

**EVALUASI PENGGUNAAN ESP *CABLE* AWG 1 DAN
AWG 4 PADA SUMUR X,Y, DAN Z BERDASARKAN
KONSUMSI *POWER* DI LAPANGAN NH**

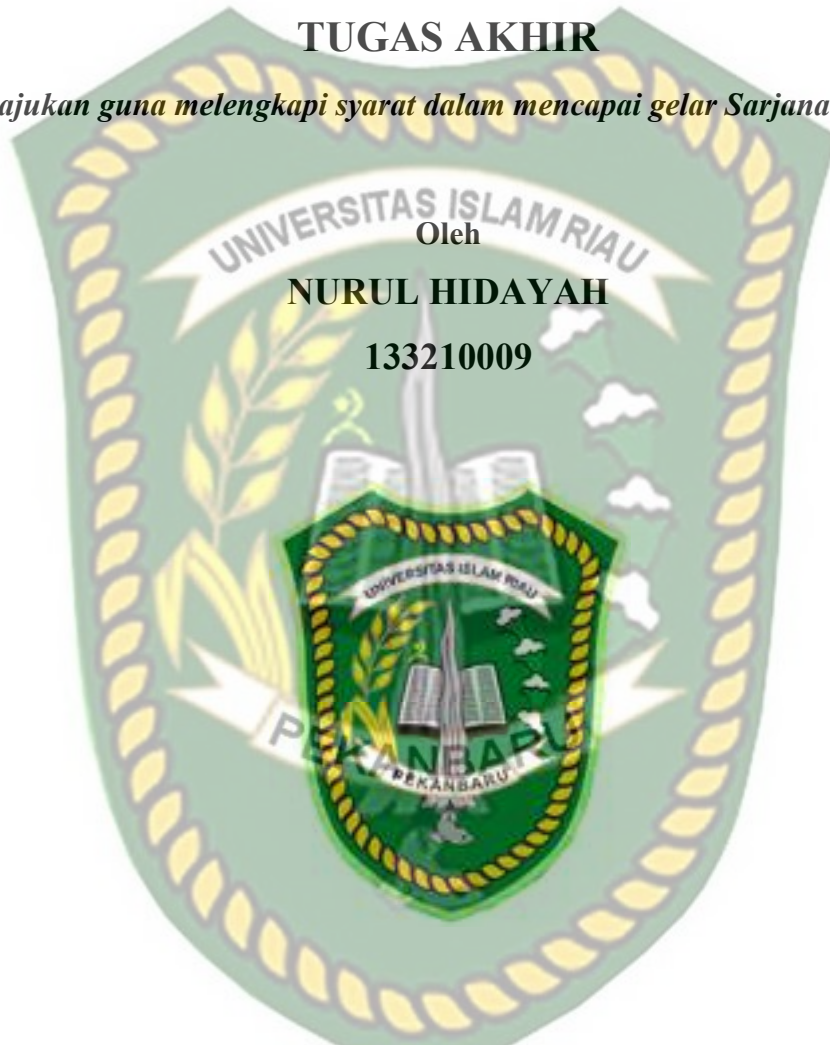
TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

NURUL HIDAYAH

133210009



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Nurul Hidayah
NPM : 133210009
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Evaluasi Penggunaan ESP Cable AWG1 dan AWG4 pada sumur X, Y, dan Z Berdasarkan Kosumsi Power di Lapangan NH

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI :

Pembimbing I : Dr. Mursyidah, M.se (.....)
Pembimbing II : M. Arison, ST, MT (.....)
Penguji : Idham Khalid, ST, MT (.....)
Penguji : Novrianti, ST, MT (.....)

Diterapkan di Pekanbaru
Tanggal September 2019

Disahkan Oleh :



Dekan
Fakultas Teknik

H. Abdul Kadir Zaini, MT.,MS.,TR

Ketua Prodi
Teknik Perminyakan

Dr. Eng. Muslim, MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicopot gelar dan ijazah jika ditemukan pemalsuan data atau plagiat dari penulisan lain.

Pekanbaru, September 2019




Nurul Hidayah
133210009



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SubhannallahTa'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M.sc selaku dosen pembimbing 1, dan Bapak M. Aryon, ST., MT selaku dosen pembimbing 2, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dodi Chandra selaku mentor, Bapak Ilyas, serta seluruh tim ESP BOB PT. BSP-Pertamina Hulu yang selalu siap memberikan dukungan baik dari segi data dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Ali Musnal. MT selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Dr. Eng. Muslim MT. selaku Ketua Prodi, serta Ibu Novrianti ST.MT selaku Sekretaris Prodi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
5. Bapak dan Ibu Dosen, Staff pengajar, serta Staff TU di Teknik Perminyakan Fakultas Teknik, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan.
6. Keluarga besar Bapak Hermansyah dan Ibu Amri, teman-teman PetroKece dan Angkatan 2013 yang telah mendukung saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Pekanbaru, September 2019

Penulis

Nurul Hidayah



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN SAMPUL DALAM	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Electrical Submersible Pump</i>	4
2.1.1 Komponen Pompa ESP.....	7
2.1.1.1 Peralatan Diatas Permukaan.....	7
2.1.1.2 Peralatan Dibawah Permukaan.....	10
2.1.2 <i>Pump Performance Curve</i>	14
2.2 Daya Listrik.....	16
2.2.1 Pengertian Daya Listrik.....	16
2.2.2 Daya Aktif.....	16

2.2.3 Daya Reaktif	17
2.2.4 Daya Nyata	17
2.2.5 Faktor Daya	17
2.2.6 Sifat Beban Listrik	18
2.2.7 Hilangnya Daya Listrik	18
2.3 Kabel Listrik	19
2.3.1 Pengertian Kabel Listrik	19
2.3.2 Jenis Kabel Listrik	20
2.3.3 Kabel Listrik AWG	20
BAB III TINJAUAN LAPANGAN	
3.1 Lapangan NH.....	23
3.2 Letak Geografis Lapangan NH.....	23
3.3 Pengembangan Lapangan	24
3.4 Sumur X, Y, dan Z	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN	
4.1 Konsumsi <i>Power</i> dengan Menggunakan Jenis Kabel AWG1 ..	27
4.2 Konsumsi <i>Power</i> dengan Menggunakan Jenis Kabel AWG4..	28
4.3 Analisa Perbandingan <i>Voltagedrop</i> Konsumsi <i>Power</i> dan <i>Energy Cost</i> pada kabel AWG1 dan AWG4	29
4.4 Analisa <i>Energy Cost</i> pada Penggunaan Kabel AWG1 dan AWG4	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian.....	3
Gambar 2.1	Struktur sumur produksi menggunakan ESP.....	6
Gambar 2.2	<i>Wellhead</i>	7
Gambar 2.3	<i>Junction Box</i>	8
Gambar 2.4	<i>Switchboard</i>	9
Gambar 2.5	<i>Transformer</i>	10
Gambar 2.6	<i>Protector</i>	11
Gambar 2.7	<i>Gas separator</i>	12
Gambar 2.8	<i>Pump</i>	13
Gambar 2.9	<i>Flat Cable</i> dan <i>Round Cable</i>	14
Gambar 2.10	<i>Pump Performance Curve</i>	15
Gambar 2.11	Kabel Listrik	20
Gambar 3.1	Peta Lokasi Lapangan NH	24
Gambar 3.2	<i>Pump Performance Curve</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	AWG Size and Properties	21
Tabel 4.1	Jumlah Pumpset yang digunakan	26
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Konsumsi Power menggunakan Kabel AWG 1 pada sumur X, Y, dan Z	27
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Konsumsi Power menggunakan Kabel AWG 4 pada sumur X, Y, dan Z	28
Tabel 4.4	Hasil Perbandingan Voltage Drop, Konsumsi Power dan Energy Cost pada kabel AWG1 dan 4 pada sumur X, Y, dan Z	29
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Energy Cost</i> per kWh dan per tahun menggunakan Kabel AWG 1 pada Sumur X, Y, dan Z Jumlah Pumpset yang digunakan	30

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Perhitungan Hilangnya Tegangan pada Sumur X
LAMPIRAN II Perhitungan Hilangnya Tegangan pada Sumur Y
LAMPIRAN III Perhitungan Hilangnya Tegangan pada Sumur Z



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

AWG	<i>American Wire Gauge</i>
BHT	<i>Bottom Hole Temperature</i>
ESP	<i>Electric Submersible Pump</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
NYVIN	<i>Nylon Polyvinyl Chloride</i>
PIP	<i>Pump Intake Pressure</i>
PSD	<i>Pump Setting Depth</i>
SFL	<i>Static Fluid Level</i>
TERSIL	<i>Tersilicon Polyester Silicon</i>
WFL	<i>Water Fluid Level</i>
WC	<i>Water Cut</i>



DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

a	<i>Ampere</i>
Hp	<i>horse power</i>
Ft	<i>feet</i>
V	<i>Volt</i>
W	<i>watt</i>
Kw	<i>Killo watt</i>



**EVALUASI PENGGUNAAN ESP *CABLE* AWG 1 DAN AWG 4 PADA
SUMUR X,Y, DAN Z BERDASARKAN KONSUMSI *POWER* DI LAPANGAN
NH BOB PT.BSP-PERTAMINA HULU**

NURUL HIDAYAH

133210009

ABSTRAK

Untuk menggerakkan motor pada pompa ESP maka dibutuhkan aliran listrik. Listrik akan mengalir melalui media pengantar yaitu kabel. Kabel yang digunakan adalah kabel AWG (*American Wire Gauge*) yang berdiameter besar. Selain itu, kabel yang digunakan juga merupakan jenis kabel yang harus tahan terhadap *temperature* tinggi. Pemilihan jenis kabel tersebut harus sesuai dengan keadaan didalam sumur tersebut, apabila kabel yang digunakan tidak sesuai dengan kondisi sumur maka akan menyebabkan kerusakan alat pada ESP.

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan metode *Field Research* dengan teknik pengumpulan data yang dilakukan merupakan data sekunder, yaitu menggunakan data produksi sumur yang diberikan oleh pembimbing lapangan, buku pegangan pelajaran teknik perminyakan, *paper* dan diskusi dengan dosen pembimbing. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan seberapa besar daya dan tegangan yang hilang disepanjang kabel ESP saat diberikan arus dari permukaan sampai ke motor listrik didalam sumur produksi serta menentukan penggunaan kabel yang lebih menguntungkan antara AWG1 dan AWG4.

Hasil dari evaluasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa untuk sumur yang memiliki kedalaman lebih kecil dari 576 ft akan lebih menguntungkan menggunakan kabel AWG4. Sementara untuk sumur yang memiliki kedalaman diatas 3243 ft menggunakan kabel AWG1. Karena, untuk sumur dangkal apabila menggunakan AWG1 akan menyebabkan pemborosan, dari segi harga kabel dan spec yang dibutuhkan oleh motor.

Kata kunci : *Electrical Submersible Pump, AWG Cable, temperature.*

EVALUATION OF THE USE OF ESP CABLE AWG 1 AND AWG 4 ON THE WELL X, Y, AND Z BASED ON POWER CONSUMPTION IN THE NH BOB FIELD PT.BSP-PERTAMINA HULU

NURUL HIDAYAH

133210009

ABSTRACT

To drive the motor at the ESP pump, electricity is needed. Electricity will flow through the delivery medium, which is cable. The cable used is AWG (American Wire Gauge) cable with large diameter. In addition, the cable used is also a type of cable that must be resistant to high temperatures. The choice of cable type must be in accordance with the conditions in the well, if the cable used is not in accordance with the conditions of the well it will cause damage to the equipment at ESP.

The research method used is the Field Research method with data collection techniques carried out is secondary data, which uses well production data provided by field supervisors, petroleum engineering handbooks, papers and discussions with supervisors. The purpose of this study is to determine how much power and voltage are lost along the ESP cable when given current from the surface to the electric motor in the production well and determine the use of a more favorable cable between AWG1 and AWG4.

The results of the evaluation in this study indicate that for wells that have a depth of less than 576 ft it would be more beneficial to use AWG4 cable. As for wells that have depths above 3243 ft using AWG1 cable. Because, for shallow wells when using AWG1 will cause waste, in terms of the price of cables and specs needed by the motor.

Words key : Electrical Submersible Pump , Cable AWG, temperature .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat awal produksi sumur minyak mampu memproduksi secara alami (*natural flow*). Hal ini disebabkan karena tekanan reservoir yang masih tinggi. Apabila tekanan di reservoir menurun maka untuk mengalirkan minyak ke atas permukaan dibutuhkan pengangkatan buatan (*Artificial Lift*). Salah satu metode pengangkatan buatan adalah menggunakan *Electrical Submersible Pump* (ESP). Dengan digunakannya pompa ESP diharapkan produksi pada sumur tersebut meningkat.

Untuk menggerakkan motor pada pompa ESP maka dibutuhkan aliran listrik. Listrik akan mengalir melalui media pengantar yaitu kabel. Kabel listrik yang digunakan untuk pompa ESP adalah kabel listrik dengan ketetapan *America Wire Gauge* (AWG). Jenis kabel AWG yang biasanya dipakai adalah AWG1 sampai AWG6, karena kabel AWG jenis ini memiliki diameter yang besar dan tahan terhadap *temperature* yang tinggi. Apabila jenis kabel yang digunakan tidak sesuai dengan keadaan sumur produksi bisa menyebabkan peralatan pompa yang digunakan rusak sehingga sumur tidak bisa memproduksi dengan efektif.

Pada lapangan NH ini, jenis kabel yang digunakan pada pompa ESP untuk memproduksi adalah jenis kabel AWG1 dan AWG4. Karena jumlah tegangan yang diberikan berbeda maka perlu dievaluasi berapa jumlah tegangan yang harus diberikan dan jumlah tegangan yang hilang disepanjang kabel, sehingga tegangan yang sampai ke motor sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan oleh motor tersebut. Apabila jumlah tegangan yang sampai ke motor tidak sesuai dengan kapasitas motor maka akan mengurangi keefektifan kinerja motor tersebut. Dan apabila jumlah tegangan yang sampai pada motor juga lebih besar dari kapasitas motor maka akan terjadi *overspec*. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut Penggunaan ESP Cable

AWG1 dan AWG4 dapat digunakan dan juga dapat mengurangi kerugian terhadap perusahaan.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Penggunaan ESP Cable AWG1 dan AWG4 pada sumur X, Y, dan Z Berdasarkan Konsumsi Power di Lapangan BOB PT.BSP Pertamina Hulu” ini adalah:

1. Mengetahui seberapa besar tegangan yang hilang pada kabel ESP saat diberikan arus dari permukaan sampai ke motor listrik didalam sumur produksi.
2. Menentukan penggunaan kabel yang lebih menguntungkan antara AWG 1 dan AWG 4 dengan melakukan perbandingan terhadap kedua kabel tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan maka peneliti hanya akan menghitung seberapa besar daya yang hilang pada disepanjang kabel dalam kondisi sumur yang sama tetapi memiliki kadalam sumur yang berbeda.

1.4 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Lokasi : Lapangan X,Y, dan Z, Riau
2. Metode penelitian : *Field Research*
3. Teknik pengumpulan data : Data sekunder, yaitu menggunakan data produksi sumur yang diberikan oleh pembimbing lapangan, buku pegangan pelajaran teknik perminyakan, *paper* dan diskusi dengan dosen pembimbing.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT telah menciptakan segala yang ada dimuka bumi untuk kebutuhan manusia dan sebaik-baiknya manusia adalah yang mampu menafkahkan hasil usahanya di jalan Allah SWT sebagaimana di jelaskan dalam (QS *Al-Baqarah* 267) :
Artinya : “Hai orang-orang yang beriman, nafkankanlah (di jalan Allah SWT) sebagian hasil dari usaha mu yang baik-baik dan sebagian dari apa yang kami keluarkan dari bumi untuk kamu, dan janganlah kamu memilih yang buruk-buruk lalu kamu menafkahkan daripadanya, padahal kamu sendiri tidak mau mengambilnya melainkan dengan memicingkan mata terhadapnya, dan ketahuilah, bahwa Allah SWT maha kaya lagi maha terpuji” (QS *Al-Baqarah* 267).

Dan dalam (QS *Az-Dzariyat* 20) :

Artinya : “Dan di Bumi itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah SWT) bagi orang-orang yang yakin” (QS *Az-Dzariyat* 20).

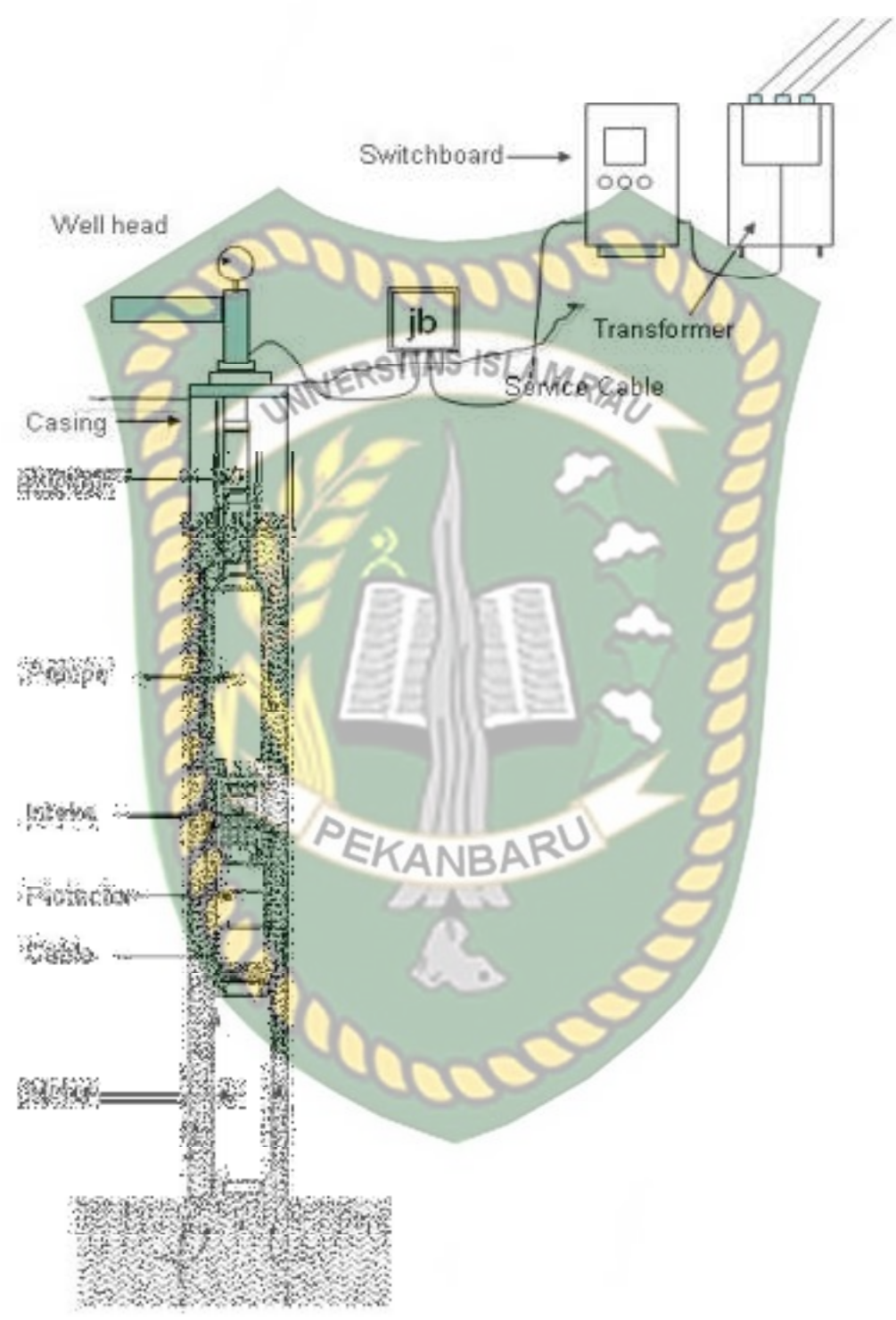
2.1. *Electrical Submersible Pump* (ESP)

ESP adalah pompa sentrifugal yang terdiri dari susunan beberapa *stages* (tingkat) dipasang pada poros pompa. Satu *stage* terdiri dari satu *impeller* dan satu *diffuser*. Prinsip kerja dari pompa ESP ini adalah arus listrik dari transformer disalurkan ke peralatan bawah permukaan melalui kabel listrik yang di klem pada tubing, dimana motor listrik akan mengubah arus listrik menjadi energi mekanik yang berputar pada kecepatan relatif konstan, kemudian memutar pompa (*Impeller*) melewati poros motor yang disambungkan dengan bagian *protector*, kemudian energi kinetis fluida diubah menjadi energi potensial oleh *diffuser*, sehingga fluida tersebut

akan dapat dihisap oleh *impeller* pada *stage* yang berikutnya. Proses ini berlangsung secara terus-menerus hingga *stage* terakhir, sehingga fluida akan dapat naik ke permukaan melalui tubing. Setiap tingkat (*stage*) yang digunakan akan sangat menentukan besarnya kapasitas produksi pemompaan. (Imam W.Sujomo. 1995)

Keunggulan dari penggunaan pompa ESP ini yaitu dapat digunakan pada sumur miring, perencanaan dan pemilihan instalasi sederhana, dan efisiensi pompa relatif konstan selama waktu pemakaian. Adapun kelemahannya adalah putaran mesin yang tinggi dalam pompa dapat menimbulkan masalah terbentuknya emulsi yang relatif sulit untuk ditanggulangi dan efisiensi pompa rendah pada sumur dengan *gas oil ratio* yang tinggi.





Gambar 2.1 Pompa ESP dengan penggunaan kabel dari transformer sampai ke motor

2.1.1. Komponen pompa ESP

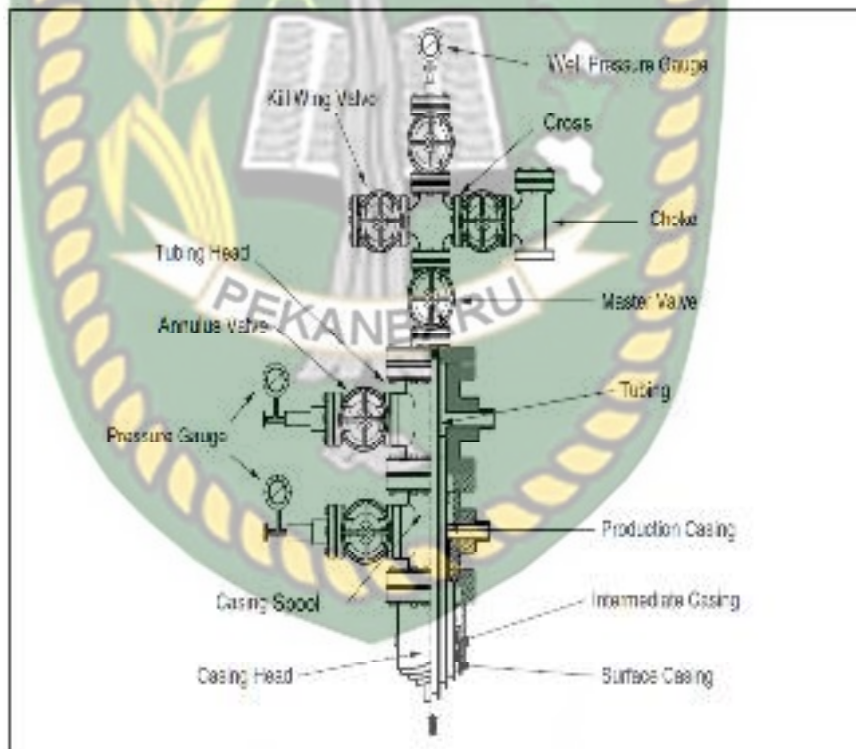
Unit *Electric Submersible Pump* terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu peralatan bawah permukaan (*Down Hole Equipment*) dan peralatan di atas permukaan (Imam W. Sujomo, 1995).

2.1.1.1. Peralatan Diatas Permukaan

Peralatan di atas permukaan *Electric Submersible Pump* (ESP) diantaranya yaitu:

a. *Well Head (Tubing Head)*

Wellhead (tubing head) ESP dilengkapi dengan tubing *hanger* khusus yang mempunyai lubang untuk memasang rangkaian tubing.

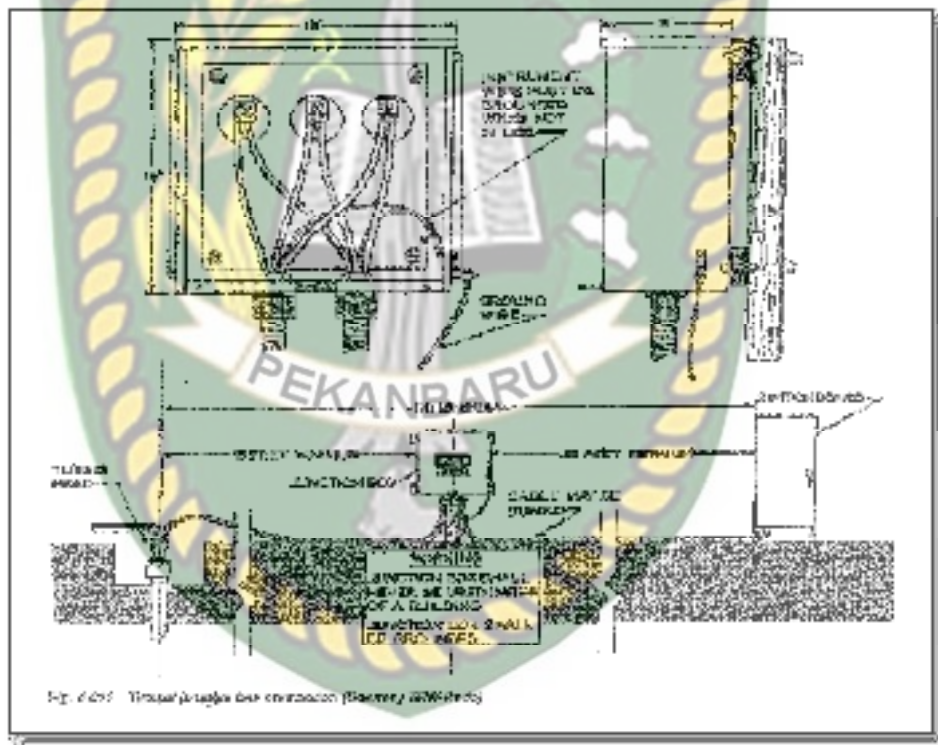


Gambar 2.2 *Wellhead* (Baker Huges Handbook, 2011)

b. Junction Box

Junction box terletak di antara kepala sumur dan *switchboard* untuk alasan keamanan. Gas dapat mengalir ke atas melalui kabel dan naik ke permukaan menuju *switchboard* yang bisa menyebabkan terjadinya kebakaran, karena itu kegunaan dari *junction box* ini adalah untuk mengeluarkan gas yang naik ke atas permukaan tersebut. Gas yang ke luar dari sumur akan masuk ke dalam *junction box* lalu kemudian ke luar melalui sambungan kabel dari *switchboard* dengan kabel dari ESP motor. Namun untuk aplikasi di lapangan ada beberapa sumur yang tidak lagi menggunakan *junction box* hal ini dikarenakan sudah tidak ada gas yang

ter
pr
od
uk
si
da
ri
res
er
vo
ir,
se
hi
ng
ga



junction box tidak perlu dipasang.

Gambar 2.3 *Junction Box* (Kermit Brown Volume 2, 1984)

c. *Switchboard*

Switchboard adalah panel tempat mengatur kerjanya motor ESP, biasanya dilengkapi dengan motor *controller*, *overload* dan *underload protection* serta alat pencatat (*recording instrument*) yang bisa bekerja secara manual ataupun otomatis. *Switchboard* ini dapat digunakan untuk tegangan dari 440 volt sampai 480 volt.

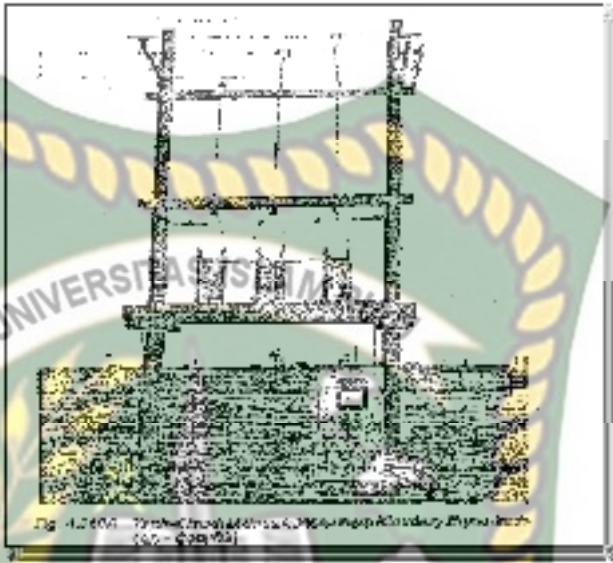


Gambar 2.4 *Switchboard* (Kermit Brown Volume 2, 1984)

d. *Transformer*

Transformer merupakan alat untuk mengatur tegangan listrik, bisa untuk menaikkan atau menurunkan tegangan. Alat ini terdiri dari *core* (inti) yang dikelilingi oleh *coil* dari lilitan kawat tembaga. Keduanya, baik *core* maupun *coil* direndam dengan minyak trafo sebagai pendingin dan isolasi. Perubahan tegangan akan sebanding dengan jumlah lilitan kawatnya. Biasanya tegangan input *transformer* diberikan tinggi agar didapat *ampere* yang rendah pada jalur transmisi, sehingga tidak dibutuhkan kabel (penghantar) yang besar. Tegangan

input yang tinggi akan diturunkan dengan menggunakan *step-down trafo* sampai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh motor.



Gambar 2.5 *Transformer* (Kermit Brown Volume 2, 1984)

2.1.1.2. Peralatan Di bawah Permukaan

Peralatan di bawah permukaan *Electric Submersible Pump* (ESP) diantaranya yaitu:

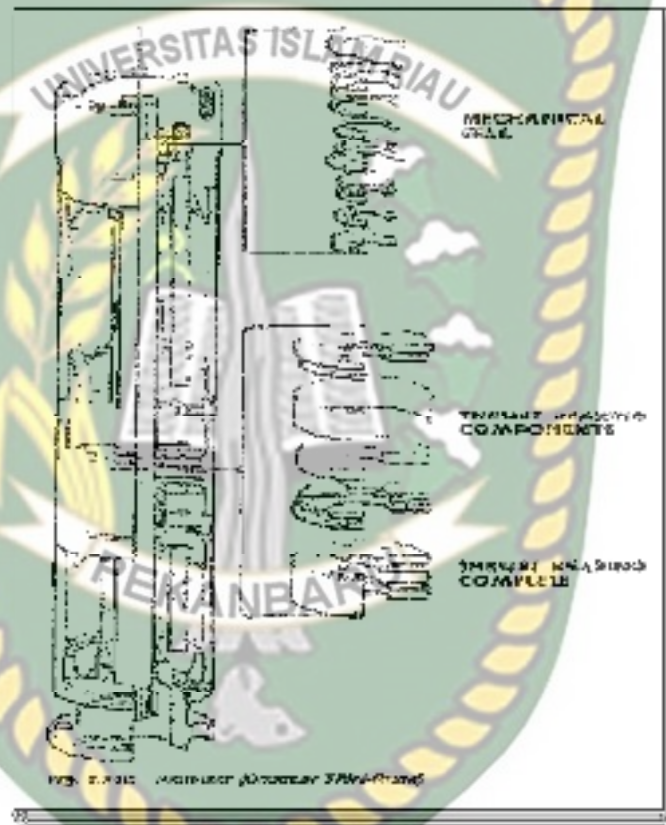
a. Motor Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan ESP untuk memutar *impeller* yang terpasang dalam pompa tersebut. Motor terdiri dari beberapa buah rotor yang disusun seri pada suatu poros. Panjang setiap rotor tergantung dari desain *Horse Power* (HP) yang diperlukan. Pada motor listrik dipasang di atas zona perforasi atau jika harus dipasang dibawah zona perforasi maka harus dipasangi jaket disekeliling motor (*shroud*).

b. Protector (Seal Selection)

Protector dipasang diantara motor dan gas separator. Protector mempunyai fungsi diantaranya yaitu:

- 1) Mencegah masuknya fluida / cairan yang berasal dari lubang bor masuk ke dalam motor.
- 2) Sebagai ruang fluida untuk menampung pemuaian dan penyusutan dari minyak motor karena pemanasan dan pendinginan yang dialami motor ketika motor dioperasikan maupun dimatikan
- 3) Sebagai tempat untuk menahan daya tolak yang berasal dari pompa

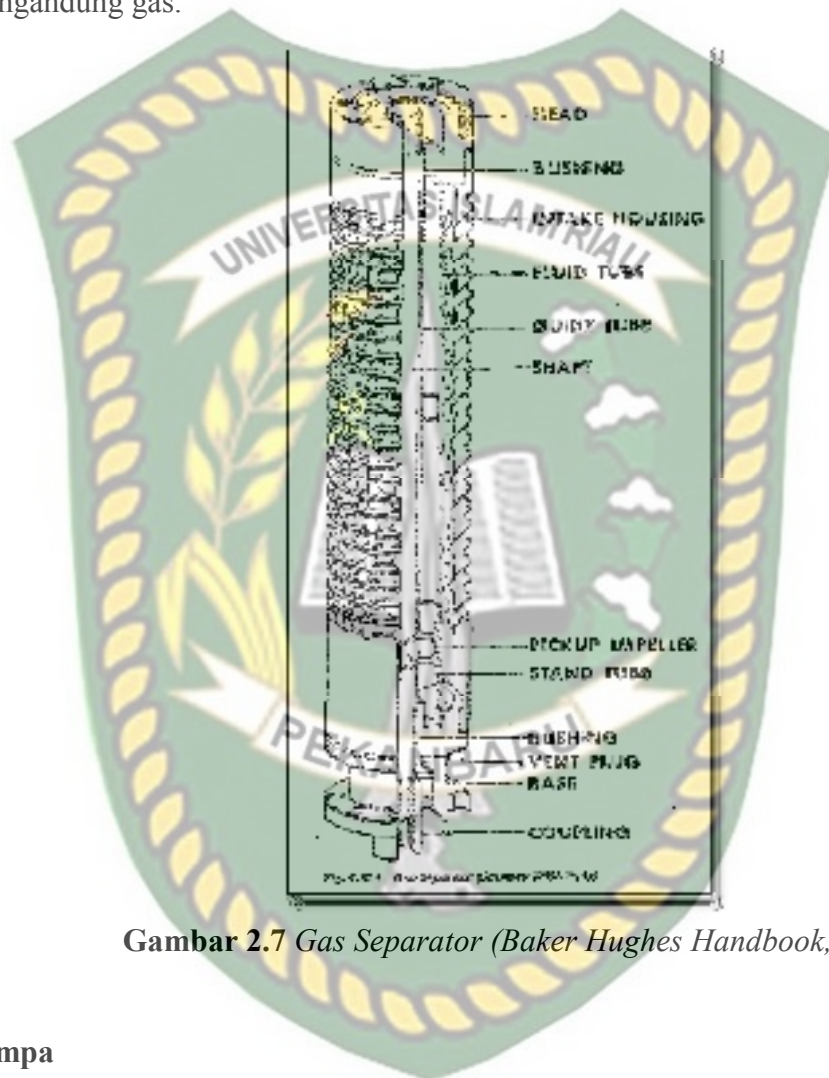


Gambar 2.6 Protector (Baker Hughes Handbook, 2011)

c. Gas Separator / Intakes

Gas separator / intake pump ini terletak diantara pompa dan bagian protector dalam rangkaian ESP. Alat ini akan memisahkan gas dari fluida cair sehingga hanya fluida cair yang masuk kedalam pompa. Gas separator digunakan pada sumur produksi yang banyak mengandung gas. Apabila gas dalam jumlah yang

besar masuk kedalam pompa dapat menimbulkan terjadinya gas *lock* (pompa terisi oleh gas dan tidak dapat mempompa fluida), dengan adanya gas separator akan dapat menaikkan efisiensi pemompaan terutama bagi sumur yang banyak mengandung gas.



Gambar 2.7 Gas Separator (Baker Hughes Handbook, 2011)

d. Pompa

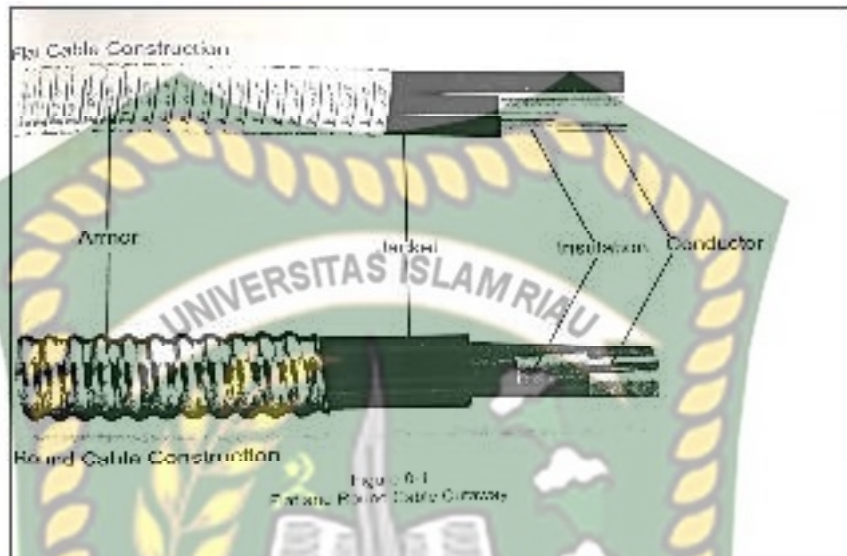
Pompa terdiri dari beberapa *multistage*, dimana dalam setiap *stage* terdiri dari satu pasang *impeller* dan *diffuser*. *Impeller* merupakan bagian dari suatu pompa yang bergerak memutar fluida, sedangkan *diffuser* merupakan media statis dari suatu pompa yang berfungsi untuk menangkap fluida setelah diputar oleh *impeller*, dan mengubah gaya setrifugal menjadi gaya dorong keatas.



Gambar 2.8 Pompa (*Backer Hughes handbook*, 2011)

e. Kabel Listrik

Kabel listrik memiliki fungsi yang sangat penting yaitu sebagai media untuk mengalirkan aliran listrik dari permukaan sampai ke motor. Kabel listrik ini terdiri dari dua jenis yaitu *Round Cable* dan *Flat Cable*. Jenis kabel yang dibutuhkan adalah kabel yang mampu menahan temperatur tinggi, tekanan dan kedap air untuk mensuplai arus maksimum ke motor. Pada beberapa sumur tertentu bahkan dibutuhkan kabel yang mampu bertahan terhadap serangan korosi (karat) dan tekanan gas yang tinggi.



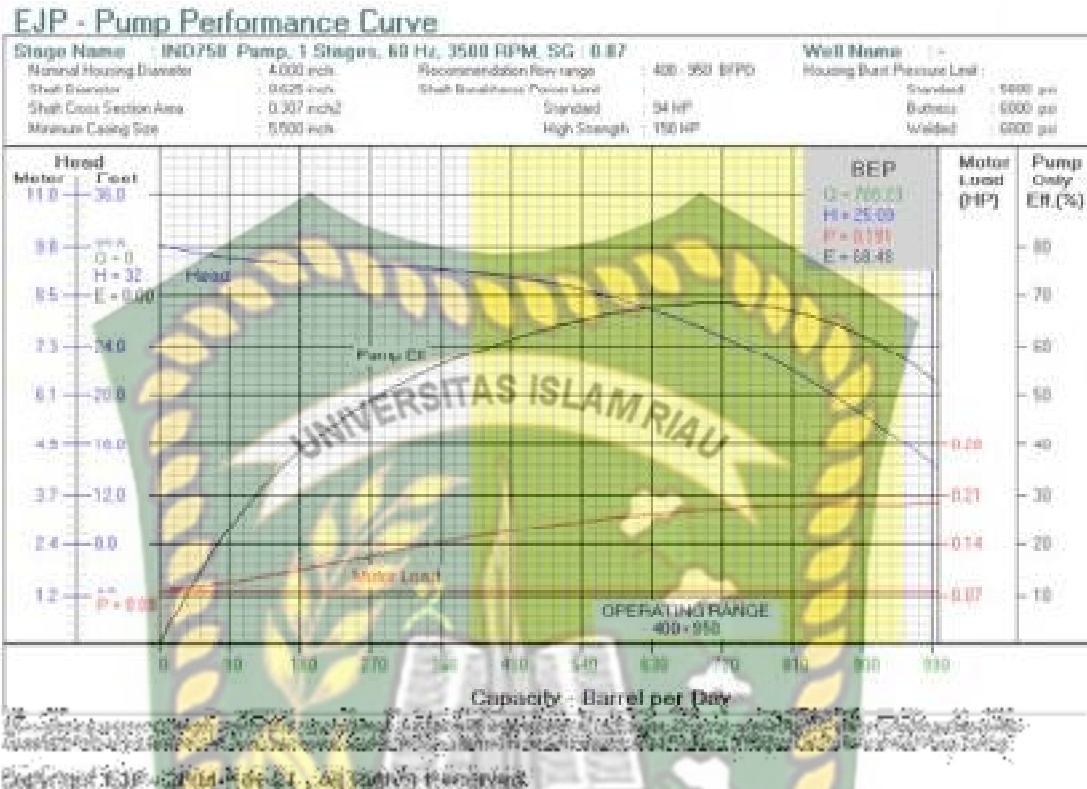
Gambar 2.9 Flat cable dan Round cable (Baker Hughes Handbook, 2011)

f. Check Valve

Check valve dipasang di atas pompa untuk menjaga fluida tetap berada di atas pompa. Pemasang *check valve* adalah untuk mencegah turunnya fluida pada saat pompa dimatikan, karena akan mengakibatkan putaran balik pada pompa yang menyebabkan rusaknya motor dan terjadi kerusakan pada peralatan pompa.

2.1.2. Pump Performance Curve

Pump Performance Curve adalah sistem kerja pompa yang meliputi hubungan antara kapasitas BFPD yang direkomendasikan, *Head-feed per stage*, *horse power per stage* dan efisiensi pompa. Hubungan tersebut digambarkan berupa grafik dimana pengujian pompa tersebut dilakukan di pabrik dengan menggunakan fluida air tawar ($SG = 1$), jumlah *stage* dan kecepatan tertentu. Dalam membaca kurva-kurva pompa harus diperhatikan RPM yang digunakan saat pengujian pompa tersebut.



Gambar 2.10 Pump Performance Curve (sumber IJP.PT.BOB)

Dari tersebut tentang *pump performance curve* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Head Capacity* (Kapasitas Daya Angkat)

Kurva ini menunjukkan hubungan antara *total dynamic head* (TDH) dengan laju produksi pada kecepatan (RPM) konstan. Pompa baru atau yang masih baik daya kerjanya akan berkarakteristik kerja sepanjang kurva ini.

2. *Pump Efficiency* (Efisiensi Pompa)

Laju produksi perlu dipertahankan agar pompa tetap bekerja pada efisiensi maksimum, agar pemakaian pompa dapat bertahan lama. Laju produksi terlalu besar dari kemampuan ESP akan menyebabkan *up thrust* kerusakan terjadi pada bantalan (*washer*) atas. Sedangkan laju produksi terlalu kecil dari kapasitas ESP akan menyebabkan *down thrust* yang akan merusak bantalan bawah. (Manajemen Produksi Hulu Pertamina, 2003).

3. *Brake Horse Power* (Daya yang diperlukan)

Kurva BHP adalah kurva yang di plot berdasarkan data tes performa atau kinerja aktual.

4. *Operating Range*

Merupakan *range* yang diperbolehkan suatu unit pompa untuk bekerja. Pompa yang dipasang, diharapkan agar tidak melebihi batas operasi tersebut untuk mencapai efisiensi pompa tertinggi. Operasi pompa yang diluar *range* nya (terlalu sedikit atau terlalu banyak aliran) menyebabkan masalah karena efisiensi yang rendah sehingga menimbulkan pemanasan dan keausan mekanis antara *impeller* dan *diffuser*. *Range* nilai ini akan berbeda untuk tiap jenis atau tipe pompa ESP.

2.2. Daya Listrik

2.2.1. Pengertian Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP), *Horsepower* merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Daya dinyatakan dalam P, tegangan dinyatakan dalam v, dan arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan dalam :

$$P = V \times I \quad (10)$$

2.2.2. Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain.

$$P = V \times I \times \text{Cos}\varphi \quad (11)$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

2.2.3. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk *fluks* medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lampu pijar. Satuan daya reaktif adalah Var.

$$Q = V \times I \times \text{Sin}\varphi \quad (12)$$

2.2.4. Daya Nyata

Daya nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus. Daya nyata juga merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.

$$S = V \times I \quad (13)$$

2.2.5. Faktor Daya

Faktor daya ($\text{Cos } \varphi$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\text{Cos } \varphi$. Faktor daya mempunyai nilai *range* antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu

Energi listrik digunakan berbanding lurus dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Semakin besar energi listrik yang digunakan maka semakin besar biaya produksi yang dibutuhkan. Factor daya terdiri dari dua sifat yaitu:

- a. Factor daya *leading*, yaitu apabila arus mendahului tegangan. Faktor daya *leading* terjadi apabila bebannya kapasitif, seperti *capacitor*.
- b. Factor daya *lagging*, yaitu apabila tegangan mendahului arus. Factor daya *lagging* terjadi apabila bebannya induktif, seperti motor induksi dan AC.

2.2.6. Sifat Beban Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan *short circuit*. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan *open circuit*. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian.

Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai berikut:

- a. Beban resistif, yaitu beban yang merupakan suatu resistor murni, contohnya seperti lampu pijar dan pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif.
- b. Beban induktif, yaitu beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contohnya seperti motor listrik, induktor dan transformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “*lagging*”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° .
- c. Beban kapasitif, yaitu beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “*leading*”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar ϕ° .

2.2.7. Hilangnya Daya Listrik (*Voltage Drop*)

Voltage drop adalah hilangnya daya listrik pada saat arus mengalir melalui kabel konduktor, karena pada kabel tersebut memiliki nilai impedansi. Untuk menghitung *voltage drop* adalah dengan berdasarkan faktor beban yang mempertimbangkan arus beban penuh pada suatu system. Tetapi jika beban memiliki arus *start up* tinggi (misalnya motor), maka *voltage drop* dihitung berdasarkan pada arus *start up* motor tersebut serta faktor dayanya.

Voltage drop memiliki nilai maksimum yang diperbolehkan timbul sepanjang kabel yang dialiri oleh arus listrik. Apabila nilai tegangan yang hilang melebihi batas maksimum, maka harus memilih ukuran kabel yang lebih besar.

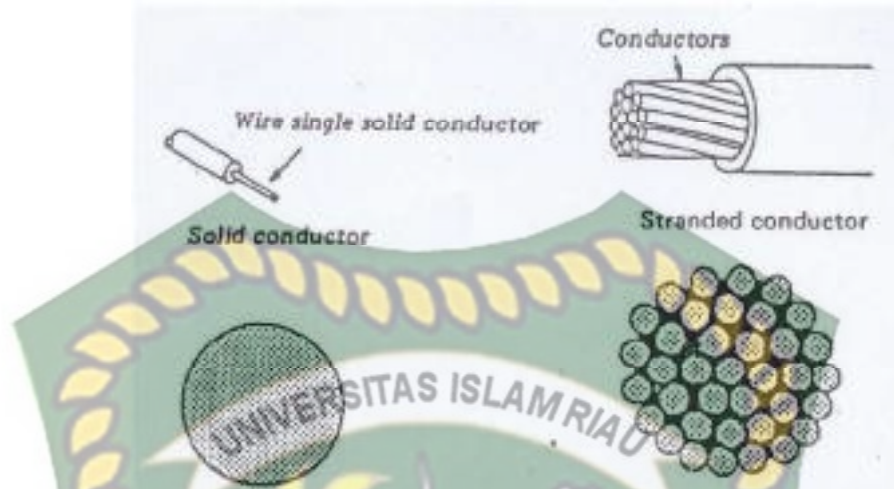
Untuk mengetahui nilai Voltage drop digunakan persamaan:

$$voltage\ drop = \frac{faktor\ koreksi \times Cable\ voltdrop \times Panjang\ kabel}{1000} \quad (15)$$

2.3. Kabel Listrik

2.3.1. Pengertian Kabel Listrik

Kabel Listrik adalah media penghantar arus listrik yang terdiri dari Konduktor dan Isolator. Konduktor berfungsi menghantarkan aliran listrik, biasanya konduktor dibuat dari tembaga ataupun aluminum. Kemampuan setiap jenis konduktor dalam menghantarkan listrik tergantung dari jenis konduktornya. Isolator adalah bagian pembungkus kabel yang tidak menghantarkan listrik, isolator umumnya dibuat dari bahan termoplastik. Fungsinya adalah untuk melindungi kabel supaya tidak terpapar oleh pengaruh alam di sekelilingnya. Isolator juga berfungsi melindungi perangkat agar tidak mengalami hubungan pendek. Semakin baik kualitas isolatornya, maka akan semakin baik kualitas kabel dalam menghantarkan listrik dan semakin panjang pula usia pakainya. Kabel Listrik pada dasarnya merupakan sejumlah *wire* (kawat) terisolator yang diikat bersama dan membentuk jalur transmisi multikonduktor.



Gambar 2.11 Kabel Listrik

2.3.2. Jenis Kabel Listrik

Kabel listrik dibuat dan dirancang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan pemakaiannya. Tujuannya adalah untuk menghindari bahaya yang timbul apabila terjadi kerusakan terhadap kabel tersebut. Tipe dari kabel berdasarkan dari bahan dan isolasi diantaranya adalah jenis kabel buatan Inggris NYVIN (*Nylon Polyvinyl Chloride*) dan TERSIL (*Tersilicon Polyester Silicon*). Jenis-jenis kabel dinyatakan dalam singkatan-singkatan yang terdiri dari jumlah huruf, angka atau gabungan Antara huruf dan angka. Karena banyaknya jenis kabel yang ada, sering tidak mudah untuk mengenali konstruksi suatu kabel hanya dari nama dan singkatannya saja tanpa ada keterangan tambahan. Beberapa kode kabel yang sering dijumpai adalah seperti NYA, NYAF, NGA, NYM, NYMHY, NYY, NYYHY dan lain-lainnya. Dari kode tersebut kita dapat mengetahui bahan konduktor dan bahan isolator yang digunakan serta jumlah wire konduktornya tunggal atau serabut (lebih dari satu).

2.3.3. Kabel Listrik AWG

America Wire Gauge atau AWG merupakan ketentuan ukuran kabel listrik berstandar logaritmik yang digunakan sejak 1857, terutama di Amerika Utara, untuk diameter kawat bulat, solid, nonferrous, konduktor elektrik. Luas penampang

setiap pengukur adalah faktor penting untuk menentukan *ampacity* pembawa arus. Ukuran kabel standar AWG sangat berbeda dengan IEC (*International Electrotechnical Commission*) yaitu ukuran kabel standar internasional yang mengambil ukuran kabel dari ukuran luas penampang dalam satuan mm^2 .

Tabel 2.1 AWG Size and Properties (sumber Bambang Trisno MK Teknik Penyambungan)

AWG	Diameter		Area (mm^2)	Resistance ($\text{Ohm}/1000 \text{ ft}$)	Max Current (ampere)	Max Frequency (Hz)
	inches	mm				
1	0,2893	7,34822	42,4	0,1239	119	325
2	0,2576	6,54304	33,6	0,1563	94	410
3	0,2294	5,82676	26,7	0,197	75	500
4	0,2043	5,18922	21,6	0,2485	60	650
5	0,1819	4,62026	16,8	0,3133	47	810
6	0,162	4,1148	13,3	0,3951	37	1100

Kabel standar AWG yang biasa digunakan dalam dunia perminyakan adalah kabel AWG1 sampai dengan AWG6. Sementara jenis kabel lainnya ada yang digunakan untuk instalansi rumah tangga, gedung, dan sistem tenaga. Faktor yang mempengaruhi pemilihan jenis kabel adalah kehilangan tegangan kabel tersebut serta bahan pengantar listrik dan isolator yang digunakan. Pemilihan jenis kabel yang akan digunakan untuk sumur produksi juga harus tahan terhadap *temperature* tinggi. Apabila isolator kabel tersebut tidak tahan terhadap temperature yang tinggi maka akan menyebabkan kabel tersebut meleleh karena tidak tahan terhadap kondisi sumur dan arus listrik yang mengalir, sehingga akan merusak peralatan yang lain.

Untuk memilih ukuran jenis kabel yang akan digunakan harus mempertimbangkan besarnya jumlah kehilangan atau kerugian tenaga, karena pemakaian kawat dengan ukuran besar nilai *resistance* akan mengecil sehingga

tenaga yang hilang juga kecil. Selanjutnya yaitu jumlah tegangan yang hilang disepanjang kabel dari sumber tegangan sampai ke motor listrik akibat pemakaian arus pada beban yang digunakan. Yang terakhir adalah batasan arus yang boleh dialirkan pada kawat kabel agar tidak menimbulkan panas yang berlebihan, karena panas tersebut akan merusak bahan isolator kabel.

Bahan pengantar terdiri dari tiga jenis yaitu silver, tembaga, dan aluminium. Bahan yang memiliki daya hantar terbaik diantara ketiganya adalah silver, tetapi silver jarang digunakan karena harganya yang terlalu mahal. Sehingga bahan yang biasanya digunakan adalah tembaga atau aluminium. Tembaga memiliki sifat daya hantar yang lebih baik dari aluminium karena mudah dibentuk dan mudah disolder tetapi lebih berat dan mahal dibandingkan aluminium. Daya hantar aluminium adalah 60% dari pada tembaga dan juga lebih ringan dari tembaga. Sehingga untuk kabel yang memiliki diameter besar digunakan bahan aluminium untuk mengurangi berat corona yang ditimbulkan oleh arus listrik berpotensi tinggi.

BAB III

TINJAUAN LAPANGAN

3.1 Sejarah Area BOB (PT. BSP-Pertamina Hulu)

Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu merupakan konsorsium antara Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) melalui PT. Bumi Siak Pusako dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) melalui Pertamina Hulu. Semua ini bermula dari keinginan Pemda Siak Sri Indrapura yang ingin mengelola ladang minyak yang berada di wilayah Kabupaten Siak Sri Indrapura yang semula di kelola oleh PT. CALTEX PACIFIC INDONESIA (CPI).

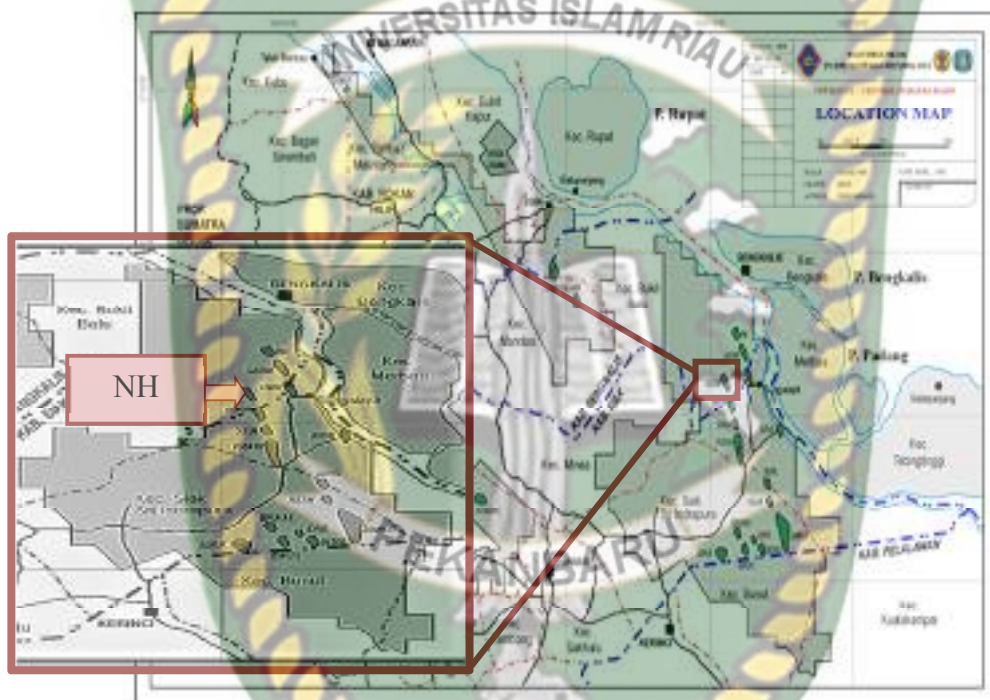
Bertepatan dengan berakhirnya kontrak PT. CALTEX PACIFIC INDONESIA (CPI) pada 9 Agustus 2002, maka pihak Pemda Siak Indrapura mengusulkan agar area Coastal Plains Pekanbaru Blok Area (CPP BLOCK) dikelola oleh daerah Siak itu sendiri. Melalui beberapa perundingan maka Area CPP Block diserahkan kepada Pemda Siak Sri Indrapura dengan bekerjasama dengan pihak Pertamina Hulu untuk mengelola dan melanjutkan eksplorasi dengan struktur modal 50 % PT. Bumi Siak Pusako dan 50 % Pertamina Hulu dan kerja sama ini dinamakan dengan Badan Operasi Bersama.

Daerah operasi CPP Block diresmikan pada tanggal 9 Agustus 2002 oleh Bupati Siak Sri Indrapura, Bapak H. Arwis AS. Kewenangan pengolahan block ini diserahkan kepada BOB dari pemerintahan dalam pengawasan usaha migas, selaku badan resmi pemerintahan dalam pengawasan usaha migas di Indonesia pada 6 Agustus 2002 setelah ditandatangani perjanjian *Product Sharing Contract For Oil* (PSC) antara PT. BSP dengan pemerintah (Menteri ESDM).

3.2 Letak Geografis Lapangan NH

Lapangan NH secara regional terletak di sebelah Utara sub-cekungan dataran pantai. Sub cekungan ini merupakan bagian dari kerangka regional Cekungan Sumatera Tengah. Lapangan ini merupakan salah satu aset lapangan didalam blok CPP milik BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu. Secara

administrasi terletak di Kabupaten Siak, Propinsi Riau. Secara geografis lapangan ini terletak di bagian Timur Cekungan Sumatera Tengah yang merupakan salah satu cekungan *tersier* di Pulau Sumatera. Kerangka tektonik Sumatera merupakan busur magmatik yang berhubungan dengan Lempeng Indo - Australia terhadap Lempeng Eurasia pada arah $N 6^\circ$. Wilayah kerja BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu dengan luas sebesar 9.135,06 km² terletak di propinsi Riau yang tercakup dalam Kabupaten Siak, Bengkalis, Kampar Rokan Hulu.



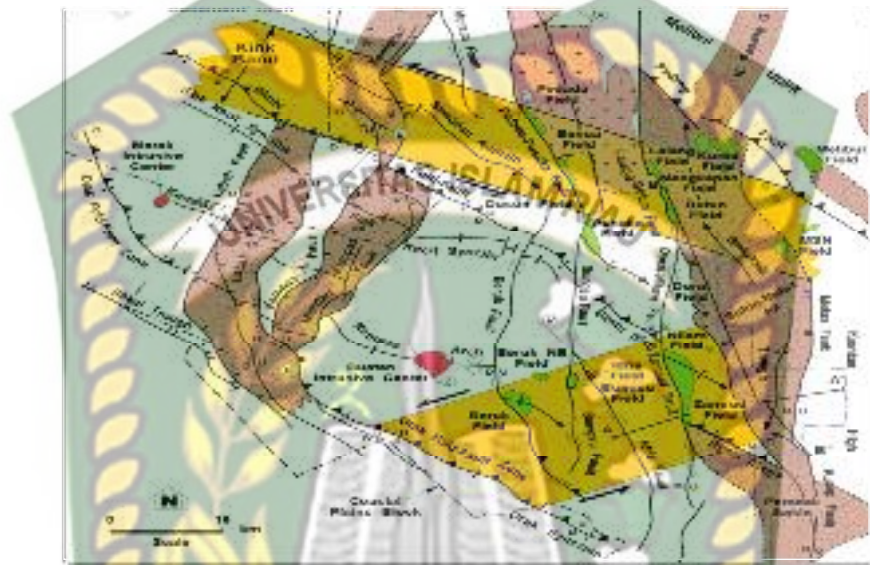
Gambar 3.1 Peta Lokasi Lapangan NH di dalam Blok CPP (File PT.BOB Bumi Siak Pusako – PT. Pertamina Hulu, 2007)

3.3 Pengembangan Lapangan

Pada umumnya struktur tanah di lapangan NH di BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu adalah gambut, oleh karena itu setiap tahunnya ketinggian struktur tanah cenderung menurun. Pada sekitar tahun 1980, program pengembangan lapangan produksi dilakukan untuk mengembangkan lapangan dengan spasi 248 *acre* dilakukan pemboran 10 sumur pengembangan. Tahun 1981, sebanyak 4 sumur kembali dibor. Metode produksi pada sumur di BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu semuanya menggunakan *Artificial Lift* dan sebagian besar menggunakan ESP (*Electric Submersible Pump*). Pada Lapangan

NH memiliki total 27 sumur, diantaranya 15 sumur produksi yang hidup dan 7 sumur yang mati..

Peta lokasi area BOB PT. Bumi Siak Pusako - Pertamina Hulu secara luas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.2 Peta Lokasi & Struktur *Framework Lapangan* (File PT. BOB CPP *Operation Map*, 2007)

3.4 Sumur X, Y dan Z pada Lapangan NH

Pada sumur X, Y, dan Z merupakan beberapa sumur yang ada dilapangan NH dimana dalam proses membawa minyak dari perut bumi menggunakan metode pengangkatan buatan pompa ESP. Ketiga sumur tersebut memiliki karakteristik geografis dan keadaan sumur yang hampir sama sama, tetapi memiliki kedalaman sumur yang berbeda. Pengujian yang dilakukan untuk ketiga sumur tersebut adalah guna membandingkan penggunaan kabel yang lebih efektif, dan juga untuk menghindari kerugian yang akan dialami oleh perusahaan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Dengan mengetahui seberapa besar jumlah tegangan listrik yang hilang selama arus mengalir dari *transformer* untuk sampai ke motor listrik yang berada didalam sumur produksi, maka kita bisa menentukan berapa jumlah tegangan yang harus diberikan dari *transformer* untuk sampai ke motor listrik tersebut. Apabila arus yang sampai ke motor listrik lebih kecil dari *volt* motor tersebut maka motor tersebut bisa jadi tidak akan berfungsi atau berfungsi tetapi tidak sesuai yang diharapkan sehingga sumur tidak bisa berproduksi dengan efektif. Dan jika tegangan yang diberikan dari *transformer* terlalu berlebihan maka akan terjadi *overspec* pada motor, selain itu juga akan menyebabkan kerugian pada perusahaan karena pemborosan tersebut. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan yang signifikan untuk menangani masalah tersebut.

Dari data produksi sumur yang didapatkan dari perusahaan, diketahui bahwa ketiga sumur yang akan dievaluasi menggunakan jenis pompa ESP dengan kapasitas motor yang sama, tetapi memiliki kedalaman sumur yang berbeda. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 tentang kapasitas motor dengan jumlah *pumpset* yang digunakan oleh setiap sumur.

Tabel 4.1 Jumlah Pumpset yang digunakan

No	Sumur	Jenis Pompa	Jumlah Pumpset (ft TVD)	Kapasitas Pompa (Hp)	Tegangan (volt)	Arus (ampere)
1	X	ESP	576	30	435	45
2	Y	ESP	3243	30	435	45
3	Z	ESP	3971	30	435	45

Dengan berbedanya jumlah pumpset yang digunakan, maka panjang kabel yang digunakan juga akan berpengaruh terhadap daya yang akan diberikan dari *transformer*. Ciri-ciri bahwa motor tersebut tidak berproduksi dengan baik adalah, melambatnya kinerja motor, serta berpengaruh terhadap peralatan yang lainnya dan kemungkinan terburuknya adalah terjadi kerusakan pada pompa sehingga tidak bisa berfungsi. Apabila kinerja motor tersebut tidak efektif maka minyak yang akan diangkat kepermukaan juga membutuhkan waktu yang lebih lama dari seharusnya.

4.1. Konsumsi *Power* dengan Menggunakan Jenis Kabel AWG 1

Pada jenis kabel AWG 1 diketahui memiliki kehilangan tegangan sepanjang kabel sebesar 10.5 volt/1000 ft dengan nilai *bottom hole temperature* 221°F. Nilai ini didapatkan berdasarkan pembacaan grafik *cable voltagedrop* yang ada pada lampiran. Untuk menentukan seberapa besar hilang tegangan disepanjang kabel untuk sampai ke motor listrik didalam sumur dan berapa jumlah tegangan yang akan dialirkan dari *transformer* untuk sampai ke motor listrik tersebut dilakukan perhitungan supaya tidak terjadi konsumsi *power* yang berlebih.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Konsumsi *Power* menggunakan Kabel AWG 1 pada Sumur X, Y, dan Z

Sumur	Jumlah Pumpset (ft TVD)	Panjang kabel (ft)	<i>Voltagedrop</i> (volt)	<i>Surface Voltage</i> (volt)	<i>Surface Power</i> (volt)
X	576	676	9,3	444,3	34,5888
Y	3243	3433	46	481	37,446
Z	3971	4071	56	491	38,2235

Dari table hasil perhitungan konsumsi daya listrik menggunakan jenis kabel AWG 1, dapat dilihat bahwa, semakin banyak jumlah pumpset yang digunakan maka semakin panjang pula kabel yang akan digunakan. Apabila kabel yang digunakan

semakin panjang akan menyebabkan jumlah tegangan yang hilang disepanjang kabel semakin besar pula.

Dengan besarnya tegangan yang akan hilang disepanjang kabel, maka besarnya tegangan yang harus di alirkan dari *transformer* juga semakin besar. Jumlah tegangan yang akan dialirkan dari *transformer* harus diperhitungkan dengan tepat agar pada saat tegangan yang sampai dimotor sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan oleh motor tersebut, yaitu sebesar 435 volt.

4.2. Konsumsi *Power* dengan Menggunakan Jenis Kabel AWG 4

Dari pembacaan grafik *cable voltagedrop* untuk *temperature* yang sama yaitu 221°F, jumlah tegangan yang hilang pada kabel AWG 4 lebih besar dibandingkan dengan kabel AWG 1 yaitu 19.5 volt/1000 ft. Pemilihan jenis kabel yang akan digunakan harus dipertimbangkan berdasarkan besarnya tegangan yang akan hilang disepanjang kabel serta berapa konsumsi daya yang diperlukan dan diberikan ke motor listrik.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Konsumsi *Power* menggunakan Kabel AWG 4 pada Sumur X, Y, dan Z

Sumur	Jumlah Pumpset (ft TVD)	Panjang kabel (ft)	<i>Voltagedrop</i> (volt)	<i>Surface Voltage</i> (volt)	<i>Surface Power</i> (volt)
X	576	676	17,21	452,21	35,2046
Y	3243	3433	85,4	520,4	40,51314
Z	3971	4071	520,4	539	41,96215

Dari tabel hasil perhitungan konsumsi daya listrik menggunakan jenis kabel AWG 4, dapat dilihat bahwa pembacaan hasil perhitungan yang sama seperti pada kabel AWG 1. Hanya saja jumlah tegangan yang yang dihasilkan oleh kabel AWG 4 lebih besar dibandingkan dengan menggunakan jenis kabel AWG 1. Untuk

menentukan yang lebih efektif dan ekonomis harus dilakukan perbandingan berdasarkan aspek yang lain.

4.3. Analisa Perbandingan *Voltagedrop* Konsumsi *Power* dan *Energy Cost* pada Kabel AWG 1 dan AWG 4

Analisa perbandingan antara kabel AWG 1 dan 4 dilakukan terhadap berapa tegangan yang hilang pada sepanjang kabel untuk sampai ke motor, jumlah tegangan yang harus dialirkan dari *transformer*, serta biaya yang harus dibayarkan oleh perusahaan berdasarkan konsumsi *power* yang dialirkan dari *transformer*.

Tabel 4.4 Hasil Perbandingan *Voltagedrop*, Konsumsi *Power* dan *Energy Cost* menggunakan Kabel AWG 1 dan 4 pada Sumur X, Y, dan Z

Sumur	Panjang kabel (ft)	<i>Voltagedrop</i> (volt)		<i>Power transformer</i> (kW)		<i>Energy Cost</i> (USD/kW)	
		AWG 1	AWG 4	AWG 1	AWG 4	AWG 1	AWG 4
X	676	9,3	17,21	34,5888	35,2046	5,9	5,94
Y	3433	46	85,4	37,446	40,51314	6,313	6,826
Z	4071	56	520,4	38,2235	41,96215	6,440	7,070

Dari tabel tersebut, untuk sumur X penggunaan jenis kabel AWG 1 menunjukkan nilai *voltagedrop* lebih kecil dibandingkan dengan jenis kabel AWG 4. Tetapi harga *energy cost* menunjukkan harga yang hampir sama untuk kedua jenis kabel tersebut. Oleh karena itu untuk menentukan jenis kabel yang akan digunakan, maka akan dibandingkan harga yang lebih ekonomis untuk kedua jenis kabel tersebut.

Harga kabel AWG 1 adalah sebesar 8,6 USD/ft, sedangkan harga kabel AWG 4 adalah 5.8 USD/ft. Jika dikalikan dengan panjang kabel yang digunakan pada sumur X, untuk jenis kabel AWG 1 adalah sebesar 5.813,6 USD. Sementara untuk kabel AWG 4 adalah 3.920,8 USD. Karena perbandingan harga tersebut, maka akan

lebih menguntungkan menggunakan jenis kabel AWG 4 dibandingkan dengan kabel AWG 1.

Sementara untuk sumur Y dan Z menunjukkan nilai *voltagedrop* pada kabel AWG 1 lebih kecil dibandingkan dengan AWG 4, begitu juga dengan *energy cost* yang menunjukkan pada jenis kabel AWG 4 lebih besar dibandingkan dengan jenis kabel AWG 1. Sehingga jenis kabel yang akan digunakan adalah kabel AWG 4.

4.4. Analisa *Energy Cost* pada Penggunaan kabel AWG 1 dan AWG 4

Analisa *energy cost* dilakukan untuk mengetahui berapa harga yang akan dibayar perusahaan berdasarkan daya yang dialirkan dari *transformer*. Dengan melakukan perbandingan antara kedua jenis kabel maka kita dapat mempertimbangan jenis kabel yang akan digunakan. Selain tegangan yang hilang disepanjang kabel selama arus mengalir dari *transformer*, pengaruh harga yang akan dibayar berdasarkan daya yang diberikan juga berpengaruh untuk pertimbangan pemilihan jenis kabel pada sumur-sumur tersebut.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan *Energy Cost* per kWh dan per tahun menggunakan Kabel AWG 1 pada Sumur X, Y, dan Z

No	Sumur	<i>Energy Cost</i> (USD)		<i>Energy Cost per tahun</i> (USD)	
		AWG 1	AWG 4	AWG 1	AWG 4
1	X	5,9	5,94	51.684	52.034,4
2	Y	6,313	6,826	55.301,88	59.795,76
3	Z	6,440	7,070	56.414,4	61.933,2

Dari hasil pembacaan tabel tersebut, pada sumur X harga yang harus di bayar oleh perusahaan untuk kedua jenis kabel tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang besar, sehingga untuk pemilihan jenis kabel yang akan digunakan dapat dipertimbangkan berdasarkan tegangan yang akan hilang di sepanjang kabel. Untuk sumur Y dan Z menunjukkan bahwa apabila menggunakan jenis kabel AWG 4 maka

biaya yang harus dibayar oleh perusahaan lebih besar dibandingkan menggunakan jenis kabel AWG 1.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Semakin panjang kabel yang digunakan, maka jumlah tegangan yang hilang disepanjang kabel juga semakin besar nilainya. Pada sumur X yang menggunakan kabel sepanjang 676 ft, jumlah tegangan yang hilang untuk kabel AWG1 adalah sebesar 9,3 volt, sementara untuk kabel AWG4 jumlah tegangan yang hilang adalah sebesar 17,24 volt. Untuk sumur Z yang merupakan sumur yang paling dalam menggunakan kabel sepanjang 4071 ft jumlah tegangan yang hilang pada kabel AWG1 adalah 56 volt, sementara pada kabel AWG4 adalah sebesar 520,4 volt.
2. Dari hasil perhitungan maka untuk sumur yang memiliki kedalaman lebih kecil dari 576 ft akan lebih menguntungkan menggunakan kabel AWG4. Sementara untuk sumur yang memiliki kedalaman diatas 3243 ft menggunakan kabel AWG1. Karena, untuk sumur dangkal apabila menggunakan AWG1 akan menyebabkan pemborosan, dari segi harga kabel dan spec yang dibutuhkan oleh motor. Selain itu harga beli untuk AWG4 lebih murah dibandingkan dengan AWG1.

5.2 Saran

Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat melanjutkan studi ini dengan melakukan perbandingan antara hubungan tegangan listrik yang hilang disepanjang kabel terhadap laju produksi suatu sumur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhisi Pradana, Agung. (2015). Optimasi *Lifting* Menggunakan Pompa ESP dan Analisa Keekonomian . Seminar Nasional Cendikiawan.
- Agus Wahono, Petrus dkk. (2015). Evaluasi Pompa ESP Terpasang Untuk Optimasi Produksi Minyak PT.Pertamina Asset *Field* Ramba. Palembang
- Belly, Alto dkk. (2010). “Daya Aktif, Reaktif, dan Nyata”. Teknik Elektro UI. Jakarta
- Brown, K.E., (1984). *The Technology of Artificial Lift Methods* (Volume 2). USA: The University of Tulsa. (Volume 4)
- Brown, K.E., (1984). *The Technology of Artificial Lift Methods* (Volume 2). USA: The University of Tulsa. (Volume 2)
- BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu. (2007). Sejarah Lapangan dan Letak Geografis.
- Deny Setyawan dan I Ketut Gunarta. (2015). Analisa Pemilihan Suplai Daya Listrik 6MW untuk Program Peningkatan Produksi Minyak di Sukowati *Field*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Indonesia.
- Electrical Submersible Pump Analysis and Design*. (2001). USA: Case Service Inc
- Jaya, Patra. (2014). Evaluasi Pompa ESP Untuk Optimasi Produksi. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Kerite ESP Cable. A Marmon Wire & Cable / Berkshire Hathaway Company*
- Lubiantara, Benny. (2012). Ekonomi Migas – Tinjauan Aspek Komersial Kontrak Migas. Analisa Kebijakan Fiskal OPEC. Jakarta.
- Mayendra, Aliya. Fathaddin dan Cahaya Rosyidan. Evaluasi Perbandingan Desain *Electrical Submersible Pump* dan *Sucker Rod Pump* untuk Optimasi Produksi pada Sumyr M-03 dan M-05. Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti.

- Nataliana, Decy dkk. (2017). Studi Korelasi Antara Kapasitas Daya Motor ESP terhadap 4 Parameter Sumur minyak. Teknik Elektrik Institut Teknologi Nasional Bandung. Bandung
- Ohoiwutun, Johanes. (2015). Analisis Rugi Daya Transformator 100 kVA Gardu Rufeii Pantai di PT.PLN (PERSERO) Wilayah Papua dan Papua Barat Area Sorong. Politeknik Katolik Saint Paul Sorong
- Richa Melysa dan Fitrianti. Analisis Potensi Daya Listrik Pada Sumur Produksi Panas Bumi dengan Menggunakan Metode *Back Pressure* pada Unit XY. Journal of Earth Energy Engineering. Universitas Islam Riau
- Royen, Abi. (2014). Tabel Konversi Ukuran kabel AWG.
- Shofia Shobah, Hanif Nur Widhiyanti, S.H., M.Hum Dr. Patricia Audrey, S.H., M.Kn. *Cost Recorvery* dalam Kontrak Kerjasama Minyak dan Gas Bumi di Indonesia Ditinjau dari Hukum Kontrak Internasional. Fakultas Hukum Universitas Brawijaya.
- Solaris. (2012). *American Wire Gauge Conductor Size Transformer Voltage Drop* (2002)
- Trisno, Bambang. (2010). Kabel dan Teknik Penyambungan
- Widjajono, Partawidagdo. (2002). Manajemen Ekonomi Migas (2End Ed). Program Sarjana ITB. Bandung.
- Wiharya, Chandra. Hadi Suyono dan Rini Nur Hasanah. (2014). Analisis *Voltage Sag* pada Sistem Tenaga Listrik PT. Petrochina *International Ltd.* Sorong.