

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. IMBANG TATA ALAM



ABDUL ROHIM

3204191247

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI D4 TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

2022

LEMBAR PENGESAHAN


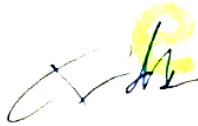
LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. IMBANG TATA ALAM (ITA) KAB. KEPULAUAN MERANTI
RIAU

Di Tulis Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Kerja Praktek (KP)
Politeknik Negri Bengkalis

ABDUL ROHIM
3204191247

Bengkalis, 31 Agustus 2022

Pembimbing Lapangan
PT. IMBANG TATA ALAM (ITA)



DENI MARADONA
NIK. 1800041

Dosen Pembimbing
Program Studi Teknik Listrik



M. NURFAIZI, S.ST., MT
NIK. 12000129

Disetujui/Disahkan

Ka. Prodi Teknik Listrik



MUHARNIS, ST., MT
NIP. 197302042021212004

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT., Rabb semesta alam, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis diberikan kesempatan yang begitu berharga untuk mengikuti program Kerja Praktek di PT. Imbang Tata Alam, serta dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini dengan baik. Shalawat serta salam penulis tak lupa hanturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Suri tauladan bagi seluruh umat manusia. Penulisan Laporan Kerja Praktek ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah Kerja Praktek di Program Studi Teknik Elektro S1 Fakultas Teknik Universitas Riau. Kerja Praktek dengan judul “ Sistem Kerja Generator di PT Imbang Tata Alam”. Dalam penyusunan laporan ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi, baik itu waktu pencarian data, proses pembuatan laporan Kerja Praktek dan proses Kerja Praktek yang penulis jalani. Namun ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan doa restu kepada penulis selama melaksanakan kerja Praktek.
2. Bapak Jhoni Custer, ST.,MT, selaku Direktur Politeknik Negeri Bengkalis
3. Bapak Syaiful Amri, ST.,MT, selaku ketua jurusan Teknik Elektro
4. Ibuk Muharnis, ST.,MT, selaku ketua Prodi D4 Teknik Listrik
5. Bapak M. Nur Faizi, ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.
6. Ibuk Muharnis, ST.,MT, selaku koordinator Kerja Praktek.
7. Bapak Rustam Aji Aqub selaku Pembimbing lapangan yang telah memberikan ilmu dan nasehatnya selama Kerja Praktek di PT. Imbang Tata Alam.

8. Bapak Romiyadi, Syafri, Edi Rahman, M. Fuad dan rekan rekan dari tim Maintenance Shop yang banyak membantu penulis di lapangan untuk menyelesaikan kerja praktek ini.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik untuk kemajuan sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Kurau, 2022

Abdul Rohim

320419174

DAFTAR ISI

Halaman Judul	Halaman
LAPORAN KERJA PRAKTEK.....	i
PT. IMBANG TATA ALAM.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I.....	1
GAMBARAN UMUM PT IMBANG TATA ALAM.....	1
1.1 Sejarah singkat PT. IMBANG TATA ALAM.....	1
1.2 Visi dan Misi PT Imbang Tata Alam.....	4
1.2.1 isi Perusahaan	4
1.2.2 Misi Perusahaan.....	4
1.2.3 Struktur Organisasi EMP Malacca Strait S.A.....	5
1.3 Tinjauan Umum Lapangan.....	5
1.3.1 Lapangan Lalang.....	5
1.3.2 Lapangan Mengkapan	6
1.3.3 Lapangan Melibur	7
1.3.4 Lapangan Kurau	7
1.3.5 Lapangan Selatan.....	8
1.3.6 Terminal Unit Oil Storage Tanker (Ladinda).....	9
1.4 Ruang lingkup PT. Imbang Tata Alam	9
1 Peta Area Wilayah Kawasan PT Imbang Tata Alam	9
2 Peta Area Gambaran Fasilitas Produksi PT Imbang Tata Alam.....	10
3 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PT Imbang Tata Alam	10

BAB II.....	11
DESKRIPSI KEGIATAN SELAMA KP.....	11
(KERJA PRAKTEK).....	11
2.1 Spesifikasi Kegiatan yang dilaksanakan.....	11
2.2 Agenda Kegiatan Harian Keja Praktek (KP).....	11
2.3.1 Safety Briefing.....	14
2.3.2 Weekly Check.....	15
2.3.3 Pemeliharaan Emergency Genset.....	16
2.3.5 Tes Load Genset.....	17
2.3.6 Pemeliharaan Generator Turbin.....	17
2.3.7 Shee meeting.....	18
2.4 Target yang diharapkan.....	18
2.5 Perangkat Lunak Dan Keras Yang Digunakan.....	19
2.6 Data-Data Yang Diperlukan.....	20
2.7 Kendala yang Dihadapi Penulis.....	20
BAB III.....	21
DASAR TEORI.....	21
3.1 Sistem Kelistrikan PT Imbang Tata Alam.....	21
3.2 Pengertian Umum Electric Submersible Pump (ESP).....	24
3.3 Prinsip Kerja Electric Submersible Pump (ESP).....	25
3.4 Peralatan ESP di Atas Permukaan.....	26
3.4.1 Transformator.....	26

3.4.2 <i>Motor Controller (Switchboard atau VSD)</i>	28
3.4.3 Kotak Penghubung (<i>Junction Box</i>).	32
3.4.4 Kepala Sumur (<i>well head</i>).....	32
3.5 Peralatan ESP di Bawah Permukaan.....	33
3.5.1. Motor Listrik.....	34
1. Bagian Utama Dalam Motor	36
2. Aplikasi Motor	38
3.6 Perancangan Instalasi Motor <i>Electric Submersible Pump (ESP)</i>	46
3.6.1 Pemilihan dan Perhitungan Jenis Kabel.	47
3.6.2 Perhitungan <i>Voltage Drop</i> Pada Kabel	48
3.6.3. Perhitungan dan Penentuan Transformator <i>Step Up</i>	50
3.6.4. Pemilihan Tap Transformator.....	50
3.6.5 Perhitungan <i>Setting Overload</i> dan <i>Underload</i> Motor ESP	52
BAB IV.....	55
PENUTUP.....	55
4.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Area perusahaan PT ITA di indonesia.....	3
gambar 2 struktur organisasi perusahaan.....	5
gambar 3 Peta PT Imbang Tata Alam PSC.....	9
gambar 4 Peta area lapangan produksi PT Imbang Tata Alam.....	10
gambar 5 Single Line Diagram Sistem kelistrikan PT Imbang Tata Alam.....	10
Gambar 6 Safety briefing.....	15
Gambar 7 Monitoring kondisi batrai.....	16
Gambar8 Pemeliharaan emergency genset.....	16
Gambar 9 tes kemampuan genset menggunakan load bank.....	17
Gambar 10 pemeliharaan generator turbin.....	18
Gambar 11 shee meeting maintenance.....	18
Gambar 12 Single Line Diagram Electric Submersible Pump (ESP).....	24
Gambar 13 Konfigurasi Konvensional Electric Submersible Pump (ESP).....	25
Gambar 14 Kontruksi Pompa Electric Submersible Pump (ESP).....	26
Gambar 15 Prinsip Kerja Transformator Daya.....	27
Gambar 16 Motor Control (Switchborad).....	29
Gambar 17 kondisi Amper Normal Start Up.....	30

Gambar 18 kondisi amper “spike“ start up	31
Gambar 19 Kondisi Amper Saat beroperasi Normal.....	31
Gambar 20 Peletakan Junction box	32
Gambar 21 Kepala Sumur (Well Head).....	33
Gambar 22 Peralatan ESP di Bawah Permukaan.....	34
Gambar 23 Kontruksi Motor Electric Submersible Pump (ESP).	35
Gambar 24 Bagian-Bagian Motor ESP.....	35
Gambar 25 Kontruksi dari rotor ESP	36
Gambar 26 Kontruksi dari Stator.....	38
Gambar 27 Protector Type Labyrinth	42
Gambar 28 Protector Type Positive Seal	43
Gambar 29 Rotary Gas Separator	44
Gambar 30 Kontruksi Stage pompa ESP	45
Gambar 31 flat cable dan round cable.....	46
Gambar32 Tap Changing Transformer	52

BAB I

GAMBARAN UMUM PT. IMBANG TATA ALAM

1.1 Sejarah singkat PT. IMBANG TATA ALAM

Konsensi Migas Blok Selat Malaka (*Malacca Strait*) pada mulanya (tahun 1971) dimiliki oleh sebuah perusahaan minyak asing *Pan Ocean Corporation*, namun pada tahun yang sama (2 Juli 1971) kepemilikannya berpindah tangan ke *Atlantic Rich Field Company* (Arco) sebelum kemudian *Hudbay Oil* (Malacca Strait) Ltd. (sebuah perusahaan minyak dari Canada) mengambil alih konsensi ini pada 1 Maret 1978.

Pengoprasian Blok Selat Malaka oleh *hudbay oil* (MS) Ltd. Berlanjut ke bantuan teknis dari *British Petroleum* (BP) sampai kemudian pada 13 Mei 1991 operator Blok Selat Malaka berpindah tangan ke perusahaan minyak asing dari Inggris bernama *Lasmo Oil* (*Malacca Strait*) Ltd.

Pada pertengahan tahun 1995, *Far Eastern Hydrocarbons Ltd*, Berkedudukan di Hongkong, yang dimiliki oleh kelompok usaha Bakre, menguasai *Resources Holding Incorporations*, perusahaan induk *Kondur Petroleum S.A* dan pada tahun yang sama, pada saat *Lasmo Oil* menjual saham mereka di blok Selat Malaka, *Kondur Petroleum S.A* menggunakan kesempatan ini mengambil alih semua saham *Lasmo Oil*. Proses Akuisis dan pergantian operator dari *Lasmo Oil* ke *Kondur Petroleum S.A* ditandatangani pada tanggal 12 Oktober 1995. Selanjutnya, tahun 2003 PT. Energi Mega Persada (EMP) mengambil alih kepemilikan *Resources Holding Incorporation* atas *Kondur Petroleum S.A* juga disebut *EMP Malacca Strait S.A*.

Berdasarkan badan hukum kata S.A pada *EMP Malacca Strait S.A* adalah singkatan dari *Societ Anonyme* yang dalam hukum Perancis berarti suatu kemitraan yang dijalankan dengan salah satu anggotanya. S.A juga berarti suatu asosiasi dimana tanggung jawab dari semua mitra adalah terbatas. Istilah S.A juga digunakan di Inggris untuk *Chartered Company* yang berarti suatu perusahaan.

Dengan saham gabungan yang mana pemegang sahamnya dengan izin

undang-undang khusus dari parlemen, terbatas dari suatu kewajiban atas hutang-hutang perusahaan yang melebihi nilai sahamnya atau tanggung jawabnya atas hutang-hutang perusahaan adalah sebatas jumlah sahamnya di perusahaan tersebut. Berdasarkan penjelasan di atas kata S.A dapat di sejajarkan dengan PT (Perseroan Terbatas) di Indonesia. Adapun *History of Operatorship* perusahaan sebagai berikut:

1. Kondur Petroleum S.A. 05 August 1970
2. Pan Ocean Oil Corporation 21 March 1971
3. Atlantic Richfield Indonesia 02 July 1971
4. Hudbay Oil (Malacca Strait) Ltd. 01 March 1978
5. LASMO Oil (Malacca Strait) Ltd. 13 May 1991
6. Kondur Petroleum S.A. 12 October 1995
7. EMP Malacca Straits S.A 16 February 2003
8. PT Imbang Tata Alam 10 September 2021

Sebagai perusahaan induk dari sejumlah unit bisnis di *industry* hulu minyak dan gas bumi, PT Imbang Tata Alam menrapkan keahlian menyeluruh dalam manajemen cadangan migas dan menggunakan teknik pengeboran dan teknologi produksi yang inovatif, modern, aman, serta ramah lingkungan dalam mengeksplorasi dan memproduksi minyak dan gas bumi di wilayah kerja seluas 28.000 kilometer persegi.

PT Imbang Tata Alam telah mengembangkan diri menjadi pemasok gas bagi sejumlah industri besar di wilayah Jawa Timur, Sumatra, dan Kalimantan. Sebagai satu diantara perusahaan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi terkemuka di Indonesia, Energi Mega Persada dan seluruh unit bisnisnya, memiliki kendali langsung maupun tidak langsung terhadap unit bisnis-unit bisnisnya, yang terdiri atas:

1. *Oprator Highlights Oprator*
 - a. Malacca Strait PSC (60.48%)
 - b. Bentu PSC (100%)
 - c. Korinci Baru PSC (100 %)
 - d. Gelam TAC (100 % *with* Pertamina)

- e. Sangatta II CMB PSC (42 %)
- f. Tabulako CMB PSC (70 %)
- 2. *Non-Operator*
 - a. Gebang JOBS PSC (50 %)
 - b. Kagean PSC (50 %)
 - c. *Offshore North West Java* (ONWJ) PSC (18,73 %)

Berikut ini adalah gambaran unit-unit bisnis dari Perusahaan PT Imbang Tata Alam di Indonesia.



Gambar 1 Area perusahaan PT ITA di Indonesia

(Sumber : PT. EMP Malacca Strait)

PT Imbang Tata Alam merupakan operator dari Malacca Straits Block (PT Imbang Tata Alam), EMP memiliki 60,49% *participating interest* di blok tersebut. Produksi yang dihasilkan adalah minyak bumi sebesar 10.000 BOPD (*Barrel Oil per Day*) pada tahun 2005. tetapi sekarang produksinya sekitar 3500 BOP

Saat ini PT Imbang Tata Alam memiliki lima lapangan yang telah menghasilkan minyak dengan kapasitas produksi masing-masing lapangan sebagai berikut:

1. Lapangan Lalang (*offshore*)
2. Lapangan Mengkapan (*offshore*)
3. Lapangan Melibur (*onshore*)

4. Lapangan Kurau (*onshore*)
5. Lapangan Selatan (*offshore* dan *onshore*)

1.2 Visi dan Misi PT Imbang Tata Alam

1.2.1 Visi Perusahaan

” PT Imbang Tata Alam intends to be distinguished-remarkable, reliable, efficient, highly profitable, and an independent company with particular focus in oil and gas exploration and production.”

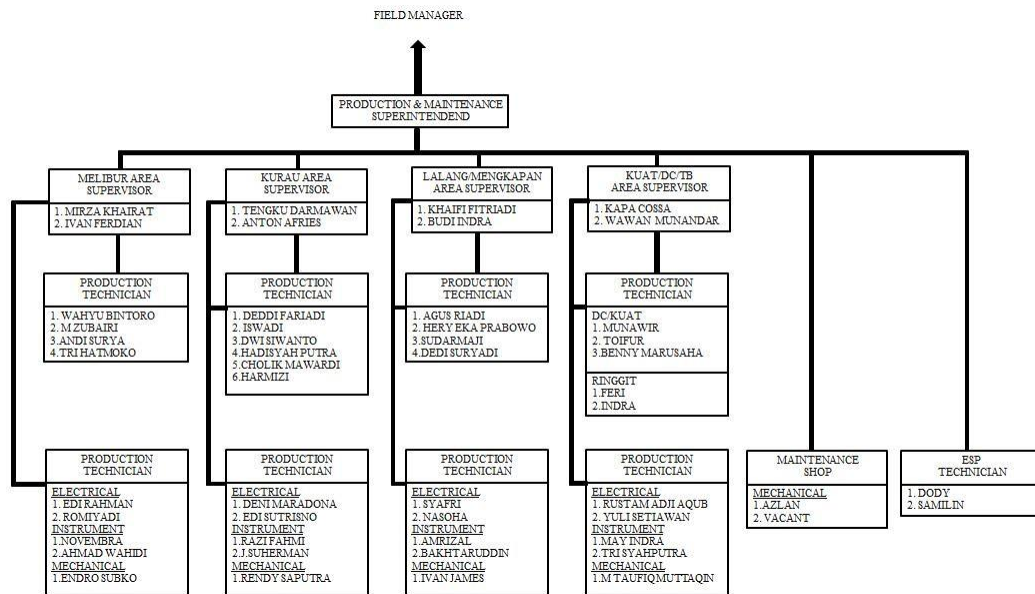
(PT Imbang Tata Alam menuju suatu perusahaan yang berbeda-luar biasa, dapat diandalkan, efisien, berprofit tinggi, dan independen dengan fokus pada eksplorasi dan produksi minyak dan gas).

1.2.2 Misi Perusahaan

“ PT Imbang Tata Alam as associate of the host countries will perform all the required activities in exploration, production, and development in oil and gas assets in a safe, efficient, and reliable manner, and will optimize the assets values and maximize profitability in the best interest of all stakeholders.”

(PT Imbang Tata Alam sebagai rekan dari Negara-negara tuan rumah akan melakukan semua aktivitas yang diperlukan dalam eksplorasi, produksi, dan pengembangan aset-aset minyak dan gas dalam suatu cara yang aman, efisien, dan handal, dan akan mengoptimalkan nilai dari aset-aset tersebut serta memaksimalkan profit demi keuntungan seluruh pemegang saham).

1.2.3 Struktur Organisasi EMP Malacca Strait S.A



gambar 2 struktur organisasi perusahaan

(Sumber : PT. EMP Malacca Strait)

1.3 Tinjauan Umum Lapangan

PT Imbang Tata Alam memiliki wilayah kerja di Kepulauan Riau, yaitu Pulau Padang dan Tebing Tinggi. Daerah tersebut termasuk ke dalam Provinsi Riau dan terletak di Selat Malaka. PT Imbang Tata Alam mempunyai lapangan antara lain Lapangan Lalang, Lapangan Mengkapan (*offshore*), Lapangan Melibur (*onshore*), Lapangan Kurau (*onshore*), dan Lapangan Selatan (*offshore* dan *onshore*).

Lapangan yang memproduksi minyak terutama adalah Lalang dan Mengkapan (lepas pantai) kurau dan melibur (darat), dan selatan. Produksi minyak di blok ini terdiri dari 137 sumur produksi yang terbesar di berbagai lapangan.

1.3.1 Lapangan Lalang

Lapangan Lalang ditemukan pertama kali pada bulan Agustus 1980. terletak di perairan (*offshore*) Selat Lalang antara Pulau Padang dan daerah daratan Sumatera yang merupakan lapangan lepas pantai pertama yang

dikembangkan oleh Hudbay Oil. Ada lima anjungan (*platform*) di Lapangan Lalang, yaitu:

1. LA (*Lalang Well Platform Alpha*)
2. LB (*Lalang Well Platform Bravo*)
3. LC (*Lalang Well Platform Charlie*)
4. LP (*Lalang Platform*), berisi peralatan-peralatan *process plant* seperti separator, kompresor, turbin, *water treatment unit*, serta *control room*.
5. LQ (*Living Quarters*), dahulunya dijadikan tempat penginapan bagi para pekerja, namun sekarang sudah tidak digunakan lagi.

1.3.2 Lapangan Mengkapan

Lapangan lepas pantai Mengkapan ditemukan pada tahun 1981 dan mulai beroperasi pada 1986. Produksi minyak dari 2 anjungan satelit Mengkapan dialirkan melalui fasilitas pemroses Lalang. Dengan demikian, lapangan Mengkapan dapat dianggap sebagai bagian integral dari kegiatan operasi lapangan Lalang.

Rancangan bangunan dan peralatan kedua anjungan satelit kepala sumur di lapangan Mengkapan adalah serupa dengan instalasi satelit Lalang. Demikian juga kedalaman sumur dan teknik produksi yang digunakan. Penurunan produksi di kedua lapangan ini secara alami disertai dengan kenaikan jumlah air terproduksi. Untuk mengatasi hal tersebut, dipasang unit pemisahan air “*hydrocyclone*”. Pembuangan limbah air ini terlihat pada kaki-kaki anjungan berupa uap air. Penggunaan “*hydrocyclone*” mengurangi beban penanganan air pada unit pemroses Lalang dan meningkatkan kapasitas pipa Mengkapan.

Lapangan lepas pantai Lalang dan Mengkapan diproduksi dari sumur-suur berkedalaman antara 4000-5000 kaki dengan menggunakan pompa listrik yang ditanam didalam sumur. Sumur-sumur dibor secara berarah dengan kemiringan mencapai 40 derajat untuk menjangkau seluruh bagian dari cekungan. Reparasi sumur dikerjakan dengan tongkang reparasi *rig* yang ditambat di anjung manakala reparasi diperlukan. Hasi dari produksi yang

diperoleh dialirkan ke *Lalang Process Plant* melalui pipa bawah laut (*subsea pipeline*). Ada dua anjungan (*platform*) di Lapangan Mengkapan, yaitu:

1. MD (*Mengkapan Well Platform Delta*)
2. ME (*Mengkapan Well Platform Echo*)

1.3.3 Lapangan Melibur

Lapangan melibur terletak di daratan Pulau Padang bagian timur. Lapangan ini mulai berproduksi pada 1986 dan merupakan akumulasi minyak dari 2 sumber yang terpisah. Minyak yang diproduksi diolah di unit pemroses Melibur, dengan memisahkan kandungan air dan gas dari produksi minyak yang dihasilkan. Air terproduksi diolah hingga memenuhi baku mutu dan dibuang ke laut. Gas yang dihasilkan dikeringkan dan digunakan sebagai pembangkit listrik setempat. Minyak mentah yang dihasilkan dipompa dan dialiri melalui pipa yang melintasi Pulau Padang, dan ditimbun di tangki penampungan OSB Ladinda.

Minyak diproduksi dengan menggunakan pompa listrik atau pompa ulir yang ditanam didalam sumur dengan kedalaman 1000 kaki. Sumur tunggal BZ digabungkan dengan lapangan Melibur dan mulai beroperasi pada tahun 1990.

Ada tiga daerah pengeboran minyak di Melibur, yaitu

- 1) *Melibur North-West*
- 2) *Main Melibur*
- 3) *Melibur South East*

1.3.4 Lapangan Kurau

Lapangan minyak Kurau ditemukan pada 1986 dan fasilitas saat ini mulai dioperasikan pada tahun 1990. Kurau terdiri dari 2 buah akumulasi minyak dan diproduksi melalui 3 rangkaian cluster (pengumpul) dimana sumur- sumur dapat diuji dan aliran fluida dari sumur didinginkan sebelum diteransfer ke fasilitas proses utama Kurau.

Di Kurau minyak mentah dipisahkan dalam 3 tahap dari kandungan air dan gasnya. Semua sumur di Kurau dipompa dengan pompa listrik dari

kedalaman 5000 kaki dengan pengembangan utama pemboran berarah yang dipusakan dari *clusters*. Lapangan Kurau terletak di Pulau Padang, mulai dikembangkan pada sumur MSAC pada bulan April 1986.

Di *Kurau Process Plant* dilakukan proses pemisahan fluida. Air sebagai fraksi terbesar dikeluarkan lewat bawah kolom, kemudian dialirkan ke *closed drain* dan diproses lebih lanjut di peralatan *water treatment (coalescer dan floatation unit)* untuk dihilangkan minyak sebelum dibuang ke laut. Minyak yang keluar di separator dialirkan ke *Lalang Process Plant* untuk diproses lagi bersama fluida dari sumur-sumur Lalang sebelum dialirkan ke tanker penyimpanan Ladinda. Sedangkan gas dikeluarkan lewat atas kolom separator, lalu dialirkan ke *booster compresor* untuk dinaikan tekanannya sebelum dikirim ke Lalang dan Melibur sebagai bahan bakar turbin pengganti diesel/solar (*sistem dual fuel*).

Kurau telah dipilih menjadi pusat penyangga oprasi dan dilengkapi dengan sarana akomodasi, perkantoran, perbengkelan, serta sarana Pergudangan. Keberadaan pusat lindungan lingkungan dan pengendalian kerugian (ELC) di Kurau juga menjadi bagian penting dari kegiatan oprasi EMP dalam memonitor kegiatan-kegiatan oprasi sehingga memenuhi standar internasional bidang lindungan lingkungan, kesehatan dan keselamatan.

1.3.5 Lapangan Selatan

Proyek selatan memberikan peluang untuk memproduksi beberapa lapangan minyak sekala kecil baik yang ada di daratan maupun yang ada di lepas pantai Pulau Padang dan Pulau Tebing Tinggi. Minyak mentah dikumpulkan dari lapangan lepas pantai MSN serta MSAI, MSBA, MSBT dan MSBQ yang terletak di daratan Pulau Tebing Tinggi dan Pulau Padang, dan disalurkan melalui pipa ke Kurau untuk diproses.

Di pulau Tebing Tinggi disediakan sebuah geladak yang dilengkapai dengan fasilitas pengetesan sumur dan pusat pembangkit tenaga listrik. Dari geladak ini generator yang digerakkan oleh mesin diesel menyediakan sumber tenaga untuk sumur-sumur dan sarana serta prasarana yang ada di daerah ini. Pengembangan sumur-sumur lapangan selatan di Pulau Padang seluruhnya menggunakan

generator tersendiri yang dipasang di daerah terpencil.

1.3.6 Terminal Unit Oil Storage Tangker (Ladinda).

Terminal unit oil storage tangker (Ladinda) merupakan fasilitas unit pengumpul terakhir yang berada di tengah lautan, semua unit proses yang ada di EMP Malacca strait S.A disalurkan melewati pipa bawah laut melintasi pulau Padang adapun yang ditimbun di terminal adalah minyak mentah yang sudah di proses dengan kandungan air sebesar 99% , minyak ini siap dijual ke luar negeri maupun dalam negeri.

1.4 Ruang lingkup PT. Imbang Tata Alam

Berikut adalah gambaran peta kawasan dan semua unit yang ada dari perusahaan PT Imbang Tata Alam. lapangan produksi antara lain Lapangan Lalang, Lapangan Mengkapan (*offshore*), Lapangan Melibur (*onshore*), Lapangan Kurau (*onshore*), dan Lapangan Selatan (*offshore* dan *onshore*)

1. Peta Area Wilayah Kawasan PT Imbang Tata Alam



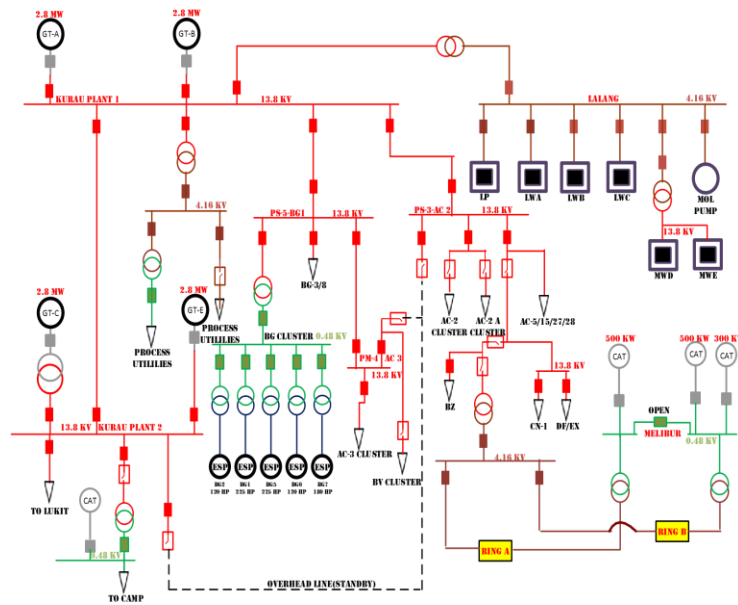
gambar 3 Peta PT Imbang Tata Alam PSC
(Sumber : PT. EMP Malacca Strait)

2. Peta Area Gambaran Fasilitas Produksi PT Imbang Tata Alam



gambar 4 Peta area lapangan produksi PT Imbang Tata Alam
(Sumber : PT. EMP Malacca Strait)

3. Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PT Imbang Tata Alam



gambar 5 Single Line Diagram Sistem kelistrikan PT Imbang Tata Alam
(Sumber : PT. EMP Malacca Strait)

BAB II

DESKRIPSI KEGIATAN SELAMA KP

(KERJA PRAKTEK)

2.1 Spesifikasi Kegiatan yang dilaksanakan

Selama pelaksanaan Kerja Praktek (KP) di PT. IMBANG TATA ALAM. di wilayah Riau Kabupaten Kepulauan Meranti penulis ditempatkan di workshop maintenance electric di mana divisi ini memelihara dan memperbaiki peralatan listrik dan sistem kelistrikan pada PT. IMBANG TATA ALAM dari tanggal 2 Juni sampai dengan 31 Agustus 2022.

2.2 Agenda Kegiatan Harian Kerja Praktek (KP)

Agenda kegiatan harian merupakan pekerjaan kegiatan yang dikerjakan selama kegiatan kerja praktek dilakukan. Adapun Agenda kegiatan harian kerja praktek (KP) dapat dilihat berdasarkan tabel berikut ini:

Tabel 1 Agenda Kegiatan Minggu ke-1

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Kamis,02 Juni 2022	Memperkenalkan diri dengan VAR (Humas) dan karyawan PT.
2	Jumat,03 Juni 2022	Pengantian bola lampu di kurau plen
3	Sabtu, 04 Juni 2022	Penggantian balas bola lampu 250 W di MS DC

Tabel 2 Agenda Kegiatan Minggu ke-2

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,06 Juni 2022	pelepasan bearing motor 30 hp
2	Selasa,07 Juni 2022	Perbaikan system control motor agitator di platform
3	Rabu,08 Juni 2022	Conect panel ESP
4	Kamis,09 Juni 2022	Troubleshoot Generator Turbin
5	Jumat,10 Juni 2022	Pemasangan lampu penerangan sumur minyak (well)

Tabel 3 Agenda Kegiatan Minggu ke-3

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,13 Juni 2022	Pengecekan kabel ground trafo di platform
2	Selasa,14 Juni 2022	Pengecekan Battery Charger di platform
3	Rabu,15 Juni 2022	Load test genset generindo 600Kw menggunakan Load Bank 1MW
4	Kamis,16 Juni 2022	Monitoring Circuit Control (MCC) di Well
5	Jumat, 17 Juni 2022	Diskusi tentang generator dan turbin

Tabel 4 Agenda Kegiatan Minggu ke-4

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,20 Juni 2022	Pemeliharaan generator turbin
2	Selasa,21 Juni 2022	Pemeliharaan generator turbin
3	Rabu,22 Juni 2022	Pemeliharaan generator turbin
4	Kamis,23 Juni 2022	Pemeliharaan generator turbin
5	Jumat,24 Juni 2022	Pemeliharaan generator turbin

Tabel 5 Agenda Kegiatan Minggu ke-5

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,27 Juni 2022	Spleshing kabel
2	Selasa,28 Juni 2022	Spleshing kabel
3	Rabu, 29 Juni 2022	Gelar kabel di MS TB
4	Kamis,30 Juni 2022	Konek kabel distribusi panel
5	Jumat,01 Juli 2022	Diskusi tentang agitator

Tabel 6 Agenda Kegiatan Minggu ke-6

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,04 Juli 2022	Bersih bersih area worksop
2	Selasa,05 Juli 2022	Pemasangan axciater
3	Rabu,06 Juli 2022	Star up GT B
4	Kamis, 07 Juli 2022	Cek air batray di plat foun
5	Jumat,08 Juli 2022	Cek kabel grauding trafo di plat foun

Tabel 7 Agenda Kegiatan Minggu ke-7

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,11 Juli 2022	Preaper distribusi panel
2	Selasa,12 Juli 2022	Preaper distribusi panel
3	Rabu,13 Juli 2022	Pengecetan sapot distribus panel
4	Kamis,14 Juli 2022	Pengecetan sapot distribusi panel
5	Jumat,15 Juli 2022	Preaper panel PSD

Tabel 8 Agenda Kegiatan Minggu ke-8

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,18 Juli 2022	Connect motor moll pump
2	Selasa,19 Juli 2022	Check panel ESP di platform
3	Rabu,20 Juli 2022	Memperbaiki panel kontrol water maker
4	Kamis,21 Juli 2022	Pemasangan lampu di kurau plean
5	Jumat,22 Juli 2022	Ganti lampu di kurau plean

Tabel 9 Agenda Kegiatan Minggu ke-9

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,25 Juli 2022	Disconect kabel genset caterpillar di MSAI
2	Selasa,26 Juli 2022	raubel sut panel
3	Rabu,27 Juli 2022	Pelepasan monyet yang kesetrum kabel di MSMD
4	Kamis,28 Juli 2022	Pengecekan kabel undergroun di MSJ 55
5	Jumat,29 Juli 2022	Weekly check di pedas plean

Tabel 10 Agenda Kegiatan Minggu ke-10

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,01 Agustus 2022	Preaper LBS untuk MSTB
2	Selasa,02 Agustus 2022	Preaper LBS untuk MSTB
3	Rabu,03 Agustus 2022	Disconeck kabel power di MSJ 100
4	Kamis,04 Agustus 2022	Pengecekan kabel yang hilang di MSJ 05
5	Jumat,05 Agustus 2022	Weekly check di pedas plean

Tabel 11 Agenda Kegiatan Minggu ke 11

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,08 Agustus 2022	Star genset caterpillar di kurau camp
2	Selasa,09 Agustus 2022	Traubel sut panel PSD di MSJ 116
3	Rabu,10 Agustus 2022	Penggantian panel PSD di MSJ 116
4	Kamis,11 Agustus 2022	Pengecekan kabel undergroun di MSJ 113
5	Jumat,12 Agustus 2022	eger motor 3 phasa 60 hp

Tabel 12 Agenda Kegiatan Minggu ke-12

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,15 Agustus 2022	Menggambar one line diagram MSTB
2	Selasa,16 Agustus 2022	Menggambar one line diagram MSTB
3	Rabu,17 Agustus 2022	Proklamasi
4	Kamis,18 Agustus 2022	Menggambar one line diagram MSTB
5	Jumat,19 Agustus 2022	Star Up GT - B

Tabel 13 Agenda Kegiatan Minggu ke-13

NO	HARI DAN TANGGAL	KEGIATAN
1	Senin,22 Agustus 2022	Perbaiki gambar one line diagram MSTB
2	Selasa,23 Agustus 2022	Perbaiki gambar one line diagram MSTB
3	Rabu,24 Agustus 2022	Perbaiki gambar one line diagram MSTB
4	Kamis,25 Agustus 2022	Refisi Laporan
5	Jumat,26 Agustus 2022	Star Up GT – B dan Refisi Laporan

2.3.1 Safety Briefing

Setiap hari nya diadakan rapat pada pukul 07:00 pagi yang di hadiri oleh seluruh divisi yaitu *electric,mechanic,instrument*,dan inspeksi untuk membahas

pekerjaan yang telah dikerjakan juga yang akan dilaksanakan, selain membahas tentang masalah pekerjaan rapat ini juga membahas tentang keselamatan kerja.



Gambar 6 Safety briefing

(Sumber : dokumentasi)

2.3.2 Weekly Check

Weekly check adalah kegiatan rutinitas yang dilakukan setiap minggunya untuk memantau kinerja peralatan atau *supply* masih bekerja dengan optimal. adapun pekerjaan yang dilakukan salah satu nya mengecek kondisi baterai dengan melakukan pengukuran terhadap tegangan baterai, level air pada baterai, mengukur tegangan charger baterai dan pengukuran baterai per *cell* nya pada masing-masing platform. Bila ditemukan kondisi suatu peralatan tidak bekerja atau bekerja tidak optimal maka akan dilakukan pemeliharaan atau perbaikan.



Gambar 7 Monitoring kondisi batrai

(Sumber : Dokumentasi)

2.3.3 Pemeliharaan Emergency Genset

Genset di gunakan sebagai cadangan saat sumber listrik utama padam. Hal ini membuat genset sangat jarang digunakan. Pemeliharaan genset dilakukan untuk memsadikan bahwa genset bekerja secara optimal pada saat dibutuhkan.

Pekerjaan yang dilakukan pada saat pemeliharaan genset adalah mengukur tahanan lilitan pada stator generator, mengukur tahanan lilitan pada exciter, mengukur tahanan lilitan pada permanent magnet.

Kemudian selanjutnya mengukur tegangan dan level air pada batrai starter. Baru setelah itu dilakukan test running pada genset untuk memastikan bahwa genset bekerja dengan baik.



Gambar8 Pemeliharaan emergency genset

(Sumber : dokumentasi)

2.3.5 Tes Load Genset

Genset yang telah lama tidak digunakan harus dilakukan pemeliharaan atau *running test* untuk mengetahui kemampuan atau kapasitas sebuah genset menggunakan *load bank*. *Load bank* adalah serangkaian *heater* atau elemen pemanas yang digunakan untuk mengetahui kapasitas suatu genset.



Gambar 9 tes kemampuan genset menggunakan load bank

(Sumber : Dokumentasi)

2.3.6 Pemeliharaan Generator Turbin

Pembangkit yang telah beroperasi selama 4000 jam akan dilakukan pemeliharaan baik di turbin maupun di generator nya. Pekerjaan yang dilakukan yaitu mengukur dan membandingkan hasil pengukuran dengan set point yang telah ditentukan. Setelah pengambilan data dilakukan maka diketahui apakah hasil pengukuran tersebut masih dalam batas toleransi yang ditentukan ($\pm 5\%$).

Adapun pengukuran yang dilakukan adalah pada bagian kumparan stator generator, kumparan rotor generator, kumparan stator eksiter, kumparan rotor eksiter dan panel kontrol generator turbin. Selain itu bagian dalam generator juga dilakukan pencucian dengan cara menyemprotkan cairan khusus yaitu *biogenic*. Setelah dilakukan pencucian maka bagian dalam dalam generator akan dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan lampu halogen .



Gambar 10 pemeliharaan generator turbin

(Sumber : Dokumentasi)

2.3.7 Shee meeting

Shee meeting adalah program penting yang di lakukan secara berskala, di mana program ini di laksanakan dalam kurun waktu tertentu, seperti dalam jangka waktu sebulan sekali untuk memastikan komunikasi atasan-pekerja yang dilakukan secara efektif dengan menggunakan jalur komunikasi yang tepat dan memungkinkan pekerja untuk berpartisipasi dan memberikan saran dan informasi penting terkait masalah keselamatan dan kesehatan kerja.



Gambar 11 shee meeting maintenance

(Sumber : Dokumentasi)

2.4 Target yang diharapkan

Adapun target yang diharapkan selama proses kerja praktek (KP) adalah sebagai berikut :

1. Dapat melihat, mengetahui dan memahami secara langsung penerapan ilmu yang didapatkan di bangku kuliah.

2. Dapat mengetahui permasalahan-permasalahan yang timbul di lapangan serta mencari solusi penyelesaiannya.
3. Supaya dapat belajar berdisiplin dan bermasyarakat sesuai dengan tuntutan kesepakatan bersama di dunia kerja.
4. Supaya dapat menjalin kerjasama yang baik antara politeknik bengkalis dengan manajer dan karyawan PT. IMBANG TATA ALAM bagian *maintenance electric*.
5. Dapat menerapkan ilmu dalam kaitannya dengan masalah perawatan, perbaikan dan proses pembangkitan dan pendistribusian tenaga listrik.
6. Supaya bisa berfikir dengan wawasan manajemen yang luas dalam bekerjasama dengan orang lain dari berbagai bidang keahlian yang masing-masing berbeda.
7. Agar dapat membiasakan diri bekerja secara professional.

2.5 Perangkat Lunak Dan Keras Yang Digunakan

Adapun perangkat lunak dan keras yang digunakan untuk melakukan kegiatan Kerja Praktek (KP) di PT. IMBANG TATA ALAM Wilayah Riau Area Kepulauan Meranti yaitu yang tertera di tabel berikut:

Tabel 14 perangkat lunak dan keras

Perangkat lunak	Perangkat keras
<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi word komputer yang dipergunakan untuk menyusun laporan KP (Kerja Praktek) yang telah dilakukan di PT. IMBANG TATA ALAM Wilayah Riau Area Kabupaten Kepulauan Meranti. • Aplikasi excel yang digunakan untuk menghitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Multimeter • Clamp ampere • Tang kombinasi • Obeng • Megger • Tang potong • Test pen • Under ground cable detector • Bor • Kuas • Dan Lain-Lain

<p>dan menggambar dalam proses pembuatan laporan.</p>	
---	--

Dari uraian tabel diatas, bahwa dalam melaksanakan kegiatan Kerja Praktek (KP) lebih banyak menggunakan perangkat keras dibandingkan dengan perangkat Lunak, dan perangkat keras tersebut sangat sering digunakan dalam pelaksanaan Kerja Praktek (KP).

2.6 Data-Data Yang Diperlukan

Di sini penulis membutuhkan data-data dalam kelancaran penyusunan laporan *On The Job Training* yaitu :

- a. Pengertian generator
- b. Bagian-bagian generator
- c. Pengertian sistem eksitasi
- d. Jenis-jenis sistem eksitasi

2.7 Kendala yang Dihadapi Penulis

Dalam penyusunan laporan Kerja Praktek (KP) ini tidak mudah bagi penulis untuk menyelesaikan laporan, dan kendala yang sering di hadapi oleh penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sulit mendapatkan buku referensi dan data-data yang di butuhkan oleh penulis.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Sistem Kelistrikan PT Imbang Tata Alam

Daya listrik yang telah dibangkitkan dari sumber sumber listrik dapat disalurkan menggunakan jaringan distribusi, agar dapat melayani kebutuhan beban- beban listrik yang tersambung dengan jaringan distribusi. Beban-beban listrik meliputi motor penggerak peralatan produksi, lampu-lampu penerangan, dan motor-motor pompa listrik yang ada disumur-sumur produksi minyak mentah.

1) Sistem Pembangkitan

PT Imbang Tata Alam memiliki pembangkit sendiri sebagai sumber tenaga listriknya. Sistem pembangkit listrik yang digunakan umumnya adalah generator dengan frekuensi 60 Hz yang digerakkan oleh turbin. Turbin ini di gerakkan dengan energi *prime mover* yaitu dengan bahan bakar gas dan bisa juga digunakan dengan bahan bakar solar. Pemilihan bahan bakar ini mempertimbangkan banyak hal. Misalnya biaya operasi dan biaya bahan bakarnya. Untuk penggunaan bahan bakar umumnya yang digunakan turbin adalah gas. Bahan bakar solar digunakan ketika *star up* dan digunakan apabila adanya gangguan pada media suplai gas dari sumur gas MSDC.

Perusahaan ini bergerak di bidang penghasil minyak dan gas bumi. Untuk bahan bakar turbinya mereka menggunakan gas yang diproduksi sendiri. Awalnya sebelum adanya turbin gas ini dahulunya gas hasil produksi dibakar dengan cuma- cuma, namun sekarang hasil produksi gas digunakan untuk pemakaian sendiri bahkan gas yang diproduksi dijual ke PT PLN Persero Teluk Belitung dan BOB PT. Bumi Siak Pusako.

Unit pembangkitan di PT Imbang Tata Alam pada saat ini dibagi menjadi 3 stasiun pembangkit, yaitu kurau plant 1, kurau plant 2, dan AI-Selatan.

- a. Kurau Plant 1 terdiri dari:
 - 1. GT-M 292 A kapasitas 2.8 MW dengan kapabilitas tes 2.0 MW
 - 2. GT-M 292 B kapasitas 2.8 MW dengan kapabilitas tes 1.8 MW
- b. Kurau Plant 2 terdiri dari:
 - 1. GT-M 292 C kapasitas 2.8 MW dengan kapabilitas tes 1.75 MW
 - 2. GT-M 292 E kapasitas 2.8 MW dengan kapabilitas tes 2.6 MWStasiun Kurau Plant 1 dan Kurau plant 2 saling interkoneksi dengan total kemampuan dari sistem pembangkit 8.15 MW
- c. AI-Selatan terdiri dari:
 - 1. V-386A kapasitas 855 Kw
 - 2. G-387B kapasitas 850 Kw
 - 3. G-387C kapasitas 1000 Kw
 - 4. V-386D kapasitas 855 KwStasiun pembangkit AI-Selatan berdiri sendiri, ini dikarenakan lokasinya cukup jauh dan berada di pulau yang berbeda.

2) Sistem Distribusi

Sistem kelistrikan PT Imbang Tata Alam memiliki 7 (tujuh) lapangan produksi. Diantaranya adalah Lalang *Platfrom*. Kurau, Melibur, DC, Lukit, AI- Selatan, dan MSN *Platfrom*. Untuk sistem lapangan produksi AI-Selatan dan MSN *Platfrom* menggunakan sistem kelistrikan sendiri dikarenakan lokasinya sangat jauh dan berbeda pulau juga.

Saluran distribunya meliputi di daerah daratan dan perairan. Sistem distribusi listrik disalurkan ke lapangan produksi dengan menggunakan sistem *radial*. Jaringan distribusi yang digunakan adalah *underground cable* dan *overhead line* pada pengoprasianya menggunakan *undergroud cable*, dikarenakan lokasi berada pada Kawasan hutan yang banyak sekali gangguan yang disebabkan oleh alam dan hewan. *Overhead Line* (OHL) digunakan ketika adanya kerusakan atau gangguan pada saluran *underground*. Level tegangan yang umum digunakan untuk mendistribusikan daya listrik yaitu:

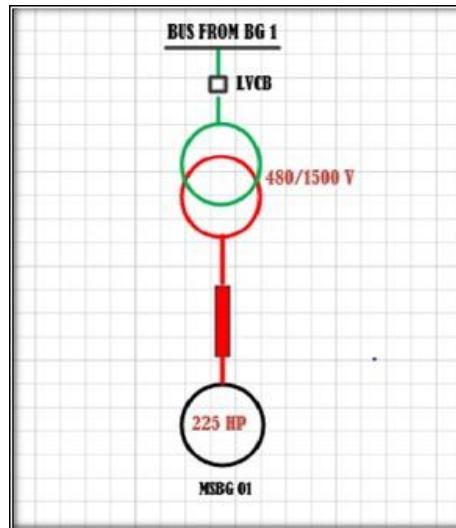
1. Tegangan 13,8 kV
2. Tegangan 4,16 kV
3. Tegangan 1,5 kV
4. Tegangan 0,48 kV

3) Beban listrik

Beban-beban listrik di PT Imbang Tata Alam umumnya adalah fasilitas produksi, seperti motor-motor listrik dan *camp* berikut adalah beberapa beban yang digunakan:

1. *Camp* (Tempat tinggal karyawan).
2. *Electric Submersible Pump* (ESP).
3. *Moyno Pump*.
4. *Compressor*.
5. *MOL Pump*.
6. Lampu penerangan di sekitar area operasi.

Dalam laporan kerja preaktek ini penulis membahas tentang instalasi motor *Electric Submersible Pump* (ESP) yang digunakan untuk pengangkatan buatan fluida minyak yang ada di bawah permukaan dengan kedalaman 3700 ft. Berikut adalah *single line diagram* dari unit *Electric Submersible Pump* (ESP) yang berada di salah satu sumur lapangan perminyakan Kurau.

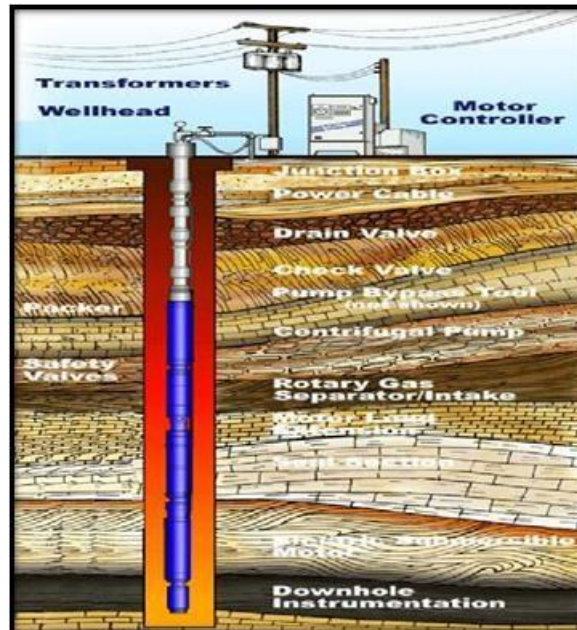


Gambar 12 Single Line Diagram Electric Submersible Pump (ESP)

(sumber : PT Imbang Tata Alam)

3.2 Pengertian Umum Electric Submersible Pump (ESP).

Electric Submersible Pump (ESP) adalah sebuah rangkaian pompa sentrifugal yang digerakan oleh daya listrik yang dialirkan dari atas permukaan, yang diletakan dibawah permukaan untuk mengangkat fluida hasil produksi keatas permukaan. ESP itu sendiri terdiri dari dua bagian utama yaitu komponen di atas permukaan dan komponen dibawah permukaan. Komponen-komponen diatas permukaan antara lain trafo, *motor controllers (switchboard)*, *juntion box*, dan *well head* yang dapat mengakomodasi jalur kabel dan pipa keluaran. Sedangkan komponen-komponen dibawah permukaan antara lain motor, protektor (*seal*), pompa, *intake (gas separator)*, dan kabel. Beberapa komponen-komponen tambahan dapat dimasukan seperti *check valve*, *drain valve*, *cable bands*, dan lain-lain. Pompa ini dapat memproduksi minyak dari 150-60000 BOPD dengan kedalaman sampai 15000 ft. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar dibawah ini .



Gambar 13 Konfigurasi Konvensional Electric Submersible Pump (ESP)

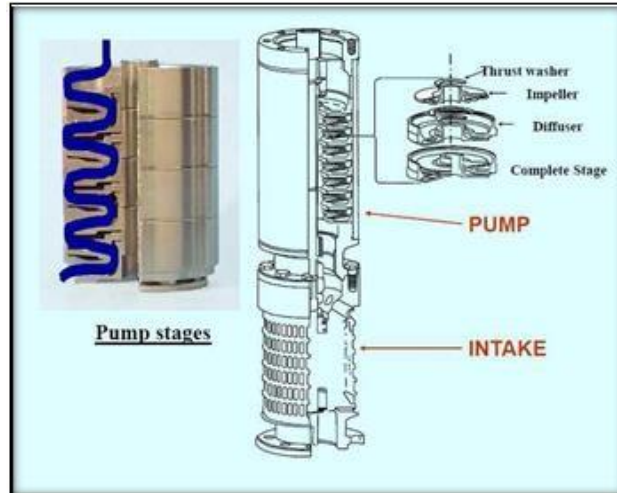
(sumber : PT Imbang Tata Alam)

3.3 Prinsip Kerja Electric Submersible Pump (ESP).

Prinsip dasar dari ESP adalah mengubah kerja poros menjadi energi mekanik fluida sehingga menimbulkan perbedaan tekanan antara sisi hisap dan sisi keluar (*discharge*). Tekanan rendah pada sisi hisap dan tekanan tinggi pada sisi keluar. Untuk melakukan hal tersebut, maka pompa membutuhkan gerak mula- mula agar energi mekanik yang diterima diteruskan ke fluida. Dari sini baru pompa mengalirkan fluida dari satu tingkat ke tingkat berikutnya yang biasa disebut dengan *stage*, dimana setiap *stage* terdiri dari bagian yang berputar (*impeller*) dan bagian yang diam (*diffuser*) sebagai tempat fluidanya. *Impeller* melakukan penghisapan fluida dari bawah untuk diteruskan ke *diffuser* dan fluida yang ada di *diffuser* akan diteruskan lagi ke *stage* berikutnya.

Panjang dari suatu pompa dipengaruhi oleh jumlah *stage* yang digunakan. Fluida yang diproduksi akan bergerak mengalir melalui rangkaian *impeller-diffuser* yang disusun berurutan dan setiap *stage* akan

mengembangkan tekanan atau TDH (*Total Dynamic Head*). TDH yang terjadi adalah jumlah masing-masing tekanan yang terbentuk pada setiap *impeller*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar dibawah ini



Gambar 14 Kontruksi Pompa Electric Submersible Pump (ESP).

(sumber : PT Imbang Tata Alam)

3.4 Peralatan ESP di Atas Permukaan

Peralatan-peralatan di atas permukaan merupakan peralatan-peralatan yang berada di atas permukaan tanah seperti trafo, *motor controllers* (*switchboard* atau VSD), *juntion box*, dan *well head*.

3.4.1 Transformator

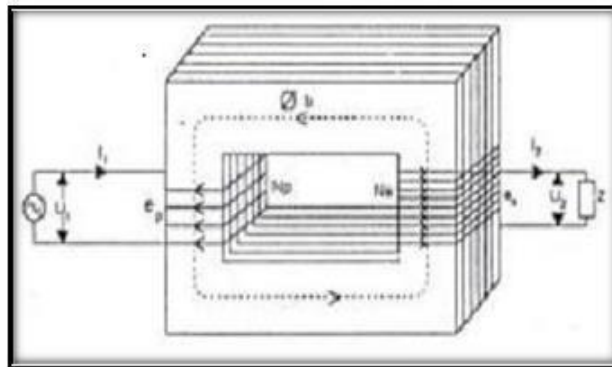
Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

Penggunaan transformator yang sederhana dan handal memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan serta merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan

penyaluran tenaga listrik.

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan hukum *Faraday*, yaitu: arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik maka jumlah garis gaya magnet berubah-ubah, sehingga pada sisi primer terjadi induksi dan sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula. Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan.

Sistem transformator tiga fasa dibangun dengan menghubungkan tiga buah transformator satu fasa ke sistem suplai listrik tiga fasa. Ada beberapa konfigurasi rangkaian primer dan sekunder transformator tiga fasa, yaitu: hubungan bintang-bintang, hubungan segitiga-segitiga, hubungan bintang-segitiga dan hubungan segitiga-bintang. Konfigurasi hubungan kumparan transformator tiga fasa akan mempengaruhi arus dan tegangannya. Pengaturan konfigurasi hubungan transformator tiga fasa perlu dilakukan untuk dapat menggunakan transformator tiga fasa secara tepat. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar dibawah ini



Gambar 15 Prinsip Kerja Transformator Daya

Keterangan gambar :

U_1 : tegangan primer

U2 : tegangan sekunder

I1 : arus primer

I2 : arus sekunder

Ep : GGL induksi pada kumparan primer

Es : GGL induksi pada kumparan terakhir

Np : lilitan primer

Ns : lilitan sekunder

Φ_b : fluks magnet bersama

Z : beban

Sebuah transformator dapat dibuat dengan persamaan rumus matematik:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \alpha \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

V_p = Tegangan pada kumparan primer

V_s = Tegangan pada kumparan sekunder

N_p = Banyak lilitan pada kumpulan primer

N_s = Banyak lilitan pada kumparan sekunder

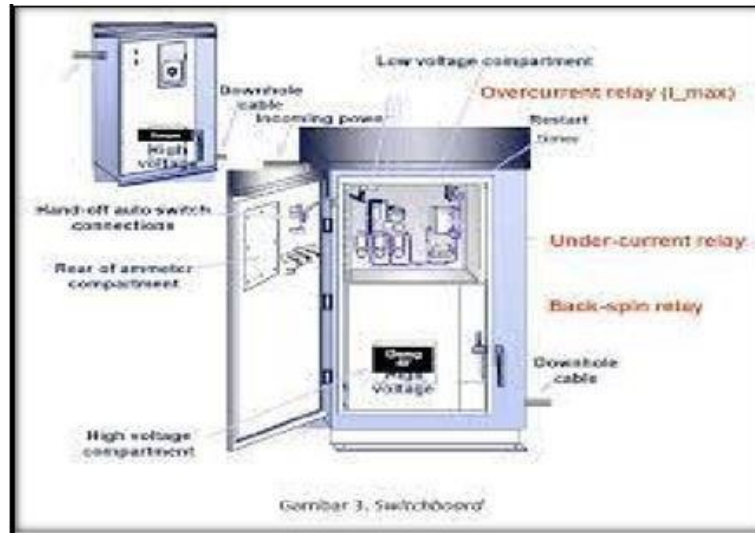
a = Rasio trafo.

3.4.2 Motor Controller (Switchboard atau VSD)

Dalam pemakaian ESP dimana sistem pompa cukup mahal dan butuh waktu, besarnya produksi minyak yang hilang dan biaya untuk menggantinya, oleh karna itu dilengkapi dengan *motor controier, overload, underload, volt unbalance, current unbalance protection* serta alat pencatat yang bekerja secara manual maupun otomatis apabila terjadi kondisi abnormal.

Switchboard merupakan alat untuk mengontrol kerja ESP unit. Dimana *motor starter* untuk menghidupkan pompa. *Overload / underload protection* untuk proteksi agar tidak terjadi *overload* atau terjadi kelebihan beban pada pompa yang melebihi kemampuan pompa *overload* juga bisa terjadi apabila

pada pompa ada gangguan seperti masuknya pasir-pasir halus yang membuat putaran pompa menjadi berat, dan *underload* sebaliknya. Karena jika hal ini terjadi dalam *range* waktu yang agak lama maka otomatis motor akan mati bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada motor. *Switchboard* dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 16 Motor Control (Switchboard)

Switchboard atau *Motor Control* dilengkapi dengan peralatan monitoring kinerja dari karakteristik setiap sumur-sumur minyak yaitu;

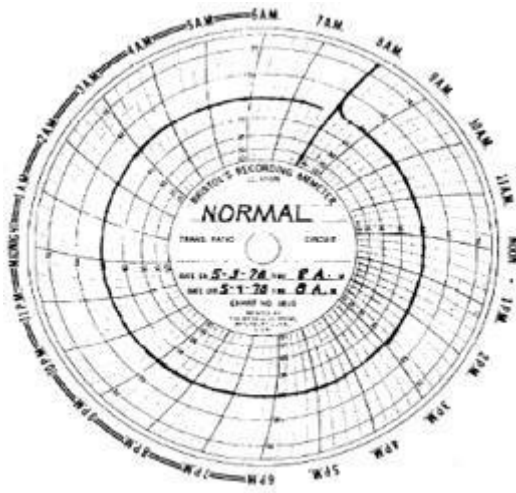
1. *Ammeter chat record* (Pencatatan Amper Motor)

Ammeter chat record yang berfungsi untuk pencatatan arus listrik yang mengalir pada saat motor ESP digunakan. Perekaman arus ini berjalan dalam waktu perminggu. Arus dari *Current Transformer* yg telah diturunkan, tidak saja di baca oleh *motor controller* dan *amperage measuring device*, tapi juga digunakan oleh *recording ammeter* (RAM).

Amper yang digunakan oleh motor akan dicatat pada *chart amper* yang terpasang pada *switch board*. Pada RAM terdapat alat putar jam untuk setting putaran harian atau mingguan. Perubahan arus motor dicatat pena *chart* diatas *chart ampere*. Catatan amper ini sangat penting bagi operator produksi dan teknisi listrik. Untuk mengetahui karakteristik dari suatu sumur baik itu untuk *monitoring* kinerja motor ESP maupun untuk mengetahui penyebab dari

rusaknya motor ESP. Berikut ini adalah kondisi-kondisi arus yang tercatat pada *recording ammeter* (RAM).

Pembacaan amper pada saat *Normal start up* ESP perlu arus *extra* dan memberi hasil “*spik* “ atau lonjakan diawal *start* dan selanjutnya hampir sama. *Spike* karena gelombang arus masuk ke pompa mengalir tinggi dan bekerja cepat. Tapi cenderung ke posisi normal stabil. Karena jumlah dan densitas fluida yg dipompakan hampir dalam keadaan sama. Secara prinsip merupakan aliran fluida yang mengalir deras sesuai desain *Total Depth Head* (TDH) dan *amper name plate*. Berikut gambaran pada *ampere chat* ketika *start up*.



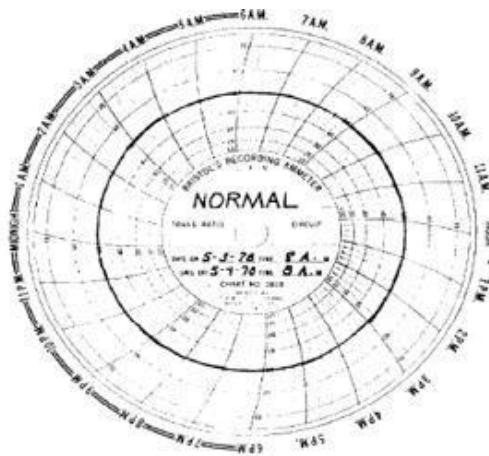
Gambar 17 kondisi Amper Normal Start Up

Operasi amper ESP akan berubah terbalik dengan tegangan. Jika tegangan sistim fluktuasi, maka *ampere* ESP akan fluktuasi terbalik untuk menjaga beban konstan. Fluktuasi umumnya disebabkan beban berat secara periodik pada sistim *primer power*. Beban ini terjadi ketika *start up* pompa ESP lain atau motor listrik lain yang lebih besar. *Start up* berulang motor harus dihindari. Untuk mencegah dan minimalkan pengaruh terhadap sistim *power primer* (utama). Amper *spike* juga dapat terjadi saat badai petir diikuti lecutan petir. Berikut adalah tampilan *ampere chat* ketika ada motor lain yang *star up*.



Gambar 18 kondisi amper “spike“ start up

Apabila motor ESP dalam keadaan normal maka *ampere chat* akan membaca seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.9



Gambar 19 Kondisi Amper Saat beroperasi Normal

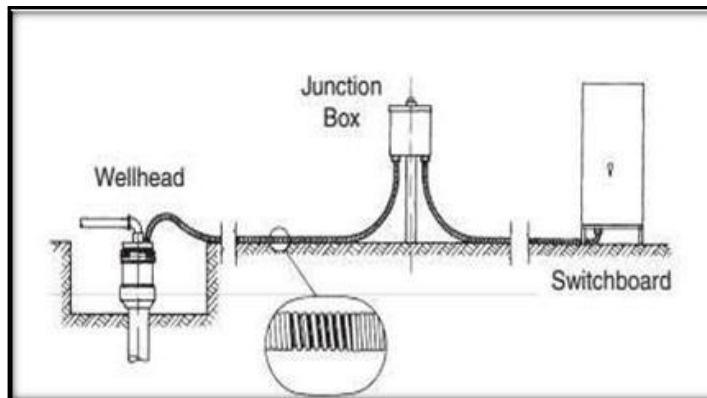
Pembacaan amper halus merata mendekati *ampere name plate* motor terpasang. Dalam operasi normal pembacaan dapat sedikit lebih tinggi atau lebih rendah dari amper *name plate* motor. Namun sepanjang oprasi penunjukan amper yang simetrik dan konsisten dipertimbangkan sebagai operasi normal.

3.4.3 Kotak Penghubung (*Junction Box*).

Junction Box di tempatkan diatas permukaan diantara *well head* dan *switch board*. Gas dapat mengalir keatas melalui celah isolasi kabel dan naik ke permukaan menuju ke dalam panel *switch board*. Hal ini mengakibatkan pengumpulan gas di dalam panel yang bisa menyebabkan ledakan dan kebakaran, oleh karena itu kegunaan dari *junction box* ini adalah untuk mengeluarkan gas yang naik keatas agar tidak mengalir ke peralatan listrik lainnya. Fungsi dari *junction box* antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai ventilasi untuk mengantisipasi gas naik melalui celah isolasi kabel.
- b. Sebagai titik sambung kabel antara *well head* dan kabel dari *switch board*.
- c. Untuk mempermudah pengecekan apabila terjadi gangguan pada kabel.

Jarak minimum yang diijinkan untuk pemasangan *junction box* adalah 15 ft (minimum) dari *well head* dan 35 ft dari *switch board* dan 2-3 ft dari permukaan tanah. Pada gambar di bawah ini ditunjukkan bahwa gas dari sumur dapat masuk pada lapisan isolasi kabel dan dapat merambat ke permukaan.

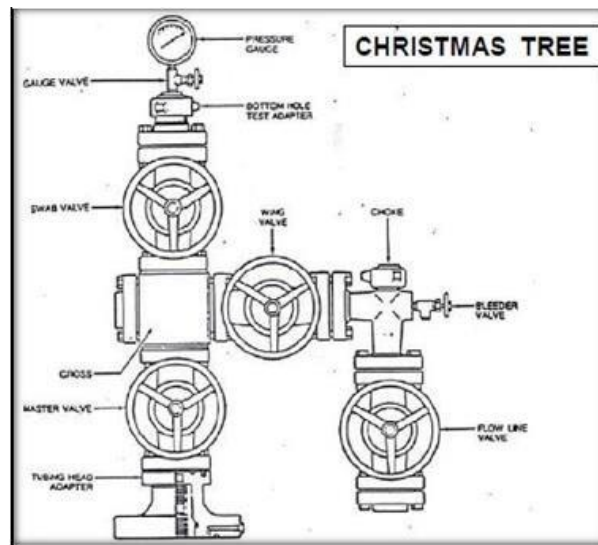


Gambar 20 Peletakan *Junction box*.

3.4.4 Kepala Sumur (*well head*).

Kepala sumur (*well head*) atau yang biasa disebut dengan *Cristmas tree* pada sumur ESP berfungsi sebagaimana kepala sumur produksi yang lain, namun memiliki tambahan yaitu berupa *tubing hanger* khusus untuk melewati kabel

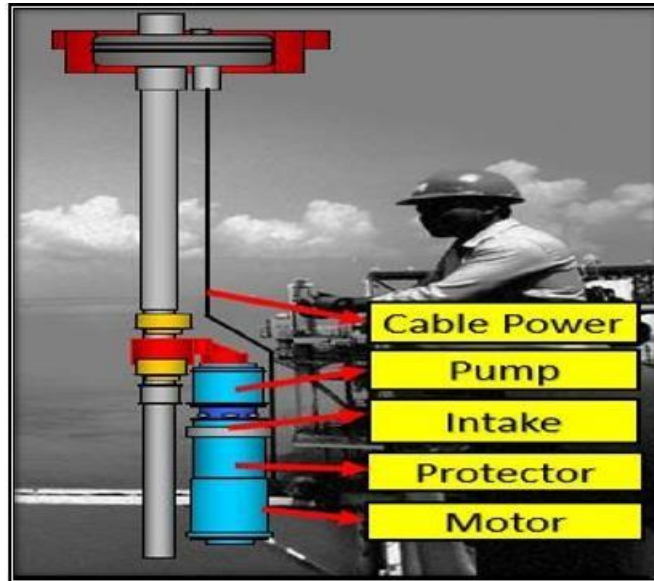
ESP dari permukaan kedalam sumur yang disebut *pack off* atau *penetrator*. *Tubing hanger* dilengkapi juga dengan lubang untuk *hydraulic controll line* yaitu saluran cairan *hydraulic* dilengkapi dengan *seal* agar tidak bocor pada lubang untuk kabel listrik. *Well head* didesain agar mampu menahan tekanan hingga 3000 psi dan mampu untuk mencegah kebocoran fluida agar tidak dapat keluar *casing*. Kontruksi dari kepala sumur atau *Cristmas tree* dapat dilihat pada gambar 3.11 di bawah ini:



Gambar 21 Kepala Sumur (Well Head)

3.5 Peralatan ESP di Bawah Permukaan

Peralatan-peralatan ESP yang berada di bawah permukaan merupakan peralatan-peralatan yang berada di bawah permukaan tanah seperti motor, *protector (seal)*, *intake (gas sparator)*, pompa, dan *cable power*.

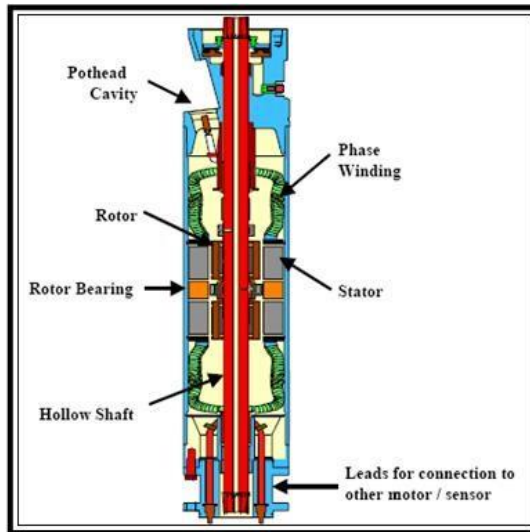


Gambar 22 Peralatan ESP di Bawah Permukaan

3.5.1. Motor Listrik

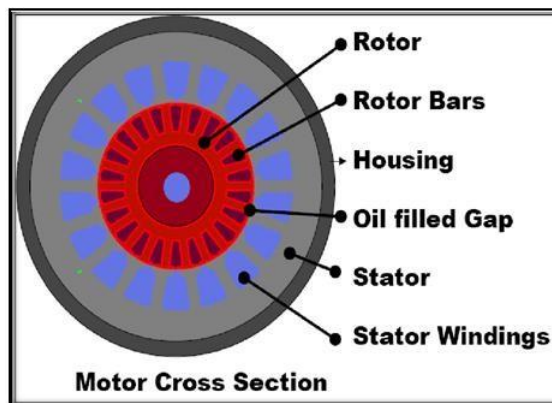
Motor listrik merupakan penggerak utama dari sistem pompa *Electric Submersible Pump* (ESP) motor ini diletakan pada bagian paling bawah rangkaian unit pompa. Jenis motor ESP adalah motor listrik induksi 3 fasa 2 kutub dengan sistem induksi *squirell cage induction*. Kecepatan putaran motor adalah 3400 RPM – 3600 RPM tergantung besarnya frekuensi yang diberikan serta beban yang ditanggung oleh pompa ketika mengangkat fluida yang berada di dalam sumur.

Rumah motor ini diisi dengan minyak oli yang bersifat *dielectric* yang berfungsi sebagai pelumas dan minyak ini memiliki fungsi ganda, selain berfungsi sebagai pelumas, minyak ini juga berfungsi sebagai pendingin motor. Motor listrik ini terdiri dari tiga bagian, yang bergerak disebut *rotor* dan bagian yang diam (tetap) di sebut *stator*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 23 Kontruksi Motor Electric Submersible Pump (ESP).

Peroses pendinginan motor ESP ini agak berbeda dengan motor konvensional lainnya, dimana pengisian motor dengan oli. Oli ini di isi pada celah diantara *rotor* dengan *stator*. Selain itu proses pendinginan motor yang digunakan pada motor ESP dibantu oleh cairan fluida sumur yang melewati motor, itulah sebabnya motor ini diletakkan pada bagian paling bawah rangkaian unit ESP. Untuk mendapatkan pendingin yang baik pihak pabrik telah menetapkan bahwa kecepatan fluida yang melewati motor listrik harus lebih dari 1ft/sec, kurang dari itu maka motor akan panas berlebih dan akan menyebabkan terbakarnya kumparan motor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.14 :

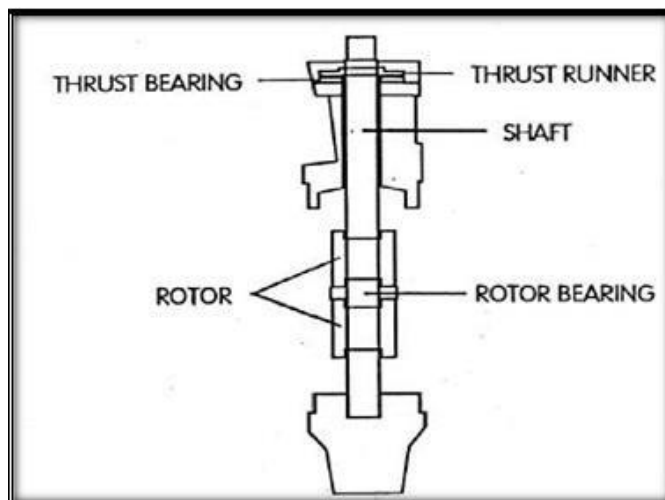


Gambar 24 Bagian-Bagian Motor ESP

1. Bagian Utama Dalam Motor.

a. Rotor

Rotor yang digunakan sangat panjang sehingga membutuhkan penahan untuk mencegah gerakan lateral dan kontak antara rotor dan stator. Penahan ini dilengkapi dengan bantalan sehingga memungkinkan rotor dan stator bergerak bebas. Pada bagian atas dari rotor terdapat sebuah *rotating thrush runner* yang dikunci pada poros, dimana *thrush* ini diletakkan pada bantalan luncur yang permukaannya dilapisi dengan *babbit* timbal. Seluruh berat rotor ditahan oleh *thrush runner* pada bantalan itu. Bantalan yang dipasang terlebih dahulu dilapisi kuningan supaya tahan terhadap temperatur yang tinggi pada saat motor dipasang sehingga kuningan dan bantalan rotor mengembang menjepit bagian luar jumlah rotor. Gambar 3.15 menjelaskan kontruksi dari rotor pada motor ESP, dimana di dalam motor ESP ada banyak rotor yang melekat pada *shaft* dengan dibatasi dengan *bearing*.



Gambar 25 Kontruksi dari rotor ESP

Jumlah dari rotor memberikan motor untuk menentukan keluaran (*ouput*) HP dari motor. Tabel dibawah ini menjelaskan *output* HP dari setiap rotor pada setiap seri motor ESP.

Tabel 15 seri motor dan horse power

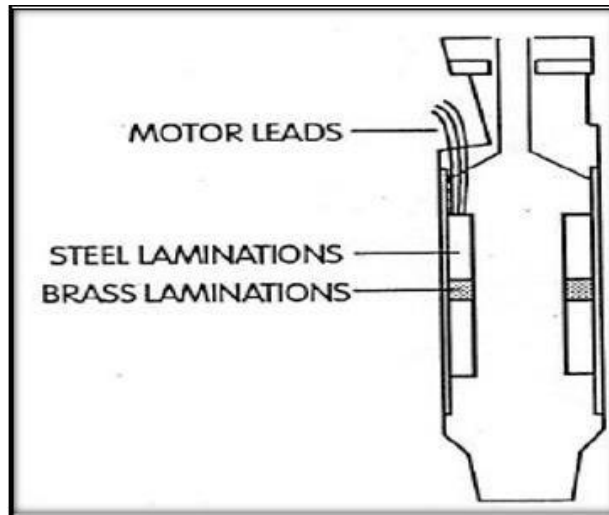
Motor Series	Horse Power (HP) / Rotor
375	1,5
456	5
540	10
738	20

Contoh seri motor 456 dengan 12 rotor:

$$\text{Horse Power (HP)} = (5 \text{ HP}) \times (12 \text{ rotors}) = 60 \text{ HP.}$$

b. Stator

Stator terbuat dari besi dan kuningan yang diproses dibagian rumahnya (*housing*). Lapisan ini lebih mudah dimagnetisasi dibandingkan dengan besi pejal dan mengandung 3% - 4% silikon untuk menambah kemagnetan dari besi serta terdapat lapisan oksida yang berfungsi sebagai pemisah lapisan kuningan. Pada stator terdapat 18 slot dan setiap slot diisolasi dengan teflon yang mempunyai sifat kelistrikan yang tinggi. Kontruksi dari stator dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 26 Kontruksi dari Stator

2. Aplikasi Motor

a. Motor Electric Submersible Pump

PT Imbang Tata Alam menggunakan dua jenis produk motor ESP yaitu dari produk Schlumberger dengan merek Reda dan dari produk PT. Epsindo Jaya Pratama yaitu dengan merek EJP. Perbedaan antara kedua produk tersebut motor ESP dengan merek REDA lebih unggul dari pada EJP dan untuk harganya juga lumayan mahal.

- Motor Reda

Motor Reda dibagi menjadi 5 *series* yang memiliki *horsepower* yang berbeda-beda. Semakin besar diameter motor maka akan semakin besar juga nilai *horsepower*nya. Hal ini dapat dilihat dari tabel dibawah ini

Ser.	Diameter	Type	Range(HP)	Range(HP)	Max(HP)	Max,Sect
			SIMPLE*	TANDEM*	TANDEM*	TANDEM*
375	3,75"	SK	7,5 - 25,5	30 - 127	127	5
		SX	7,5 - 25,5	30 - 127	127	5
456	4,56"	SK	12,5 - 150	175 - 300	300	2
		SX	12,5 - 150	175 - 300	300	2
		MK	10 - 120	140 - 240	240	2

Tabel 16 Data Sheeat Series Reda Motor ESP pada range 60 Hz

• Motor	540	5,43"	MX	10 -120	140 – 240	240	2
			PK	10 -120	140 - 240	240	2
			PX	10 -120	140 - 240	240	2
			SK	25 – 250	300 - 750	750	3
			SX	25 – 250	300 - 750	750	3
			MK	20 – 200	240 - 600	600	3
			MX	20 – 225	240 - 600	600	3
			PK	20 – 200	240 - 600	600	3
			PX	30 – 225	240 - 600	600	3
			EJP	562	5,62"	Dominator	30 – 450
	738	7,38"	738E	200 – 340	400 - 999	999	3

Motor EJP dibagi menjadi 4 *series* yang memiliki *horsepower* yang berbeda-beda, Semakin besar diameter motor maka akan semakin besar juga nilai *horsepower*nya berbeda dengan series reda yang memiliki kapasitas yang lebih besar dengan diameter *casing* mencapai 7,38". Hal ini dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 17 Data Sheeat Series Motor EJP pada range 60 Hz dan 50Hz

Series	Casing OD (In)	Power HP @ 60 Hz	Power HP @ 50 Hz
375	4.5	7.5-128	6.3-107
456	5.5	10-240	8.5-200
540	7	20-600	16.5-498
562	7	200-1350	167-1120

a. Type Motor

Pembagian tipe motor ini berdasarkan dua huruf. Huruf pertama memberikan informasi tentang rating motor :

S = *Standart (250°F BHT – fixed horsepower)*

M = *Intermediate (300°F BHT – conservative fixed horsepower)*






H = *Hotline (500°F internal temperature – fixed horsepower)*

P = *High Performance (250°F BHT – conservative fixed horsepower)*

R = *Optimum (250°F internal temperature – variabel horsepower)*

Nilai *bottom hole temperature* harus yang pertama diperhatikan dalam pemilihan motor dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 18 Batas Suhu Series Motor ESP

	200°F	225°F	250°F	275°F	300°F
375 SK,SX					
456/540 SK,SX,PK,PX					
456/540 MK,MX					
562 Dominator					
738					

Huruf kedua memberikan informasi dari insulasinya:

Tipe:

K = *Conventional winding and varnish.*

X = *New patented winding material, without varnish.*

c. Tegangan Motor

Hal yang paling mempengaruhi berkurangnya tegangan pada motor disebabkan oleh penggunaan kabel. Faktor - faktor tersebut adalah:

- Panjang kabel
- Temperatur sumur
- Kualitas fisik dari konduktor (AWG)
- Rating arus dari motor

Jika ke-4 nilai tersebut diketahui, maka berkurangnya tegangan dapat dihitung dengan menggunakan *voltage drop chart*

d. Kecepatan Motor

Seperti yang kita ketahui, kecepatan dari motor induksi dapat kita hitung jika frekuensi dari *supply* dan jumlah *pole* dari motor kita ketahui. Motor Reda merupakan motor dengan dua *pole* yang biasanya diberikan *supply* sekitar 50-60 Hz.

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \dots\dots\dots(3.2).$$

Dimana :

N_s : Kecepatan Putar (RPM)

P : Jumlah Kutub Motor

F : frekuensi (Hz)

3.5.2 Seal section (Protector).

Protector sering juga disebut dengan *seal protector (Centrilift)* atau *Equalizer*. Alat ini dipasang di antara motor dan *intake/gas separator* yang memiliki 4 (empat) fungsi utama yaitu:

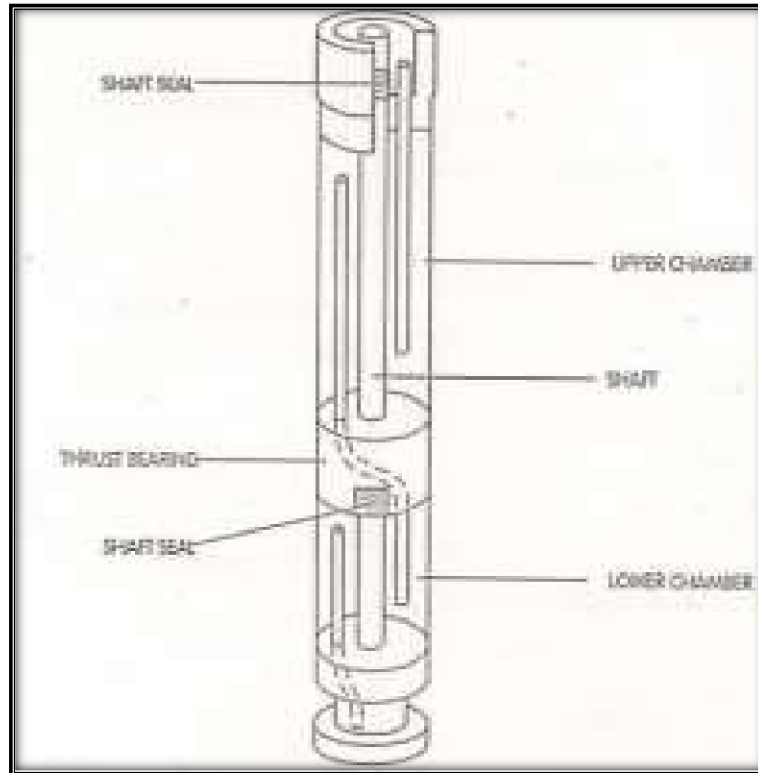
1. Menyekat masuknya fluida sumur kedalam motor. Fluida yang masuk ke dalam motor dapat menyebabkan kerusakan pada motor karena terkontaminasi pada minyak pelumas motor, hal ini karena fluida sumur bersifat kotor dan terdiri dari berbagai macam *impurities*.
2. Menghubungkan motor dan poros *intake/gas separator*, dengan menghubungkan poros motor dengan poros *intake/gas separator*.
3. Sebagai tempat *trush bearing* pompa untuk menahan gerakan aksial dari pompa.
4. Memberikan ruang untuk minyak pelumas motor yang akan mengembang dan kontraksi karena adanya pengaruh temperatur dari minyak pelumas motor.

Secara umum *protector* terbagi menjadi dua jenis yaitu:

1. *Type Labyrinth*.

Bentuk *protector* ini terdiri dari dua *chamber* (ruang), *upper chamber*, *lower chamber*. *Protector* jenis ini juga diisi dengan minyak pelumas yang sama dengan minyak pelumas pada motor. *Type labyrinth* juga menjalankan

fungsi dari *protector* yaitu mencegah masuknya fluida sumur kedalam motor. Berikut ini adalah gambar dari kontruksi *protector type labyrinth*.

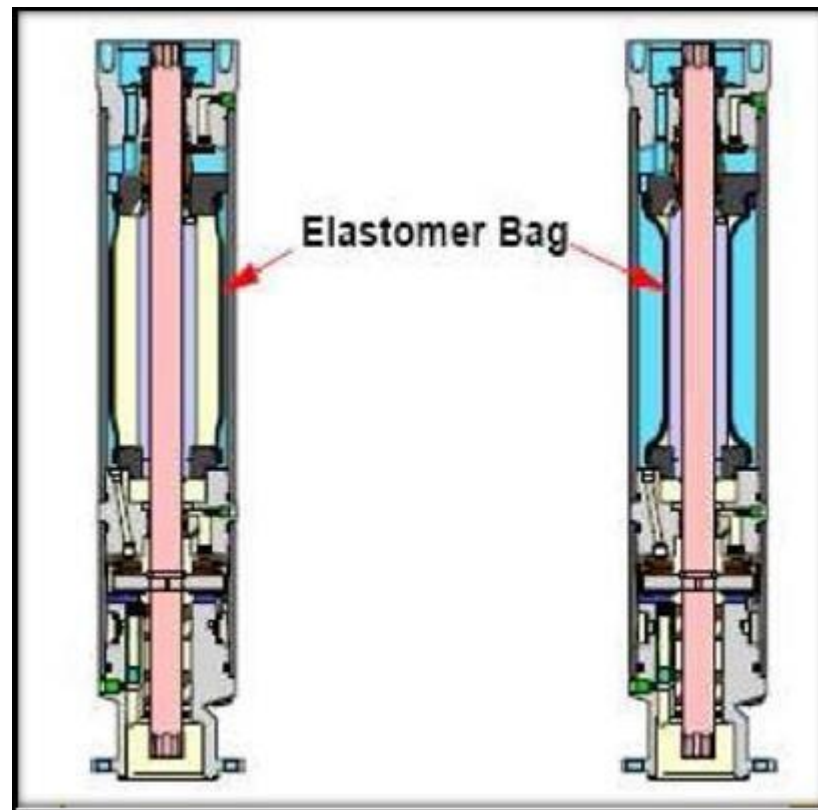


Gambar 27 Protector Type Labyrinth

2. Type Positive Seal.

Perbedaan dengan *type labyrinth* adalah pada *positive seal* tidak dimungkinkanya fluida sumur masuk kedalam rumah *protector*. Pada *protector* type ini dilengkapi *elastomer bag* yaitu semacam kantung yang dapat memuai dan mengkerut. Pada saat minyak memuai maka *elastomer bag* akan mengembang dan sebaliknya pada saat minyak motor menyusut maka minyaknya akan turun mengisi rumah motor dan *elastomer bag* akan mengerut. Penggunaan *protector* tipe ini bekerja secara handal untuk mengamankan motor listrik dari masuknya fluida sumur, namun kurun berjalanya waktu *protector* ini juga mengalami penurunan fungsinya. Kadang kala *elastomer bag* tidak bekerja dengan semestinya. Untuk lebih jelasnya

dapat dilihat kontruksi dari *protector type positive seal* pada Gambar 3.18.



Gambar 28 Protector Type Positive Seal

3.5.3 Pump Intake / Gas Separator

Pump intake dipasang dibawah pompa dengan cara menyambungkan sumbunya (*shaft*) memakai *coupling*. *Pump intake* ada yang dirancang untuk mengurangi volume gas yang masuk ke dalam pompa, disebut dengan *gas separator* tetapi ada juga yang tidak mengurangi gas yang masuk ke pompa, disebut dengan *intake* saja atau *standart intake*. Tipe dari *intake / gas separator* ada tiga macam:

1. *Standart intake*, *Intake* jenis ini dipergunakan apabila kandungan gas bebas yang masuk pada *intake* tidak terlalu besar, berkisar antara 10% - 15% (presentase gas yang masih diperbolehkan masuk ke *intake*) atau gas yang telah berubah ukuran dari gelembung gas menjadi fasa *liquid* karena terlarut dalam fasa *liquid*. Pada *intake* terdapat lubang tempat

masuknya fluida dan dikarenakan lubangnya kecil hal ini dikhawatirkan akan masuknya solid material ke dalam *intake*, maka dapat dipasang screen untuk mencegah masuknya solid material ke dalam *intake*.

2. *Static gas separator* atau sering disebut *reserve gas separator*, *Gas separator* tipe ini dapat memisahkan sekitar 20% gas bebas dari fluida. Prinsip kerja *reverse flow gas separator* adalah dengan membelokkan gas ke arah annulus sedangkan minyak yang terlempar oleh gaya sentrifugal dialirkan ke inlet pompa.
3. *Rotary Gas Separator*, peralatan ini dapat memisahkan gas sampai dengan 90% dan biasanya dipasang untuk sumur-sumur dengan GLR tinggi. Gas separator jenis ini tidak direkomendasikan untuk dipasang pada sumur-sumur yang abrasif. Kontruksi dari *rotary gas separator* dapat dilihat pada Gambar 3.19.

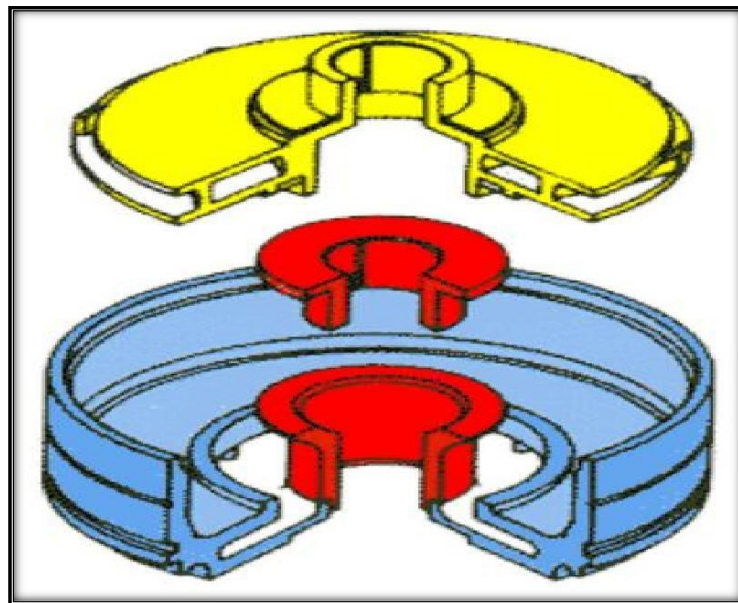


Gambar 29 Rotary Gas Separator

3.5.4 ESP Pump

ESP pump merupakan unit pompa yang terdiri dari: pompa sentrifugal bertingkat banyak (*multistage centrifugal pump*), poros (*shaf*), dan rumah pompa (*housing*). Pada setiap *housing* terdiri sejumlah *stages*, dimana setiap *stages* terdiri dari *impeller* dan *diffuser*. *Impeller* merupakan bagian yang

bergerak, sedangkan *diffuser* adalah bagian yang diam. Seluruh *stage* disusun secara vertikal, dimana masing-masing *stage* dipasang tegak lurus pada poros pompa yang berputar pada *housing*. Kerja pompa ini, yaitu fluida yang masuk kedalam pompa melalui *intake* akan diterima oleh *stage* yang paling bawah dari pompa, *impeller* akan mendorongnya masuk, sebagai akibat proses sentrifugal maka fluida akan terlempar keluar dan diterima *diffuser*. Oleh *diffuser*, tenaga kinetis (*velocity*) fluida akan diubah menjadi tenaga potensial (tekanan) dan diarahkan ke *stage* selanjutnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat komponen dalam pompa ESP pada Gambar 3.20.



Gambar 30 Kontruksi Stage pompa ESP.

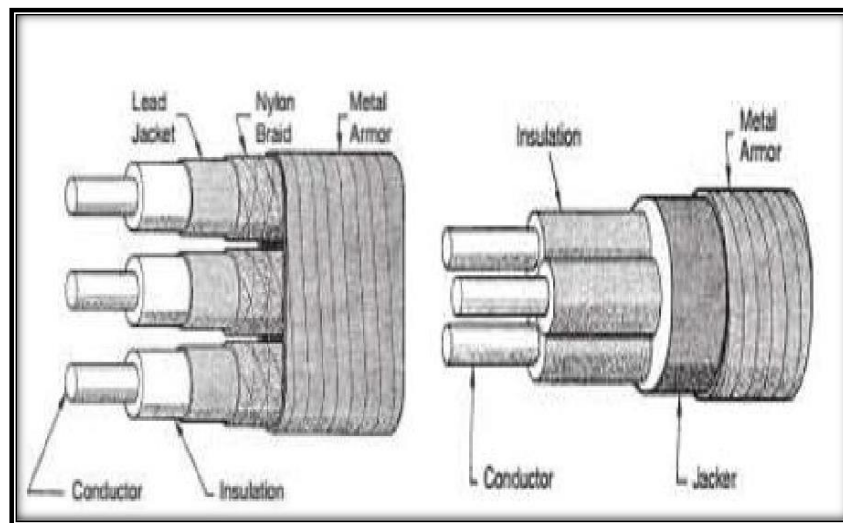
3.5.5 Power Cable

Untuk menghidupkan motor pada sumur ESP dibutuhkan kabel yang mampu tahan terhadap temperatur tinggi, tekanan, korosi dan tahan terhadap rendaman cairan serta gesekan-gesekan dengan dinding *casing*. Secara umum kabel harus memiliki beberapa bagian sebagai berikut:

1. Konduktor (*Conductor*)
2. Isolasi (*Isolation*)
3. Sarung (*Sheath*)

4. Jacket (Jacket)

Ada dua jenis kabel sesuai bentuknya yaitu *flat cable* dan *round cable*. *Flat cable* dipasang pada motor, *protector* dan pompa untuk memberikan *clearance* yang cukup terhadap ID casing, sedangkan yang menempel sepanjang *tubing* sampai *transformer* digunakan kabel *round cable*. Untuk dapat lebih jelasnya dapat dilihat gambaran kabel yang digunakan pada motor ESP berikut ini:



Gambar 31 flat cable dan round cable.

3.6 Perancangan Instalasi Motor *Electric Submersible Pump* (ESP).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan instalasi motor *Electric Submersible Pump* (ESP) adalah besarnya daya dari motor yang akan digunakan. Besarnya *Horse power* (HP) tergantung dari besarnya daya untuk menggerakkan pompa, *protector*, dan *intake / gas separator*. Untuk menentukan kapasitas daya pompa *Electric Submersible Pump* (ESP) tergantung dari berapa kelajuan fluida yang harus diproduksi. Supaya pompa dapat bekerja dengan efisien sesuai dengan kemampuan produksi suatu sumur.

Sebelum merancang instalasi motor *Electric Submersible Pump* (ESP) sebaiknya harus memperhatikan berapa sumber tenaga yang tersedia di lapangan apakah mampu untuk mengoperasikan motor *Electric Submersible*

Pump (ESP) dengan aman, parameter yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. *Voltage* yang tersedia (volt).
2. Frekuensi (Hz).
3. Kemampuan tenaga yang tersedia.

3.6.1 Pemilihan dan Perhitungan Jenis Kabel.

Pemilihan jenis kabel Pemilihan tipe kabel yang digunakan harus memperhitungkan *ampere*, *voltage* dan *temperatur* dibawah sumur, sifat-sifat fluida, serta *clearance* antara diameter luar dari *tubing* dan *motor* dengan diameter dalam dari *casing*. Serta diperlukan tambahan kabel untuk sambungan di permukaan.

1. Pemilihan Kabel di Bawah Permukaan.

Kabel yang digunakan adalah kabel khusus untuk motor ESP atau Kabel REDA. Hal yang perlu diperhatikan dalam memilih kabe ESP ini adalah KHA (Kemampuan Hantar Arus) suatu kabel apakah layak digunakan untuk melawati arus beban. Oleh karna itu untuk mencari nilai KHA kabel dapat dengan menggunakan Persamaan seperti di bawah ini:

$$KHA = 125\% \times In \dots\dots\dots(3.3).$$

Dimana:

KHA = Kemampuan hantar arus (A)

In = Arus nominal beban (A)

Penghantar suatu kabel dapat dipengaruhi oleh suhu di sekitar kabel ditempatkan, Dimana kabel berada pada kedalaman sumur dan bersuhu tinggi, Oleh karena itu berikut ini adalah tabel menampilkan data *Temperature Correction Factors* pada kabel dalam satuan *farenhit* ° F dan *celcius* ° c pada penghantaryang digunakan untuk menyuplai motor ESP.

Tabel 19 Voltage Drop correction Factors

<i>Voltage Drop Correction Factors</i>		
°c	° F	c.f
30	6	1,04
40	104	1,08
50	122	1,16
60	140	1,16
70	158	1,2
80	176	1,24
90	194	1,28
100	212	1,31
110	230	1,35
120	248	1,39
130	266	1,43
140	284	1,51
150	302	1,55

2. Pemilihan Kabel di Atas dipermukaan

Pemilihan kabel instalasi harus disesuaikan dengan arus yang akan dilewati pada kabel dengan menghitung berapa besar arus beban maksimum pada transformator daya dengan level tegangan trafo di sisi primer. Hal ini dilakukan agar dapat memilih kabel dengan isolasi yang sesuai dengan level tegangan dan besarnya diameter kabel yang akan digunakan pada transformator daya yang akan digunakan. Untuk menghitung jumlah arus beban maksimum pada transformator dapat dicari dengan persamaan (3.3).

3.6.2 Perhitungan *Voltage Drop* Pada Kabel

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar.

Jatuh tegangan juga didefinisikan sebagai selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan pada suatu jaringan. Jatuh

tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus. Pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admintansi saluran serta pada beban dan faktor daya. Berdasarkan pengertian diatas, jatuh tegangan pada suatu saluran dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\Delta V = V_s - V_r \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

$$\Delta V = \text{Voltage Drop (volt)}$$

$$V_s = \text{Voltage sisi suplai (volt)}$$

$$V_r = \text{Voltage sisi beban (volt)}$$

Dari persamaan diatas, maka dapat di ketahui nilai jatuh tegangan relatif atau biasa dikenal dengan *Voltage Regulation* (VR) dengan persamaan:

$$VR = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Persaman peraktis dalam menentukan berapa besarnya *Voltage Drop* yang terjadi pada saluran kabel *power* motor ESP. kabel yang digunakan dipengaruhi oleh *temprature* sumur dan suhu kabel yang dialiri arus listrik. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung *voltage drop* pada kabel dengan system tiga fasa :

$$\text{Voltage Drop} = \frac{\sqrt{3} \times I_m \times R \times L \times TCF}{1000} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

R = Resistansi kabek (ohm/ft/km)

I_m = Arus beban (Ampere)

L = Panjang Kabel (ft/km)

TCF = Temperature Correction Factors

3.6.3. Perhitungan dan Penentuan Transformator *Step Up*.

Trasformator merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mentrasformasikan nilai level tegangan dari satu nilai ke nilai tegangan lainnya. Fungsi dari transformator untuk mengubah nilai tegangan suplai pembangkit listrik menjadi sebuah tegangan yang diperlukan motor agar dapat megerakkan sistem pompa. Motor memiliki tegangan operasi yang berbeda beda, oleh sebab itu tegangan dari sumber harus disesuaikan terlebih dahulu dengan tegangan operasi motor sebelum disuplai ke motor. Setiap motor ESP memiliki *range* tegangan yang berbeda beda tergantung dari jenis motornya. Trasformator dipilih berdasarkan besarnya KVA yang diperlukan oleh motor.

Dalam menentukan trasformator yang akan digunakan pada sistem sebaiknya harus mengerahui sumber tegangan yang tersedia pada jaringan distribusi di lapangan dan tegangan beban yang harus disuplai. Untuk menentukan kapasitas dari trasformator daya yang akan digunakan dapat dihitung dengan persamaam di bawah ini:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times V_s \times I_m}{1000} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

S = Kapasitas daya semu (KVA)

V_s = Tegangan (volt)

I_m = Arus beban penuh (Ampere)

3.6.4. Pemilihan Tap Transformator

Pemilihan tap transformator tegangan dapat dilakukan dengan metode pengaturan tegangan berupa penggunaan trafo pengubah tap. Trafo pengubah tap berfungsi untuk mengatur rasio lilitan primer dan sekunder trafo. Dengan demikian memungkinkan untuk mengatur tegangan keluaran trafo.

Trafo pengubah tap dapat digunakan digardu induk maupun gardu distribusi tergantung dari perbaikan tegangan yang diinginkan. Proses perubahan tap trafo itu sendiri ada dua jenis, yaitu perubahan tap trafo positif dan negatif. Pada umumnya nilai perubahan tap trafo menggunakan ukuran persen (%) dan ukurannya bervariasi antara $\pm 10\%$ sampai $\pm 15\%$ tergantung dari trafo yang digunakan. Perubahan tap positif akan meningkatkan jumlah lilitan di sisi sekunder. Trafo pengubah tap biasanya telah memiliki ukuran tap sendiri tergantung dari pabrik yang memproduksinya. Sehingga pengaturan tegangan dengan menggunakan trafo pengubah tap sifatnya terbatas dan tergantung dari jenis trafo pengubah tap yang digunakan. Semakin banyak level perubahan tap yang dimiliki oleh suatu trafo semakin banyak pula proses pengaturan tegangan yang dilakukan.

Jenis trafo pengubah tap itu sendiri mempunyai dua macam yaitu *off-load tap changing transformer* dan *under-load tap changing transformer (ULTC)*. Trafo jenis ULTC dapat digunakan secara bervariasi setiap hari, setiap jam, bahkan setiap menit tergantung kondisi sistem tanpa harus menimbulkan interupsi terhadap suplai daya listrik.

Untuk menentukan rasio *tap changing transformer* dengan menganalisa trafo dalam keadaan berbeban *Full load* pada motor ESP dengan demikian akan terjadi *Voltage Drop* pada sisi primer dan sekunder transformator *step up*. Berikut ini adalah persamaannya:

$$V_m = V_s - (V_{D(skunder)} + V_{D(primer)}) \dots \dots \dots (3.8)$$

Dimana:

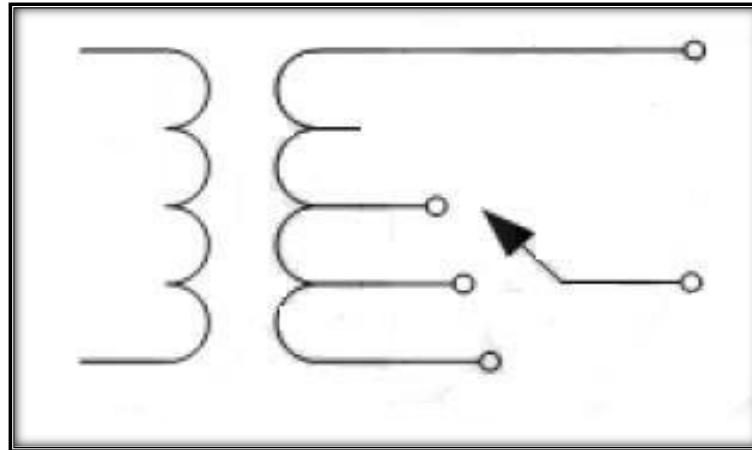
V_m = Tegangan pada sisi motor (volt)

V_s = Tegangan Sumber (volt)

$VD(skunder)$ = *Voltage Drop* pada sisi sekunder (volt)

$VD(primer)$ = *Voltage Drop* pada sisi primer (volt)

Tap Changing Transformer dapat dilihat pada gambar 3.22 dengan adanya penambahan lilitan pada transformator dengan nilai tegangan yang berbeda. Hal ini dibuat untuk mengatasi adanya *voltage drop* yang terjadi pada saluran ketika dilewati arus beban pada saat operasi.



Gambar32 Tap Changing Transformer

3.6.5 Perhitungan *Setting Overload* dan *Underload* Motor ESP.

Sistem pengamanan motor ESP ini sangat dibutuhkan dalam menjalankan operasi dari motor *Electric Submersible Pump* (ESP). Untuk melindungi peralatan- peralatan listrik yang mengalami *overload* dan *underload* akan berdampak pada motor listrik yang digunakan. Adapun penyebab dari terjadinya gangguan *overload* biasanya terjadi:

1. Kenaikan SG fluida sumur
2. Emulsi
3. Pasir
4. Scale
5. Problem suplai listrik
6. Kerusakan alat

Dampak dari terjadinya beban lebih (*overload*) adalah arus yang mengalir pada motor melebihi kemampuan hantar dari kumparan stator, maka kawat stator akan mengalami panas berlebih, hal ini akan mengakibatkan terbakarnya motor ESP. Untuk mengatasi hal ini perlu dipasang pengamanan dari

beban lebih (*overload*). Dimana pengaman ini harus mengontrol arus yang mengalir pada motor apabila arus yang mengalir melebihi *setting* dari proteksi *overload*, maka sistem proteksi harus memutuskan suplai listrik ke motor. Besarnya arus beban lebih (*overload*) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Overload = 120 \% \times I_{fla} \dots \dots \dots (3.9)$$

Dimana :

$$I_{fla} = \text{Arus beban penuh (A)}$$

Pengaman motor ESP dari terjadinya gangguan *Underload* sangatlah diperlukan. Karena permasalahan tersebut sangat berpengaruh pada kinerja unit *Electric Submersible Pump* (ESP) berbeda halnya dengan motor induksi lainnya. Dikarenakan dari kontruksi instalasinya sangat berbeda, dimana jarak antara motor ESP dengan sumber tegangan (trasformator) sangatlah jauh dan beradapada kedalaman sumur produksi minyak hingga mencapai 15000 ft.

Perubahan arus beban sangatlah berpengaruh pada parameter *voltage drop* yang terjadi pada sepanjang kabel *power*, hal ini akan mengakibatkan tegangan motor ESP akan naik mendekati tegangan transformator, sehingga motor menerima tegangan yang lebih tinggi dari tegangan nominal dari *nameplate* motor, toleransi tegangan yang bisa diterima motor listrik adalah $\pm 10 \%$ dari tegangan *name palte* motor ESP. jika tegangan mengalami kenaikan melebihi dari *rating* motor, maka akan membuat umur pakai dari motor berkurang bahkan akan menyebabkan terbakarnya motor.

Terjadinya *underload* disebabkan fluida yang diangkat berkurang atau motor beroperasi tanpa beban dapat mengakibatkan rusaknya sambungan *shaft* antara motor dan beban dapat membuat terbakarnya motor ESP, hal ini dapat membuat motor ESP mengalami panas berlebih akibat lajunya fluida yang masuk ke *intake* kurang dari 1ft/sec.

Penentuan besarnya nilai *setting* dapat dilakukan dengan persamaan di bawah ini :

$$\text{Underload} = 80 \% \times I \text{ Run Amp} \dots\dots\dots (3.10).$$

Dimana :

I run Amp = Arus saat dioperasikan (A).

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan dalam merancang instalasi motor *Electric Submersible Pump* (ESP) pada laporan kerja praktek ini, ada beberapa hal yang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kabel yang dipilih untuk instalasi motor *Electric Submersible Pump* (ESP) yaitu diameternya AWG # 1 dengan kemampuan kabel 5 kV dan kemampuan tahan temperatur 450 °F.
2. Penggunaan kabel instalasi di atas permukaan dengan menggunakan kabel NYFGBY dengan 2 (dua) *layer* dengan ukuran 3 x 50 mm² untuk menambah kemampuan hantar arus beban transformator *step up*.
3. *Voltage drop* yang terjadi pada sepanjang kabel saluran pada saat beban maksimum motor *Electric Submersible Pump* (ESP) bernilai 115 volt.
4. *Setting* pengaman proteksi dari terjadinya *overload* dengan 116.4 Ampere, dan untuk *setting* pengaman *underload* sebesar 49.36 Ampere.

5.2 Saran

Berdasarkan analisa dan pembahasan untuk penentuan *Tap Changing Transformer* pada sisi sekunder trafo, sebaiknya harus disesuaikan dengan pengoprasiannya, karena hasil perancangan didesain pada kondisi beban maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

Hari Sucipto dkk, (2018). Instalasi ESP (*Electric Submersible Pump*) Sistem Tandem Pada Sumur Minyak dengan Variable Speed Drive.jurnal ELTEK, Vol 16, No 01.

Fauziah, Naila. (2015). Pengoprasian *Electric Submersible Pump* (ESP) di Lapangan Kawengan PT GCI REGION Jawa Field CEPU. STEM Akamigas

Sanubari, D.G. (2008). *Evaluasi Electric Submersible Pump* (ESP) pada Sumur L5A X2 dan L5A-X3 di PT pertamina EP Asset 2 Field Limau. STEM Akamigas

Erhaneli, & Ramadonal. (2015). Optimasi Pemasangan Kapasitor dalam Perbaikan Faktor Daya dan Drop Tegangan pada Sistem Distribusi 20 kV. *Jurusan Teknik Elektro ITP, IV(1)*, 75-79.

Grainger, J. J., & Stevenson, W. D. (1994). Power System Analysis. In A. B. Akay, & E. Castellano (Eds.). Singapore: McGraw-Hill.

Hermanto, Sukma, D. Y., & Feranita. (2017). Perbaikan Jatuh Tegangan pada Feeder Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Teluk Kuantan. *Jom FTEKNIK, IV(1)*, 1-8.

Lasmo Oil. (1991). *Manual Book Lasmo Oil(Malacca Strait)Ltd.*

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penilaian Dari Perusahaan

PENILAIAN DARI PERUSAHAAN KERJA PRAKTEK PT. IMBANG TATA ALAM

NAMA : ABDUL ROHIM
NIM : 3204191247
Program Studi : D4 TEKNIK LISTRIK

Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Aspek Penilaian	Bobot	Nilai
1	Disiplin	20%	81
2	Tanggung Jawab	25%	82
3	Penyesuaian Diri	10%	78
4	Hasil Kerja	30%	82
5	Prilaku Secara Umum	15%	78
	Total Jumlah (1+2+3+4+5)	100%	80,8

Keterangan :

Nilai : Kriteria
81 – 100 : Istimewa
71 – 80 : Baik Sekali
66 – 70 : Baik
61 – 65 : Cukup Baik
56 – 60 : Cukup

Catatan :

.....

.....

Meranti, 31 Agustus 2022



Deni Maradona
Koordinator Lapangan