

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMA MOTOR POMPA OIL WATER SEPARATOR PEMISAHAN LIMBAH GOT PADA KAPAL TANKER

*Diselesaikan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan
Memenuhi Syarat-syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD TITO DESWANDI
2107220056



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Tito Deswandi

NPM : 2107220056

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Peforma Motor Pompa Oil Water Separator Pemisah
Limbah Got Pada Kapal Tanker

Bidang Ilmu : Sistem Tenaga Listrik

Telah Berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2025

Mengetahui dan menyetujui

Dosen Pembimbing



Dr. Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd

Dosen Pembimbing I



Faisal Irsan Pasaribu, S.T, S.Pd., M.T

Dosen Pembimbing II



Dr. Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua



Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Surat yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Tito Deswandi

Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 02 Desember 2002

NPM : 2107220056

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan Sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

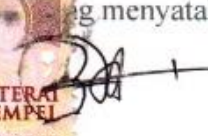
“Analisis Peforma Motor Pompa Oil Water Separator Pemisah Limbah Got Pada Kapal Tanker”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian kerja hasil milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaan saya

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 September 2025

g menyatakan,

14B1CANX051584553

Muhammad Tito Deswandi

ABSTRAK

Oil Water Separator (OWS) merupakan peralatan vital di kapal yang berfungsi memisahkan minyak dari air bilges guna mencegah pencemaran laut. Limbah bilges berasal dari kebocoran main engine maupun auxiliary engine, yang mengandung campuran air tawar, air laut, minyak pelumas, dan bahan bakar. Sesuai regulasi MARPOL, kadar minyak pada air buangan harus di bawah 15 ppm sebelum dibuang ke laut. OWS bekerja memanfaatkan perbedaan massa jenis antara minyak dan air, sehingga minyak mengapung dan dialirkan ke tangki penampungan, sedangkan air dibuang ke laut sesuai standar. Penelitian ini menitikberatkan pada pengukuran dan analisis arus listrik motor tiga fasa pada pompa OWS, hubungan efisiensi performa motor dengan daya input-output dan putaran, serta identifikasi parameter teknis utama seperti tegangan, arus, daya, faktor daya, dan frekuensi. Tantangan operasional OWS meliputi penyumbatan filter, penurunan kinerja akibat kurang perawatan, dan kesalahan kalibrasi sensor. Hasil pengukuran digunakan sebagai acuan perhitungan daya masukan, daya keluaran, dan efisiensi motor. Berdasarkan perhitungan, daya input pada fase R-S motor OWS adalah 1.096 Watt. Dengan nilai $\cos \phi$ sebesar 0,80, diperoleh daya semu 1.370 VA. Nilai efisiensi motor sebagai pompa OWS mencapai 91,24%, menunjukkan kinerja motor masih dalam kondisi optimal. Pemeliharaan berkala, pengoperasian yang tepat, serta pemantauan kinerja secara real-time diperlukan untuk memastikan efektivitas OWS dalam menjaga kelestarian ekosistem laut dan mencegah pencemaran akibat pembuangan limbah kapal.

Kata Kunci: Oil Water Separator, motor induksi tiga fasa, efisiensi motor, hasil perhitungan daya input, efisien, dan perhitungan parameter teknis

ABSTRACT

Oil Water Separator (OWS) is a vital equipment on ships that functions to separate oil from bilges water to prevent marine pollution. Bilges waste comes from main engine and auxiliary engine leaks, which contain a mixture of fresh water, sea water, lubricating oil, and fuel. According to MARPOL regulations, the oil content in wastewater must be below 15 ppm before being discharged into the sea. OWS works by utilizing the difference in density between oil and water, so that the oil floats and flows into a holding tank, while the water is discharged into the sea according to standards. This research focuses on measuring and analyzing the electric current of a three-phase motor in an OWS pump, the relationship between motor performance efficiency and input-output power and rotation, and identifying key technical parameters such as voltage, current, power, power factor, and frequency. OWS operational challenges include filter clogging, performance degradation due to lack of maintenance, and sensor calibration errors. The measurement results are used as a reference for calculating input power, output power, and motor efficiency. Based on the calculations, the input power in the R-S phase of the OWS motor is 1,096 Watts. With a $\cos \phi$ value of 0.80, the apparent power is 1,370 VA. The motor efficiency as an OWS pump reaches 91.24%, indicating that the motor is still performing optimally. Regular maintenance, proper operation, and real-time performance monitoring are necessary to ensure the OWS's effectiveness in preserving marine ecosystems and preventing pollution from ship waste discharge.

Keywords: Oil Water Separator, three-phase induction motor, motor efficiency, input power calculation results, efficiency, and technical parameter calculations

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**Analisa Performa Motor Pompa Oil Water Separator Pemisah Lembah Got Pada Kapal Tanker**” dengan baik.

Dimana tugas akhir ini adalah suatu kewajiban yang harus dilaksanakan oleh mahasiswa/i Teknik Elektro dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dan hasil tugas akhir ini dilampirkan pada sebuah laporan yang wajib diselesaikan untuk para mahasiswa/i.

Dalam penulisan tugas akhir ini saya menyadari masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam susunan kalimat yang mana saya mengharapakan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T.,M.Pd. selaku dosen pembimbing dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini saya ucapkan terimakasih sebanyak banyaknya.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sekaligus sebagai ketua program studi teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
3. Bapak Dr. Sudirman Lubis. S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang Telah Banyak Memberikan Koreksi Dan Masukan Kepada Penulis Dalam Menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar,. S.T.,M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara

5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Yang Telah banyak Memberikan Ilmu Ketekniklistrikan Kepada Penulis.
6. Cinta Pertama Dan Sosok yang Penulis Jadikan Panutan Penulis Yaitu Ayahanda Suhartono. Terimakasih atas Setiap Tetes Keringat yang Telah Tercururkan Dalam Setiap Langkah Ketika Mengemban Tanggung Jawab Sebagai Seorang Kepala Keluarga untuk Mencari Nafkah Yang Tiada Hentinya Memberikan Motivasi, Perhatian, Kasih sayang , Serta Dukungan Dari Segi Finansial Sehingga Penulis Mampu Menyelesaikan Skripsi Hingga Akhir Untuk Mendapat Gelar Sarjana Teknik. Terimakasih Ayah, Laki-laki Kecilmu Sudah Tumbuh Besar Dan Siap Melanjutkan Mimpi Yang Lebih Tinggi lagi.
7. Pintu Surgaku yang Sangat Menginspirasi Penulis Yaitu Ibunda Dewi Sartika Tercinta Terimakasih atas Setiap Semangat, Ridho, Perhatian, Kasih Sayang dan Doa yang Selalu Terselip disetiap Sholatnya Demi Keberhasilan Penulis Dalam Menganyam Pendidikan Sampai Menjadi Serjana Teknik Terimakasih ibu, Atas Berkat dan Ridhomu Ternyata Anak Pertama Laki-lakimu Yang Selama Ini Bahunya Harus Setegar Karang di Lautan Dan Menjadi Harapan Terbesar, Saat ini Telah Mampu Mendapat Gelar Sarjana Teknik.
8. Seluruh rekan-rekan Seperjuangan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Khususnya kelas B1 Pagi yang telah Banyak Membantu Dan Memberikan Semangat Kepada Penulis Dengan memberikan Masukan-masukan Yang Bermanfaat Selama Proses Perkuliahan Maupun Dalam Penulisan Tugas Akhir.
9. Teruntuk Kedua Adik Tercinta, Nurul Cantika Diajeng Dan Muhammad Abyan Yusuf. Terimakasih Atas Segala Dukungan Dan Motivasi Yang Diberikan Kepada Penulis, Sehingga Pada Akhirnya Penulis Dapat Menyelesaikan Studi Sampai Sarjana.
10. Teruntuk Seseorang yang tak Kalah Penting Kehadirannya, Putri Wida S. KEB Terimakasih Telah Berkontribusi Banyak Dalam Penulisan Skripsi Ini. Yang Menemani, Meluangkan Waktu, Tenaga, Pikiran Ataupun Materi

Kepada Saya, Dan Memberi Semangat Untuk Terus Maju Tanpa Kenal
Lelah Kata Menyerah Dalam Segala Hal Dalam Meraih Apa yang Menjadi
Impian Saya. Terimakasih Telah Menjadi Sosok Rumah Yang Selalu Ada
Untuk Saya Dan Menjadi Bagian Perjalanan Hidup Saya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Ruang lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA RELAVAN	5
2.2 Motor Induksi 3 Phasa.....	7
2.3 Jalur Pipa OIL WATER SPARATOR	9
2.3.1 Bilge Pump.....	11
2.3.2 3-way Valve	12
2.4 Sensor	13
2.4.1 Sensor Kadar Minyak (<i>Oil Content Monitor/OCM</i>).....	14
2.4.2 Sensor Kepadatan (Density Meter).	16
2.4.3 Prinsip Kerja Sensor Kepadatan dalam OWS.....	17
2.4.4 Sensor pH - mengukur tingkat keasaman air limbah	18
2.4.5 Sensor Suhu - mengukur suhu campuran minyak-air	19
2.5 Relay.....	20
2.5.1 Komponen – Komponen Dasar Relay	23

2.5.2 Prinsip Kerja Relay	24
2.6 Miniature Circuit Breaker (MCB).....	25
2.6.1 Fungsi MCB.....	26
2.6.2 Tipe Tipe MCB	28
2.6.3 Komponen Komponen Yang Ada Pada MCB	28
2.7 Overload Protector	30
2.7.1 Prinsip Kerja <i>Overload Protector</i>	32
2.8 Kapal Tanker	33
2.9 Selector Switch.....	34
2.9.1 Fungsi Selector Switch	36
2.9.2 Prinsip Kerja Selector Switch	36
2.10 Flow Switch.....	37
2.10.1 Prinsip kerja Flow Switch.....	38
2.11 Line Arrester for Signals and Power Supply	39
2.12 Magnetik Kontaktor	41
2.12.1 Sistem pengaman kontaktor magnet	42
2.12.2 Prinsip Kerja Magnetik Kontaktor	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	46
3.1.1 Waktu Penelitian	46
3.1.2 Tempat penelitian	46
3.2 Alat Dan Bahan	46
3.2.1 Alat Perancangan.....	47
3.2.2 Bahan Penelitian	47
3.3 Prosedur Kerja Alat	48

3.4 Tahap Penelitian	49
3.5 Analisa Data	49
3.6 Flowchart.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Pengukuran Motor <i>Oil Water Sparator</i>	54
4.1.1 Data Pengukuran Motor <i>Oil Water Sparator</i>	54
4.1.2 Data rugi-rugi pada Motor (<i>Stray Load</i>)	57
4.2 Hasil Perhitungan Daya Input, Beban Menyimpang dan Efisiensi Motor	57
4.2.1 Perhitungan Daya Input Phase R-S.....	57
4.2.2 Perhitungan Daya Input Phase S-T	58
4.2.3 Perhitungan Daya Input Phase T-R.....	59
4.2.4 Perhitungan Beban Menyimpang Phase R-S	59
4.2.5 Perhitungan Beban Menyimpang Phase S-T	60
4.2.6 Perhitungan Beban Menyimpang Phase T-R	61
4.2.7 Perhitungan Efisien Motor Phase R-S	62
4.2.8 Perhitungan Efisien Motor Phase S-T.....	63
4.2.9 Perhitungan Efisien Motor Phase T-R.....	63
4.3 Hasil Parameter Teknis Dari Motor <i>Oil Water Separator</i>	65
4.3.1 Perhitungan Daya Semu (S) Phase R-S	65
4.3.2 Perhitungan Daya Semu (S) Phase S-T.....	65
4.3.3 Perhitungan Daya Semu (S) Pada Phase T-R.....	66
4.3.4 Perhitungan Daya Reaktif Phase R-S.....	67
4.3.5 Perhitungan Daya Reaktif Phase S-T.....	68
4.3.6 Perhitungan Daya Reaktif Phase T-R.....	68
4.3.7 Perhitungan Daya Hilang Total (<i>Losses</i>) Phase R-S.....	69
4.3.8 Perhitungan Daya Hilang Pada Phase S-T	70

4.3.9 Perhitungan Daya Hilang Pada Phase T-R.....	70
BAB V PENUTUP	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor Induksi 3Phasa.....	8
Gambar 2.2 Sistem Jalur Pipa	10
Gambar 2.3 Bilge Pump	12
Gambar 2.4 3-Way Valve	13
Gambar 2.5 Sensor Kadar Minyak (Oil Content Monitor/OCM)	16
Gambar 2.6 Sensor Kepadatan (Density Meter)	18
Gambar 2.7 Sensor Suhu - mengukur suhu campuran minyak-air	20
Gambar 2.8 RELAY.....	22
Gambar 2.9 Kontak Pada Relay Pin 14.....	24
Gambar 2.10 Miniature Circuit Breaker	26
Gambar 2.11 Komponen Komponen yang Ada Pada MCB.....	29
Gambar 2.12 Overload Protector.....	32
Gambar 2.13 Kapal Tanker	34
Gambar 2.14 Selector Switch.....	35
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Selektor Switch	36
Gambar 2.16 Flow switch	38
Gambar 2.17 prinsip kerja Flow Switch.....	39
Gambar 2.18 Line Arrester for Signals and Power Supply	41
Gambar 2.19 Magneti Kontaktor	42
Gambar 2.20 Prinsip Kerja Magnetik Kontektor	45
Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan Pada Motor OWS Tidak Aktif	55
Gambar 4.2 Pengukuran Arus Pada Motor OWS Tidak Aktif	55
Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Pada Motor OWS Saat Aktif.....	56
Gambar 4.4 Pengukuran Arus Pada Motor OWS Saat Aktif.....	56
Gambar 4.5 Grafik Parameter Teknis Daya Pada Motor OWS.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	46
Tabel 4.1 Data Motor Oil Water Sparator.....	54
Tabel 4.2 Data Pengukuran Motor OWS Tidak Aktif	55
Tabel 4.3 Data Pengukuran Motor OWS Aktif	47
Tabel 4.4 Presentase Rugi-rugi Pada Beban Menyimpang	57
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pada Motor Oil Water Separator	64
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Parameter Teknis Pada Motor OWS	71
Tabel 4.7 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Motor	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Oil Water Separator (OWS) adalah alat yang digunakan untuk memisahkan minyak dari air bilges. Air dari OWS akan dibuang ke laut, sedangkan minyak akan disimpan di tangki penampungan. Teknologi OWS bertujuan untuk mencegah pencemaran minyak yang bersumber dari kapal Tanker. Masalah Kekhawatiran akan meningkatnya jumlah kapal terkait dengan kemungkinan timbulnya pencemaran laut disebabkan oleh sebagian besar limbah yang berasal dari aktivitas mesin di kapal. ditemukan bahwa di dalam ruang mesin kapal terdapat main engine dan aux. engine, yang sering mengalami kebocoran dan menghasilkan limbah yang disebut bilges. Bilges ini merupakan sumber potensial pencemaran di lingkungan laut karena mengandung Air tawar, minyak pelumas, lumpur dari minyak pelumas, air laut, bahan bakar, dan lumpur . bahan bakar mengalir ke tangki bilges untuk dikumpulkan akibat kebocoran (Ragil Linggar Triatmojo 2023).

Oil water separator (OWS) adalah pesawat yang digunakan untuk memisahkan minyak dengan air, sehingga kadar minyak yang keluar sebelum di buang ke laut tidak melebihi 15 PPM. Karena pentingnya OWS maka setiap masinis dituntut dapat mengoperasikan serta memeriksa terlebih dahulu apakah OWS tersebut berada dalam kondisi baik sehingga dapat beroperasi dengan baik agar tujuan pencegahan tercemarnya air di laut maupun pelabuhan dapat tercapai. Dalam pengoperasiannya, OWS dapat digunakan dengan periode yang sangat lama. Mengingat kualitas dan jumlah minyak yang disaring maka kemampuan untuk menyaring minyak semakin menurun. Hal ini membutuhkan pembersihan dan perawatan secara periodik (Kundori et al. 2024).

Dengan adanya fenomena tersebut kemudian munculah perundang-undangan yang berfungsi untuk mencegah pencemaran air laut tujuannya adalah untuk menjaga kelestarian serta seimbangnya antara air laut dengan ekosistem di dalam dan sekitarnya. kegiatan diatas kapal dapat menyebabkan pencemaran yang berasal dari minyak, bahan cair beracun, muatan bahan berbahaya dalam bentuk kemasan, kotoran, sampah, udara, air ballast, dan atau bahan berbahaya lainnya yang ada di

kapal. Oleh karena itu, setiap kapal wajib melakukan pencegahan pencemaran terutama yang akan dibuang kelaut. Pembuangan limbah melalui air got dari kapal merupakan salah satu penyumbang polusi air laut terbesar. Maka dari itulah pemerintah menerapkan regulasi yang mewajibkan seluruh kapal yang beroperasi agar memasang sebuah pesawat lengkap dengan alat yang dapat memisahkan antara minyak dan air atau lebih dikenal dengan sebutan *Oil Water Separator* (OWS) dimana alat ini diperuntukkan khusus bagi kapal berbahan bakar minyak ataupun kapal yang mengangkut minyak.(Malisan, 2011).

Berbagai kecelakaan di laut yang menyebabkan tumpahan minyak yang masif, seperti Showa Maru di Selat Malaka (1975), Exxon Valdez di Alasca (1989), Amoco Cadiz di Selat Inggris (1978), blow up di sumur minyak Macondo milik British Petroleum (BP) di Teluk Meksiko (2010), dan kebocoran anjungan minyak Montara di Laut Timor (2009). Tidak hanya ketika terjadi kecelakaan, operasional kapal dan kapal tanker juga memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran laut, khususnya watter ballast (air penyeimbang) dalam kapal tanker minyak, yang selalu harus dikeluarkan pada saat loading. Dari rekam jejak persitiwa tumpahan minyak yang pernah terjadi, salah satu bencana tumpahan minyak terbesar adalah bencana Exxon Valdez, yang terjadi pada tahun 1989 di Alaska. Diidentifikasi 250.000 burung laut, 2.800 berang-berang laut, ribuan spesies ikan dan hewan laut lainnya terbunuh dalam peristiwa tumpahan minyak tersebut. Menyebabkan berkurangnya populasi dan rusaknya ekosistem laut. Sehingga nelayan tidak dapat mengambil sumber daya alam di daerah tersebut (Trinata et al. 2021a).

Menurut IMO (*International Maritime Organization*), syarat konsentrasi limbah cair yang akan dibuang adalah di bawah 15 ppm (MARPOL, 1992). Tumpahan minyak di kapal dapat timbul dari berbagai tempat terutama di ruang mesin, kebocoran saluran bahan bakar atau pelumas dan lain-lain. Limbah cair sering disebut sebagai limbah atau air lambung kapal berminyak. Limbah tersebut harus melewati proses pemisahan air dan minyak sebelum dibuang ke laut agar tidak mencemari laut. Oleh karena itu, diperlukan proses pemisahan sebelum limbah tersebut dibuang ke laut. Pemisah ini disebut pemisah minyak-air. Pada penelitian ini, peneliti bermaksud membuat prototipe sistem kontrol dan monitor pemisah minyak-air. Lokasi monitoring untuk mengetahui kinerja oil-water

separator biasanya terpisah dari oil-water separator. Sehingga diperlukan alat komunikasi yang realtime dan efisien untuk mengirimkan data sensor dari transmitter ke receiver. LoRa dipilih sebagai alat transmisi data nirkabel pada penelitian ini. Hal tersebut karena LoRa mampu memenuhi kebutuhan transmisi data secara nirkabel pada lingkungan kapal yang umumnya memiliki jaringan kecil namun diperlukan kecepatan yang cepat.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana arus motor 3 fasa pada pompa *oil water separator*
2. Bagaimana performa motor terhadap efisiensi pada *oil water separator*
3. Bagaimana mengevaluasi parameter teknis yang berkaitan dengan performa motor *oil water separator*

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini:

1. Menganalisa arus motor 3 fasa pada pompa *oil water separator*
2. Menganalisa pengaruh penurunan performa motor terhadap efisiensi pada *oil water separator*
3. Mengevaluasi parameter teknis yang berkaitan dengan performa motor pompa *oil water separator*

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang di dapat dari penelitian ini adalah:

1. Mencapai pemisahan minyak dan air yang optimal sehingga air yang dihasilkan memenuhi standar kualitas lingkungan dengan kadar minyak yang rendah.
2. Menentukan faktor-faktor yang memperburuk atau menghambat efisiensi pemisahan dan menyebabkan kadar minyak dalam air tetap tinggi setelah proses
3. Mengidentifikasi batasan dan akurasi sensor dalam mendeteksi ppm minyak dalam air, serta memahami bagaimana kondisi operasional mempengaruhi hasil pompa motor 3 fasa.

1.5 Ruang lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian:

1. Pengukuran dan analisis arus listrik pada motor 3 fasa yang digunakan dalam pompa *oil water separator*. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan arus, seperti beban, tegangan, dan kondisi operasional.
2. Menghitung Hubungan antara efisiensi performa motor dan faktor-faktor teknis seperti daya input-output, dan putaran motor.
3. Meidentifikasi parameter teknis utama seperti tegangan, arus, daya listrik, faktor daya, dan frekuensi yang mempengaruhi performa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN PUSTAKA RELAVAN

Oil water separator merupakan salah satu alat pemisah minyak dan air dalam jumlah tidak membuang minyak lebih dari 30 liter/nautical mill. *Oil water separator* ini tidak terlepas dari penggunaan motor-motor induksi. Motor listrik merupakan peralatan listrik vital di industri yang berfungsi sebagai penggerak untuk bermacam-macam keperluan. Luasnya penggunaan motor listrik diberbagai industri disebabkan kemampuan motor listrik yang sangat handal dalam menyediakan daya putar dengan berbagai pilihan daya disertai dengan Efisiensi yang cukup bagus. Contohnya penggunaan pada rumah tangga dan industri adalah pada kipas angin, mesin cuci, conveyor, elevator, pompa dan blower. Motor induksi merupakan arus bolak-balik (*Alternating Current*), dimana arus rotor merupakan arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*Rotating Magnetic Field*) yang dihasilkan oleh arus stator.(Digo, Situmeang, and Zondra 2022)

Oily water separator memiliki cara kerja yaitu dengan memanfaatkan perbedaan massa jenis sehingga massa jenis yang lebih rendah akan mengapung dalam hal ini minyak yang nantinya akan di tampung di dalam bejana kemudian dialirkan menuju slope tank dan akan dibuang menggunakan shore connection. Sedangkan air yang memiliki massa jenis yang lebih besar dibanding minyak, akan dialirkan menuju overboard untuk di buang ke laut sesuai standar peraturan MARPOL tentang kandungan minyak didalam air yaitu kurang dari 15 ppm (parts per millions). (Febriyantoro et al. 2017)

Fungsi *Oil water Separator* yaitu digunakan dalam penanganan air yang berasal dari bilge dimana air tersebut masih bercampur dengan minyak dan harus dipisahkan sebelum dibuang kelaut. *Oil water Separator* menggunakan Hukum Stokes untuk mendefinisikan kecepatan terapungya sebuah benda/partikel berdasarkan berat jenis dan ukurannya. Dalam alat ini, minyak akan terakumulasi diatas permukaan air. (Trinata et al. 2021b)

Tantangan operasional OWS antara lain penyumbatan pada filter akibat partikel padat dalam air limbah, kegagalan mekanis karena kurangnya perawatan, dan kesalahan kalibrasi OCM yang mengakibatkan data tidak akurat. Kesalahan tersebut dapat mengakibatkan kapal melakukan pelanggaran dan dikenakan sanksi. Oleh karena itu, pelatihan dan pemeliharaan rutin sangat penting untuk mengelola OWS (*Peraturan Menteri Perhubungan RI, 2018*). (Djaman Silvanna Lydra 2021)

Menyadari akan besarnya bahaya pencemaran oleh minyak di laut serta peningkatan kualitas pencemaran yang sejalan atau sebanding dengan meningkatnya kebutuhan minyak sebagai sumber energi, maka di munculkannya upaya-upaya untuk mencegah bahaya pencemaran tersebut oleh negara-negara di dunia yang selanjutnya di keluarkannya ketentuan. ketentuan internasional oleh IMO dengan konvensi 1973 dan di sempurnakan oleh MARPOL 1978, dimana ketentuan konvensi 1973 di sebutkan bahwa pada dasarnya tidak dibenarkan membuang minyak got langsung ke laut sehingga dalam pelaksanaannya timbulah ketentuan Annex 1 Reg. 9 “*Control Discharge of Oil*” menyebutkan bahwa pembuangan minyak atau campuran minyak hanya dibolehkan apabila:

1. Tidak di dalam “Special Area” seperti Laut Mediteranean, Laut Baltic, Laut Hitam, Laut Merah dan daerah teluk.
2. Lokasi pembuangan lebih dari 50 mill laut dari daratan
3. Pembanguna dilakukan pada waktu kapal sedang berlayar.
4. Tidak membuang minyak lebih dari 30 liter/nautical mill.
5. Tidak membuang minyak lebih besar dari 1: 30.000 dari jumlah muatan. (Azil Fadillah Rifqi 2019)

Penulisan ini dilatar belakangi oleh pentingnya pencegahan terhadap pencemaran air laut yang disebabkan oleh pembuangan limbah air dari kamar mesin kapal. *oil water separator* merupakan salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk mencegah pencemaran tersebut. Jika air laut dibuang melalui OWS, maka minyak kotor yang berasal dari air got kamar mesin disaring terlebih dahulu sehingga limbah air got yang dibuang ke laut sudah benar-benar seteril dari campuran minyak dan kadar minyak tidak melebihi dari 15 PPM . Hal ini dilakukan agar air buangan dari kapal dalam kondisi bersih sehingga dapat menjaga dan melestarikan ekosistem yang berada di sekitarnya demi terjaganya keberlangsungan

hidup selanjutnya. Karena itulah penulis merasa bahwa pesawat *oil water separator* berperan penting dalam upaya mencegah terjadinya pencemaran air laut. (Haryadi dan Hermawati 2024)

2.2 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi merupakan suatu jenis motor listrik yang paling sederhana, konstruksi kuat dan mempunyai ukuran KVA yang berbedabeda. Motor induksi merupakan suatu motor yang dicatu arus bolak-balik pada statornya secara langsung dan pada rotornya dengan imbas atau transformator dari stator. Disebut motor induksi disebabkan dari kenyataan bahwa arus yang mengalir pada rotor bukan diperoleh dari suatu sumber tertentu melainkan arus yang terinduksi akibat adanya perbedaan relatif antara putaran poros rotor dengan medan putar yang terjadi pada stator. Medan putar inilah yang menjadi prinsip dasar dari motor induksi 3 fasa, sedang motor induksi satu fasa tidak menghasilkan medan putar.

Motor induksi tiga fasa berputar pada kecepatan yang pada dasarnya adalah konstan, mulai dari tidak berbeban sampai mencapai keadaan beban penuh. Kecepatan putaran motor ini dipengaruhi oleh frekuensi, dengan demikian pengaturan kecepatan tidak dapat dengan mudah dilakukan terhadap motor ini. Walaupun demikian, motor induksi tiga fasa memiliki beberapa keuntungan, yaitu sederhana, konstruksinya kokoh, harganya relatif murah, mudah dalam melakukan perawatan, dan dapat diproduksi dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan industri.

Bila motor asinkron bekerja pada sistem 3 fasa, besar arus dan juga fluksi pada kutub di masing-masing fasa selalu berubah sesuai dengan fungsi waktu. Fluksi-fluksi pada masing-masing kutub selalu menghasilkan fluksi total (resultant), yang bergerak mengelilingi stator dengan arah radial. Fluksi yang berputar tersebut disebut medan putar, kecepatan putarnya disebut putaran sinkron (n). (Sahnur Nasution dan Hasibuan 2018)

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa:

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dihubungkan pada kumparan stator, akan timbul medan putar dengan kecepatan :

$$N_s = \frac{120.f}{p}$$

N_s = kecepatan stator

f = frekuensi jala-jala

P = jumlah kutub

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.

3. Akibatnya pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi (ggl) sebesar

$$E_{2S} = 4.44. f_2. N_2.$$

E_{2S} = tegangan induksi

f_2 = frekuensi jala-jala

N_2 = banyaknya lilitan

Φ = fluks magnet

4. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup maka E_{2S} akan menghasilkan arus (I).

5. Adanya arus (I) dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor.
(Siburian et al. 2021)

Adapun contoh dari komponen-komponen yang ada pada MCB tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13 Dibawah Ini:



Gambar 2.1 Motor Induksi 3Phasa

2.3 Jalur Pipa OIL WATER SPARATOR

Air limbah terkontaminasi minyak memasuki ke OWS melalui jalur pipa ini. Didesain untuk menjaga aliran yang stabil dan terkontrol, sehingga tidak mengganggu proses pemisahan. Pipa masuk biasanya dilengkapi dengan katup kontrol yang mengatur tekanan dan laju aliran. Sistem jalur pipa pada *Oil Water Separator* FOCAS 1500C memainkan peran penting dalam memastikan efisiensi dan keberlanjutan proses pemisahan minyak dari air. Jalur pipa ini dirancang untuk mengalirkan campuran minyak dan air dari sumber limbah menuju unit pemisah, serta mendistribusikan hasil pemisahan berupa air bersih dan minyak yang terpisah. Desain jalur pipa yang tepat sangat penting untuk mengurangi kehilangan tekanan, mencegah kebocoran, dan meningkatkan efisiensi operasional. Pemasangan pipa sesuai standar industri di Indonesia, merupakan bagian dari upaya untuk mematuhi Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Material yang digunakan untuk jalur pipa pada FOCAS 1500C harus memenuhi kriteria ketahanan terhadap korosi dan tekanan. Dalam lingkungan industri di Indonesia, seringkali terjadi paparan cairan yang mengandung senyawa kimia agresif, dengan suhu, dan tekanan yang tinggi terhadap pipa-pipa. Itu sebabnya banyak digunakan baja tahan karat dan polimer berkinerja tinggi. Selain itu, dalam proses perancangan yang tepat dikedepankan adalah penggunaan jalur pipa berkualitas tinggi sebagai arah keseimbangan tujuan pelayanan yang memperpanjang umur tetap sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 8191:2015 tentang Sistem Perpipaan Teknis Industri.

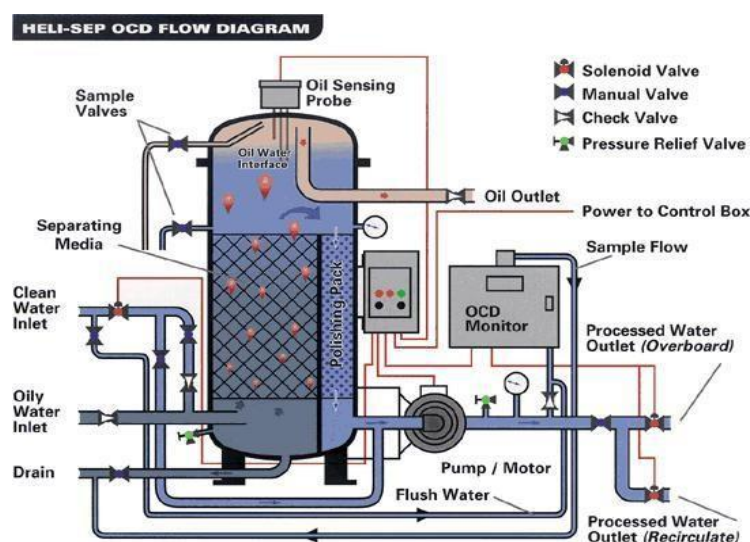
Konfigurasi jalur pipa pada FOCAS 1500C dirancang untuk memaksimalkan aliran fluida dengan mengurangi turbulensi. Pipa-pipa penghubung antara inlet, separator, dan outlet dipasang sedemikian rupa agar cairan mengalir secara stabil, tanpa mengganggu proses pemisahan. Di sektor maritim Indonesia, konfigurasi ini menjadi sangat penting karena alat seperti FOCAS 1500C sering digunakan pada kapal dan fasilitas pelabuhan. Penerapan teknologi ini selaras dengan upaya pemerintah untuk mendukung keberlanjutan di sektor kelautan melalui regulasi

seperti Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 2 Tahun 2016 tentang Pencegahan Pencemaran dari Kapal.

Selain desain secara fisik, pipa FOCAS 1500C juga memiliki otomatisasi kontrol yang memantau aliran minyak dan air. Sensor dengan katup otomatis dapat mengatur aliran cairan sesuai dengan kebutuhan proses pemisahan. Dengan begitu kegiatan oprasional menjadi lebih efesiensi dan risiko polusi lingkungan dapat ditekan seminim mungkin Di Indonesia, penerapan teknologi otomatisasi pada jalur juga menunjang industri, sesuai dengan program digitalisasi sesuai Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional 2015-2035.

Implementasi jalur pipa yang efektif pada FOCAS 1500C telah terbukti memberikan manfaat besar bagi berbagai sektor di Indonesia, seperti perminyakan, manufaktur, dan pengolahan limbah. Dengan mengikuti standar baku mutu dan desain yang disesuaikan dengan kondisi lokal, sistem ini tidak hanya membantu perusahaan untuk mematuhi peraturan lingkungan, tetapi juga mengurangi dampak pencemaran secara signifikan. menunjukan bahwa teknologi ini mampu mengurangi konsentrasi minyak dalam air di bawah ambang batas yang di tentukan oleh peraturan pemerintah.

Adapun contoh dari jalur pipa tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 Dibawah Ini:



Gambar 2.2 Sistem Jalur Pipa

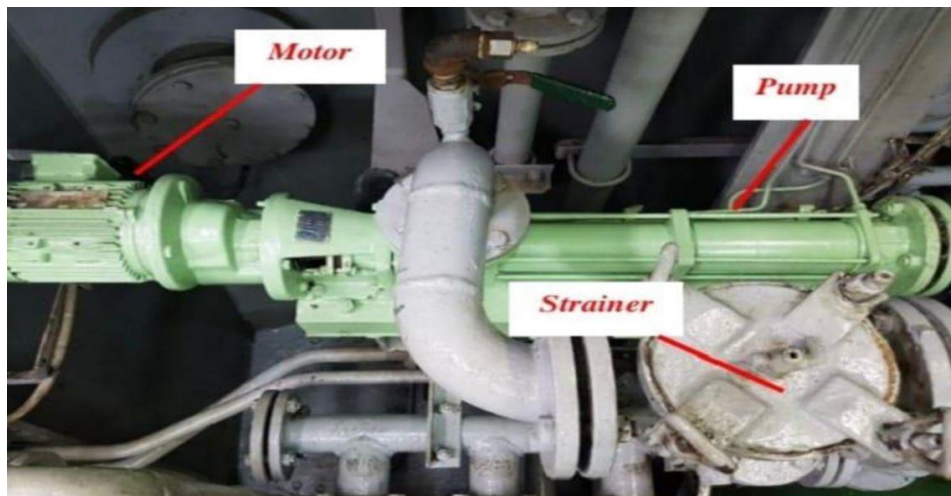
2.3.1 Bilge Pump

Bilge adalah air buangan atau air limbah yang terbentuk dalam ruang mesin kapal. Air ini terdiri dari campuran air tawar, minyak pelumas, air laut, bahan bakar, dan lumpur atau endapan yang bercampur dengan bahan bakar. Keberadaan bilge dapat menimbulkan pencemaran laut karena potensinya untuk mengganggu ekosistem laut. Pencemaran laut sangat tergantung pada aktivitas masyarakat, khususnya dalam aktivitas pengiriman barang dan jasa melalui laut. Peristiwa ini dapat terjadi juga karena kemajuan teknologi, (Sarifuddin 2024)

Salah satu faktor utama yang memotivasi pencemaran laut adalah hasil dari aktivitas pelayaran, khususnya ketika limbah minyak dibuang langsung ke laut tanpa pengolahan sebelumnya. Dampak negatif dari pencemaran lingkungan laut ini adalah kerusakan ekosistem laut, pengaruh buruk pada usaha perikanan, dan memperburuk kualitas air di sekitar perairan tersebut. Oleh karena itu, kesadaran akan bahaya pencemaran minyak di laut telah mendorong berbagai upaya pencegahan dari berbagai negara di seluruh dunia. Upaya ini kemudian dituangkan dalam peraturan internasional oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) melalui Konvensi dalam SOLAS tahun 1974 protokol 1978 dan MARPOL tahun 1973 yang diperbarui pada tahun 1978, serta melalui konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB).

Konvensi SOLAS 74 mengacu pada Konvensi Internasional untuk Keamanan Jiwa di Laut tahun 1974. SOLAS merupakan singkatan dari "International Convention for the Safety of Life at Sea" (Konvensi Internasional untuk Keamanan Jiwa di Laut). Konvensi ini pertama kali diadopsi pada tahun 1974 oleh International Maritime Organization (IMO), sebuah badan khusus Perserikatan Bangsa-Bangsa yang mengatur regulasi keselamatan dan keamanan pelayaran internasional. Tujuan utama dari konvensi SOLAS memastikan keamanan jiwa di laut melalui standar dan persyaratan teknis yang berlaku untuk kapal-kapal yang berlayar di perairan internasional.

Adapun contoh dari sensor kadar minyak tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3 Dibawah Ini:



Gambar 2.3 Bilge Pump

2.3.2 3-way Valve

3-way valve adalah jenis katup yang memiliki satu inlet dan dua outlet serta bagian kanan dan kiri katup untuk mengalirkan cairan atau udara. Ada juga bagian bawah katup untuk mengalirkan kembali cairan atau udara ke tangki atau dalam proses recirculation. Kontroler di bagian atas katup mengatur pergerakan katup.

Katup tiga arah biasanya terdiri dari satu port masuk dan dua port keluar, atau sebaliknya. Katup ini dapat digunakan untuk mengalihkan aliran dari satu port ke port lainnya atau menggabungkan aliran dari dua port ke dalam satu port. Ini sangat penting untuk sistem yang memerlukan pengaturan aliran yang lebih kompleks, seperti sistem pemanas sentral atau beberapa proses industri. Plumberstar. (2024).

Adapun contoh dari sensor kadar minyak tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4 Dibawah Ini:



Gambar 2.4 3-Way Valve

2.4 Sensor

Sensor adalah suatu alat yang digunakan untuk deteksi gejala atau sinyal yang berasal dari konversi energi ke energi listrik, energi fisika, energi kimia, bioenergi, energi mekanik dll. Sensor dapat dipahami sebagai komponen yang mengubah variabel fisik menjadi variabel listrik dan dapat dievaluasi dalam rangkaian listrik. Perkembangan teknologi dapat membantu manusia dalam memecahkan masalah dan bekerja dengan lebih mudah. Dalam bidang elektronika, otomasi dapat digunakan untuk segala hal yang dapat mengurangi beban pekerjaan manusia, mempermudah penggunaan dan mempercepat penyelesaian masalah. Sangat cocok untuk sensor yang mirip dengan kecerdasan manusia. Hal yang sama akan terjadi pada sistem yang berbasis mikrokontroler, sensor gerak, dan sensor sidik jari (Kurniawan dan Surahman 2021)

Beberapa sensor yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah. Biasanya, OWS FOCAS 1500C, biasanya menggunakan sekitar 7-10 sensor untuk memantau dan mengontrol proses pemisahan minyak-air. Berikut adalah sensor yang umum digunakan:

a. Sensor Utama

1. Sensor Kadar Minyak (*Oil Content Monitor/OCM*) - mengukur kadar minyak dalam air limbah.
2. Sensor Kepadatan (*Density Meter*) - mengukur kepadatan campuran minyak-air.

3. Sensor pH - mengukur tingkat keasaman air limbah.

4. Sensor Suhu - mengukur suhu campuran minyak-air.

b. Sensor Pendukung

1. Sensor Aliran (Flow Meter) - mengukur laju aliran air limbah.

2. Sensor Tekanan (Pressure Sensor) - mengukur tekanan dalam sistem.

3. Sensor Ketinggian (Level Sensor) - mengukur ketinggian cairan dalam tangki.

c. Sensor Khusus

1. Sensor Koalesensi - mengukur efisiensi proses koalesensi.

2. Sensor Interfas - mengukur batas antara minyak dan air.

d. Jenis Sensor

1. Sensor optik (turbidimeter)

2. Sensor elektrokimia (pH-meter)

3. Sensor ultrasonik (level sensor)

4. Sensor kapasitif (sensor kepadatan)

e. Spesifikasi FOCAS 1500C

1. Kapasitas: 1500 liter/jam

2. Efisiensi pemisahan: 99%

3. Kadar minyak residual: < 15 ppm

4. Tekanan operasional: 4-10 bar

5. Suhu operasional: 0-40°C

2.4.1 Sensor Kadar Minyak (*Oil Content Monitor/OCM*) - mengukur kadar minyak dalam air limbah.

Oil Content Monitor (OWS) adalah peralatan yang dirancang untuk mendeteksi dan mengukur kadar minyak dalam air, khususnya dalam aplikasi pemisahan minyak-air di industri seperti maritim, minyak, dan pengolahan limbah. Perangkat ini biasanya digunakan sebagai bagian dari sistem pemisahan minyak dan air (*Oil Water Separator*, OWS) untuk memastikan bahwa air limbah yang dibuang ke lingkungan memenuhi standar regulasi internasional, seperti peraturan IMO MEPC (*International Maritime Organization Marine Environment Protection Committee*). Banyak negara dan organisasi internasional menetapkan batas

maksimum kadar minyak dalam air yang dapat dibuang, misalnya 15 ppm (*parts per million*) untuk air laut. Monitoring kadar minyak secara akurat membantu memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan.

Prinsip Kerja Sensor Kadar Minyak Sensor kadar minyak pada OWS biasanya bekerja berdasarkan prinsip optik atau non-optik:

1. Prinsip Optik (Fotometri atau Fluoresensi)
2. Sensor ini menggunakan cahaya untuk mendeteksi minyak dalam air. Teknologi yang sering digunakan meliputi:
 - a. Absorbansi Cahaya: ukuran kuantitatif dari perubahan intensitas cahaya setelah melalui fluida. Oleh karena itu, Minyak dapat menyerap pada panjang gelombang tertentu.
 - b. Fluoresensi: Minyak secara alami mengandung fluoresensi dapat terdeteksi dengan stimulasi sinar ultra-violet (UV).
3. Prinsip Non-Optik
4. Beberapa sensor menggunakan beberapa metode seperti:
 - a. Konduktivitas Listrik: Mengukur perubahan konduktivitas larutan akibat adanya minyak.
 - b. Ultrasonik: dapat Mendeteksi perbedaan densitas antara minyak dan air dengan memanfaatkan gelombang suara.
5. Komponen Utama Sensor OWS
 - a. Sumber Cahaya: Biasanya LED atau laser yang memancarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu.
 - b. Detektor: Mengukur intensitas cahaya atau emisi fluoresensi.
 - c. Mikroprosesor: Mengolah sinyal untuk menentukan kadar minyak dalam air.
 - d. Kalibrasi dan Pengaturan: Memastikan keakuratan pembacaan sensor dengan standar yang telah ditetapkan.

Adapun contoh dari sensor kadar minyak tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5 Dibawah Ini:



Gambar 2.5 Sensor Kadar Minyak (Oil Content Monitor/OCM)

2.4.2 Sensor Kepadatan (Density Meter) - mengukur kepadatan campuran minyak-air.

Dalam sistem *Oil Water Separator* (OWS), salah satu parameter penting yang perlu dimonitor adalah kepadatan fase minyak dan air. Pemisahan yang efisien antara minyak dan air membutuhkan pemahaman yang akurat tentang sifat fisik campuran, termasuk perbedaan kepadatan antara kedua fase. Sensor Kepadatan (Density Meter) digunakan dalam OWS untuk mendukung proses pemisahan ini dengan cara memantau perubahan kepadatan secara real-time. Minyak dan air memiliki kepadatan yang berbeda secara signifikan. Minyak umumnya memiliki kepadatan lebih rendah (sekitar $0,7\text{--}0,9\text{ g/cm}^3$) dibandingkan air (1 g/cm^3). Sensor kepadatan membantu mendeteksi dan memisahkan kedua fase ini dengan akurat. Dengan memantau kepadatan di berbagai titik dalam sistem OWS, operator dapat mengoptimalkan parameter proses seperti kecepatan aliran, tekanan, dan suhu untuk memastikan pemisahan maksimal.

Sensor kepadatan membantu memastikan bahwa air yang dikeluarkan dari OWS memenuhi batas regulasi, seperti kadar minyak maksimum 15 ppm (*parts per million*) sesuai standar IMO MEPC. Ketidaksesuaian kepadatan dapat menjadi indikator adanya kontaminasi atau kegagalan sistem, seperti emulsi yang sulit

dipecahkan, sehingga memungkinkan tindakan preventif sebelum kerusakan lebih lanjut terjadi.

2.4.3 Prinsip Kerja Sensor Kepadatan dalam OWS

1. Prinsip Vibrasi (Oscillating U-tube)
 - a. Digunakan untuk mengukur kepadatan cairan dalam sistem OWS. Cairan yang melewati tabung "U" yang bergetar menghasilkan perubahan frekuensi getaran sesuai dengan massa jenisnya.
 - b. Cocok untuk aplikasi cairan dengan viskositas rendah hingga sedang.
2. Prinsip Ultrasonik
 - a. Mengukur kecepatan gelombang ultrasonik yang melewati cairan. Kecepatan ini bergantung pada kepadatan cairan. Metode ini dapat
 - b. digunakan untuk mendeteksi perubahan kecil pada campuran minyak dan air.
3. Prinsip Hidrostatik
 - a. Berdasarkan tekanan yang dihasilkan oleh cairan di bawah gravitasi. Sensor ini biasanya digunakan untuk mengukur lapisan minyak yang mengambang di atas air.
4. Prinsip Radiasi Gamma
 - a. Sensor radiasi gamma digunakan untuk aplikasi dengan kebutuhan akurasi tinggi, misalnya dalam kondisi aliran multi-fasa atau ketika terdapat partikel padat dalam cairan.

Adapun contoh dari sensor kepadatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6 Dibawah Ini:



Gambar 2.6 Sensor Kepadatan (Density Meter)

2.4.4 Sensor pH - mengukur tingkat keasaman air limbah

Dalam pengelolaan limbah cair, terutama pada sistem *oil-water separator* (OWS), pengendalian tingkat keasaman atau pH menjadi salah satu parameter penting untuk memastikan efektivitas proses pemisahan dan menjaga kualitas lingkungan. Tingkat pH air limbah yang tidak sesuai dapat mengindikasikan adanya kontaminasi atau ketidakseimbangan dalam sistem. Selain itu, pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat memengaruhi kinerja OWS serta mempercepat korosi pada perangkat dan infrastruktur terkait.

Sensor pH merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat kebasahan atau keasaman larutan, termasuk air limbah. Karena kemampuan untuk memberikan data secara real-time, sensor pH membantu dalam pemantauan kontinu dan pengambilan keputusan cepat dalam pengelolaan limbah. Penerapan sensor pH dalam sistem OWS bertujuan untuk memastikan bahwa air limbah yang diolah memiliki pH yang sesuai dengan standar lingkungan sebelum dibuang ke perairan.

Adanya kebutuhan akan sistem pemantauan pH yang efisien dan akurat menjadi dorongan untuk mengembangkan sensor pH yang andal, tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem, serta mampu beroperasi dalam jangka panjang. Hal ini

bertujuan untuk meningkatkan kinerja OWS, mendukung pengelolaan limbah berkelanjutan, dan memenuhi regulasi lingkungan.

2.4.5 Sensor Suhu - mengukur suhu campuran minyak-air

1. Prinsip

Sensor suhu pada OWS biasanya menggunakan prinsip kerja termistor (resistansi berbasis suhu) atau termokopel (tegangan berbasis suhu). Kedua teknologi ini memanfaatkan perubahan sifat material akibat perubahan suhu untuk menghasilkan data yang dapat diukur.

2. Pengukuran

Sensor ditempatkan pada area strategis dalam OWS, di mana campuran minyak-air mengalir. Ketika suhu campuran berubah, sensor akan mendeteksi perubahan resistansi atau tegangan yang dihasilkan, lalu mengonversinya menjadi nilai suhu yang terukur.

3. Pengolahan

Nilai suhu yang diukur oleh sensor diteruskan ke sistem pemantauan, seperti pengontrol logika terprogram (*Programmable Logic Controller*, PLC) atau sistem pengolah data lainnya. Data ini kemudian ditampilkan pada layar monitor atau digunakan untuk kontrol otomatis.

4. Pemantauan

Berdasarkan data suhu yang diterima, operator atau sistem otomatis dapat mengatur parameter operasi, seperti menaikkan atau menurunkan suhu campuran dengan menggunakan pemanas atau pendingin. Proses ini memastikan kondisi suhu tetap optimal untuk pemisahan minyak dan air.

5. Kalibrasi

Agar tetap akurat, sensor suhu memerlukan kalibrasi secara berkala. Perawatan rutin, seperti pembersihan dari residu minyak atau endapan, juga diperlukan untuk memastikan keandalan pengukuran, terutama dalam lingkungan yang keras seperti OWS

Adapun contoh dari sensor suhu tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7 Dibawah Ini:



Gambar 2.7 Sensor Suhu - mengukur suhu campuran minyak-air

2.5 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. (Kadir,2014) Pada dasarnya relay terdiri dari 4 komponen dasar, yaitu. (Risanty dan Arianto 2017)

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal)

sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).

Penemu relay pertama kali adalah Joseph Henry pada tahun 1835. Relay merupakan suatu komponen (rangkaian) elektronika yang bersifat elektronis dan sederhana serta tersusun oleh saklar, lilitan, dan poros besi. Penggunaan relay ini 24 dalam perangkat-perangkat elektronika sangatlah banyak terutama diperangkat yang bersifat elektronis atau otomatis. Contoh di televisi, radio, lampu otomatis dan lain-lain. Cara kerja komponen ini dimulai pada saat mengalirnya arus listrik melalui koil, lalu membuat medan magnet sekitarnya sehingga dapat merubah posisi saklar yang ada di dalam relay tersebut, sehingga menghasilkan arus listrik yang lebih besar. (Yudha, Plta, and Lebong 2021)

Diantara aplikasi *relay* yang dapat ditemui diantaranya adalah ; *relay* sebagai kontrol *ON/OFF* beban dengan sumber tegang berbeda, *relay* sebagai selektor atau pemilih hubungan, *relay* sebagai eksekutor rangkaian *delay* (tunda) dan *relay* sebagai protektor atau pemutus arus pada kondisi tertentu. Menurut (Alexander and Turang 2015) sifat-sifat *relay* antara lain sebagai berikut :

1. Impedansi kumparan, biasanya impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan pada *relay*. Biasanya impedansi berharga 1 - 50 K Ω guna memperoleh daya hantar yang baik.
2. Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan *relay* besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.
3. Banyaknya kontak-kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak sekaligus tergantung pada kontak dan jenis *relay*nya. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut.

Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *pole* dan *throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah *pole* dan *throw* :

1. *Pole* : Banyaknya kontak (*contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*.
2. *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak (*contact*).

Berdasarkan penggolongan jumlah *pole* dan *throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan sebagai berikut :

1. *Single Pole Single Throw* (SPST) :

Relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.

2. *Single Pole Double Throw* (SPDT) :

Relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk *coil*.

3. *Double Pole Single Throw* (DPST) :

Relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*. *Relay* DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 *coil*.

4. *Double Pole Double Throw* (DPDT) :

Relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya 6 terminal yang merupakan 2 pasang *relay* SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *coil*. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Adapun contoh dari relay tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8 Dibawah Ini:



Gambar 2.8 RELAY

2.5.1 Komponen – Komponen Dasar Relay

1. Kumparan (Coil)

Kumparan adalah bagian utama dari relay yang berupa lilitan kawat tembaga. Ketika kumparan dialiri arus listrik, ia menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini menarik armatur untuk menggerakkan kontak. Kumparan dirancang untuk bekerja pada tegangan tertentu, seperti 12V, 24V, atau 220V.

2. Armatur (Armature)

Armatur adalah bagian logam bergerak yang dipengaruhi oleh medan magnet dari kumparan. Armatur berfungsi untuk menggerakkan kontak (membuka atau menutup sirkuit) saat kumparan aktif. Armatur biasanya terbuat dari bahan feromagnetik untuk memaksimalkan respons.

3. Kontak (Contact)

Kontak adalah bagian relay yang berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan atau memutus aliran arus listrik. Terdapat tiga jenis kontak utama:

- a. Normally Open (NO): Kontak ini hanya tertutup saat kumparan aktif.
- b. Normally Closed (NC): Kontak ini hanya terbuka saat kumparan aktif.
- c. Common (COM): Titik terminal yang terhubung ke NO atau NC tergantung kondisi relay.
- d. Kontak biasanya terbuat dari bahan konduktor berkualitas tinggi seperti tembaga yang dilapisi.

4. Pegas (Spring)

Pegas berfungsi untuk mengembalikan armatur ke posisi semula setelah arus pada kumparan dihentikan. Mekanisme pegas ini memastikan kontak kembali ke posisi normalnya (NO atau NC).

5. Kandang atau Rumah (Enclosure)

Enclosure adalah penutup relay yang berfungsi melindungi bagian dalamnya dari debu, kelembapan, dan benturan fisik. Kandang ini biasanya terbuat dari plastik tahan panas.

2.5.2 Prinsip Kerja Relay

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. Relay terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

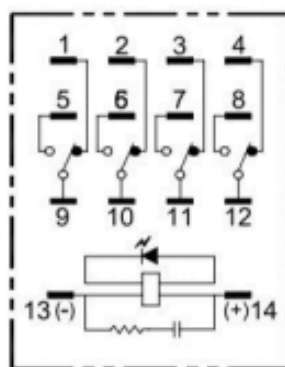
1. Coil atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.
2. Contact atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.

Contact ada jenis, yaitu: Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close). Pergerakan armatur menyebabkan perubahan posisi pada kontak:

1. Kontak Normally Open (NO): Kontak ini akan menutup, sehingga sirkuit listrik menjadi terhubung.
2. Kontak Normally Closed (NC): Kontak ini akan terbuka, sehingga sirkuit listrik menjadi terputus.
3. Kontak Common (COM): di tengah ini, relay yang tersambung akan tergantung pada NO atau NC.

Ketika arus listrik pada kumparan dihentikan, medan magnet hilang. Pegas (spring) akan mengembalikan armatur ke posisi semula, sehingga kontak kembali ke kondisi awal (NO terbuka dan NC tertutup). (Yudha, Plta, and Lebong 2021)

Adapun contoh dari kontak pada relay pin 14 tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.9 Dibawah Ini:



Gambar 2.9 Kontak Pada Relay Pin 14

2.6 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

MCB atau *Miniature Circuit Breaker* merupakan suatu alat proteksi otomatis yang berfungsi sebagai pembatas arus listrik yang menuju ke beban. MCB dapat berfungsi sebagai saklar. Pada pemakaiannya, MCB terlebih dahulu disesuaikan terhadap daya listrik yang ada pada instalasi rumah, agar energi listrik yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Albert Gifson Hutajulu Sni 60898-1:2009

Sistem proteksi adalah salah satu hal yang sangat penting dalam dunia ketenagalistrikan. Sistem proteksi dimanfaatkan sebagai pengaman peralatan listrik dari adanya gangguan kelistrikan, seperti korsleting listrik akibat beban berlebih serta mengurangi timbulnya kerusakan yang berujung mengalami kebakaran. Sistem proteksi merupakan salah satu hal terpenting dalam dunia kelistrikan. Sistem proteksi digunakan untuk melindungi peralatan listrik dari gangguan listrik, seperti korsleting listrik akibat beban berlebihan, dan untuk mengurangi terjadinya kerusakan yang dapat mengakibatkan kebakaran.

Miniature Circuit Breaker atau MCB memiliki dua jenis dalam hal pengaman, yaitu secara thermis dan elektromagnetis. Pengaman thermis sendiri berfungsi untuk mengamankan dari adanya beban berlebih, sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya hubung singkat. Berdasarkan dengan konstruksinya, MCB berdasarkan dengan konstruksinya. Meyske Calista Malino Sni 60898-1:2009 Pada MCB bekerja berdasarkan dengan dua cara pemutusan yaitu :

1. Pemutusan secara thermis Pada pemutusan secara thermis prinsip kerjanya berdasarkan pada proses pemuatan panas dari batang bimetal, yang terdiri dari perpaduan dua jenis logam dengan koefisien muai yang berbeda. Jika arus yang melewati bimetal lebih dari arus nominal sebuah MCB, membuat terjadinya kelengkungan pada bimetal akibat panas, kemudian mendorong tuas pemutus untuk melepas kunci mekanisnya. Hal ini yang menyebabkan MCB terbuka dan akan trip atau memutuskan aliran listrik.
2. Pemutus secara elektromagnetis Pemutusan secara elektromagnetis, pada prinsip kerjanya berdasarkan penggunaan coil yang digunakan untuk

melakukan aliran listrik, dimana saat terjadinya proses induksi pada koil yang mengalami hubung singkat maka akan membuat terbentuknya medan magnet di sekitarnya dan akhirnya mengaktifkan tuas pemutus. Dalam situasi tersebut akan menimbulkan resiko efek lebur yang mengakibatkan terjadinya bunga api, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meredam bunga api yang terjadi selama pemutusan menggunakan pemadam busur api. Dengan begitu, akan menahan dan menyalurkan bunga api ke dalam sistem yang lebih aman. Juara Mangapul Tambunan 2009 (Hulutajulu Gifson Albert 2024)

Adapun contoh dari miniature circuit breaker tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.10 Dibawah Ini



Gambar 2.10 *Miniature Circuit Breaker*

2.6.1 Fungsi MCB

Pada zaman modern ini, listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting. Listrik tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, karena listrik dibutuhkan umat manusia dalam semua aspek kehidupan sehari-hari. Rumah, kantor, sekolah, perusahaan, pusat belanja, tempat hiburan, sarana ibadah, sarana umum, dan lain sebagainya, semua tempat tersebut pasti menggunakan listrik.

Pelanggan listrik sebaiknya harus mengetahui, mengenal berbagai macam material/bahan instalasi listrik, diantaranya: kabel, sakelar, stop kontak, fitting, lampu, MCB, fuse box, PHB, dan lain sebagainya. Setiap material/bahan memiliki kegunaan atau fungsi yang berbeda. Misalnya, sakelar digunakan sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik, kabel digunakan sebagai penghantar aliran listrik, fitting digunakan sebagai tempat memasang lampu, MCB (Mini Circuit Breaker)

sebagai pembatas arus, fuse box sebagai kotak sekering, dan kotak hubung bagi (PHB) digunakan sebagai tempat untuk membagi kelompok/grup suatu rangkaian instalasi listrik.

Energi listrik yang dinikmati pelanggan, disuplai dari pembangkit energi listrik yang berada di wilayah masing masing, melalui beberapa proses, mulai dari pembangkitan, transmisi, distribusi, dan berakhir dikonsumsi, yang semua proses tersebut telah dikaji oleh pihak berwenang (PLN dan pemerintah), serta di regulasi oleh peraturan-peraturan pemerintah tentang ketenagalistrikan, yang berorientasi pada kepentingan bersama (penyedia dan konsumen).

1. Melindungi dari Kelebihan Beban

MCB ini berfungsi untuk melindungi instalasi listrik dari bahaya kelebihan beban. Keadaan ini terjadi karna arus listrik yang mengalir dalam suatu sirkuit melebihi kapasitas yang diizinkan, sehingga dapat membuat kabel menjadi panas dan meningkatkan risiko kebakaran. MCB akan secara otomatis memutuskan aliran listrik jika mendeteksi adanya kelebihan beban, sehingga instalasi listrik akan tetap aman.

2. Mencegah Bahaya Hubungan Pendek

MCB juga berfungsi untuk menghindari bahaya pada kondisi yang disebabkan oleh hubungan pendek (short circuit), yaitu kondisi di mana kabel fase dan netral bersentuhan secara langsung. Hal ini bisa menjadi lonjakan arus yang sangat tinggi dalam waktu yang singkat dan dapat menyebabkan kerusakan besar atau bahkan kebakaran. Karena ini adalah teknologi yang sensitif terhadap perubahan arus, MCB akan memutuskan aliran listrik untuk mencegah resiko lebih lanjut.

3. Melindungi Perangkat Elektronik

Perangkat elektronik modern sering kali sensitif terhadap fluktuasi arus dan lonjakan tegangan. MCB berfungsi sebagai pelindung dengan memutuskan aliran listrik sebelum lonjakan arus mencapai perangkat, sehingga menjaga keandalan perangkat elektronik seperti komputer, televisi, dan alat elektronik lainnya.

4. Membantu Pemeliharaan Instalasi

MCB tidak hanya bekerja secara otomatis tetapi juga dapat dioperasikan secara manual untuk memutus aliran listrik saat pemeliharaan atau perbaikan dilakukan. Fitur ini mempermudah teknisi dalam memastikan bahwa instalasi listrik aman saat sedang diperbaiki, mengurangi risiko sengatan listrik.

5. Meningkatkan Keandalan Sistem Listrik

Dengan cara responnya yang sangat cepat ketika menghadapi kondisi abnormal, MCB membantu dalam meningkatkan tingkat keamanan sistem MCB terpasang dengan baik menawarkan peluang lebih kecil gagal sistem dan sistem lebih stabil dan dapat diandalkan dalam waktu yang lebih lama. (Feriyanto dan Pd 2019)

2.6.2 Tipe Tipe MCB

Berdasarkan IEC (*international electrical corporation*) 898-95 terdapat 3 macam karakteristik, yaitu tipe B, C dan D.

1. Type B: Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama untuk Perumahan
2. Type C: Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama sangat menguntungkan bila arus inrush tinggi misalnya lampu mercury, motor listrik.
3. Type D: Untuk penerapan yang menyangkut menimbulkan pulsa cukup besar contoh transformator, katup selenoid, kapasitor
4. Type K: Untuk perlindungan beban yang mempunyai durasi pendek (sekitar 400 ms-2s) puncak arus dalam operasi normal.
5. Type Z: Untuk perlindungan beban seperti perangkat semikonduktor atau beban yang menggunakan traformator arus.

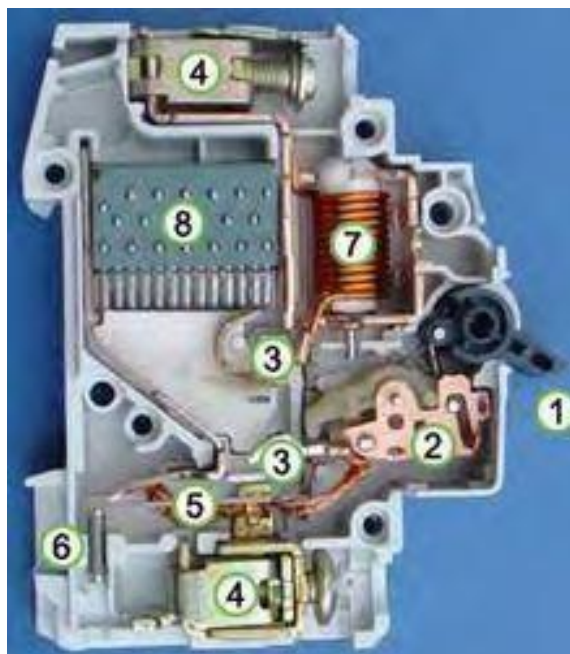
2.6.3 Komponen Komponen Yang Ada Pada MCB

Sebagian besar MCB pada bagian dalam lebih didominasi oleh komponen mekanisnya yang berfungsi sebagai saklar mekanis dan kontak penghubung atau pemutus aliran listrik. Komponen mekanis ini bertanggung jawab dalam hal mematiskan MCB agar dapat berfungsi dengan baik dan mengamankan aliran listrik pada tiap instalasi listrik. Berikut adalah keterangan dari nomor-nomor yang tertera dari gambar diatas sebagai beriku. Albert Gifson Hutajulu Sni 60898-1:2009

1. Terminal, berfungsi sebagai tempat koneksi kabel listrik dengan MCB.

2. Pemadam busur api, berfungsi memadamkan busur api jika mengalami terjadinya percikan api saat pemutusan atau pengaliran kembalinya arus listrik.
3. Solenoid atau lilitan dimana yang bekerja bila mengalami kejadian hubung singkat arus listrik dan berfungsi untuk mengamankan terjadinya hubung singkat.
4. Toggle switch, berfungsi sebagai saklar on/off dari MCB dan juga menunjukkan status on atau off dari sebuah MCB.
5. Kontak arus listrik, berfungsi untuk menyambungkan dan memutuskan aliran listrik
6. Switch mekanis atau saklar mekanis, berfungsi dalam membuat kontak arus listrik dapat bekerja.
7. Bimetal, berfungsi sebagai thermal trip atau mengamankan beban berlebih.
8. Baut, berfungsi sebagai kalibrasi untuk mengatur secara presisi arus trip dari sebuah MCB setelah pabrikasi.

Adapun contoh dari komponen-komponen yang ada pada MCB tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.11 Dibawah Ini:



Gambar 2.11 Komponen Komponen yang Ada Pada MCB

2.7 Overload Protector

Overload motor protector merupakan suatu komponen elektronik yang berfungsi sebagai pengaman arus berlebih. Letaknya menyatu/menempel pada kompresor. Prinsip kerja overload protector mirip dengan sekering, yaitu dapat menyambung dan memutus arus listrik. Overload protector dapat melindungi komponen kelistrikan lainnya dari kerusakan, yang terjadi akibat arus kompresor melebihi arus normalnya. (Trainer and Mikrokontroler 2023)

Overload merupakan komponen penting untuk pengaman motor listrik. Alat ini memiliki fungsi untuk melindungi dari arus yang berlebihan. Overload akan bekerja secara otomatis yaitu mengandalkan sensor panas yang terbuat dari campuran bahan logam atau dikenal dengan bimetal. Batang bimetal dapat membuka dan menutup arus listrik secara otomatis ke motor listrik. Ketika bimetal dilewati arus tinggi atau suhu yang terlalu panas (overheat) maka bimetal akan membuka. Sehingga arus tidak bisa mengalir begitu juga sebaliknya, ketika suhu menurun, maka bimetal akan menutup dan arus dapat mengalir. (Musyadad Ali 2022)

Berikut fungsi Overload Pada Oil Water Sparator:

1. Perlunya Proteksi pada Sistem Oil-Water Separator

Oil-Water Separator FOCAS 1500C adalah suatu alat yang dirancang untuk memisahkan minyak dari air dengan tingkat efisiensi tinggi, digunakan dalam berbagai sektor industri seperti pengolahan limbah, perkapalan, dan kilang minyak. Sistem ini mengandalkan motor listrik untuk menggerakkan pompa dan komponen lainnya. Karena operasionalnya intensif dan berada di lingkungan berat, motor listrik pada sistem ini sangat rentan mengalami kelebihan beban (overload) karena perubahan kondisi operasi atau kegagalan mekanis. Dalam konteks itulah, proteksi overload pada panel daya sangat penting untuk menjaga kinerja dan keamanan sistem.

2. Risiko Beban Berlebih pada Sistem Listrik

Beban lebih adalah keadaan di mana arus yang mengalir dalam rangkaian listrik melebihi kapasitas aman. Pada Oil-Water Separator FOCAS 1500C, kejadian ini dapat disebabkan oleh sumbatan pada pompa, viskositas cairan yang tidak sesuai, atau kegagalan mekanik lainnya. overload yang terjadi dan tidak dijamin dapat

menimbulkan panas berlebih pada motor listrik, sehingga merusak komponen internal, dan meningkatkan risiko kebakaran.

3. Fungsi Overload Protector Function on Panel Power

Overload protector adalah komponen penting yang dipasang di panel daya untuk melindungi motor dan perangkat listrik lainnya dari beban berlebih. Pada FOCAS 1500C, overload protector bekerja dengan memantau aliran arus secara real-time. Jika mendeteksi arus melebihi batas yang ditentukan, perangkat ini akan secara otomatis memutus aliran listrik untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Proteksi ini tidak hanya menjaga motor dari kerusakan tetapi juga meminimalkan downtime dan memastikan keberlanjutan proses pemisahan minyak-air.

4. Keunggulan Overload Protector pada FOCAS 1500C

FOCAS 1500C menggunakan sistem proteksi overload dengan sensitivitas tinggi yang dirancang untuk mendeteksi kondisi abnormal dengan cepat. Sistem ini dilengkapi pengaturan manual atau otomatis untuk menyesuaikan tingkat arus yang aman sesuai kebutuhan operasional. Dengan keunggulan ini, sistem dapat diandalkan untuk bekerja dalam kondisi ekstrem sekaligus menjaga efisiensi operasional.

5. Dampak Positif Penggunaan Overload Protector

Implementasi overload protector pada panel power FOCAS 1500C memberikan manfaat signifikan, termasuk perpanjangan umur perangkat, pengurangan biaya perawatan, dan peningkatan keselamatan operasional. Sistem ini juga membantu mematuhi standar keselamatan internasional dalam pengelolaan instalasi listrik industri, seperti IEC 60947-4. Proteksi ini menjadi bagian integral dari strategi pemeliharaan prediktif dan preventif di sektor industri.

Adapun contoh dari overload protector tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.12 Dibawah Ini:



Gambar 2.12 Overload Protector

2.7.1 Prinsip Kerja *Overload Protector*

Fungsi *Thermal Overload Protector*:

1. Menggunakan prinsip pemuaian bimetal untuk mendeteksi peningkatan arus yang menyebabkan panas berlebih.
2. Umumnya digunakan pada motor listrik yang bekerja secara kontinu.
3. Keunggulan *Thermal overload protector* sering digunakan pada perangkat dengan motor listrik berkapasitas kecil hingga menengah, seperti pompa di *Oil-Water Separator*.

Fungsi *Magnetic Overload Protector*:

1. Menggunakan gaya elektromagnetik untuk mendeteksi lonjakan arus secara cepat.
2. Dirancang untuk melindungi dari hubungan pendek dan kelebihan beban secara bersamaan.

Keunggulan:

3. Respon cepat terhadap perubahan arus yang signifikan.
4. Kemungkinan pada FOCAS 1500C:
5. Cocok untuk melindungi motor dengan risiko hubungan pendek pada lingkungan industri berat.

Fungsi *Electronic Overload Protector*:

1. Menggunakan sensor elektronik untuk memantau arus listrik dengan presisi tinggi.

2. Dapat dikonfigurasi untuk berbagai tingkat proteksi sesuai kebutuhan.

Keunggulan:

3. Akurat, dapat mencatat data, dan sering terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis.
4. Kemungkinan pada FOCAS 1500C:
5. Digunakan pada sistem modern seperti FOCAS 1500C yang membutuhkan perlindungan kompleks dan efisiensi tinggi.

Fungsi Dual Function Overload Protector:

1. Kombinasi antara thermal dan magnetic overload protector.
2. Efisien untuk melindungi motor pada lingkungan yang variatif.
3. Sangat sesuai untuk perangkat yang bekerja pada berbagai kondisi operasional.

2.8 Kapal Tanker

Kapal tanker merupakan jenis kapal yang dirancang khusus untuk mengangkut cairan dalam jumlah besar, seperti minyak mentah, produk minyak bumi, gas alam cair, dan bahan kimia. Keberadaan Kapal tanker sangat penting dalam perdagangan global, karena lebih dari 60% transportasi minyak dunia dilakukan melalui kapal tanker. Keberadaan kapal tanker sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi dunia, yang sebagian besar bergantung pada bahan bakar fosil. Konstruksi kapal sangat berperan penting dalam menjaga keamanan dari kapal, baik saat berlayar maupun dalam proses bongkar muatnya. Dalam perancangan konstruksi kapal, konstruksi diharuskan memiliki tegangan dibawah tegangan pada batas yang diijinkan untuk menghindari kerusakan pada konstruksi kapal. Hal tersebut mendasari pentingnya uji kekuatan pada struktur deck crane untuk mengetahui ketahanan suatu struktur kapal. Penelitian ini mengacu pada penelitian analisa buckling tiang mast crane akibat beban lentur yang mendapatkan kesimpulan bahwa dengan bertambahnya tinggi tiang dan besarnya L/D, momen buckling yang terjadi semakin kecil. Hal ini terjadi seiring dengan besarnya deformasi yang terjadi seiring dengan bertambahnya tiang. (Hasil et al. 2022)

Kapal *tanker* adalah jenis kapal yang telah didesain agar mampu mengangkut aneka jenis liquid, cairan kimia terus jenis likuid lainnya. Adapun jenis dari beberapa kapal *tanker* sesuai dengan kegunaannya sebagai berikut :

Product Tanker

Jenis kapal ini memiliki fungsi untuk mengangkut produk minyak hasil pengolahan dari minyak mentah atau *crude oil* saat masih di kilang pengolahan atau *oil refinery plant*. Kapal dilengkapi dengan dua jenis tangki yang berbeda supaya mampu menampung dua jenis minyak yakni minyak *clean product* dan *dirty product*. Yang lebih berat, contohnya minyak bakar serta residu.

Crude Tanker

Kapal ini berfungsi untuk mengangkut minyak mentah secara khusus dan sifatnya homogen. Ukuran dari *crude carrier* sendiri mulai dari 50.000 MT dwt hingga 500.000 MT dwt.

Chemical Tanker

Chemical Tanker yang berfungsi untuk mengangkut bahan kimia cair yang sifatnya curah. Beberapa jenis bahan kimia cair antara lain, lemak, metanol, nabati dan masih banyak lagi.

Adapun contoh dari kapal tanker tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13 Dibawah Ini:



Gambar 2.13 Kapal Tanker

2.9 Selector Switch

Panel *Oil Water Separator (OWS)* Focas 1500C adalah beberapa perangkat yang dirancang untuk memenuhi tolak ukur yang ditetapkan oleh *International Maritime Organization (IMO)*, mengenai pengelolaan limbah cair di pelabuhan maritim. Panel dipasang untuk mengelola dan memisahkan limbah, terutama minyak, dari air limbah sebelum dibuang ke lingkungan laut tanpa menimbulkan polusi apa pun. Salah satu komponen utama yang terdapat pada operasional panel OWS adalah switch, secara umum switch ini berfungsi sebagai kontrol system dari proses

pemisah dan juga monitor. Dalam hal ini, switch memainkan peran penting dalam deteksi dan respon terhadap perubahan

Selector Switch merupakan alat yang di gunakan untuk memilih posisi kerja rangkaian kontrol. Kerja dari selector switch yaitu menyambung rangkaian sesuai dengan yang ditunjuk oleh tangkai selector. Banyak sekali type selector switch, tapi biasanya hanya dua type yang sering di gunakan, yaitu 2 posisi, (ON-OFF/StartStop/0-1, dll) dan 3 posisi (ON-OFF-ON/AutoOff-Manual,dll) (Wayan Rasmini et al. 2019)

Dengan semakin majunya teknologi, switch pada panel OWS Focas 1500C kini saat ini telah memiliki kemampuan berbasis Internet of Things (IoT). kemampuan ini memungkinkan pengumpulan data real-time, tentang tekanan dan aliran cairan yang dapat langsung dianalisis di pusat kontrol. Maka dari itu Dengan integrasi ini, operator dapat memantau kinerja sistem secara efektif unruk mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan, dan meningkatkan efesiensi oprasional.

Mengingat peran switch yang sangat penting dalam panel OWS Focas 1500C, penelitian lebih lanjut mengenai desain, bahan, dan teknologi yang digunakan pada switch menjadi hal yang esensial. Studi ini tidak hanya mendukung pemenuhan regulasi lingkungan yang semakin ketat tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi biaya operasional melalui sistem.

Adapun contoh dari *Selector Switch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.14 Dibawah Ini:



Gambar 2.14 Selector Switch

2.9.1 Fungsi Selector Switch

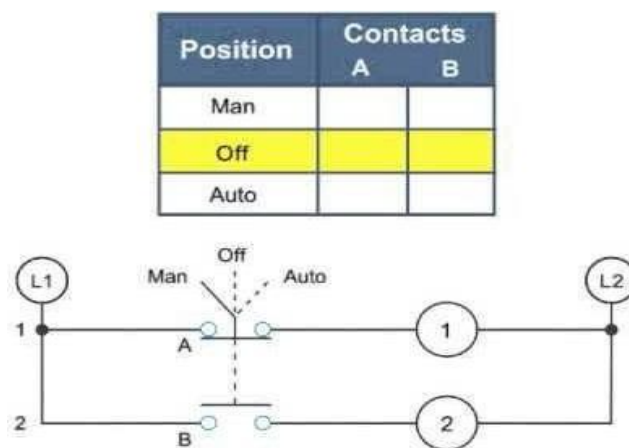
Secara umum, *Selector switch* memiliki banyak sekali fungsi tergantung pada prinsip kerja dari objek yang ingin dipasangkan *selector switch*. Berikut adalah beberapa fungsi pada umumnya yang dapat dilakukan oleh *selector switch*:

1. Sebagai *ON* atau *OFF* terhadap objek yang ingin dilakukan.
2. Sebagai *interlock - enable* atau *disable* pada sistem.
3. Untuk mereset sebuah alarm.
4. Untuk memilih mode kiri (*forward*) dan kanan (*reverse*).
5. Dan lain-lain.

2.9.2 Prinsip Kerja Selector Switch

Pada saat *selector switch di-rotate to right* yang semulanya ada di kiri maka arus listrik akan menuju ke kontak NO atau NC dari *selector* kanan. Secara istilah memang *selector* memilih, tapi disini *Selector* istilahnya memilih tetapi dalam komponen listrik *selector* arus listrik dari kontak *block* menuju ke kontak *block* lainnya. (Wayan et al. 2013)

Adapun contoh dari prinsip kerja *Selector Switch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.15 Dibawah Ini:



Gambar 2.15 Prinsip Kerja Selektor Switch

2.10 Flow Switch

Flow switch atau water flow switch adalah saklar otomatis pompa air yang bekerja karena adanya dorongan air saat keran dibuka. Air dari tangki/sumber akan mendorong lidah sensor pada flow switch dan menyambungkan pompa dengan sumber listrik dan pompa hidup. Flow switch berpengaruh terhadap dorongan air oleh sebab itu apabila flow switch bekerja maka ada aliran air yang mengalir di pipa. (Syafiqoh et al. 2019)

Flow switch memiliki peran penting dalam melindungi sistem OWS dengan memastikan aliran minyak dan air tetap lancar. Selain itu, alat ini mampu mendeteksi kebocoran atau peningkatan tekanan yang tidak diinginkan, memungkinkan operator untuk mengambil tindakan pencegahan secara cepat. Dengan dukungan fitur otomatisasi, flow switch berkontribusi pada peningkatan efisiensi pemisahan hingga 95% dan memastikan sistem beroperasi sesuai dengan regulasi lingkungan yang ketat.

Teknologi flow switch terus mengalami perkembangan, mencakup penggunaan sensor optik, magnetik, dan mekanik. Sensor-sensor ini mampu mendeteksi aliran cairan dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, bahkan dalam kondisi tekanan atau suhu yang ekstrem. Studi menunjukkan bahwa integrasi flow switch dengan sistem otomatisasi berbasis komputer dapat menyediakan data real-time, mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif.

Meskipun flow switch pada OWS memiliki banyak manfaat, implementasinya tidak lepas dari tantangan. Masalah seperti korosi, gangguan aliran, atau kesalahan dalam deteksi dapat memengaruhi akurasi perangkat. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan material yang tahan terhadap korosi serta integrasi teknologi pemrosesan sinyal yang lebih canggih untuk meningkatkan keandalan sistem.

Di masa depan, pengembangan flow switch yang lebih maju dengan integrasi teknologi Internet of Things (IoT) menjadi fokus utama. Melalui konektivitas IoT, flow switch dapat mengirimkan data secara real-time ke platform berbasis cloud untuk analisis lebih mendalam. Inovasi ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi proses pemisahan, tetapi juga menyediakan wawasan prediktif untuk mendukung pemeliharaan sistem secara proaktif.

Adapun contoh dari *flow switch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.16 Dibawah Ini:



Gambar 2.16 Flow switch

2.10.1 Prinsip kerja Flow Switch

Flow switch pada OWS (*Oily Water Separator*) berperan sebagai perangkat pengaman sekaligus pengontrol aliran dalam sistem pemisahan minyak dan air. Komponen ini dirancang untuk memastikan aliran cairan tetap dalam batas yang telah ditentukan agar proses pemisahan berlangsung dengan aman dan efisien. Flow switch bekerja dengan mendeteksi keberadaan atau kecepatan aliran dalam pipa, kemudian mengirimkan sinyal untuk memicu tindakan tertentu, seperti mengaktifkan alarm atau menghentikan sistem.

Flow switch pada OWS umumnya menggunakan sensor mekanis, seperti pelampung atau turbin, maupun sensor elektronik seperti sensor elektromagnetik atau ultrasonik. Ketika aliran cairan melebihi atau kurang dari ambang batas yang telah ditentukan, perangkat ini mengirimkan sinyal ke panel kontrol. Dalam sistem OWS, flow switch sering terhubung dengan sistem alarm untuk mencegah keluarnya air dengan kandungan minyak yang melebihi batas yang diizinkan.

Fungsi utama flow switch dalam OWS adalah sebagai berikut:

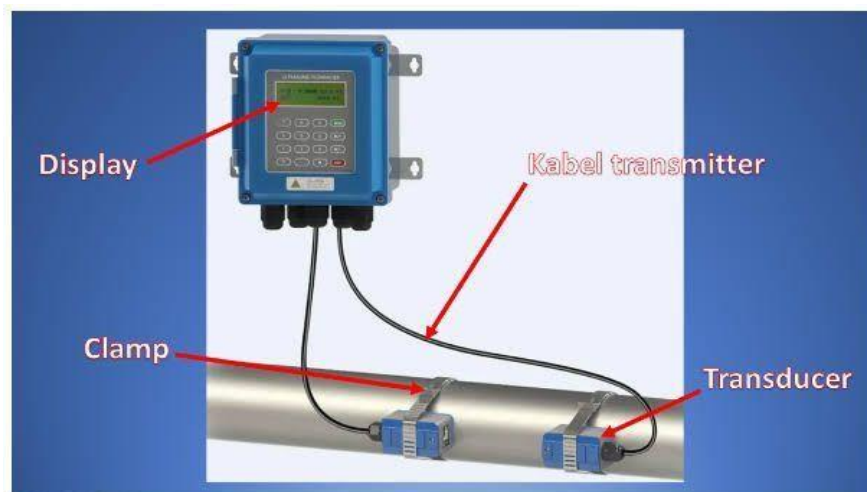
1. Pengendalian Aliran: Memantau laju aliran untuk memastikan tidak melebihi kapasitas yang diizinkan oleh sistem.
2. Proteksi Lingkungan: Menjamin bahwa cairan yang dikeluarkan dari OWS tidak mengandung minyak berlebihan yang dapat mencemari lingkungan.

3. Keamanan Operasional: Mengurangi risiko kerusakan pada sistem akibat aliran yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Dengan peran tersebut, flow switch memberikan lapisan perlindungan ekstra, memastikan sistem beroperasi sesuai dengan standar internasional, seperti yang ditetapkan oleh IMO MEPC (*Marine Environment Protection Committee*).

Prinsip kerja flow switch didasarkan pada deteksi perubahan aliran. Pada tipe mekanis, seperti flow switch yang menggunakan pelampung, aliran cairan akan menggerakkan pelampung yang kemudian akan memutus atau menyambungkan kontak listrik. Sementara pada tipe elektronik, perubahan medan magnet atau gelombang ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan aliran. Sinyal yang dihasilkan oleh deteksi ini kemudian digunakan untuk mengontrol pompa, katup, atau mengaktifkan alarm dalam sistem OWS.

Adapun contoh dari prinsip kerja *flow switch* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.17 Dibawah Ini:



Gambar 2.17 prinsip kerja Flow Switch

2.11 Line Arrester for Signals and Power Supply

Power Supply atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya power supply atau catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi

listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu power supply kadang – kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter.

Line arrester, atau surge arrester, adalah perangkat yang dirancang untuk melindungi sistem kelistrikan dan perangkat komunikasi dari lonjakan tegangan yang dapat merusak komponen elektronik. Lonjakan tegangan ini bisa timbul akibat berbagai faktor, seperti sambaran petir, gangguan dari sistem kelistrikan lain, atau masalah dalam distribusi daya. Dalam hal ini, fungsi line arrester adalah untuk mengalihkan energi tegangan berlebih tersebut ke tanah, sehingga perangkat yang terhubung tidak mengalami kerusakan. lonjakan tegangan yang tidak dilindungi dengan baik dapat menyebabkan kerusakan yang serius pada peralatan elektronik, yang pada gilirannya mengakibatkan biaya pemeliharaan yang tinggi dan gangguan operasional.

Saat ini, sistem kelistrikan dan komunikasi sangat rentan terhadap gangguan lonjakan tegangan. Tanpa perlindungan yang memadai, perangkat yang sensitif terhadap fluktuasi tegangan, seperti komputer, sistem kontrol industri, dan peralatan telekomunikasi, dapat mengalami kerusakan. Oleh karena itu, penggunaan line arrester menjadi sangat penting untuk melindungi perangkat tersebut dari lonjakan tegangan. menyatakan bahwa line arrester memainkan peran vital dalam melindungi peralatan elektronik yang terus berkembang, terutama di sektor industri dan teknologi informasi

Prinsip kerja line arrester adalah dengan mengalihkan energi tegangan berlebih ke tanah melalui komponen seperti varistor atau spark gap. Ketika tegangan melampaui batas aman, perangkat ini akan menyerap dan mengalihkan arus berlebih, sehingga melindungi perangkat yang terhubung dari kerusakan. Varistor zinc oxide (ZnO) sering digunakan pada line arrester karena kemampuannya dalam menyerap lonjakan tegangan tinggi dengan cepat. menjelaskan bahwa varistor ZnO sangat efektif dalam mengatasi lonjakan tegangan yang cepat dan mencegah kerusakan pada sistem kelistrikan serta komunikasi.

Infrastruktur modern, baik dalam sistem tenaga listrik maupun komunikasi, memerlukan perlindungan terhadap lonjakan tegangan yang dapat mengganggu kinerjanya. Line arrester modern yang mengandalkan teknologi varistor ZnO

memberikan perlindungan yang lebih efisien dan lebih tahan lama dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Dengan penggunaan varistor ZnO, line arrester dapat mengatasi lonjakan tegangan yang cepat dan tinggi tanpa mengurangi kinerja sistem. dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan varistor ZnO dalam sistem kelistrikan dan telekomunikasi dapat meningkatkan keandalan sistem, mengurangi risiko kerusakan peralatan, serta menurunkan biaya pemeliharaan. (Azis Hutasuhut 2017)

Adapun contoh dari line arrester for signals and power supply tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.18 Dibawah Ini:



Gambar 2.18 Line Arrester for Signals and Power Supply

2.12 Magnetik Kontaktor

Magnetic Contactor (MC) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya minimal. Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak Normally Open (NO) dan beberapa Normally Close (NC). Pada saat satu kontaktor normal, NO akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, NO akan menutup. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak NC Kontak pada akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak NC akan membuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak-kontaknya sehingga terjadi perubahan atau bekerja. Kontaktor yang dioperasikan

secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik.

Selama kumparan utama pada kontaktor terus dialiri arus, maka kontak-kontaknya akan tetap berada pada posisi operasionalnya. Namun, jika tegangan yang diberikan pada kumparan kontaktor terlalu tinggi, hal ini dapat mengurangi umur atau merusak kumparan tersebut. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan terlalu rendah, tekanan antar kontak akan berkurang, yang dapat menyebabkan timbulnya bunga api pada permukaan kontak dan merusak kontak-kontaknya. Toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor umumnya berada pada kisaran 85% hingga 110% dari tegangan kerja kontaktor. Dalam penelitian ini, digunakan magnetik kontaktor merek Mitsubishi Electric tipe S-T21 dengan kapasitas 30 ampere. (Susanto 2013)

Adapun contoh dari Magnetik Kontaktor tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.19 Dibawah Ini:



Gambar 2.19 Magnetik Kontaktor

2.12.1 Sistem pengaman kontaktor magnet

Menurut Kalika Khaldan Nurshofa 2024 Sistem pengaman kontaktor magnet merupakan sistem yang dirancang untuk melindungi pada motor induksi 3 fasa dari gangguan-gangguan penggunaan kontaktor magnet sebagai penghubung dan pemutus arus Listrik. Pada sistem ini, kontaktor magnet memiliki fungsi untuk memutuskan aliran listrik pada motor saat terdeteksi gangguan yang melebihi set poin yang ditentukan. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan sensor yang mengukur parameter seperti arus, tegangan, dan suhu. Saat salah satu parameter melebihi

batas yang ditentukan, kontraktor magnet dapat beroperasi sebagai pemutus sambungan listrik, sehingga dapat melindungi motor dari gangguan yang dapat terjadi kerusakan seperti dibawah ini: (Khaldan Nurshofa et al. 2024)

1. Overvoltage Over voltage akan terjadi Ketika tegangan yang diterima oleh motor yang melebihi batas yang ditentukan. Hal ini menyebabkan arus yang berlebihan mengalir melalui motor, dan akan menyebabkan over heating dan terjadi kerusakan komponen internal pada motor. Komponen seperti kumpuran dapat mengalami lonjakan arus yang tinggi.
2. Tegangan tidak seimbang Saat tegangan antara fasa tidak stabil, arus yang mengalir pada motor tidak stabil. Hal ini menyebabkan panas dalam motor. Overheating dapat merusak isolasi lilitan stator dan rotor yang dapat terjadi kerusakan pada motor.
3. Overcurrent Overcurrent terjadi Ketika arus yang mengalir pada motor melebihi nominalnya. Disebabkan oleh beban yang berat atau terjadi gangguan pada sistem, dan terjadi kerusakan komponen. Overcurrent dapat merusak lilitan isolator dan rotor serta meningkatnya suhu motor.
4. Tegangan fasa tidak seimbang Tegangan fasa yang tidakseimbang dapat terjadi saat tegangan masing-masing fasa motor tidak sama. Ketidak stabilan ini dapat menghasilkan arus
5. yang tidak seimbang yang dapat meningkatnya panas motor.dampak yang akan terjadi turunya efisiensi kerja, dan kerusakan pada komponen.
6. Overheating Overheating dapat disebabkan dari berbagai factor, suhu yang tinggi dapat merusak isolasi kumparan, efisiensi motor menurun, dan kerusakan komponen.

2.12.2 Prinsip Kerja Magnetik Kontaktor

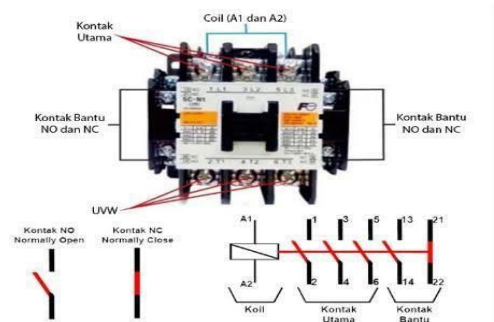
Magnetik kontaktor beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir melalui kumparan menciptakan medan magnet. Ketika tegangan diterapkan pada kumparan, arus akan mengalir melalui kumparan tersebut dan menghasilkan medan magnet yang menarik inti besi yang ada di dalamnya. Tarikan inti besi ini menyebabkan pergerakan mekanis pada kontak utama dan kontak bantu, yang mengubah posisi kontak tersebut untuk membuka atau menutup rangkaian listrik, tergantung pada jenis kontak yang digunakan (NO atau NC).

Dengan demikian, medan magnet memungkinkan peralihan posisi kontak yang mengatur aliran listrik ke perangkat yang terhubung.

Ketika kumparan pada magnetik kontaktor dialiri tegangan, medan magnet yang terbentuk akan menarik inti besi ke dalam kumparan, yang mempengaruhi pergerakan mekanis komponen terkait dan merubah posisi kontak. Kontak utama akan menutup, sementara kontak bantu bisa membuka atau sebaliknya, tergantung jenisnya. Ketika tegangan pada kumparan dihentikan, medan magnet akan hilang, dan sistem kembali ke kondisi semula dengan kontak-kontaknya terbuka atau tertutup sesuai dengan keadaan awalnya. Proses ini memungkinkan pengoperasian rangkaian listrik secara otomatis dan efisien. Wiley. Prinsip kerja magnetik kontaktor juga melibatkan penggunaan proteksi tambahan seperti relai. Misalnya, ketika terjadi gangguan seperti arus lebih atau hubungan singkat, proteksi yang ada akan memutuskan sambungan listrik dengan cepat. Dalam hal ini, magnetik kontaktor berfungsi untuk menghentikan aliran listrik ke beban yang terhubung guna mencegah kerusakan lebih lanjut pada sistem. Sistem kontrol yang menghubungkan kontaktor dengan perangkat proteksi akan memastikan penghentian otomatis aliran listrik ketika kondisi berbahaya terdeteksi, tanpa memerlukan intervensi manual.

Dengan prinsip kerja ini, magnetik kontaktor memiliki peran penting dalam sistem kelistrikan industri, yang memungkinkan pengendalian otomatis dan perlindungan rangkaian listrik untuk berbagai aplikasi seperti pengoperasian motor, lampu, dan perangkat lainnya.

Adapun contoh dari prinsip kerja Magnetik kontaktor tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.20 Dibawah Ini:



Gambar 2.20 Prinsip Kerja Magnetik Kontektor

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat pada pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

3.1.1 Waktu Penelitian

Waktu penerapan tugas akhir ini berlangsung pada Agustus 2024 sampai Oktober 2024.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No	Keterangan	Bulan Ke							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kajian Literatur								
2	Penyusunan Proposal Penelitian								
3	Penulisan Bab 1 Sampai Bab 3								
4	Analisa Data								
5	Seminar Proposal								
6	Seminar Hasil								
7	Sidang Akhir								

3.1.2 Tempat penelitian

Dalam penerapan tugas akhir ini dilaksanakan pada PT. Multi JayaSamudera di Jln, Bagan Deli Lama, Medan, Belawan I, Medan Kota Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara 20411.

3.2 Alat Dan Bahan

Dalam perancangan dan pembuatan sistem ini, diperlukan alat serta bahan untuk merakit sehingga terciptanya sistem sesuai yang diinginkan. Adapaun alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut :

3.2.1 Alat Perancangan

Dalam pembuatan sistem ini penulis menggunakan beberapa alat yang digunakan untuk memperlancar proses perancangan dan perangkaian alat pada sistem ini. Adapun alat yang digunakan sebagai berikut :

1. Obeng Positif
2. Tang potong
3. Tang Kombinasi
4. Multi Tester
5. Mager Test
6. Obeng Negatif
7. Tang Amper
8. Motor Pompa 3Phasa
9. Starter Motor
10. Panel Kontrol Oil Water Separator
11. Saklar Pemutus Daya (circuit breaker)
12. Pressure Gauge Dan Flow Meter
13. Selenoid Valve

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan perancangan yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. OWS Focas 1500C: Perangkat utama yang digunakan dalam penelitian ini, yang berfungsi untuk pengukuran atau analisis sesuai dengan kebutuhan penelitian.
2. Dokumentasi Manual: Panduan atau buku manual untuk memastikan penggunaan OWS Focus 1500C dengan benar dan sesuai prosedur.
3. Bahan Referensi: Literatur seperti buku atau jurnal yang digunakan untuk mendukung teori dan analisis dalam penelitian yang menggunakan OWS Focus 1500C.
4. Motor Pompa 3Phasa *oil water separator*
5. Sensor Tambahan: Perangkat sensor tambahan yang mungkin diperlukan untuk mendukung pengukuran atau pengumpulan data lebih lanjut dalam penelitian.

6. Kabel dan Konektor: Kabel dan konektor yang digunakan untuk menghubungkan OWS Focus 1500C dengan perangkat lainnya seperti komputer.
7. Baterai atau Sumber Daya Listrik: Sumber daya atau baterai cadangan yang dibutuhkan untuk memastikan kelancaran operasional perangkat selama pengumpulan data.

3.3 Prosedur Kerja Alat

Adapun prosedur langkah kerja dari rangkaian yang dibuat oleh penulis ini adalah sebagai berikut :

1. Pastikan pompa dan motor dalam kondisi bersih dan tidak ada kebocoran.
2. Periksa kabel daya dan terminal motor untuk memastikan tidak ada koneksi longgar atau terbakar.
3. Pastikan level cairan dalam tangki *oil water separator* berada dalam batas operasi.
4. Pastikan tegangan suplai listrik 3 phasa menggunakan multimeter (440v, 60Hz atau sesuai spesifikasi).
5. Pastikan semua pengaman listrik seperti *circuit breaker* dalam kondisi aktif.
6. Pastikan katup inlet dan outlet dalam posisi yang benar sebelum operasi.
7. Pastikan tidak ada penyumbatan dalam sistem pipa.
8. Aktifkan saklar daya di panel kontrol *oil water separator*.
9. Hidupkan motor pompa menggunakan metode star (sesuai spesifikasi motor).
10. Amati apakah pompa bekerja dengan normal (tidak ada getaran atau suara abnormal).
11. Cek tekanan pada *pressure gauge* untuk memastikan pompa bekerja dalam rentang tekanan yang sesuai.
12. Monitor arus listrik pada panel kontrol untuk menghindari beban berlebihan (*overload*).
13. Pastikan aliran cairan berjalan lancar melalui *flow meter*.
14. Pastikan air yang terpisah keluar dari sistem sesuai spesifikasi (misalnya , kandungan minyak di bawah standar yang di izinkan 15 PPM).

15. Jika terdapat penyumbatan atau kinerja pemisahan tidak optimal lakukan pembersihan filter dan *coalescer*.
16. Matikan motor pompa melalui panel kontrol.
17. Tutup katup inlet dan outlet jika diperlukan.
18. Putuskan aliran listrik ke motor jika sistem tidak digunakan dalam waktu lama.
19. Selesai.

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini diawali dengan langkah awal berupa perumusan masalah yang menjadi fokus utama kajian kemudian dilanjutkan dengan penerapan serangkaian langkah yang sistematis guna menyelesaikan tugas akhir ini. Tahapan-tahapan tersebut mencakup pengumpulan data, analisis, hingga interpretasi hasil. Semua langkah dirancang secara terstruktur untuk mencapai hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Langkah- langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas terakhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur untuk memperoleh berbagai sumber teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
2. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
3. Melakukan pengumpulan data penelitian.
4. Identifikasi Penyebab dan Akibat Kerusakan
5. Membuat Flowchart dan usulan perbaikan
6. Menarik kesimpulan dari hasil identifikasi dan metode analisa yang telah dilakukan.
7. Selesai

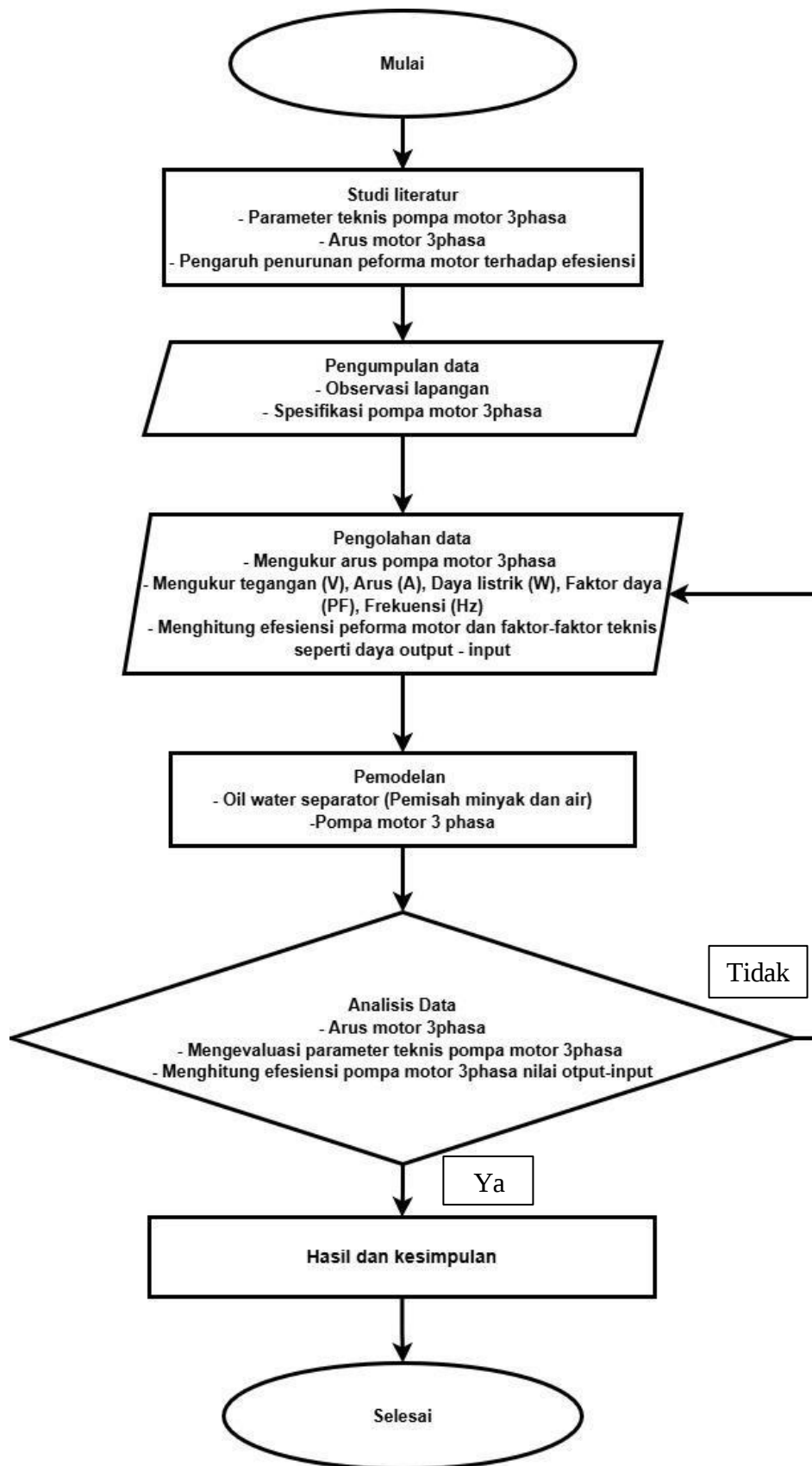
3.5 Analisa Data

Adapun proses pengolahan data dan informasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasilnya, adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Arus Motor 3 Fasa Pada Pompa *Oil Water Separator*
2. Menganalisis pengaruh penurunan performa motor terhadap efisiensi pada *Oil water separator*. Dan menghitung hasil output-input

3. Menghitung parameter teknis yang berkaitan dengan performa motor pompa *oil water separator* Tegangan (V), Arus (A), Daya listrik (W atau kW), Faktor daya (PF), Frekuensi (Hz).

3.6 Flowchart



Flowchart yang ditampilkan menggambarkan proses desain dan pengoperasian sistem kontrol *oil water separator*, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mulai
2. Studi Literatur Langkah awal adalah melakukan kajian literatur untuk memahami teori dan prinsip kerja sistem Oil Water Separator. Tahapan ini mencakup penelitian terhadap metode kontrol, Mengevaluasi parameter teknis, dan Pengaruh penurunan performa Motor.
 - a. Dalam industri yang menggunakan *oil water separator*, motor 3 fasa berperan penting dalam menggerakkan pompa untuk memisahkan minyak dari air limbah. Efisiensi motor sangat menentukan efektivitas sistem secara keseluruhan. Namun, berbagai faktor dapat menyebabkan penurunan performa motor, seperti beban berlebih, ketidakseimbangan tegangan, dan faktor lingkungan.
 - b. Ketika performa motor menurun, arus yang dikonsumsi meningkat, menyebabkan efisiensi energi berkurang dan biaya operasional meningkat. Oleh karena itu, diperlukan pengukuran dan analisis yang tepat terhadap parameter teknis motor 3 fasa, terutama arus listrik, untuk mengoptimalkan efisiensi dan mencegah kegagalan sistem.
 - c. Studi ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi performa motor 3 fasa dalam *oil water separator*, menganalisis dampaknya terhadap efisiensi energi, serta memberikan solusi teknis untuk meningkatkan performa motor dan pompa dalam aplikasi industri.
3. Pengumpulan data
 - a. Observasi lapangan dilakukan Dalam penerapan tugas akhir ini dilaksanakan pada PT. Multi Jaya Samudera di Jln, Bagan Deli Lama, Medan, Belawan I, Medan Kota Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara 20411.
 - b. Spesifikasi pompa motor 3phasa *oil water separator*
4. Pengolahan data performa motor 3 fasa dalam *oil water separator* melibatkan pengukuran arus, tegangan, daya, dan faktor daya. Data ini digunakan untuk

menghitung efisiensi motor dan menganalisis faktor-faktor teknis yang mempengaruhi kinerja. Jika terjadi penurunan efisiensi, langkah korektif dapat dilakukan untuk meningkatkan performa motor dan menghemat energi.

5. Pemodelan

- a. *Oil Water Separator* (OWS) adalah sistem pemisahan minyak dan air yang digunakan di berbagai industri, seperti perkapalan, pengolahan limbah, dan industri minyak & gas. Prinsip kerja OWS bergantung pada perbedaan densitas antara minyak dan air, sehingga minyak yang lebih ringan akan mengapung dan dapat dipisahkan.
- b. Pompa dengan motor 3 fasa digunakan untuk memindahkan campuran minyak-air dari satu tahap ke tahap lainnya dalam *oil water separator*.

6. Analisis

- a. Analisis arus motor 3 fasa membantu mendeteksi ketidakseimbangan fasa yang bisa menyebabkan masalah kinerja.
- b. Evaluasi parameter teknis pompa motor memastikan bahwa motor beroperasi dalam spesifikasi yang aman dan optimal.
- c. Perhitungan efisiensi motor menunjukkan seberapa efektif motor mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dengan nilai ideal di atas 85-90%.

7. Hasil dan kesimpulan

Ya, jika hasil analisis menunjukkan bahwa motor pompa 3phasa pada oil water separator memenuhi kriteria ditetapkan (akurat, cepat, mengikuti spesifikasi yg di butuhkan pada sistem *oil water separator* maka penelitian di anggap berhasil dan kesimpulan dapat di ambil jika analisa tidak memenuhi kriteria maka penelitian perlu melakukan perbaikan.

8. Selesai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Motor Oil Water Sparator

Pada penelitian tugas akhir ini, proses pengukuran pada motor *oil water separator* yang dilakukan oleh penulis didampingi dengan 4th Enginner kapal. Pengukuran dilakukan pada motor *oil water separator* dengan 2 sample yang diklasifikasi sebagai ketika *oil water separator* tidak aktif, dan *oil water separator* aktif. Setiap sample dilakukan 3 kali pengukuran untuk mendapatkan nilai pengukuran tegangan, arus, dan frekuensi pada motor *oil water separator*.

4.1.1 Data Pengukuran Motor Oil Water Sparator

Perhitungan ini ditujukan agar dapat mengetahui berapa besar performa motor terhadap *oil water sparator* di PT. Multi Jaya Samudera. Untuk mendapatkan nilai performa motor pengamat wajib menentukan daya keluaran dan daya masukan. Berikut adalah data spesifikasi motor *oil water separator* :

Tabel 4.1 Data Motor Oil Water Sparator

Motor Oil Water Separator		
1	Motor Model	OWS SKIT/S 5.0
2	Output	1 KW
3	Poles	3
4	Frekuensi	60 Hz
5	Tegangan	440
6	Arus	1,8 A
7	Phase	3 Phase
8	RPM	750
9	Cos ϕ	0,80

Berikut adalah data pengukuran motor pada *oil water separator* sebelum aktif dan sesudah aktif :

Tabel 4.2 Data Pengukuran Motor OWS Tidak Aktif

Motor Tidak Aktif					
I (A)			Tegangan (V)		
Ir	Is	It	Vrs	Vst	Vtr
0 A	0A	0A	0V	0V	0V



Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan Pada Motor OWS Tidak Aktif



Gambar 4.2 Pengukuran Arus Pada Motor OWS Tidak Aktif

Tabel 4. 3 Data Pengukuran OWS Aktif

Motor Aktif					
I (A)			Tegangan (V)		
Ir	Is	It	Vrs	Vst	Vtr
1,8A	2 A	1,9A	440 V	439 V	440 V



Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Pada Motor OWS Saat Aktif



Gambar 4.4 Pengukuran Arus Pada Motor OWS Saat Aktif

4.1.2 Data rugi-rugi pada Motor (*Stray Load*)

Dari keadaan nol sampai beban full kerugian motor selalu dianggap tetap, padahal rugi-rugi itu secara kecil berubah terhadap beban. Jika bebannya meningkat, rugi-rugi yang bernilai kecil baik yang diketahui atau tidak ini lah yang kan jadi rugi-rugi *Stray load* yang semakin besar.

Tabel 4.4 Presentase Rugi-rugi Pada Beban Menyimpang

Rating Mesin (KW)	Persenan Kerugian beban menyimpang
1 – 90 KW	1,8%
91 – 375 KW	1,5%
376 – 1850 KW	1,2%
1851 KW atau lebih besar	0,9%

4.2 Hasil Perhitungan Daya Input, Beban Menyimpang dan Efisiensi Motor

Data dari motor digunakan sebagai acuan perhitungan daya masukan, daya keluaran dan afisiensi sebagai beban maksimal, berikut adalah perhitungan nya untuk masing-masing phase :

4.2.1 Perhitungan Daya Input Phase R-S

Dik : $\sqrt{3} = 1,73$

$V_{rs} = 440 \text{ VAC}$

$I_r = 1,8 \text{ A}$

$\cos \phi = 0,80$

Dit : $P_{rs} \dots \dots \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 P_{rs} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\
 &= \sqrt{3} \times 440 \times 1,8 \times 0,80 \\
 &= 1\,096 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Sehingga daya input pada phase R-S motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 1 096 Watt

Ket : P_{rs} = Daya Phase R-S
 V_{rs} = Tegangan Phase R-S
 I_r = Arus Phase R
 $\cos \phi$ = Faktor Daya
 $\sqrt{3}$ = Perhitungan 3 Phase

4.2.2 Perhitungan Daya Input Phase S-T

Dik : $\sqrt{3} = 1,73$

$V_{st} = 439 \text{ VAC}$

$I_s = 2 \text{ A}$

$\cos \phi = 0,80$

Dit : $P_{st} \dots \dots \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 P_{st} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\
 &= \sqrt{3} \times 439 \times 2 \times 0,80 \\
 &= 1\,215 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Sehingga daya input pada phase S-T motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 1 215 Watt

Ket : P_{st} = Daya Phase S-T
 V_{st} = Tegangan Phase S-T
 I_s = Arus Phase S
 $\cos \phi$ = Faktor Daya
 $\sqrt{3}$ = Perhitungan 3 Phase

4.2.3 Perhitungan Daya Input Phase T-R

Dik : $\sqrt{3} = 1,73$

$$V_{tr} = 440 \text{ VAC}$$

$$I_t = 1,9 \text{ A}$$

$$\cos \phi = 0,80$$

Dit : $P_{tr} \dots \dots \dots ?$

Jawab :

$$\begin{aligned} P_{tr} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \\ &= \sqrt{3} \times 440 \times 1,9 \times 0,80 \\ &= 1\,157 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sehingga daya input pada phase T-R motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 1 157 Watt

Ket : $P_{tr} = \text{Daya Phase T-R}$

$V_{tr} = \text{Tegangan Phase T-R}$

$I_t = \text{Arus Phase R}$

$\cos \phi = \text{Faktor Daya}$

$\sqrt{3} = \text{Perhitungan 3 Phase}$

4.2.4 Perhitungan Beban Menyimpang Phase R-S

Seperti yang diketahui pada Tabel 4.4 bahwa nilai rugi-rugi *stray load* yang diperoleh dari nilai rating mesin (KW) adalah 1,8 untuk dapat menentukan nilai P_s , sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{1,8}{100} \times P_{rs} \\ &= \frac{1,8}{100} \times 1\,096 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$P_s = 19,7 \text{ Watt}$$

Sehingga beban menyimpang pada phase R-S motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 19,7 Watt

Kemudian berikutnya untuk memperoleh rugi-rugi total setelah mendapatkan P_s adalah menghitung rugi-rugi Cu rotor (P_{cu}). Tindakan awal untuk menghitung rugi-rugi Cu rotor yaitu dengan menghitung slip terlebih dahulu. N_r pada motor sekitar 4 % dari 750 rpm, oleh karna itu dalam perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{cu} &= S \times P_{rs} \\ &= 4\% \times 1\,096 \end{aligned}$$

$$P_{cu} = 43,84 \text{ Watt}$$

Sehingga rugi-rugi rotor pada phase R-S motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 43,84 Watt

Ket : P_s = Beban Menyimpang

P_{rs} = Daya Phase R-S

P_{cu} = Rugi-rugi rotor

4.2.5 Perhitungan Beban Menyimpang Phase S-T

Seperti yang diketahui pada Tabel 4.4 bahwa nilai rugi-rugi *stray load* yang diperoleh dari nilai rating mesin (KW) adalah 1,8 untuk dapat menentukan nilai P_s , sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{1,8}{100} \times P_{st} \\ &= \frac{1,8}{100} \times 1\,215 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$P_s = 21,8 \text{ Watt}$$

Sehingga beban menyimpang pada phase S-T motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 21,8 Watt

Kemudian berikutnya untuk memperoleh rugi-rugi total setelah mendapatkan P_s adalah menghitung rugi-rugi Cu rotor (P_{cu}). Tindakan awal untuk menghitung rugi-rugi Cu rotor yaitu dengan menghitung slip terlebih dahulu. N_r pada motor sekitar 4 % dari 750 rpm, oleh karna itu dalam perhitungan sebagai berikut :

$$P_{cu} = S \times P_{st}$$

$$= 4\% \times 1\,215$$

$$P_{cu} = 48,6 \text{ Watt}$$

Sehingga rugi-rugi rotor pada phase S-T motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 48,6 Watt

Ket : P_s = Beban Menyimpang

P_{st} = Daya Phase S-T

P_{cu} = Rugi-rugi rotor

4.2.6 Perhitungan Beban Menyimpang Phase T-R

Seperti yang diketahui pada Tabel 4.4 bahwa nilai rugi-rugi *stray load* yang diperoleh dari nilai rating mesin (KW) adalah 1,8 untuk dapat menentukan nilai P_s , sebagai berikut :

$$P_s = \frac{1,8}{100} \times P_{tr}$$

$$= \frac{1,8}{100} \times 1\,157 \text{ Watt}$$

$$P_s = 20,8 \text{ Watt}$$

Sehingga beban menyimpang pada phase T-R motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 20,8 Watt

Kemudian berikutnya untuk memperoleh rugi-rugi total setelah mendapatkan P_s adalah menghitung rugi-rugi P_{cu} rotor (P_{cu}). Tindakan awal untuk menghitung rugi-rugi P_{cu} rotor yaitu dengan menghitung slip terlebih dahulu. n_r pada motor sekitar 4 % dari 750 rpm, oleh karna itu dalam perhitungan sebagai berikut :

$$P_{cu} = S \times P_{tr}$$

$$= 4\% \times 1157$$

$$P_{cu} = 46,2 \text{ Watt}$$

Sehingga rugi-rugi rotor pada phase T-R motor OWS berdasarkan hasil perhitungan adalah sebesar = 46,2 Watt

Ket : P_s = Beban Menyimpang

P_{tr} = Daya Phase T-R

P_{cu} = Rugi-rugi rotor

4.2.7 Perhitungan Efisien Motor Phase R-S

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 096 Watt, setelah mengetahui nilai daya masukan, maka nilai efisiensi dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{rs} = 1096 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{output}} = 1000 \text{ Watt}$$

$$\text{Dit : Efisiensi Motor } (\eta) \dots ?$$

Jawab :

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1000}{1096} \times 100 \%$$

$$\eta = 91,24 \%$$

Maka hasil perhitungan nilai efisiensi motor sebagai pompa *Oil Water Separator* adalah 91,24 %

Ket : η = Efisien Motor
 P_{rs} = Daya Phase R-S
 P_{output} = Daya Output

4.2.8 Perhitungan Efisien Motor Phase S-T

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 215 Watt, setelah mengetahui nilai daya masukan, maka nilai efisiensi dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : $P_{rs} = 1\,215\text{ Watt}$

$P_{output} = 1000\text{ Watt}$

Dit : Efisiensi Motor (η)...?

Jawab :

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{1000}{1\,215} \times 100 \%\end{aligned}$$

$$\eta = 82,30 \%$$

Maka hasil perhitungan nilai efisiensi motor sebagai pompa *Oil Water Separator* adalah 82,30 %

Ket : η = Efisien Motor
 P_{rs} = Daya Phase S-T
 P_{output} = Daya Output

4.2.9 Perhitungan Efisien Motor Phase T-R

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 157 Watt, setelah mengetahui nilai daya masukan, maka nilai efisiensi dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : $P_{rs} = 1\,157\text{ Watt}$

$P_{output} = 1000\text{ Watt}$

Dit : Efisiensi Motor (η)...?

Jawab :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1000}{1157} \times 100 \%$$

$$\eta = 86,43 \%$$

Maka hasil perhitungan nilai efisiensi motor sebagai pompa *Oil Water Separator* adalah 86,43 %

Ket : η = Efisien Motor
 P_{rs} = Daya Phase T-R
 P_{output} = Daya Output

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pada Motor Oil Water Separator

Motor Oil Water Separator				
P_{out}	$P_{in} (R-S-T)$	Efisiensi (R-S-T)	P_s	$\cos \phi$
1000 Watt	1 096 Watt	91,24 %	19,7 Watt	0,80
1000 Watt	1 215 Watt	82,30 %	21,8 Watt	0,80
1000 Watt	1 157 Watt	86,43 %	20,8 Watt	0,80

Motor Oil Water Separator memiliki daya output konstan sebesar 1000 Watt, namun menunjukkan variasi pada daya input (P_{in}) dan efisiensi kerja. Pada kondisi pertama, motor bekerja dengan daya input 1096 Watt dan menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 91,24%, serta kehilangan daya (P_s) sebesar 19,7 Watt. Kondisi ini menunjukkan performa terbaik, dengan konsumsi energi yang efisien. Pada kondisi kedua, daya input meningkat menjadi 1215 Watt, namun efisiensinya menurun menjadi 82,30%, dengan kehilangan daya meningkat menjadi 21,8 Watt, menandakan adanya penurunan kinerja atau kemungkinan beban berlebih. Sedangkan pada kondisi ketiga, daya input tercatat 1157 Watt, dengan efisiensi

86,43% dan kehilangan daya 20,8 Watt, yang masih tergolong cukup baik namun tidak efisien kondisi pertama.

4.3 Hasil Parameter Teknis Dari Motor *Oil Water Separator*

Berikut adalah hasil parameter teknis dari analisa motor oil water separator berdasarkan data perhitungan sebelumnya :

4.3.1 Perhitungan Daya Semu (S) Phase R-S

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 096 Watt, dengan nilai $\cos \phi$ 0,80, maka nilai daya semu dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{rs} = 1\,096 \text{ Watt}$$

$$\cos \phi = 0,80$$

$$\text{Dit : } \text{Daya Semu (S)} \dots ?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} S &= \frac{P_{rs}}{\cos \phi} \\ &= \frac{1\,096}{0,80} \end{aligned}$$

$$S = 1\,370 \text{ VA}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya semu phase R-S pada motor *Oil Water Separator* adalah 1 370 VA

$$\text{Ket : } S = \text{Daya Semu}$$

$$P_{rs} = \text{Daya Phase R-S}$$

$$\cos \phi = \text{Faktor Daya}$$

4.3.2 Perhitungan Daya Semu (S) Phase S-T

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 215 Watt, dengan nilai $\cos \phi$ 0,80, maka nilai daya semu dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{st} = 1\,215 \text{ Watt}$$

$$\cos \phi = 0,80$$

Dit : Daya Semu (S)...?

Jawab :

$$S = \frac{P_{st}}{\cos \phi}$$

$$= \frac{1\,215}{0,80}$$

$$S = 1\,518,75 \text{ VA}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya semu phase S-T pada motor *Oil Water Separator* adalah 1 518,75 VA

Ket : S = Daya Semu

P_{st} = Daya Phase S-T

cos ϕ = Faktor Daya

4.3.3 Perhitungan Daya Semu (S) Pada Phase T-R

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 157 Watt, dengan nilai cos ϕ 0,80, maka nilai daya semu dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : P_{st} = 1 157 Watt

$$\cos \phi = 0,80$$

Dit : Daya Semu (S)...?

Jawab :

$$S = \frac{P_{tr}}{\cos \phi}$$

$$= \frac{1\,157}{0,80}$$

$$S = 1\,446,25 \text{ VA}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya semu phase T-R pada motor *Oil Water Separator* adalah 1 446,25 VA

Ket : S = Daya Semu

Ptr = Daya Phase T-R

Cos ϕ = Faktor Daya

4.3.4 Perhitungan Daya Reaktif Phase R-S

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 096 Watt, dengan nilai daya semu 1370 VA, maka nilai daya reaktif dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : P_{rs} = 1 096 Watt

Daya Semu = 1370 VA

Dit : Daya Reaktif (Q)...?

Jawab :

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{1370^2 - 1096^2} \\ &= \sqrt{1876900 - 1201216} \\ &= \sqrt{675684} \end{aligned}$$

Q = 822 VAR

Maka hasil perhitungan nilai daya reaktif phase R-S pada motor *Oil Water Separator* adalah 822 VAR

Ket : Q = Daya Reaktif

Prs = Daya Phase R-S

Cos ϕ = Faktor Daya

4.3.5 Perhitungan Daya Reaktif Phase S-T

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 215 Watt, dengan nilai daya semu 1 518,75 VA, maka nilai daya reaktif dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{rs} = 1\,215 \text{ Watt}$$

$$\text{Daya Semu} = 1\,518,75 \text{ VA}$$

$$\text{Dit : Daya Reaktif (Q)...?}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{1518,75^2 - 1215^2} \\ &= \sqrt{2306601 - 1476225} \\ &= \sqrt{830376} \end{aligned}$$

$$Q = 911,24 \text{ VAR}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya reaktif phase R-S pada motor *Oil Water Separator* adalah 911,24 VAR

$$\text{Ket : } Q = \text{Daya Reaktif}$$

$$P_{st} = \text{Daya Phase S-T}$$

$$\cos \phi = \text{Faktor Daya}$$

4.3.6 Perhitungan Daya Reaktif Phase T-R

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 157 Watt, dengan nilai daya semu 1 446,25 VA, maka nilai daya reaktif dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{tr} = 1\,157 \text{ Watt}$$

$$\text{Daya Semu} = 1\,446,25 \text{ VA}$$

$$\text{Dit : Daya Reaktif (Q)...?}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\
 &= \sqrt{1446,25^2 - 1157^2} \\
 &= \sqrt{2091639 - 1338649} \\
 &= \sqrt{752990}
 \end{aligned}$$

$$Q = 867,74 \text{ VAR}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya reaktif phase T-R pada motor *Oil Water Separator* adalah 911,24 VAR

Ket : Q = Daya Reaktif
 Ptr = Daya Phase T-R
 Cos ϕ = Faktor Daya

4.3.7 Perhitungan Daya Hilang Total (*Losses*) Phase R-S

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 096 Watt, dengan nilai daya keluaran 1000 Watt, maka nilai daya hilang total dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Dik : } P_{rs} = 1\,096 \text{ Watt}$$

$$P_{\text{output}} = 1000 \text{ Watt}$$

Dit : *Losses*...?

Jawab :

$$\text{Losses} = P_{rs} - P_{\text{out}}$$

$$= 1096 - 1000$$

$$\text{Losses} = 96 \text{ Watt}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya hilang total phase R-S pada motor *Oil Water Separator* adalah 96 Watt

Ket : P_{rs} = Daya Phase R-S

P_{output} = Daya Output

Losses = Daya Hilang

4.3.8 Perhitungan Daya Hilang Pada Phase S-T

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 215 Watt, dengan nilai daya keluaran 1000 Watt, maka nilai daya hilang total dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : P_{st} = 1 215 Watt

P_{output} = 1000 Watt

Dit : *Losses*...?

Jawab :

$Losses = P_{st} - P_{out}$

= 1215 – 1000

Losses = 215 Watt

Maka hasil perhitungan nilai daya hilang total phase S-T pada motor *Oil Water Separator* adalah 215 Watt

Ket : P_{st} = Daya Phase S-T

P_{output} = Daya Output

Losses = Daya Hilang

4.3.9 Perhitungan Daya Hilang Pada Phase T-R

Berdasarkan perhitungan diatas, bahwa nilai daya masukan adalah 1 157 Watt, dengan nilai daya keluaran 1000 Watt, maka nilai daya hilang total dapat ditentukan sebagai berikut :

Dik : P_{tr} = 1 157 Watt

P_{output} = 1000 Watt

Dit : *Losses*...?

Jawab :

$$\text{Losses} = P_{tr} - P_{out}$$

$$= 1157 - 1000$$

$$\text{Losses} = 157 \text{ Watt}$$

Maka hasil perhitungan nilai daya hilang total phase T-R pada motor *Oil Water Separator* adalah 157 Watt

Ket : P_{tr} = Daya Phase T-R

P_{output} = Daya Output

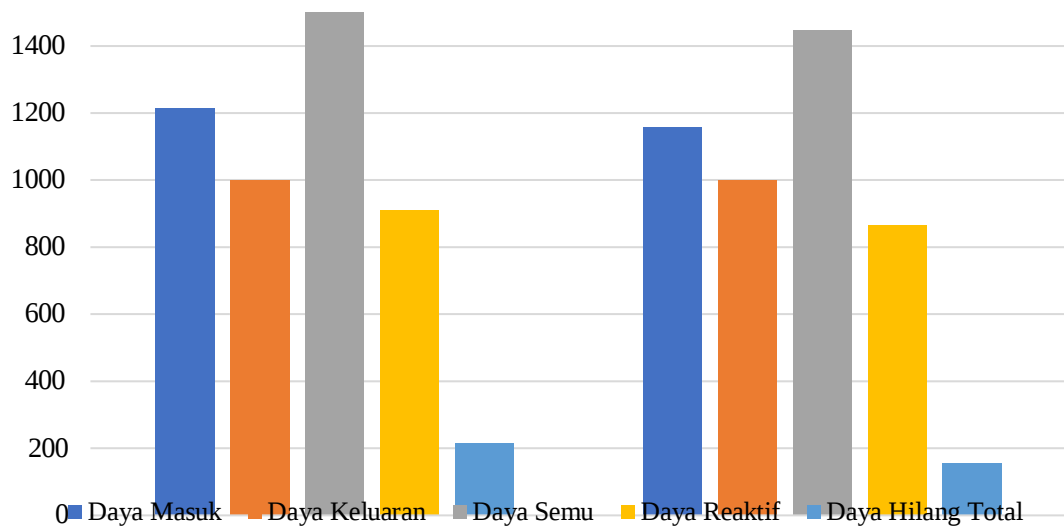
Losses = Daya Hilang

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Parameter Teknis Pada Motor OWS

Motor Oil Water Separator			
Parameter	Phase R-S	Phase S-T	Phase T-R
Efisiensi Motor	91,24 %	82,30 %	86,43 %
Daya Masuk	1096 Watt	1215 Watt	1157 Watt
Daya Keluaran	1000 Watt	1000 Watt	1000 Watt
Daya Semu	1370 VA	1 518,75 VA	1 446,25 VA
Daya Reaktif	822 VAR	911,24 VAR	867,74 VAR
Daya Hilang Total	96 Watt	215 Watt	157 Watt
Faktor Daya (Cos ϕ)	0,80	0,80	0,80

Data menunjukkan bahwa motor Oil Water Separator memiliki daya keluaran konstan sebesar 1000 Watt pada setiap fasa, namun terdapat perbedaan signifikan dalam hal efisiensi dan konsumsi daya antar ketiga fasa. Pada fasa R-S, motor menunjukkan performa terbaik dengan efisiensi sebesar 91,24%, daya masuk 1096 Watt, dan total daya hilang hanya 96 Watt. Sebaliknya, pada fasa S-T, motor menunjukkan efisiensi paling rendah yaitu 82,30%, dengan daya masuk mencapai

1215 Watt dan total daya hilang tertinggi sebesar 215 Watt, mengindikasikan adanya potensi masalah seperti ketidakseimbangan beban atau gangguan pada sistem. Fasa T-R menunjukkan kinerja menengah dengan efisiensi 86,43%, daya masuk 1157 Watt, dan daya hilang sebesar 157 Watt. Dari sisi daya semu (apparent power) dan daya reaktif, terlihat bahwa nilai daya semu dan daya reaktif juga tertinggi pada fasa S-T, yaitu masing-masing 1518,75 VA dan 911,24 VAR, yang berkontribusi pada penurunan efisiensi. Meskipun begitu, faktor daya ($\cos \phi$) pada semua fasa tetap sama yaitu 0,80, menunjukkan bahwa proporsi antara daya aktif dan semu relatif konstan, namun kualitas daya antar fasa tetap berbeda.



Gambar 4.5 Grafik Parameter Teknis Daya Pada Motor OWS

Tabel 4. 7 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Motor

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi motor		
Faktor	Penjelasan	Dampak Efisiensi Motor
Desain Motor	1. Kapasitas & spesifikasi teknis (daya, jumlah kutub, RPM, faktor daya). 2. Sistem pendinginan yang memadai. 3. Desain lilitan dan air gap rotor-stator. 4. Tingkat proteksi (MCB, overload protector, kontaktor magnet)	Desain yang tepat meminimalkan rugi-rugi energi, mencegah overheating, dan menjaga stabilitas kecepatan sehingga efisiensi tetap tinggi.
Kualitas Bahan	1. Lilitan tembaga murni dengan isolasi tahan panas, 2. Kualitas isolasi tinggi untuk mencegah kebocoran arus, 3. Rangka dan housing tahan korosi, 4. Bearing, poros, dan kipas pendingin berkualitas tinggi	Material berkualitas mengurangi kerusakan, meningkatkan konduktivitas, mengurangi gesekan, dan memperpanjang umur motor
Pengoperasian Motor	1. Hindari beban berlebih (overload), 2. Pastikan tegangan seimbang antar fasa, 3. Hindari overvoltage atau undervoltage, 4. Perhatikan suhu, kelembapan, dan lingkungan kerja, 5. Gunakan metode starting yang tepat (star-delta, soft starter)	Pengoperasian yang benar mencegah panas berlebih, mengurangi rugi daya, dan mempertahankan efisiensi optimal

Perawatan Motor	1. Pemeriksaan berkala arus, tegangan, suhu, dan kondisi mekanis, 2. Pembersihan dari debu, minyak, dan kerak, 3. Pelumasan bearing sesuai jadwal, 4. Uji dan kalibrasi proteksi (MCB, overload protector), 5. Penggantian komponen aus sebelum rusak parah	Perawatan teratur mencegah penurunan performa, mengurangi downtime, dan menjaga efisiensi tetap stabil dalam jangka panjang
-----------------	---	---

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari semua pembahasan yang telah penulis lakukan mengenai “Analisis Performa Motor Pompa *Oil Water Separator* Pemisah Limbah Got Pada Kapal Tanker”, maka sebagai bagian akhir dari laporan tugas akhir ini penulis memberikan beberapa simpulan yang diambil dari hasil penelitian dan pembahasan masalah sebagai berikut :

- a. Motor dalam kondisi aktif dan beroperasi normal, dengan arus pada ketiga fasa ($I_r = 1,8 \text{ A}$, $I_s = 2 \text{ A}$, $I_t = 1,9 \text{ A}$) yang relatif seimbang dan tegangan antar-fasa ($V_{rs} = 440 \text{ V}$, $V_{st} = 439 \text{ V}$, $V_{tr} = 440 \text{ V}$) yang juga stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kelistrikan motor bekerja dengan baik dan tidak terdapat indikasi gangguan signifikan pada suplai daya maupun beban motor.
- b. Motor *Oil Water Separator* menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan efisiensi sebesar 82,16%. Ini berarti bahwa 82,16% dari daya yang masuk berhasil diubah menjadi daya keluaran yang berguna, sedangkan sisanya hilang sebagai panas atau kerugian lainnya.
- c. Berdasarkan data parameter teknis pada motor *oil water separator*, motor menunjukkan faktor daya sebesar 0,80 di semua fasa menunjukkan karakteristik beban induktif yang masih wajar. Namun, terdapat perbedaan daya masuk dan daya hilang yang cukup signifikan, terutama pada fasa S-T yang memiliki daya hilang tertinggi sebesar 215 Watt, mengindikasikan potensi inefisiensi. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut pada fasa tersebut guna memastikan kestabilan dan efisiensi kerja motor secara keseluruhan.

5.2 Saran

Berdasarkan dari uraian pada pembahasan mengenai “Analisis Performa Motor Pompa *Oil Water Separator* Pemisah Limbah Got Pada Kapal Tanker”, maka peneliti akan memberikan saran-saran yang muncul berdasarkan hasil penelitian

yang dilakukan selama berada di lingkungan kerja, dengan saran-saran sebagai berikut :

- a. Dari pihak operator kapal khususnya 4th Engineer harus selektif dalam merawat dan mengoperasikan motor *oil water separator* sesuai dengan SOP yang telah ditentukan, dan pastinya berdasarkan manual book sesuai dengan motor tersebut.
- b. Perlu diadakannya penelitian lanjutan tentang pertimbangan penerapan kontrol otomatis yang dapat mengatur pengoperasian motor sesuai kebutuhan dan kondisi aktual, sehingga menghindari pemborosan daya saat beban rendah, sebagai tambahan sarana pembelajaran dan sistem pembaharuan pada motor *oil water separator*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, Daniel, and Octavianus Turang. 2015. 'Pengembangan Sisrem Relay Pengenadalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu'. *Seminar Nasional Informatika* 2015 (November): 75–85.
- Azil Fadillah Rifqi. 2019. 'ANALISA KERUSAKAN OILY WATER SEPARATORTERHADAP PROSES PEMISAHAN LIMBAH GOT PADA KAPAL NAVIGATOR', June.
- Azis Hutasuhut, Abdul. 2017. 'Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) Dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier' 1 (2): 90–102.
- Digo, Maulana, Usaha Situmeang, and Elvira Zondra. 2022. 'Analisis Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Pada Screw Press Pabrik Kelapa Sawit Di PT. Guna Agung Semesta'. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri* 6 (2): 66–72. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v6i2.9676>.
- Djaman Silvanna Lydra. 2021. 'TENTANG PENYELENGGARAAN PERLINDUNGAN DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP'. Jakarta.
- Febriyantoro, Rhama, Dosen Pembimbing, Ir Hari Prastowo, Fajar Taufik, and S T Nugroho. 2017. 'DESAIN SISTEM OILY WATER SEPARATOR BERBASIS DISTILASI'.
- Feriyanto, Dwi, and M Pd. 2019. 'PERLINDUNGAN TERHADAP BAHAYA HUBUNG SINGKAT (SHORT CIRCUIT) PADA INSTALASI LISTRIK'. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*.
- Haryadi, Sugeng, and Lilin Hermawati. 2024. 'Manajemen Perawatan Oil Water Separator (OWS) Guna Mencegah Pencemaran Di Laut Pada KM. LAWIT', October. <http://e-jurnal.amanjaya.ac.id/index.php/amanjaya>.
- Hasil, Jurnal, Karya Ilmiah, Akbar Trihantoro, Pujo Mulyatno, Wilma Amiruddin, Laboratorium Struktur, and Dan Konstruksi Kapal. 2022. 'JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisa Kekuatan Struktur Deck Crane Kapal Tanker 6500 DWT Menggunakan Metode Elemen Hingga'. *Jurnal Teknik Perkapalan* 10 (2): 52. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- Hulutajulu Gifson Albert. 2024. 'Implementasi Pengujian Karakteristik Miniatur Circuit Berdasarkan Sni 60898-1:2009 Pt Pln (Persero) Pusat Sertifikasi'. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>.
- Khaldan Nurshofa, Kalika, Aldi Fadillah Ramadan, Nur Fajri Faiz, Paul Manurung, and Diajeng Luluk Karlina. 2024. 'Penggunaan Kontaktor Pada Sistem Pengaman Motor Induksi 3 Fasa' 3 (4): 280–89. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i4.4567>.

- Kundori, Hermawati, Manajemen Perawatan Oil Water Separator Guna Mencegah Pencemaran Di Laut Pada Km Lawit, Sugeng Haryadi, and Lilin Hermawati. 2024. 'Manajemen Perawatan Oil Water Separator (OWS) Guna Mencegah Pencemaran Di Laut Pada KM. LAWIT', October. <http://ejurnal.amanjaya.ac.id/index.php/amanjaya>.
- Kurniawan, Fikri, and Ade Surahman. 2021. 'SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO'. *JTST*. Vol. 02.
- Musyadad Ali. 2022. 'EVALUASI KAPASITAS AC PADA GEDUNG FAKULTAS HALAMAN JUDUL'.
- Ragil Linggar Triatmojo. 2023. 'ANALISIS MENURUNNYA PERFORMA PADA OILY WATER SEPARATOR GUNA KELANCARAN PEMISAHAN LIMBAH GOT DI MV. MERATUS BANJAR 1'. Semarang.
- Risanty, Rita Dewi, and Dan Lutfi Arianto. 2017. 'RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN LISTRIK RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN ATMEGA 328 DAN SMS GATEWAY SEBAGAI MEDIA INFORMASI' 7 no 2.
- Sahnur Nasution, Elvy, and Arnawan Hasibuan. 2018. 'Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P'.
- Sarifuddin. 2024. 'Analisa Kinerja Oily Water Separator (OWS) Di Kapal SPOB. Seroja III'. *R2J* 6 (4). <https://doi.org/10.38035/rj.v6i4>.
- Siburian, Jhonson, ¹) Jumari, Aldi Simangunsong, Universitas Darma, and Agung Medan. 2021. 'STUDI SISTEM STAR MOTOR INDUKSI 3 PHASA DENGAN METODE STAR DELTA PADA PT.TOBA PULP LESTARI TBK'.
- Susanto, Eko. 2013. 'Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)' 5 No. 1 (June).
- Syafiqoh, Firyal, Adna Safira, Tiara Ramadhani Tamataloputri, dan Ulfa Fatin Nur Rahim, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl G A Siwabessy, and Kampus Baru. 2019. 'APLIKASI FLOW SWITCH PADA RANCANG BANGUN SIRKULASI AIR RUMAH TINGGAL'. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*. Vol. 4.
- Trainer, Modul, and Kulkas Berbasis Mikrokontroler. 2023. 'MODUL TRAINER KULKAS BERBASIS MIKROKONTROLER'. Padang.
- Trinata, Manungku P, Siti Fatimah, Aka all Fattah Subrantas, Dimas Dwi Pangestu Jurusan Nautika, Politeknik Pelayaran Surabaya Jl Gunung Anyar Boulevard No, and Jawa Timur. 2021a. 'EFEKTIFITAS TEKNOLOGI MODERN OIL WATER SEPARATOR (OWS) DI KAPAL DALAM MENANGGULANGI PENCEMARAN MINYAK'. *Jurnal 7 Samudra Politeknik Pelayaran Surabaya* 6 (1).

- 2021b. 'EFEKTIFITAS TEKNOLOGI MODERN OIL WATER SEPARATOR (OWS) DI KAPAL DALAM MENANGGULANGI PENCEMARAN MINYAK'. *Jurnal 7 Samudra Politeknik Pelayaran Surabaya* 6 (1).
- Wayan, Ni, Rasmini Jurusan, Teknik Elektro, Negeri Bali, Bukit Jimbaran, and Tuban Badung -Bali. 2013. 'PANEL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)-AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) DI PERUMAHAN DIREKSI BTDC'. *MARET*. Vol. 13.
- Wayan Rasmini, Ni, I Ketut Ta, I Nyoman Mudiana, and I Ketut Parti. 2019. 'Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) PLN-Genset 3 Phasa 10 KVA'. *JURNAL MATRIX*. Vol. 9.
- Yudha, Muhammad, Aditya Plta, and Tes Leborg. 2021a. 'Politeknik Raflesia 23 Muhammad Yudha Aditya: Rancang Bangun Alat Penguji Relay 220 Vac Portable Pada Cubicle Panel Unit 6 PLTA TES'. Vol. I. <https://blogpenemu.blogspot.com>.
- 2021b. 'Politeknik Raflesia 23 Muhammad Yudha Aditya: Rancang Bangun Alat Penguji Relay 220 Vac Portable Pada Cubicle Panel Unit 6 PLTA TES'. Vol. I. <https://blogpenemu.blogspot.com>.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama	: Muhammad Tito Deswandi
Tempat/Tanggal Lahir	: Medan/02 Desember 2002
Jenis kelamin	: Laki-Laki
Umur	: 23 Tahun
Agama	: Islam
Status	: Belum Menikah
Tinggi Badan / Berat Badan	: 168cm/50 kg
Kewarganegaraan	: Indonesia
Alamat	: JL. Pembangunan Kampung kolam GG. Sawah
No Hp	: +62 821-6093-3889
Email	: mtitodeswandi@gmail.com

Data Orang Tua

Nama Ayah	: Suhartono
Agama	: Islam
Kewarganegaraan	: Indonesia
Nama Ibu	: Dewi Sartika
Agama	: Islam
Kewarganegaraan	: Indonesia
Alamat	: JL. Pembangunan Kampung kolam GG. Sawah

Latar Belakang Pendidikan

SDN 106812	: Tahun 2007 - 2013
SMP Negri 8 Medan	: Tahun 2013 - 2016
SMK Swasta Teladan Medan	: Tahun 2017 - 2020
Mahasiswa Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara	: Tahun 2021 - 2025