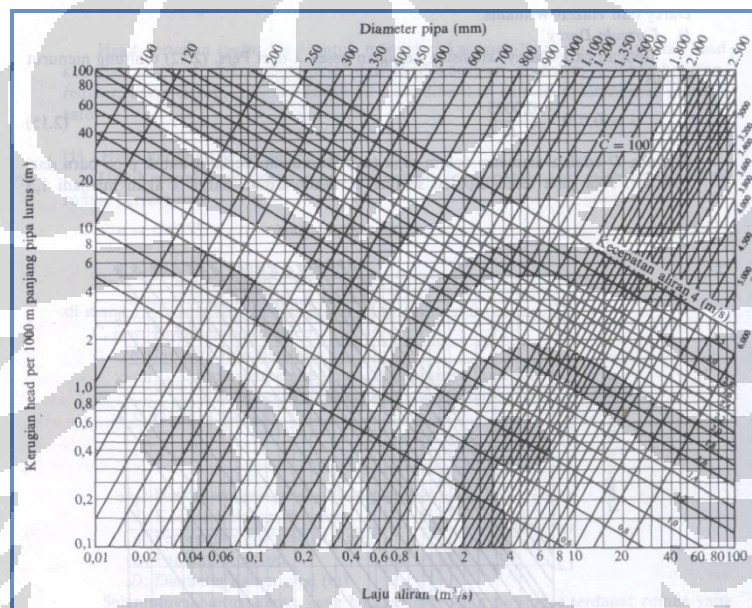
L adalah panjang pipa (m)

D adalah diameter dalam pipa (m).

Kerugian head dalam 100 m panjang pipa lurus yang dihitung dengan rumus diatas, ditunjukkan dalam Tabel 2.2 untuk $C = 100$.

Tabel 2.2: Kondisi pipa dan harga C

Jenis Pipa	C
Pipa Besi Cor Baru	130
Pipa Besi Cor Tua	100
Pipa Baja Baru	120 - 130
Pipa Baja Tua	80 - 100
Pipa dengan Lapisan Semen	130 - 140
Pipa dengan Lapisan Ter Arang Batu	140

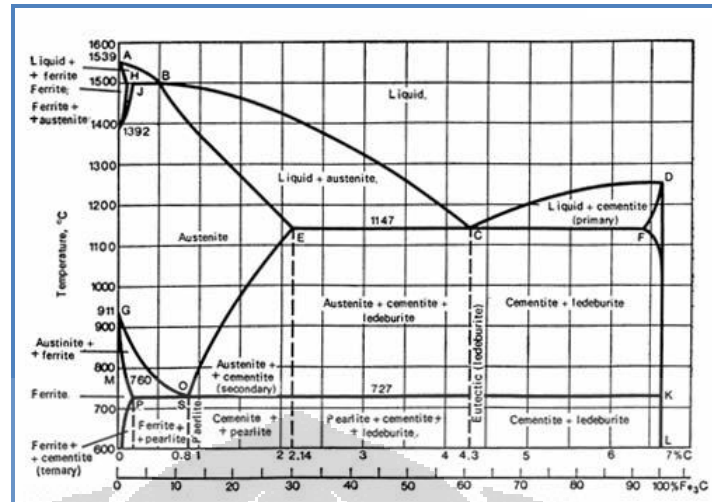
Gambar 2.16. Diagram $C = 100$ [8]

II.2.2.3. Pemilihan Bahan Pipa

Pemilihan bahan pada sistem perpipaan dapat ditentukan dari beberapa hal, seperti:

1. Penentuan bahan pipa berdasarkan persentase material

Penentuan pipa berdasarkan persentase material dapat dilakukan dengan menggunakan diagram fasa dari dua komponen material. Gambar 2.17 adalah grafik yang menentukan material tersebut merupakan jenis schedule pada material.



Gambar 2.17 Diagram fasa Fe-C [10]

2. Penentuan bahan pipa berdasarkan umur pemakaian
 Penentuan pipa berdasarkan umur pemakaian dapat dilakukan dengan melihat sejarah dan kondisi dari pipa. Umur pemakaian mempengaruhi jenis schedule pada material.
3. Penentuan bahan pipa berdasarkan tujuan dan kondisi lingkungan
 Penentuan pipa berdasarkan tujuan dan kondisi lapangan dapat dilakukan dengan melihat area lapangan dan tujuan pemakaian. Kondisi lapangan dan tujuan pemakaian sangat mempengaruhi umur dan kondisi material pipa.

II.3. Sifat-sifat Fluida (Minyak Mentah)

Sifat-sifat fluida sangat beraneka ragam mulai dari sifat air hingga sifat yang kekentalannya mendekati zat padat. Salah satu sifat yang berbeda adalah minyak mentah yang masih bercampur dengan air asin dimana sifat fluida yang kekentalannya ringan bercampur dengan air asin yang sifat fluidanya memiliki tingkat kekentalan menengah. Gambar 2.18 merupakan gambar fluida yang mengalir di dalam sistem instalasi fluida dan merupakan hasil produksi Kawengan.



Gambar 2.18. Fluida Minyak

Fluida yang terdapat di PT. Pertamina EP Region Jawa Area Cepu pada umumnya mengandung paraffin yang sebagaimana paraffin membeku apabila memiliki suhu ruang di bawah 15 °C dan dengan pembekuan ini terjadilah penyumbatan pada pipa. Apabila terjadi penyumbatan pada pipa maka aliran yang terjadi akan terhambat sehingga kinerja pompa akan menjadi semakin berat dalam mengirim minyak mentah dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya.

Dengan adanya paraffin yang terjadi maka akan menimbulkan perubahan pressure drop pada sistem perpipaan dimana pressure drop tersebut adalah

$$\Delta P_{f,sl} = \Delta P_{fw} + \Delta P_{sl} \quad (2.23)$$

Dimana : $\Delta P_{f,sl}$ adalah perubahan pressure drop setelah adanya partikel yang

melekat pada permukaan pipa bagian dalam

ΔP_{fw} adalah pressure drop akibat fluida cair yang mengalir melalui pipa

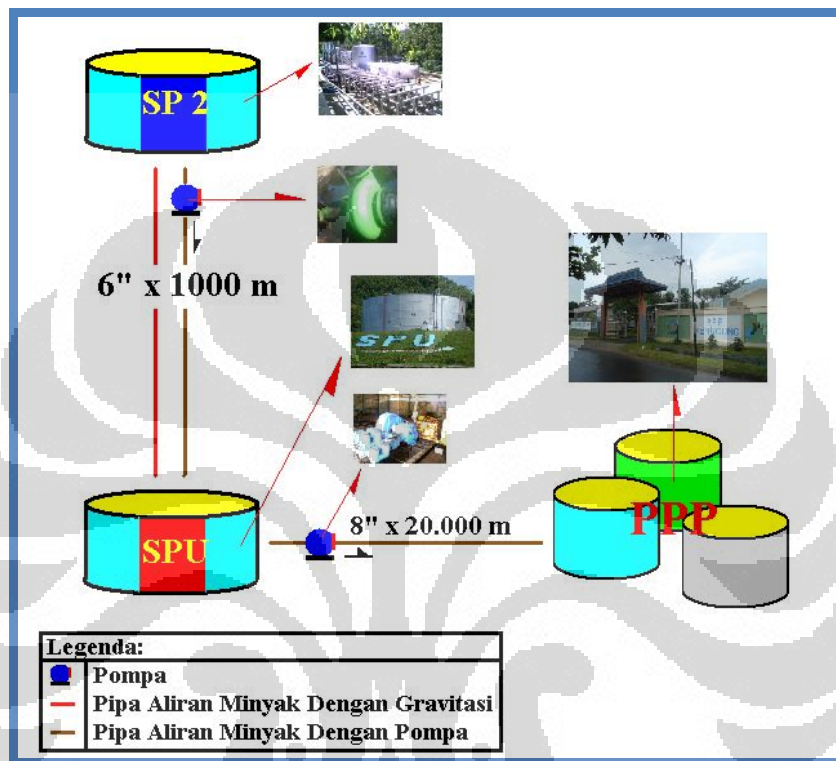
ΔP_{sl} adalah perubahan tekanan terhadap banyaknya jumlah partikel

Paraffin yang melekat pada dinding pipa merupakan suatu zat partikel dimana partikel tersebut semakin lama akan menyumbat aliran yang terdapat didalam sistem perpipaan. Namun dengan adanya *flushing* maka dinding menjadi seperti semula kembali dalam sistem aliran fluida. Air yang digunakan untuk membersihkan zat partikel yang melekat pada dinding pipa adalah air tawar.

BAB III

DATA DAN ANALISA HASIL PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan mencakup lapangan pekerjaan yang dilakukan di SP 2 ke SPU dan dari SPU ke PPP Menggung.



Gambar 3.1. Skema Aliran Minyak

Aliran SP 2 ke SPU ada dua macam yaitu menggunakan gaya gravitasi dan menggunakan pompa. Seperti yang telah disebutkan dalam bab 1 bahwa pompa berfungsi untuk mengatasi tekanan balik dari SPU. Pipa yang dipergunakan untuk mengalirkan minyak dengan gaya gravitasi berbeda dengan pipa yang dipergunakan dengan pompa. Pompa yang dipergunakan di SP 2 adalah pompa sentrifugal dengan satu tingkat (*single stage*) dan pipa yang terpakai memiliki panjang 1000 m dengan diameter 6 inch. Aliran SPU ke PPP Menggung menggunakan pompa. Pompa berfungsi mempercepat pengiriman minyak dari SPU ke PPP Menggung karena jarak yang ditempuh adalah 20.000 m (20 Km). Diameter pipa yang dipergunakan adalah 8 inch. Pompa yang dipergunakan di SPU adalah pompa torak *double acting*. Skema aliran minyak dari SP 2 hingga PPP Menggung diperlihatkan pada gambar 3.1.

III.1. Data Penelitian

Data penelitian yang dirangkum oleh peneliti dari station pengumpul dan station pengumpul utama adalah *density* (massa jenis), tekanan, produksi (produksi yang dihasilkan), dan debit fluida. Sedangkan yang diambil dari lapangan adalah material pipa dan lingkungan yang mempengaruhi perpipaan.

III.1.1. Data SP 2

Pengambilan data di SP 2 dilakukan secara manual. Debit aliran diukur dengan menggunakan luas permukaan tangki di kalikan dengan tinggi penurunan cairan yang terdapat dalam tangki atau dikenal dengan sebutan *calibration* (kalibrasi). Tinggi permukaan cairan ini dinyatakan dalam satuan centimeter (cm).

Data-data SP II:

1. Pompa : Sentrifugal, Mission, *single stage* (gambar 2.2)
2. Mesin Penggerak : Motor Elektrik (gambar 3.2)
 - a) RPM : 1475



Gambar 3.2 Motor Elektrik

3. Kalibrasi tangki : 0,063 (tangki 7 dan tangki 8 seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.3)



Gambar 3.3 Tangki Pengujian, SP 2

4. Alat ukur : Mistar panjang dengan satuan cm (centimeter). (gambar 3.4)



Gambar 3.4 Mistar Panjang

5. Data Tabel :

a) Tabel 1

Tanggal 14 Juli 2008

No	Waktu	Tinggi Gross (cm)	Tekanan (Kg/cm^2)	Keterangan
01	09.00	280		Gaya Gravitasi
02	09.15	199		Gaya Gravitasi
03	09.30	144		Gaya Gravitasi
04	09.45	87		Gaya Gravitasi
05	10.00	43		Gaya Gravitasi
06	10.15	254	1 – 2	Pompa Off → On
07	10.30	38	1 – 4	Pompa On

b) Tabel 2

Tanggal 25 Juli 2008

No	Waktu	Tinggi Gross (cm)	Tekanan (Kg/cm^2)	Keterangan
01	03.10	100		Gravitasi
02	03.20	64		Gravitasi
03	03.25	31		Gravitasi
04	03.45	178	1 – 2	Pompa Off → On
05	03.50	120	1 – 4	Pompa On
06	03.55	67	1 – 5	Pompa On

c) Tabel 3

Tanggal 27 Juli 2008

No	Waktu	Tinggi Gross (cm)	Tekanan (Kg/cm^2)	Keterangan
01	09.46	93,5		Gravitasi
02	09.51	68,3		Gravitasi
03	09.56	46,5		Gravitasi
04	10.11	88,4	1 – 3	Pompa On
05	10.16	26,5	4 – 8	Menit ke 4 sudah habis dengan batas minimum 30 cm dari bawah permukaan tangki

d) Tabel 4

Tanggal 28 Juli 2008

No	Waktu	Tinggi Gross (cm)	Tekanan (Kg/cm^2)	Keterangan
01	09.27	286	1 – 2	Pompa Off → On
02	09.32	220,8	1 – 5	Pompa On
03	09.37	161	1 – 4	
04	09.40	145	4 – 8	Pompa On → Off
05	09.40	122	1 – 2	Pompa Off → On
06	09.43	97	1 – 4	Pompa On
07	09.45	77	1 – 3	Pompa On

6. Data Densitas

Tanggal	Produksi		Densitas	
	Gross (m ³)	Net (m ³)	Gross (Kg/m ³)	Net (Kg/m ³)
03 Juli 2008	467,4	52	83,2982	74,031
14 Juli 2008	434,8	47,7	74,3109	66,1585
23 Juli 2008	459,4	55,8	83,066	72,9765
24 Juli 2008	468,5	59	88,0094	76,976
25 Juli 2008	466,8	56,8	84,5147	74,231
27 Juli 2008	467,6	57,2	47,3122	41,5246

III.1.2. Data SPU

Pengambilan data di SPU dilakukan secara manual. Debit aliran diukur dengan menggunakan luas permukaan tangki di kalikan dengan tinggi penurunan cairan yang terdapat dalam tangki atau dikenal dengan sebutan *calibration* (kalibrasi). Tinggi permukaan cairan ini dinyatakan dalam satuan centimeter (cm).

Tangki yang dipergunakan dalam produksi dari tiap-tiap SP ke tangki penampungan di SPU adalah tangki 2, tangki 3, dan tangki 5. Kemudian, tiap-tiap tangki tersebut di transport ke PPP Menggung.

Data-data SPU:

1. Kalibrasi tangki:

- a. Tangki 2 : 2,390 (gambar 3.5)
- b. Tangki 3 : 2,984 (gambar 3.6)
- c. Tangki 5 : 3,156 (gambar 3.7)



Gambar 3.5 Tangki 3



Gambar 3.6 Tangki 5



Gambar 3.7 Tangki 2

2. Pompa dan Mesin Penggerak:

- a. Pompa : Pompa torak merk Gaso
Spesifikasi Pompa
a) Pinion gear ratio : 5,846 : 1

b) Tekanan buang maksimum : 1042 Psi

c) Panjang Langkah (*stroke length*) : 10 inch

b. Mesin Penggerak : *Gas Engine* merk Caterpillar

Pompa dan mesin penggerak yang berada di SPU diperlihatkan pada gambar 1.2.

3. Data Tabel

a. Tabel 1

Tanggal 28 July 2008

Pengukuran terhadap Tanki 3

No	Waktu	Tinggi Minyak (cm)	Mesin Penggerak		Tekanan Terhadap Pompa dari Pipa (psi)		
			T (°C)	P _{BB} (Psi)	Masuk		Keluar
					Min	Max	
01	17.00	67,5	82,5	75	5	5,5	5,2
02	17.05	65,8	82	75	4,5	5,5	5,15
03	17.13	62	82	75	4,5	6	5,1
04	17.15	61,3	82,5	75	4,5	5,5	5,1
05	17.20	59,9	82	75	4,5	5,5	5,05
06	17.25	59	82	75	4,5	5,5	5
07	17.30	56,8	82,5	75	4,5	5,5	5
08	17.35	55,6	82	75	4	6	5
09	17.40	52,8	82	75	4	5,5	5
10	17.45	51,7	82,5	75	4	5,5	5

b. Tabel 2

Tanggal 28 July 2008

Pengukuran terhadap Tanki 2

No	Waktu	Tinggi Minyak (cm)	Mesin Penggerak			Tekanan Terhadap Pompa dari Pipa (psi)		
			T (°C)	P _{BB} (Psi)	SPM	Masuk		Keluar
						Min	Max	
01	07.45	82,7	78	75	42	5	10	4,8
02	07.50	80,5	78	75	43	5	11	4,85
03	07.55	79,9	79	75	43	5	11	4,9
04	08.00	77,3	79	75	43	4	10	5,1
05	08.05	75,1	78	75	44	4	10	5,05
06	08.10	73,5	78	75	43	5	11	5,2
07	08.15	71,5	79	75	43	4	10	5,15

4. Densitas

Tanggal	Total Produksi		Densitas	
	Gross (m ³)	Net (m ³)	Gross (Kg/m ³)	Net (Kg/m ³)
03 Juli 2008	2107,7	175,4	375,626	274,875
14 Juli 2008	2161,6	178,9	369,425	368,697
23 Juli 2008	2106,8	182,4	380,939	380,178
24 Juli 2008	2095,1	183,6	392,572	393,055
25 Juli 2008	2076,8	182,2	376,007	375,255
27 Juli 2008	2086,6	180,4	211,124	210,701

III.1.3. Data Pipa

Pipa yang dilakukan penelitian adalah material pipa yang masih berfungsi di lapangan. Selain itu material yang terkikis dari lingkungan. Untuk mengetahui jenis pipa yang terpasang, peneliti melakukan pengambilan sampel dari lapangan

yang berupa material pipa (gambar 3.8) dan bagian permukaan pipa yang terjadi akibat adanya pengaruh lingkungan (gambar 3.9).



Gambar 3.8. Material Pipa.



Gambar 3.9. Terkikisnya bagian permukaan pipa bagian luar.

III.1.4. Data Zat Cair

Zat cair merupakan jenis minyak mentah dengan campuran air asin dimana zat cair ini merupakan fluida yang terambil dari dalam sumur produksi. Pangujian minyak ini menggunakan peralatan (gambar 3.10) yang dilakukan oleh pihak Migas yang bertugas di PT Pertamina.



Gambar 3.10. Pengujian Minyak Mentah

III.2. Pengolahan Data

Pengolahan data ini dimaksudkan untuk mengolah data-data yang diperoleh dari lapangan penelitian. Pengolahan data yang diperoleh dari station pengumpul dan station pengumpul utama ini terbagi dalam:

1. Debit Aliran

Untuk mengetahui debit air adalah dengan rumus:

$$Q = T \times c \times t \quad (3.1)$$

Di mana : Q adalah debit air yang mengalir

T adalah selisih ketinggian yang terukur

c adalah kalibrasi dimana kalibrasi merupakan luas permukaan tabung uji

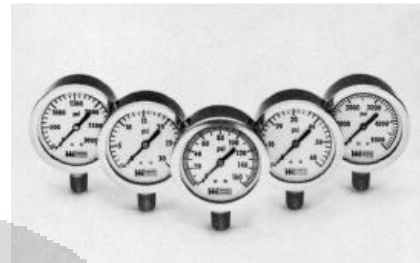
t adalah waktu

2. Tekanan Pompa

Tekanan pompa dipengaruhi oleh aliran fluida yang terdapat didalam pipa. Tekanan pompa yang telah diambil data merupakan tekanan aliran saat masuk dan keluar pompa. Alat ukur tekanan pompa adalah *pressure meter*.



(a)



(b)

Gambar 3.11 Alat pengukur tekanan / pressure gauge

(a) Gambar pressure gauge di lapangan

(b) Gambar jenis-jenis pressure gauge

3. Massa jenis

Massa jenis dari suatu aliran fluida sangat mempengaruhi faktor efisiensi dari suatu pompa dimana massa jenis ini ditentukan oleh jenis fluida yang mengalir pada sistem instalasi fluida. Massa jenis ini dipengaruhi oleh faktor massa dan volume pada fluida.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3.2)$$

Di mana : ρ adalah massa jenis

m adalah massa fluida

V adalah volume fluida

4. Head

Head dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hazen - williams:

$$H_f = r \cdot Q^m \quad (3.3)$$

Dimana :

$$r = \frac{10,67 \cdot L}{D^{4,87} C^{1,85}} \quad (3.4)$$

Dengan keterangan:

H_f = Head Fluida (m)

Q = Debit aliran fluida (m^3/s)

L = Panjang Pipa (m)

D = Diameter Pipa (m)

C = konstanta nilai material pipa yang terpakai

5. Efisiensi

Efisiensi pompa merujuk pada sumber pabrikan seperti Gaso dan Pompa Mission.

III.2.1. Pengolahan Data Station Pengumpul.

1. SP 2

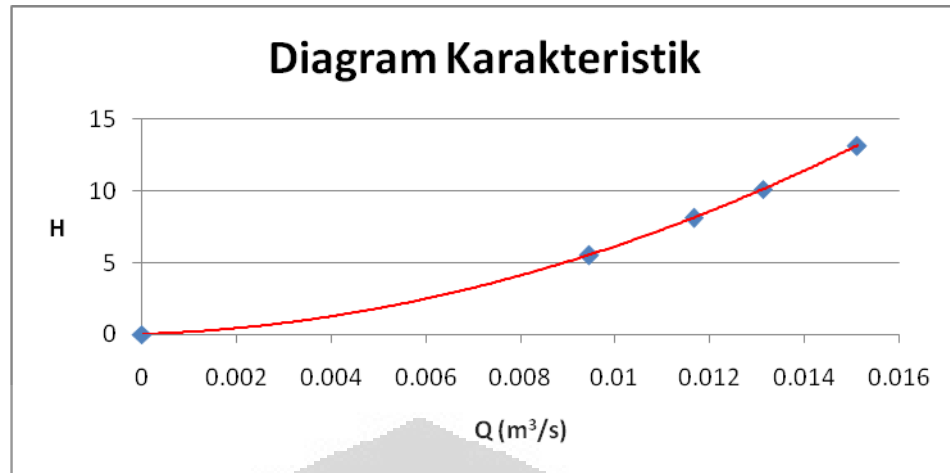
Station Pengumpul 2 memiliki debit aliran dengan rata-rata sebesar $0,01234 \text{ m}^3/\text{s}$. Aliran tersebut melalui pipa dengan diameter 6 inci.

Data yang diperoleh adalah data spesifikasi pompa dan spesifikasi sistem maka didapatkan:

Head:

L (m)	D (m)	C	r	m	Q (m ³ /s)	Hf
1000	0.1524	80	30641.6	1.85	0	0
1000	0.1524	80	30641.6	1.85	0.00945	5.5063
1000	0.1524	80	30641.6	1.85	0.01166	8.12276
1000	0.1524	80	30641.6	1.85	0.01313	10.1181
1000	0.1524	80	30641.6	1.85	0.01512	13.1366

Dari data diatas maka diperoleh diagram karakteristik untuk head pompa adalah sebagai berikut:

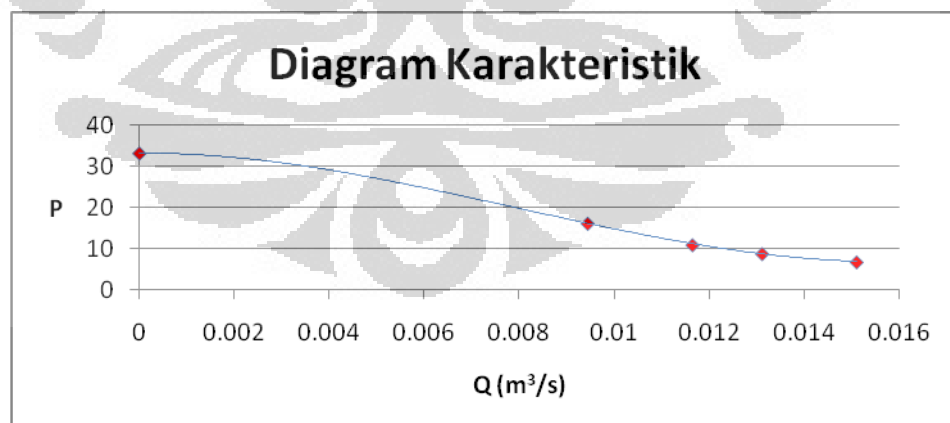


Gambar 3.12 Diagram Karakteristik Head Pompa Mission

Daya Pompa:

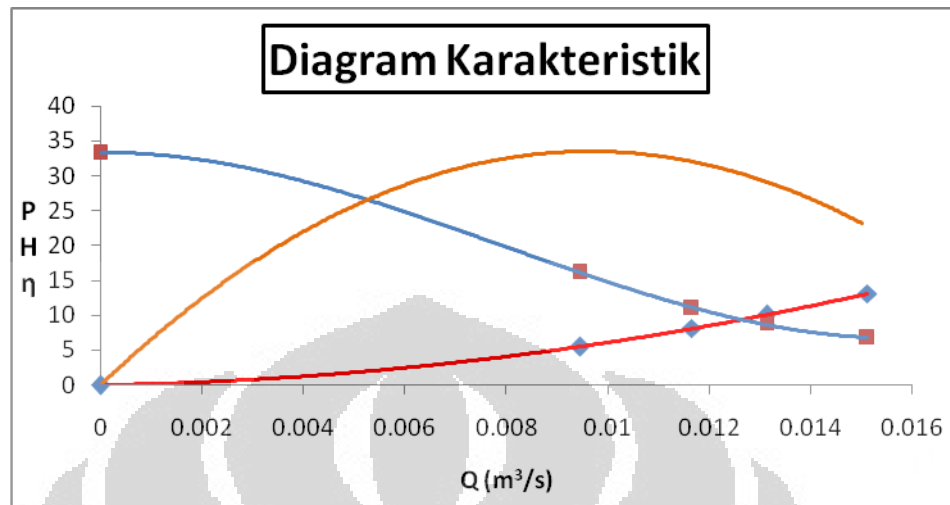
U_1 (m/s)	D_{Impeller} (m)	D_2 (m)	b_2 (m)	rpm	Q (m³/s)	P (m)
154.3833	0.95	0.002904	1.85	1475	0	33.25
154.3833	0.95	0.002904	1.85	1475	0.00945	16.15983
154.3833	0.95	0.002904	1.85	1475	0.01166	10.95452
154.3833	0.95	0.002904	1.85	1475	0.01313	8.794191
154.3833	0.95	0.002904	1.85	1475	0.01512	6.773526

Dari data yang diperoleh maka didapatkan diagram karakteristik untuk daya pompa adalah sebagai berikut:



Gambar 3.13 Diagram Karakteristik Daya Pompa Mission

Diagram karakteristik dari head, daya pompa, dan efisiensi adalah:



Gambar 3.14 Diagram Karakteristik Pompa Mission

Diagram karakteristik diatas menunjukkan bahwa pompa yang saat ini beroperasi dilapangan memiliki debit 0.0126 m^3/s (45,36 m^3/h) dengan nilai efisiensi sebesar 78 %.

2. SPU

Station Pengumpul Utama memiliki debit aliran dengan rata-rata sebesar 0.855 m^3/menit . Aliran tersebut melalui pipa dengan diameter 6 inchi kemudian akan melalui pipa dengan diameter 8 inchi dipertengahan dan diakhiri dengan pipa berdiameter 6 inchi untuk masuk ke tangki yang berada di PPP Menggung.

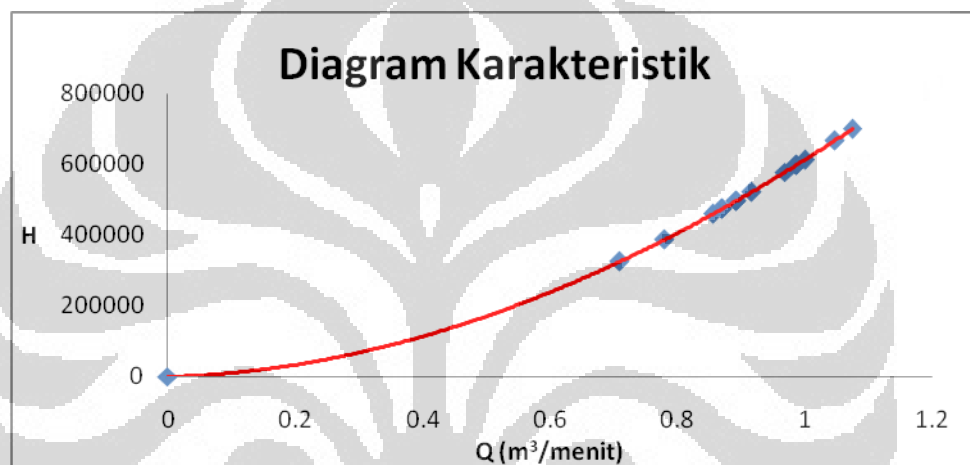
Data yang diperoleh adalah data spesifikasi pompa dan spesifikasi sistem maka didapatkan:

Head:

L (m)	D (m)	C	r	m	Q (m ³ /s)	Hf
20000	0.1524	80	612832	1.85	0	0
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.70953	324815
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.77957	386610
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.85541	459057
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.86996	473603
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.86996	473603

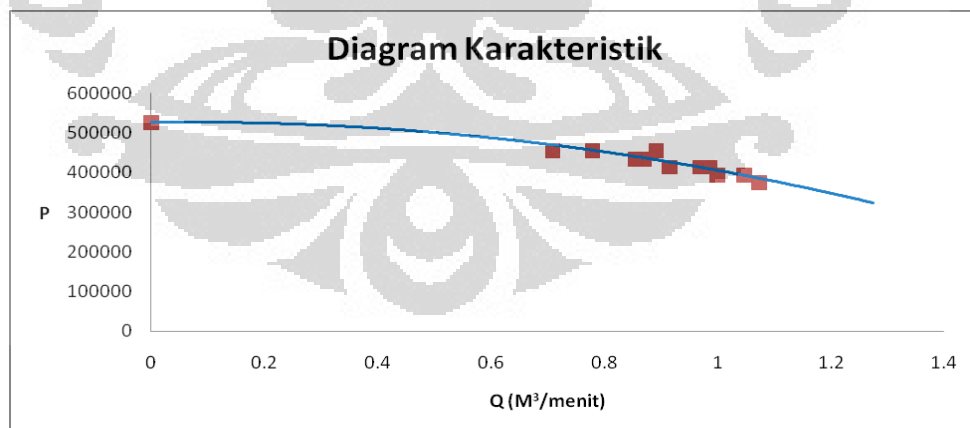
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.89227	496317
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.89227	496317
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.91617	521191
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.9692	578374
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.98721	598406
20000	0.1524	80	612832	1.85	0.98721	598406
20000	0.1524	80	612832	1.85	1.00035	613229
20000	0.1524	80	612832	1.85	1.04772	668023
20000	0.1524	80	612832	1.85	1.07424	699646

Dari hasil diatas maka diagram karakteristik dari head adalah:



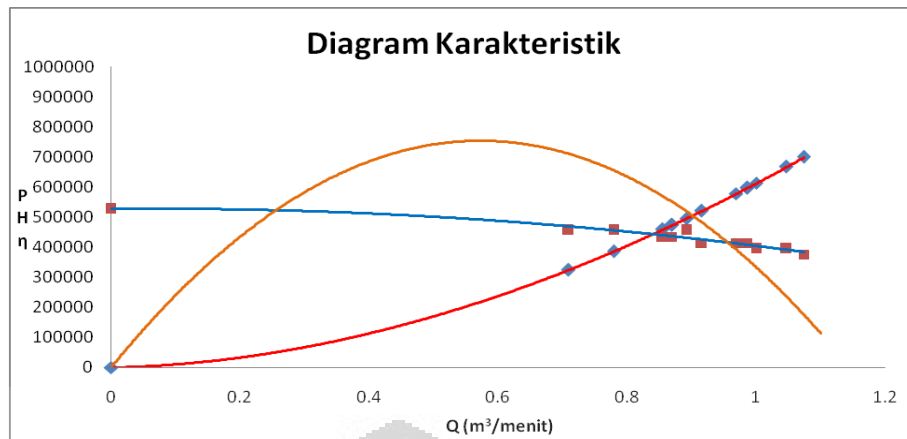
Gambar 3.15 Diagram Karakteristik Head Pompa Torak

Daya Pompa:



Gambar 3.16 Diagram Karakteristik Daya Pompa Torak

Diagram karakteristik dari head, daya pompa, dan efisiensi adalah:



Gambar 3.17 Diagram Karakteristik Pompa Torak

Diagram karakteristik diatas menunjukkan bahwa pompa yang saat ini beroperasi dilapangan memiliki debit $0.855 \text{ m}^3/\text{menit}$ ($51,3 \text{ m}^3/\text{h}$) dengan nilai efisiensi sebesar 79 %.

III.2.2. Material Pipa

Material pipa yang diperoleh dari lapangan penelitian di uji komposisi kimia di Departemen Teknik Metalurgi dan Material. Dimana material yang diujikan adalah dua buah material dengan dua pengujian yang berbeda.

Pengujian struktur logam material diujikan dengan mesin uji *Optical Emission Spectrometer* (gambar 3.18) yang berstandar ASTM A751.

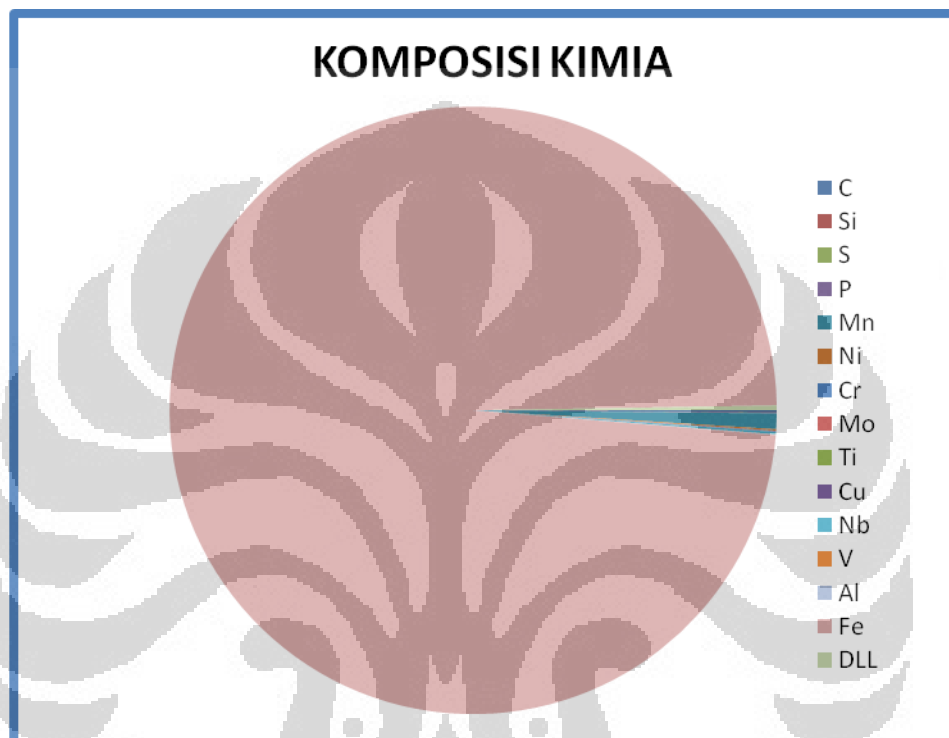


Gambar 3.18. Alat optical emission spectrometer

Hasil dari sampel yang diujikan adalah sebagai berikut:

Kode Sampel Sample Code	C (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)
Baja Karbon	0.113	0.016	0.004	0.023	0.832	0.079	0.012
	Mo (%)	Ti (%)	Cu (%)	Nb (%)	V (%)	Al (%)	Fe (%)
	<0.005	0.012	0.035	0.128	0.007	0.032	98.444

Tabel 3.1. Hasil pengujian komposisi struktur material



Gambar 3.19. Hasil pengujian komposisi struktur material

Pengujian kandungan yang terdapat dalam pipa yang mengalami korosi (*scale*) disebut dengan uji edaxs. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan yang terdapat dalam material yang mengalami korosi yang menggunakan alat energy dispersive x-ray spectroscopy (gambar 3.19). Bagian pipa yang mengalami korosi ditembak dengan x-ray yang kemudian akan memantulkan energi electron dan energi electron yang dipantulkan akan terbaca oleh sensor yang terdapat dalam mesin uji.



Gambar 3.20. Mesin uji edaxs

Pengujian scale luar ini menggunakan sistem resolusi yang berbeda yaitu untuk pengujian bagian luar material menggunakan energy sebesar 62 eV dan pengujian bagian dalam material menggunakan energy sebesar 60 eV. Mesin uji mengacu pada metode ZAF dengan 4 macam iteration.

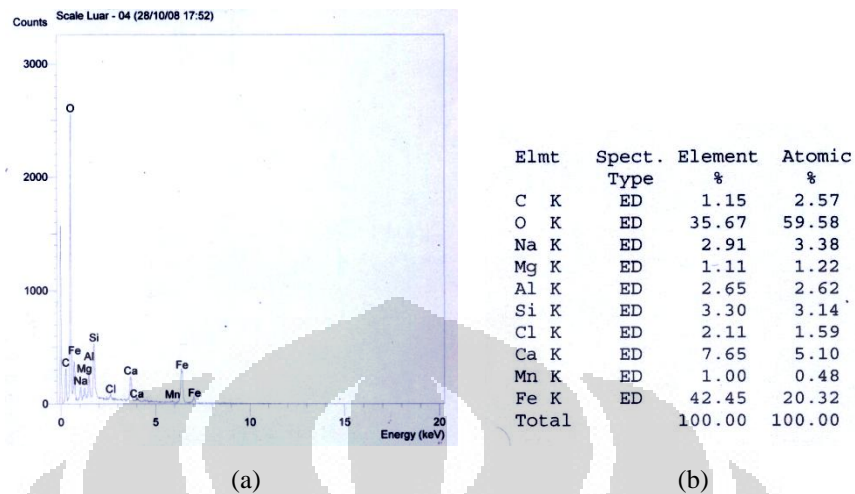
Bagian scale luar bagian luar material menggunakan standar:

```
Standards :
C K      Carbon Low 13/09/06
O K      AL2O3 22/03/06
Na K     Orthoclase 22/03/06
Mg K     MagOxide 22/03/06
Al K     CeAl2 03/03/07
Si K     Low Carbon Steel 13/09/06
Cl K     KCl 15/02/94
Ca K     Orthoclase 22/03/06
Mn K     Mangan 02 13/09/06
Fe K     FeS2 22/03/06
```

Bagian scale luar bagian dalam material menggunakan standar:

```
Standards :
C K      Carbon Low 13/09/06
O K      AL2O3 22/03/06
Al K     CeAl2 03/03/07
Si K     Low Carbon Steel 13/09/06
Cl K     KCl 15/02/94
Cr K     Chromium 22/03/06
Fe K     FeS2 22/03/06
```

Hasil dari sampel pada pengujian edaxs adalah:



(a)

(b)

Gambar 3.21. Pengujian bagian luar material

(a) Hasil dalam bentuk grafik

(b) Hasil dalam bentuk tabel material



(a)

(b)

Gambar 3.22. Pengujian bagian dalam material

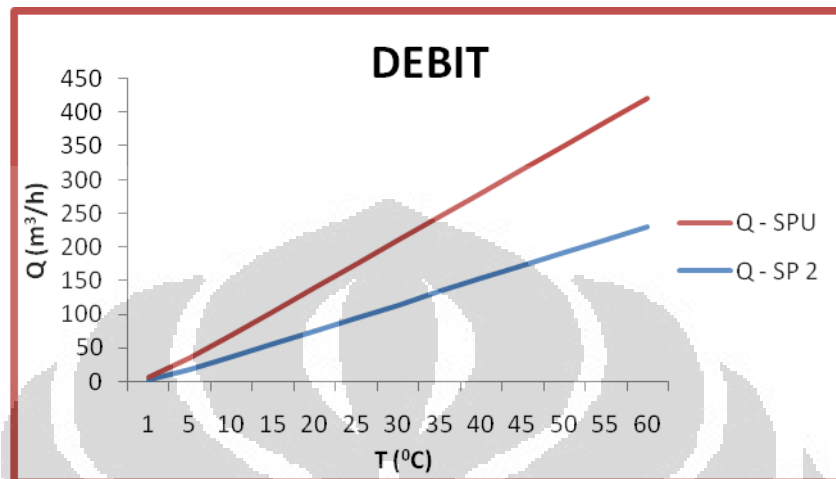
(a) Hasil dalam bentuk grafik

(b) Hasil dalam bentuk tabel

III.2.3. Fluida Minyak Mentah

Fluida minyak mentah merupakan percampuran antara minyak mentah dengan zat-zat kimia lainnya diantaranya adalah paraffin. Paraffin mengandung lilin yang mengakibatkan luas penampang pipa menjadi kecil namun dengan adanya proses pembersihan pada pipa (*Flushing*) maka luas penampang pipa bagian dalam dapat diharapkan menjadi seperti semula dan bersih dari paraffin.

Fluida minyak mentah dipengaruhi oleh temperature dimana fluida ini mengandung paraffin sehingga apabila temperature suhu rendah maka fluida ini akan membeku.



Gambar 3.23. Perbedaan debit pompa dan pengaruhnya terhadap suhu

Berdasarkan rumus:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \quad (3.5)$$

Dimana : Q adalah debit fluida

T adalah temperature

Perbandingan antara debit fluida dengan temperature adalah berbanding lurus ($Q \approx T$). Hal ini telah diperlihatkan pada gambar 3.23.

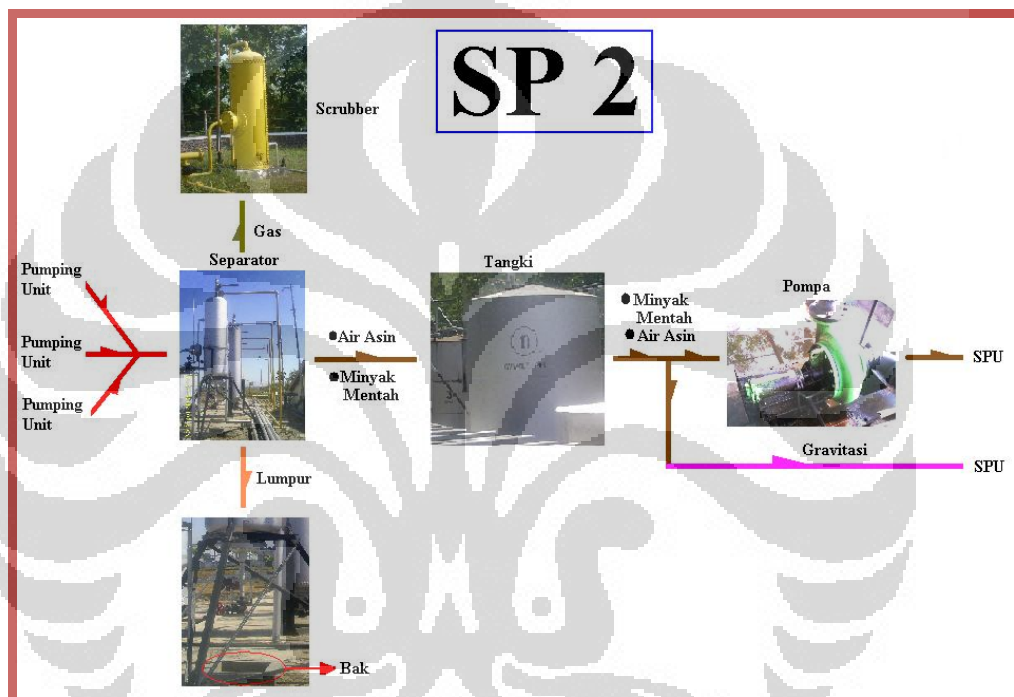
III.3. Pembahasan

Dari data yang telah diperoleh dan diolah, selanjutnya pembahasan lebih mendalam akan diuraikan dalam sub-sub bab berikut.

III.3.1. SP 2

Station Pengumpul 2 merupakan salah satu station pengumpul fluida berupa gross minyak mentah yang merupakan campuran antara minyak

mentah, air asin, gas, dan lumpur. Lumpur dan gas sebelum memasuki tangki dipisahkan dengan alat yang dinamakan separator dimana lumpur yang dipisahkan kemudian dibuang ke tempat pembuangan lumpur dan gas dialirkan ke scrubber yang kemudian dimanfaatkan untuk kepentingan PT Pertamina salah satunya adalah untuk pembangkit listrik tenaga gas bumi dan mesin penggerak bertenaga gas bumi. Skema aliran dalam SP 2 diperlihatkan pada gambar 3.24.



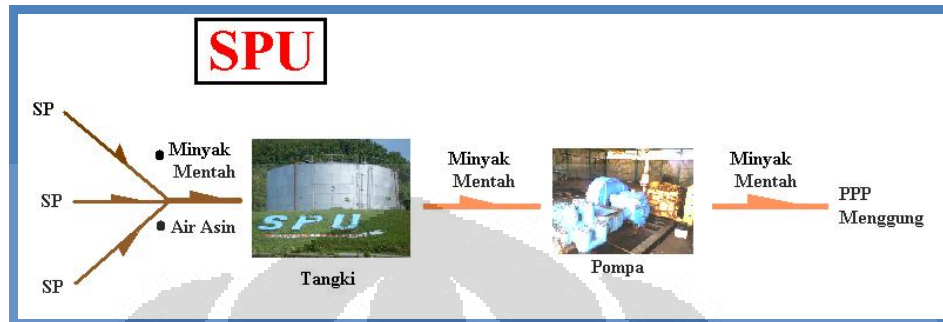
Gambar 3.24. Skema aliran SP 2

Aliran minyak ini memiliki nilai massa jenis rata-rata Gross adalah $76,7519 \text{ kg/m}^3$ dan Net adalah $67,6519 \text{ kg/m}^3$. Kecepatan fluida didalam pipa yang mengalir dengan penggerak pompa didalam pipa berdiameter 6 inch sebesar $0,527 \text{ m/s}$. Nilai efisiensi pompa sentrifugal bernilai 78% . Hal ini dikarenakan nilai efisiensi pompa dipengaruhi oleh head dan daya pompa dalam sistem instalasi.

III.3.2. SPU

Station Pengumpul Utama merupakan suatu station terakhir pengumpulan minyak mentah baik yang berupa gross maupun yang net dari setiap unit

station pengumpul. SPU ini memiliki fungsi sebagai pemisah antara air asin dan minyak mentah dimana air asin akan dipompakan kembali ke SP 1 dan SP 4 dan minyak mentah akan dipompakan ke PPP Menggung. Skema aliran minyak dalam SPU diperlihatkan pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Skema aliran SPU

Massa jenis zat cair yang terdapat didalam SPU adalah 351,117. Massa jenis minyak adalah 350,46. Massa jenis yang terdapat dalam SPU hampir sama karena adanya sedikit perbedaan dalam massa jenis antara minyak dan campuran minyak dengan air asin.

Pompa di SPU merupakan pompa torak yang memiliki efisiensi sebesar 79 % dengan debit $0,855 \text{ m}^3/\text{menit}$ ($51,3 \text{ m}^3/\text{h}$).

III.3.3. Material Pipa

Material yang telah diteliti oleh peneliti diuji dengan menggunakan mesin uji di Departement Teknik Metalurgi dan Material, kesimpulannya adalah:

- Jenis material : Carbon Steel Black Pipe.
- Komposisi Terbanyak : Ferrous (Besi) dengan 98,444 %.

Komposisi terbanyak dari material pipa adalah ferrous (besi). Pipa yang beroperasi dalam sistem adalah pipa baja tua dengan nilai C adalah 80.

Material yang telah terurai oleh lingkungan, diujikan dengan tim peneliti di Departement Teknik Metalurgi dan Material. Kesimpulannya adalah:

- Korosif oleh : Mn, Na, dan Mg.
- Komposisi terbanyak : O.

Pipa yang korosif mengandung Mn, Na, dan Mg, dimana ketiga zat tersebut bersumber dari lingkungan. Dengan komposisi pipa yang sedemikian dan sumber zat korosif pipa maka pipa tidak akan bertahan dengan lama.

III.3.4. Fluida Minyak Mentah

Fluida minyak mentah ini mengandung paraffin akan tetapi paraffin tidak menghambat permukaan pipa yang dilalui oleh fluida. Paraffin yang melekat pada permukaan pipa akan ditekan oleh tekanan dari pompa sehingga paraffin yang melekat pada permukaan pipa bagian dalam akan bersih. Dengan demikian luas area yang dilalui oleh fluida akan tetap dan tidak berkurang akibat adanya paraffin yang melekat pada permukaan pipa bagian dalam.

Debit sangat dipengaruhi oleh suhu dimana dengan suhu yang rendah maka debit akan rendah begitu pula dengan suhu tinggi maka debit akan besar. Kinerja pompa pada suhu rendah akan lebih berat karena pengaruh suhu pada fluida. Fluida pada temperature rendah, molekul-molekul akan terikat dengan kuat, akan tetapi sebaliknya pada temperature tinggi molekul-molekul cairan akan menjadi renggang. Hal tersebut diperjelas berdasarkan gambar 3.23.

BAB IV

PENINGKATAN KINERJA SISTEM INSTALASI FLUIDA

Peningkatan kinerja sistem instalasi fluida dilakukan dengan merubah sistem yang sudah berjalan sedemikian hingga sistem yang baru tersebut mengalami kenaikan efisiensi. Untuk menaikkan tingkat efisiensi terdapat berbagai macam cara, diantaranya adalah:

- (a) Menaikkan kinerja pada pompa baik pada mesin penggerak yang berupa motor listrik maupun mesin berbahan bakar gas dan solar.
- (b) Menaikkan tingkat efisiensi sistem perpipaan.

Pembahasan peningkatan kerja ini dibagi ke dalam dua bagian yaitu:

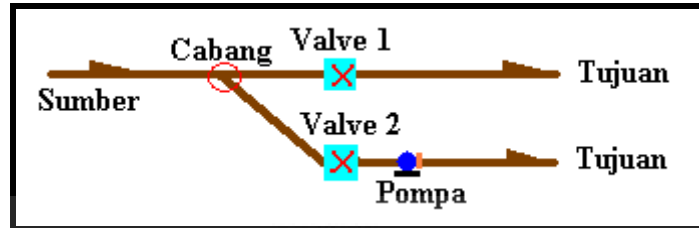
1. Peningkatan kerja sistem instalasi fluida pada SP 2
2. Peningkatan kerja sistem instalasi fluida pada SPU

IV.1. Peningkatan kerja Sistem Instalasi Fluida pada SP 2

Perubahan pada SP 2 dapat dilakukan dengan mengubah pipa atau mengubah kinerja pompa. Perubahan pada pompa untuk sistem perpompaan yang mendekati ideal dalam mengatasi head pompa adalah perubahan pada daya pompa. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam hal merubah sistem adalah:

1. Permasalahan pada kavitasi
 - a. Daya pompa yang mengalir melalui pompa di usahakan agar tidak mengalami kavitasi dimana kavitasi terjadi apabila $NPSH_A < NPSH_R$ atau $P_{in} < P_{out}$.
 - b. Pada sisi masuk/hisap tidak diperbolehkan adanya reducer ataupun expander karena dengan adanya reducer maupun expander akan mengubah tekanan yang terjadi pada sisi hisap pompa sehingga akan menimbulkan kavitasi.
2. Tidak diperbolehkan adanya percabangan yang dialami pada sisi hisap pompa. Jika ada percabangan pada sisi hisap pompa maka pipa yang tidak melalui pompa

tersebut harus ditutup oleh katup karena dengan adanya percabangan maka tekanan sisi hisap pompa akan rendah. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Percabangan pada pipa

Beberapa scenario yang dilakukan dalam meningkatkan kinerja pada SP 2, yaitu:

- a. Skenario 1: Peningkatan efisiensi pompa terhadap perubahan sistem.

Peningkatan efisiensi pompa adalah peningkatan daya pompa dan head sehingga mengalami keseimbangan yang baik. Daya pompa dan head yang seimbang maka tidak adanya energi yang terbuang didalam sistem.

Diagram karakteristik 3.14 maka pompa yang beroperasi belum mengalami tingkat efisiensi yang baik. Jika dilihat dari perubahan yang telah diambil maka terdapat beberapa parameter yang dapat merubah head berdasarkan persamaan 3.3 dan 3.4, yaitu:

- Panjang pipa (L)
- Jenis material pipa yang digunakan (C)
- Diameter pipa (D)

Berdasarkan beberapa parameter diatas maka perubahan head dapat dilakukan dengan merubah parameter-parameter tersebut agar pompa memiliki efisiensi yang lebih baik.

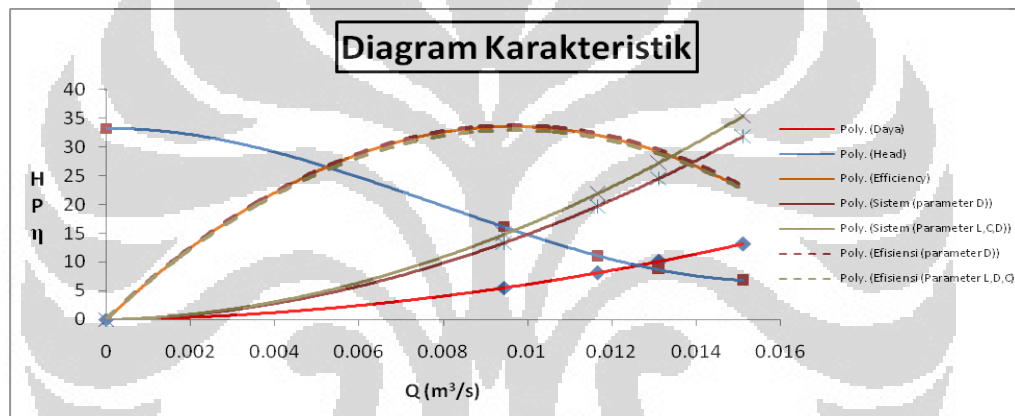
Perubahan pada parameter diameter pipa (D) yang akan merubah head adalah sebagai berikut:

L	D	C	r	m	Q	H
1000	0.127	80	74460.1	1.85	0	0
1000	0.127	80	74460.1	1.85	0.00945	13.38051
1000	0.127	80	74460.1	1.85	0.01166	19.73859
1000	0.127	80	74460.1	1.85	0.01313	24.58745
1000	0.127	80	74460.1	1.85	0.01512	31.92233

Perubahan pada parameter diameter pipa (D), panjang pipa (L), dan jenis material pipa (C) adalah sebagai berikut:

L	D	C	r	m	Q	H
1050	0.1016	140	82308.5	1.85	0	0
1050	0.1016	140	82308.5	1.85	0.00945	14.79086
1050	0.1016	140	82308.5	1.85	0.01166	21.8191
1050	0.1016	140	82308.5	1.85	0.01313	27.17905
1050	0.1016	140	82308.5	1.85	0.01512	35.28705

Dari beberapa perubahan yang telah dilakukan maka diagram karakteristik akan mengalami perubahan sebagai berikut:



Gambar 4.2 Diagram Karakteristik Perubahan Head

Jika ditinjau dari gambar 4.2 maka dengan melakukan perubahan tiga parameter (L, C, dan D) akan lebih baik dari pada melakukan perubahan pada satu parameter (D).

Tabel 2.2 menjelaskan nilai C yang terkandung dalam setiap material dan umurnya. Pipa yang digunakan adalah pipa baja tua dengan nilai C sebesar 80. Perubahan yang dilakukan adalah perubahan material pipa dari pipa baja tua menjadi pipa dengan lapisan semen dengan nilai C sebesar 140.

Pergantian pipa dari pipa baja tua menjadi pipa dengan lapisan semen adalah untuk mengurangi terjadinya pengendapan partikel padat (pasir dan paraffin) pada permukaan pipa bagian dalam. Pengendapan partikel padat akan mengurangi kelancaran aliran fluida yang terjadi didalam pipa.

Tekanan dipengaruhi oleh besar diameter pipa, sebagaimana terdapat dalam persamaan dibawah ini:

$$Q_1 = Q_2 \quad (4.1)$$

$$A_1 \cdot D_1^2 = A_2 \cdot D_2^2 \quad (4.2)$$

Tekanan dalam pipa akan berbanding terbalik dengan besar diameter pipa. Pipa yang dipergunakan adalah enam inchi yang memiliki tekanan sebesar 2,5 Kg/cm². Dengan menggunakan persamaan 4.2 maka pipa dengan diameter lima inchi akan memiliki tekanan sebesar 3,6 Kg/cm². Tekanan balik dari SPU adalah sebesar 1,2 Kg/cm² dengan pipa diameter 6 inchi. Pipa berdiameter 5 inchi akan mengalami tekanan balik yang diberikan dari SPU sebesar 1,7 Kg/cm².

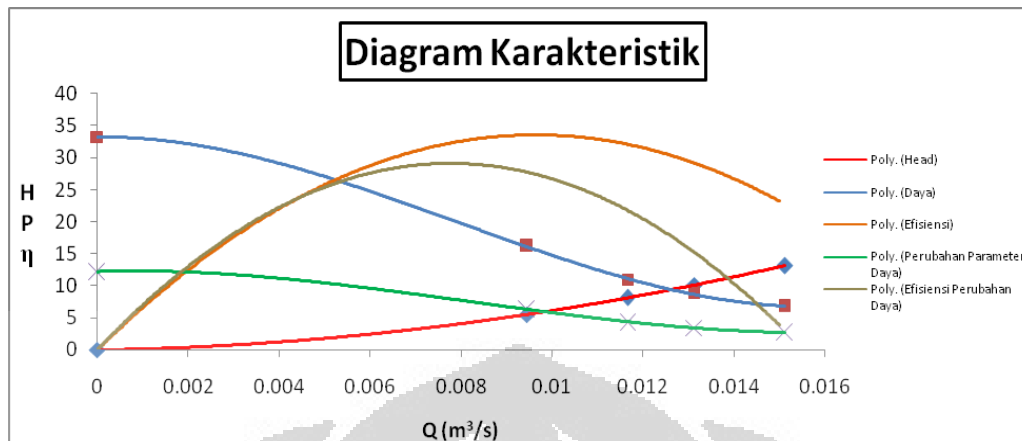
Dengan perbedaan tekanan tersebut, pompa akan lebih baik apabila memakai pipa dengan diameter 5 inchi dimana daya kerja pompa akan berkurang sebesar 0,6 Kg/cm² untuk mengatasi tekanan balik dari SPU. Berkurangnya tekanan balik yang diakibatkan dari SPU maka daya kerja pompa akan semakin baik dan head akan semakin baik.

- b. Skenario 2: Peningkatan efisiensi pompa terhadap perubahan daya.

Perubahan parameter yang dapat dilakukan dalam meningkatkan efisiensi terhadap perubahan daya adalah Perubahan Parameter Kecepatan Putar (RPM).

U_1 (m/s)	D_{Impeller} (m)	D_2 (m)	b_2 (m)	rpm	Q (m ³ /s)	hf (m)
86.35	0.95	0.001125	1.85	825	0	12.12
86.35	0.95	0.001125	1.85	825	0.00945	6.261514
86.35	0.95	0.001125	1.85	825	0.01166	4.244592
86.35	0.95	0.001125	1.85	825	0.01313	3.407521
86.35	0.95	0.001125	1.85	825	0.01512	2.624565

maka didapatkan diagram karakteristik sebagai berikut:



Gambar 4.3 Diagram Karakteristik Perubahan Daya

Perubahan parameter daya khususnya kecepatan putaran maka akan dapat meningkatkan efisiensi pompa. Gambar 4.3 menjelaskan bahwa putaran 825 rpm akan dapat meningkatkan efisiensi hingga 83 %. Dengan berkurangnya putaran dan meningkatnya efisiensi maka sistem akan bekerja dengan waktu lebih lama dalam mengirim fluida, tetapi dengan permasalahan tekanan yang diakibatkan dari SPU maka putaran yang disarankan telah memenuhi syarat.

IV.2. Peningkatan kerja Sistem Instalasi Fluida pada SPU.

Perubahan pada SP 2 dapat dilakukan dengan mengubah pipa atau mengubah kinerja pompa. Perubahan pada pompa untuk sistem perpompaan yang mendekati ideal dalam mengatasi head pompa adalah perubahan pada daya pompa.

Beberapa scenario yang dilakukan dalam meningkatkan kinerja pada SPU, yaitu:

- a. Skenario 1: Peningkatan efisiensi pompa terhadap perubahan sistem.

Peningkatan efisiensi pompa adalah peningkatan daya pompa dan head sehingga mengalami keseimbangan yang baik. Daya pompa dan head yang seimbang maka tidak adanya energi yang terbuang didalam sistem.

Diagram karakteristik 3.17 maka pompa yang beroperasi belum mengalami tingkat efisiensi yang baik. Jika dilihat dari perubahan yang telah diambil maka terdapat beberapa parameter yang dapat merubah head berdasarkan persamaan 3.3 dan 3.4, yaitu:

- Panjang pipa (L)
- Jenis material pipa yang digunakan (C)
- Diameter pipa (D)

Berdasarkan beberapa parameter diatas maka perubahan head dapat dilakukan dengan merubah parameter-parameter tersebut agar pompa memiliki efisiensi yang lebih baik.

Perubahan pada parameter diameter pipa (D) yang akan merubah head adalah sebagai berikut:

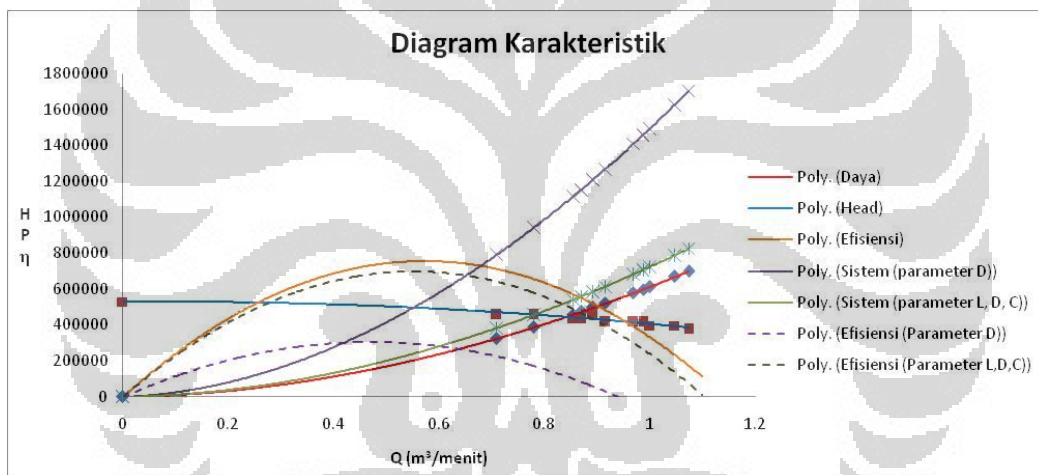
L	D	C	r	m	Q	H
20000	0.127	80	1489203	1.85	0	0
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.70953	789312
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.77957	939476
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.85541	1115525
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.86996	1150873
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.86996	1150873
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.89227	1206068
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.89227	1206068
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.91617	1266513
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.9692	1405469
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.98721	1454149
20000	0.127	80	1489203	1.85	0.98721	1454149
20000	0.127	80	1489203	1.85	1.00035	1490168
20000	0.127	80	1489203	1.85	1.04772	1623320
20000	0.127	80	1489203	1.85	1.07424	1700166

Perubahan pada parameter diameter pipa (D), panjang pipa (L), dan jenis material pipa (C) adalah sebagai berikut:

L	D	C	r	m	Q	H
20500	0.127	120	720956	1.85	0	0
20500	0.127	120	720956	1.85	0.70953	382123
20500	0.127	120	720956	1.85	0.77957	454821
20500	0.127	120	720956	1.85	0.85541	540051
20500	0.127	120	720956	1.85	0.86996	557163
20500	0.127	120	720956	1.85	0.86996	557163
20500	0.127	120	720956	1.85	0.89227	583885

20500	0.127	120	720956	1.85	0.89227	583885
20500	0.127	120	720956	1.85	0.91617	613147
20500	0.127	120	720956	1.85	0.9692	680419
20500	0.127	120	720956	1.85	0.98721	703986
20500	0.127	120	720956	1.85	0.98721	703986
20500	0.127	120	720956	1.85	1.00035	721424
20500	0.127	120	720956	1.85	1.04772	785885
20500	0.127	120	720956	1.85	1.07424	823088

Dari beberapa perubahan yang telah dilakukan maka diagram karakteristik akan mengalami perubahan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Diagram Karakteristik Pompa Gaso

Jika ditinjau dari gambar 4.4 maka dengan melakukan perubahan tiga parameter (L, C, dan D) akan lebih baik dari pada melakukan perubahan pada satu parameter (D).

Perubahan diameter pipa tidak mempengaruhi tekanan yang diberikan pompa terhadap sistem. Diameter pipa disesuaikan dengan keadaan debit aliran karena debit aliran mempengaruhi waktu pengiriman produksi.

Perubahan material pipa dari C sebesar 80 (pipa baja tua) menjadi 120 (pipa naja baru), karena menghindari pengendapan partikel padat didalam pipa sehingga menghambat aliran produksi.

Efisiensi waktu berkaitan dengan debit fluida yang mengalir dimana dirumuskan dalam:

$$Q_1 t_1 = Q_2 t_2 \quad (4.3)$$

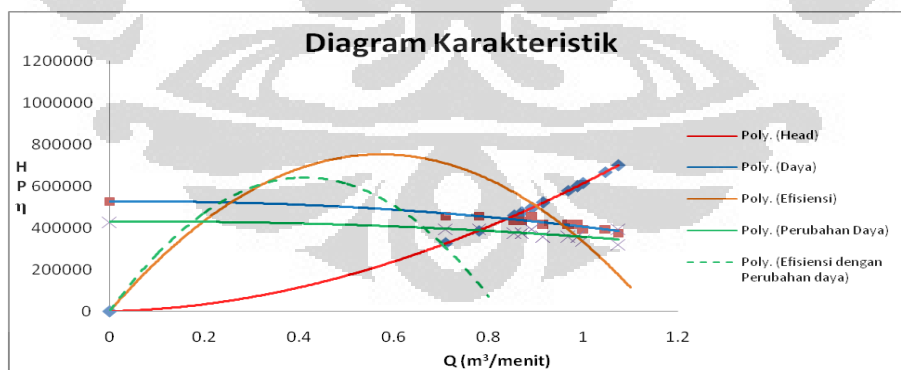
Dimana: Q merupakan debit fluida (m^3/h)

t merupakan lama pompa bekerja (h)

Pompa bekerja dengan debit $51,3 \text{ m}^3/\text{h}$ selama 5 jam untuk mencapai aliran produksi yang terkirim dari SPU ke PPP Menggung sebanyak satu tangki dengan ketinggian rata-rata. Persamaan 4.3 mengacu pada perubahan yang dilakukan apabila debit aliran menjadi $48,6 \text{ m}^3/\text{h}$ maka aliran produksi yang terkirim dari SPU ke PPP Menggung menghabiskan waktu selama 5 jam lebih 15 menit untuk ketinggian tangki rata-rata. Waktu yang lebih lama namun pemakaian yang lebih efisien maka daya tahan pompa akan lebih lama dan pompa akan bekerja dengan baik.

b. Skenario 2: Peningkatan Efisiensi terhadap perubahan Daya

Peningkatan efisiensi dapat merubah parameter daya pada kinerja pompa. Parameter daya tersebut adalah perubahan kecepatan putar (RPM) yang akan mempengaruhi kecepatan stroke dalam satuan waktu. Perubahan yang terjadi pada SPM, didapatkan diagram karakteristik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Diagram Karakteristik perubahan daya

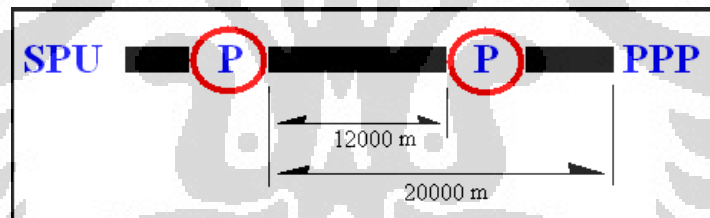
Perubahan parameter SPM dapat meningkatkan efisiensi. Dengan perubahan SPM dari 43 menjadi 40 akan merubah daya menjadi lebih ringan. Kinerja tersebut akan merubah nilai efisiensi dari 79 % menjadi 82 %. Debit akan mengalami perubahan yaitu $46.8 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Pompa bekerja dengan debit $51,3 \text{ m}^3/\text{h}$ selama 5 jam untuk mencapai aliran produksi yang terkirim dari SPU ke PPP Menggung sebanyak satu tangki dengan ketinggian rata-rata. Persamaan 4.3 mengacu pada perubahan yang dilakukan apabila debit aliran menjadi $46,8 \text{ m}^3/\text{h}$ maka aliran produksi yang terkirim dari SPU ke PPP Menggung menghabiskan waktu selama 5 jam lebih 25 menit untuk ketinggian tangki rata-rata. Waktu yang lebih lama namun pemakaian yang lebih efisien maka daya tahan pompa akan lebih lama dan pompa akan bekerja dengan baik.

- c. Skenario 3: Perubahan Daya dengan perubahan design pompa seri.

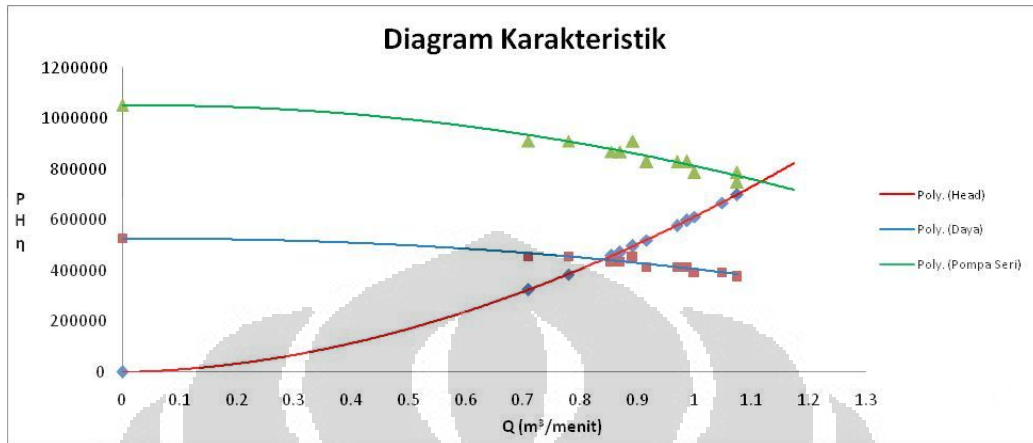
Design pompa seri berfungsi untuk meningkatkan head pada pompa. Meningkatnya head juga dapat meningkatkan debit. Meningkatnya head dan debit pada pompa dan sistem akan mempengaruhi laju aliran fluida.

Design pompa seri dari dari SPU ke PPP Menggung adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 Rangkaian pompa seri dari SPU ke PPP

Design pompa seri yang telah diperlihatkan pada gambar 4.6 maka didapatkan diagram karakteristik sebagai berikut:



Gambar 4.7 Diagram Karakteristik pompa torak rangkaian seri

Gambar 4.7 menjelaskan bahwa dengan pompa seri maka head pompa akan meningkat dan debit akan meningkat. Pompa yang dipergunakan adalah pompa torak dengan tipe dan merk yang sama. Daerah operasi pompa untuk debit menjadi $67.2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Laju aliran fluida yang dari $51.3 \text{ m}^3/\text{h}$ akan menjadi $67,2 \text{ m}^3/\text{h}$. laju aliran fluida yang menjadi $67,3 \text{ m}^3/\text{h}$ akan ditempuh dalam waktu 3 jam 45 menit. Waktu tempuh yang terjadi dari 5 jam menjadi 3 jam 45 menit maka akan mempercepat keaktifan pompa.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian yang dirangkum oleh penulis adalah:

1. Pompa yang terpasang dalam kondisi yang sekarang ini beroperasi mengalami tingkat efisiensi untuk pompa sentrifugal sebesar 78 % dan untuk pompa torak sebesar 79 %.
2. Kondisi pipa yang saat ini terpasang dan beroperasi mengalami tingkat konstanta C senilai 80 (merujuk pada table 2.1). Nilai kandungan terbanyak dalam material ini adalah Fe dengan tingkat kandungan sebesar 98 %.
3. Peningkatan kinerja yang telah dilakukan di SP 2 dan SPU maka dapat ditarik kesimpulan adalah:
 - a. Peningkatan kinerja di SP 2
 - i. Skenario 1: Perubahan kinerja terhadap perubahan sistem instalasi. Perubahan sistem instalasi tersebut merupakan perubahan sistem perpipaan. Perubahan tersebut adalah panjang pipa 1050 m, diameter pipa 6 inchi, dan material pipa yaitu pipa dengan lapisan semen.
 - ii. Skenario 2: Perubahan kinerja terhadap perubahan daya pompa. Perubahan daya pompa tersebut merupakan perubahan putaran yang terjadi pada pompa (RPM). Putaran pompa diperlambat dari 1475 menjadi 875.
 - b. Peningkatan kinerja di SPU
 - i. Skenario 1: Perubahan kinerja terhadap perubahan sistem instalasi. Perubahan sistem instalasi tersebut merupakan perubahan sistem perpipaan. Perubahan tersebut adalah panjang

20500 m, diameter pipa 5 inchi, dan material pipa yaitu pipa baja baru.

- ii. Skenario 2: Perubahan kinerja terhadap perubahan daya pompa. Perubahan daya pompa tersebut adalah merupakan perubahan kecepatan stroke per menit (SPM). Perubahan SPM tersebut adalah 43 menjadi 40.
- iii. Skenario 3: Perubahan daya dengan perubahan design pompa seri. Perubahan daya pompa tidak menaikkan debit naum dengan meningkatnya daya akan menaikkan daerah operasional pompa.

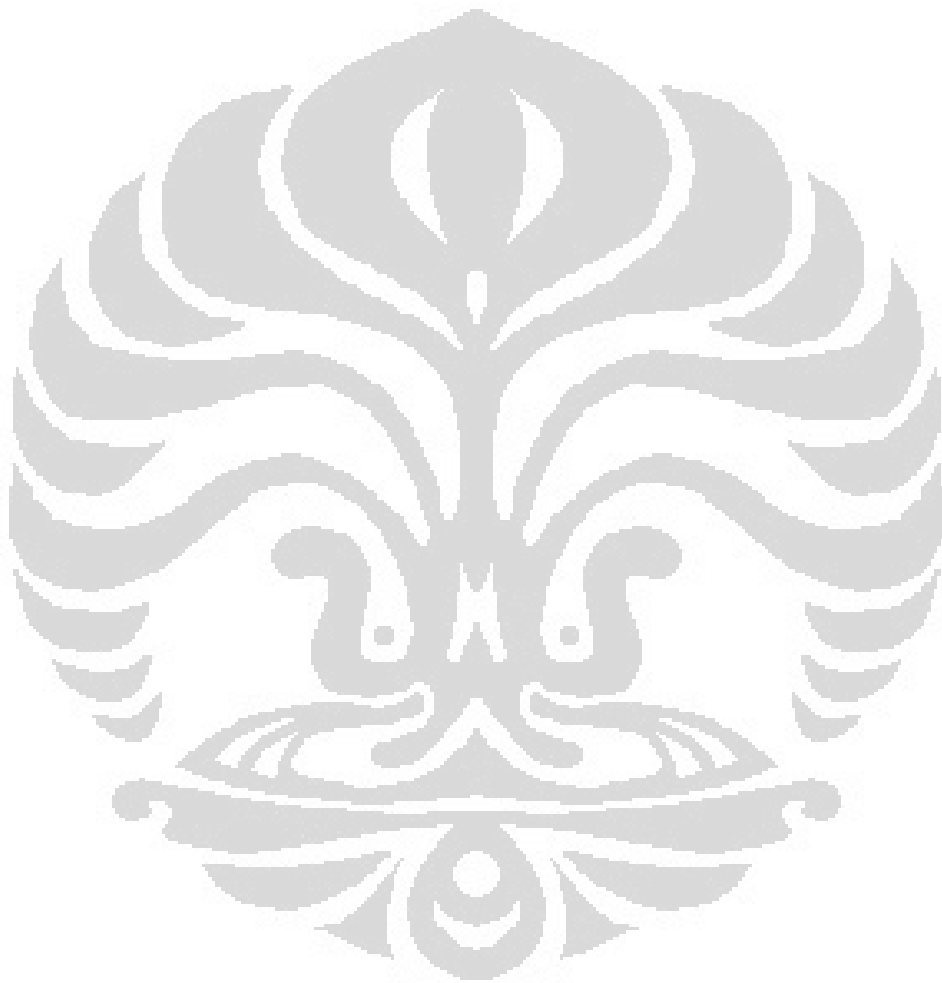
5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan peneliti adalah:

1. Pompa yang dipergunakan untuk SP 2 sebaiknya RPM dikurangi untuk mencegah terjadinya kavitasi. Dengan mengurangi RPM maka akan menghemat daya dan kebutuhan listrik yang dipergunakan di SP 2.
2. Pompa SPU dengan melihat kondisi yang telah ada maka sebaiknya pompa dipasangkan seri. Hal tersebut untuk menghindari terjadinya pengendapan pada pipa disepanjang jalur SPU dan PPP.
3. Kondisi yang sekarang ini sebaiknya pompa yang dipergunakan memiliki cadangan karena apabila sewaktu-waktu pompa mengalami masalah maka pengiriman hasil produksi tidak berhenti.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Evans, Joe. (n.d). *Positive Displacement Pump*.
- [2] <http://www.pumped101.com>
- [3] Hicks, T.G., & Edwards, T.W. 2006. *Teknologi Pemakaian Pompa*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Munson, R.Bruce, Young, Donald F., & Theodore H. Okiishi. 2002. *Mekanika Fluida*. (Harinaldi & Budiarmo, Penerjemah.). Jakarta: Erlangga.
- [5] Raswari. 1987. *Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan*. Jakarta: UI-Press.
- [6] Shigley, E.Joseph, Charles R. Mischke. 1986. *Standard Handbook of Machine Design*. New Delhi: McGraw – Hill.
- [7] Som, S.K., & Biswas, G. 2004. *Introduction to Fluid Mechanics and Fluid Machines*. New Delhi: Tata McGraw – Hill.
- [8] Sularso, & Haruo Tahara. 2006. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [9] Turian, R.M., & Yuan, T.F. 1977. *Flow Slurries in Pipelines*. Jurnal AIChE 23, 232–242.
- [10] http://gadang-e-bookformaterialscience.blogspot.com/2007_11_01_archive.html
- [11] Software pipe flow wizard
- [12] Software PT. Pertamina EP. *Pipelines and Pumps*.
- [13] Razzaq, Abdur. 2008. Analisa kerugian tekanan pada jaringan pipa cargo kapal MT Fastron 3000 DWT milik PT Pertamina pada saat unloading = Pressure drop analysis along cargo piping system in 30000 DWT M.T. Fastron PT. Pertamina vessel in unloading condition. (Skripsi) Jakarta: Universitas Indonesia.



LAMPIRAN 1

Data Ketinggian dan Lokasi SP di Wilayah Kawengan

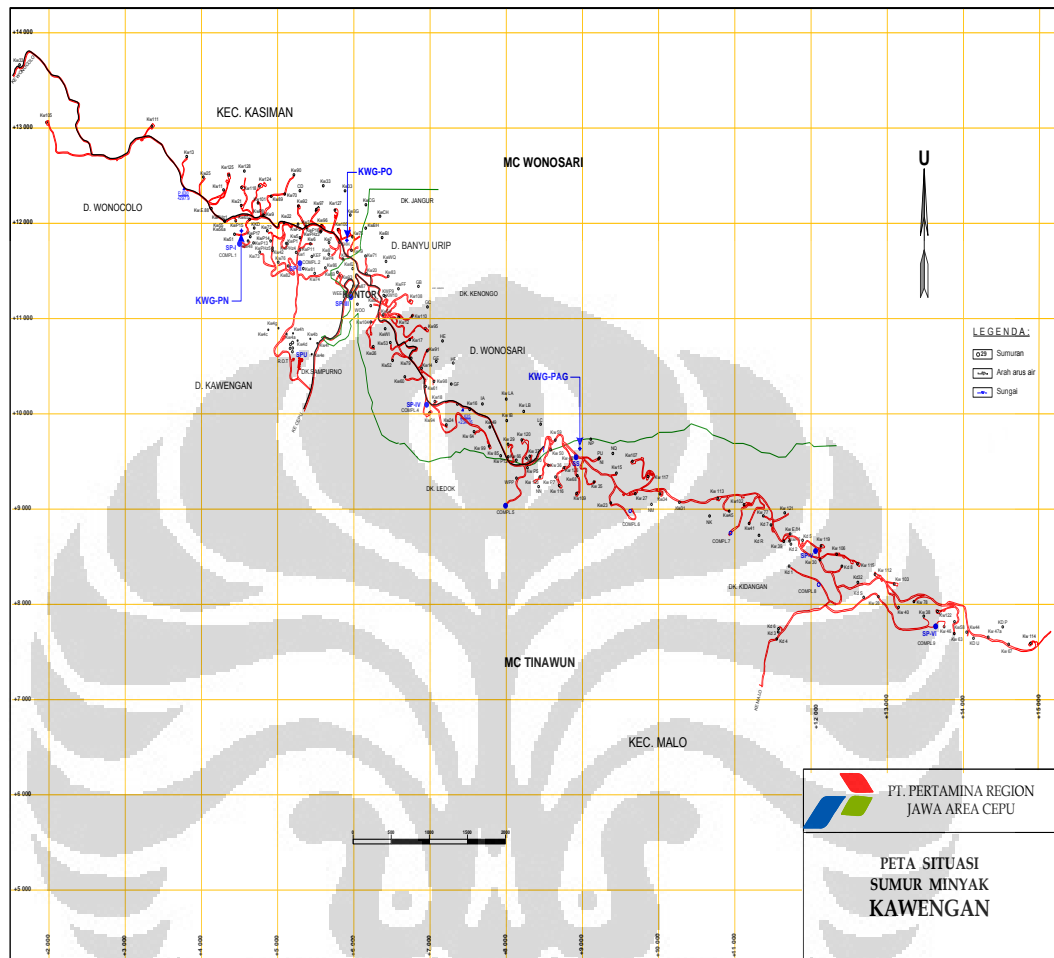
No	Lokasi	Koordinat		Tinggi (M)
		X	Y	
1	SP. I	575 014	9 219 632	193.41
2	SP. II	575 802	9 219 434	152.02
3	SP. III	576 529	9 219 072	211.84
4	SP. IV	577 601	9 217 889	230.89
5	SP. V	582 782	9 219 316	178.02
6	SP. VI	584 334	9 215 508	80.18
7	SS	579 546	9 215 334	189.34
8	SPU	575 702	9 218 426	105

TERTANDA

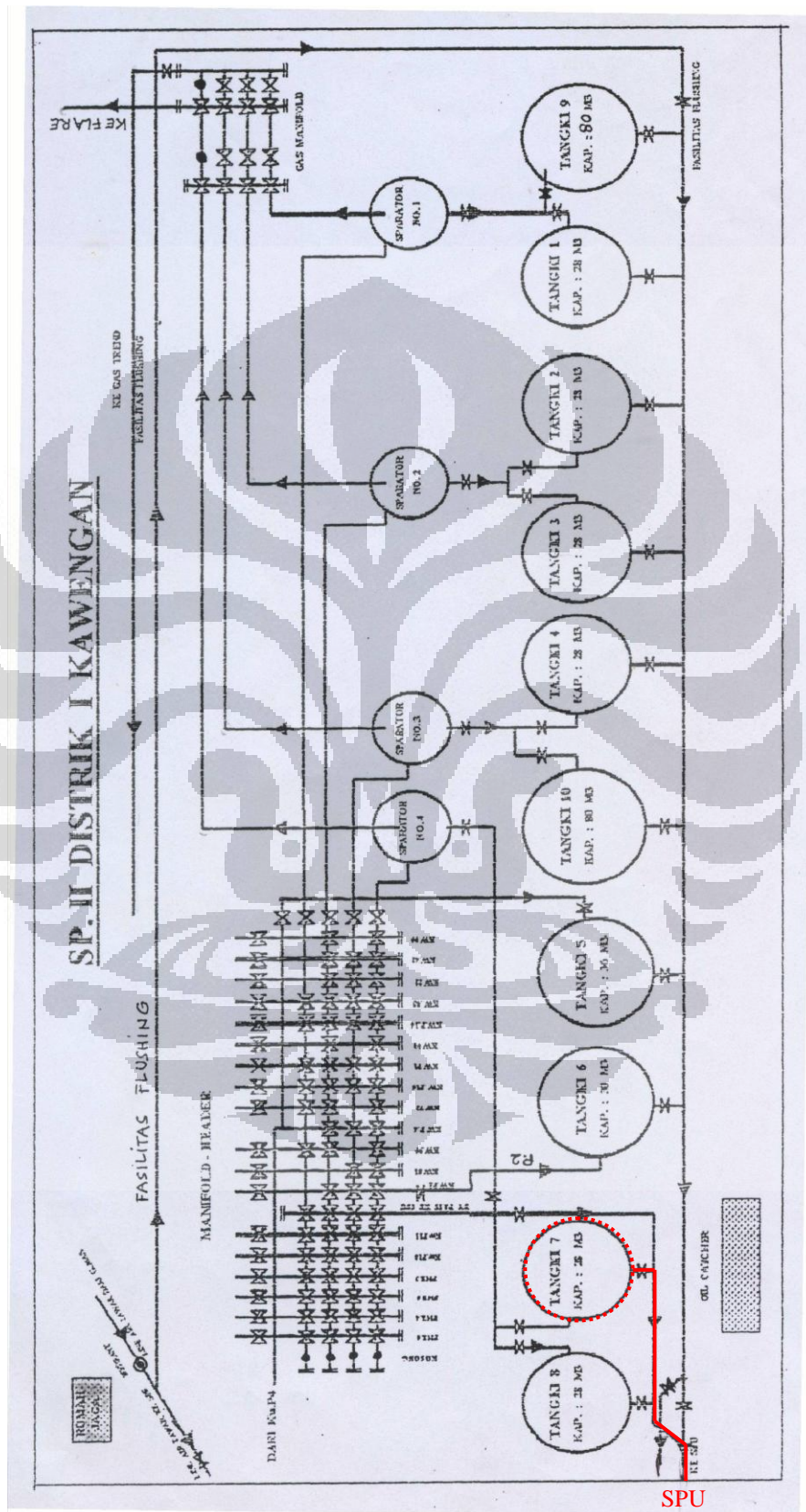
TOPO / SIPIL CEPU

LAMPIRAN 2

Peta Situasi Sumur Minyak Wilayah Kawengan



LAMPIRAN 3
Denah SP 2



LAMPIRAN 4

Kondisi SP 2



Pipa Keluar Tangki



Pipa di SP 2

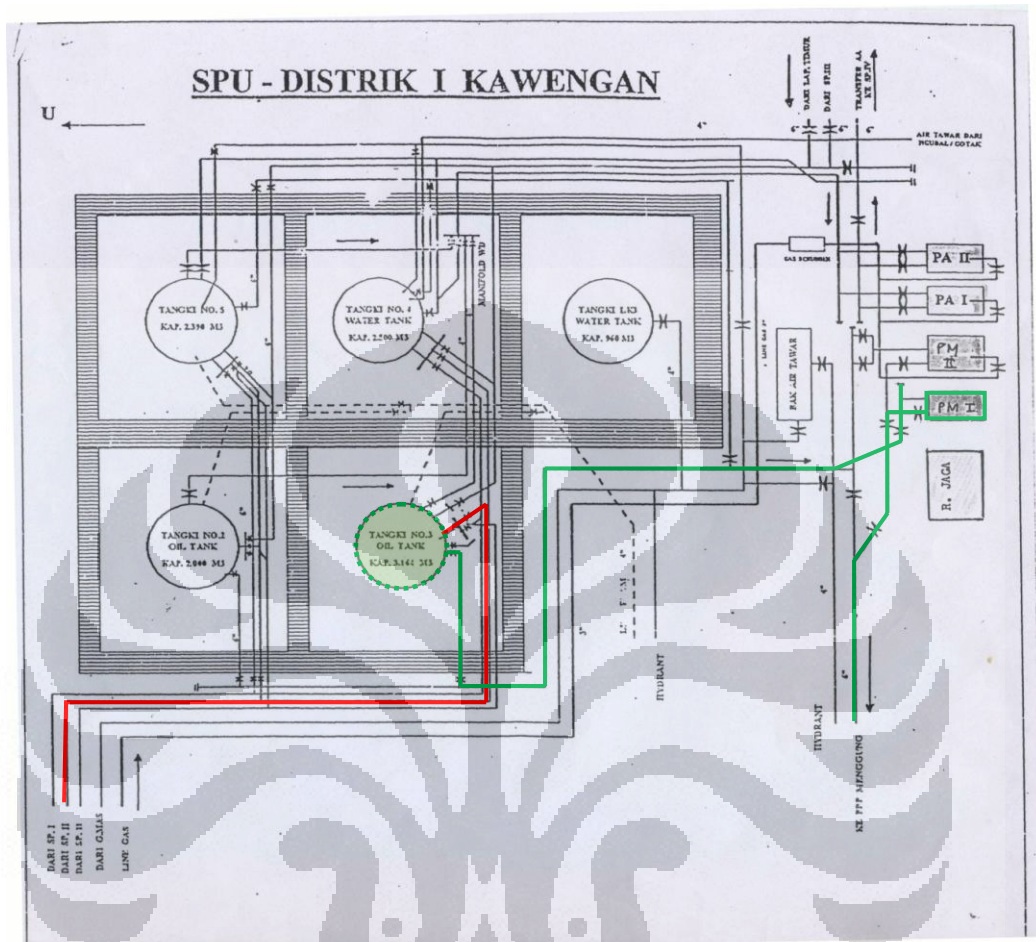


Pipa masuk dan keluar Pompa



Pompa di SP 2

LAMPIRAN 5
Denah SPU



LAMPIRAN 6
Kondisi SPU



Pipa Masuk dan Keluar Tangki



Pipa di SPU (1)



Pipa di SPU (2)



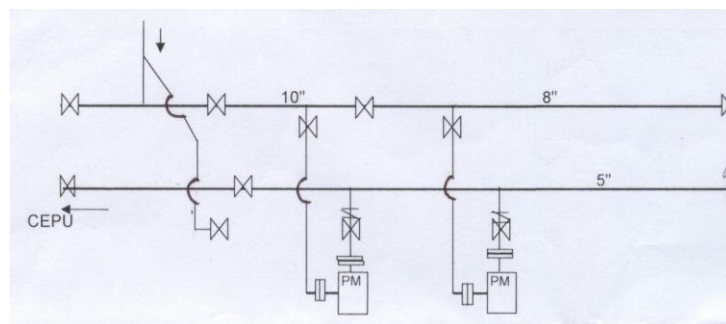
Pipa Masuk dan Keluar Pompa



Pembesaran Pipa 6 inci ke 8 inci
dari SPU ke PPP Menggung



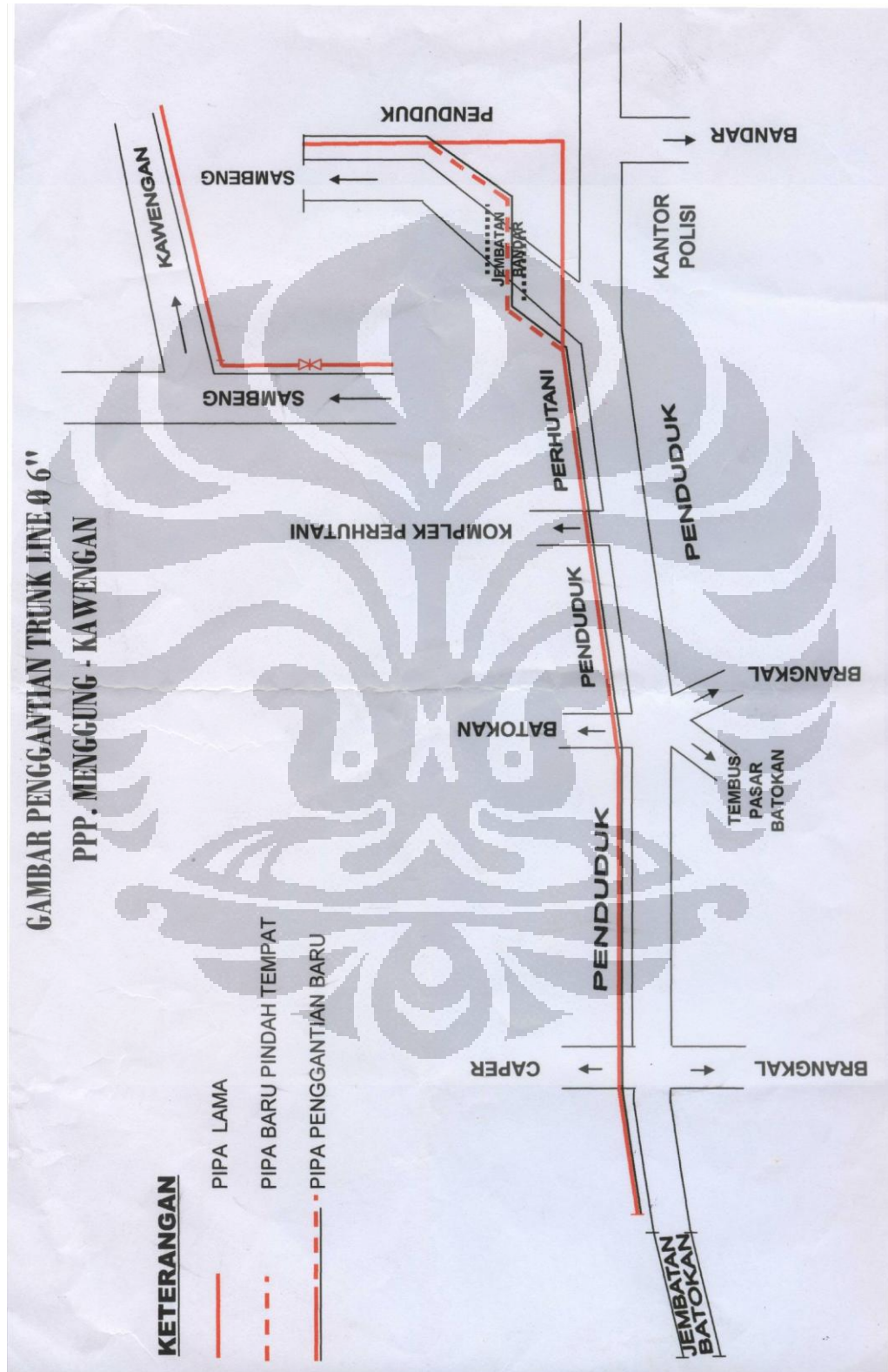
Pompa Gaso di SPU



Denah Pipa SPU di sekitar Pompa

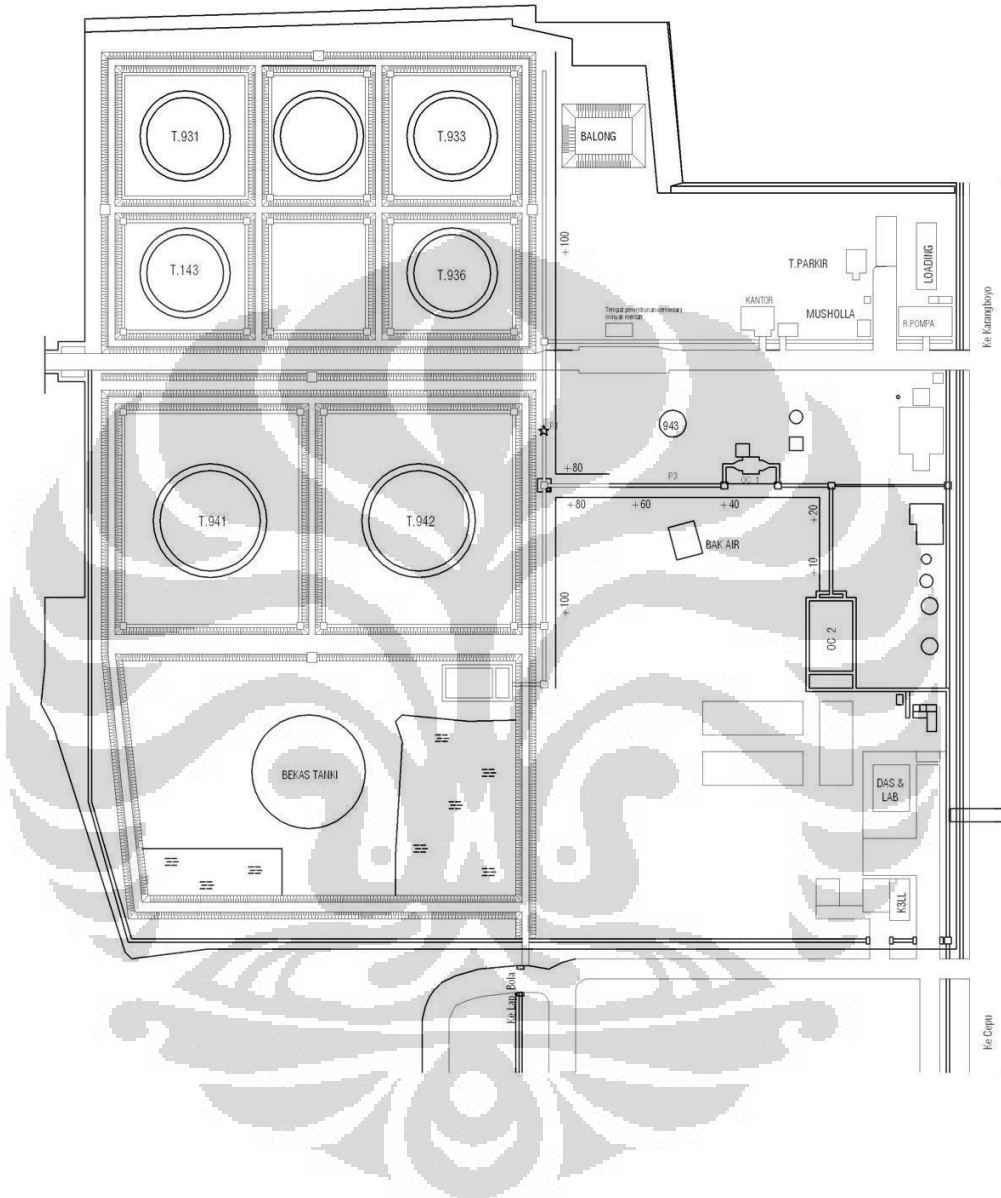
LAMPIRAN 7

Denah Pipa di sepanjang Kawengan dan Cepu



LAMPIRAN 8

Denah PPP Menggung



LAMPIRAN 9

Kondisi di PPP Menggung



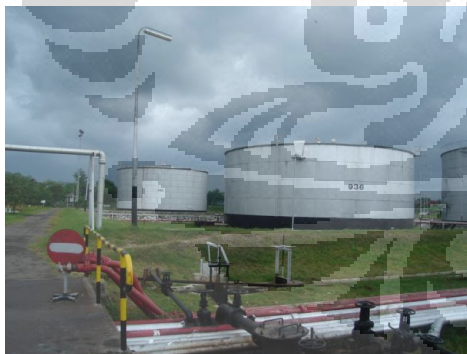
PPP Menggung



Pipa Masuk Tangki



Pipa di PPP (1)





Pipa di PPP (2)



Pipa di PPP (3)

LAMPIRAN 10

Surat Keterangan Tugas Akhir di PT. Pertamina EP.



SURAT – KETERANGAN
No. 193 /EP7D15/2008-S8

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Jasa SDM PT PERTAMINA EP Field Cepu Region Jawa menerangkan dengan sebenarnya :


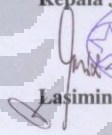
Nama : Mahendra A.
Nim : 0404020517
Jurusan : Teknik Mesin
Sekolah : Uiversitas Indonesia Depok

Yang bersangkutan telah selesai melaksanakan Tugas Akhir di PT PERTAMINA EP Field Cepu Region jawa terhitung mulai tanggal 09 Juni s/d 31 Juli 2008.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Cepu, Juli 2008

PT PERTAMINA EP Field Cepu Region Jawa
Kepala Jasa SDM



Lasimin

PT. PERTAMINA EP Field Cepu Region Jawa
Jl. Gajah Mada PO.BOX 1 Cepu-Blora 58312, Jateng
T +62 296 421494; 421630 F +62 296 421329

