

**ANALISIS PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN
*ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) DENGAN
METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
BOBY APRILIANDO P
143210594

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

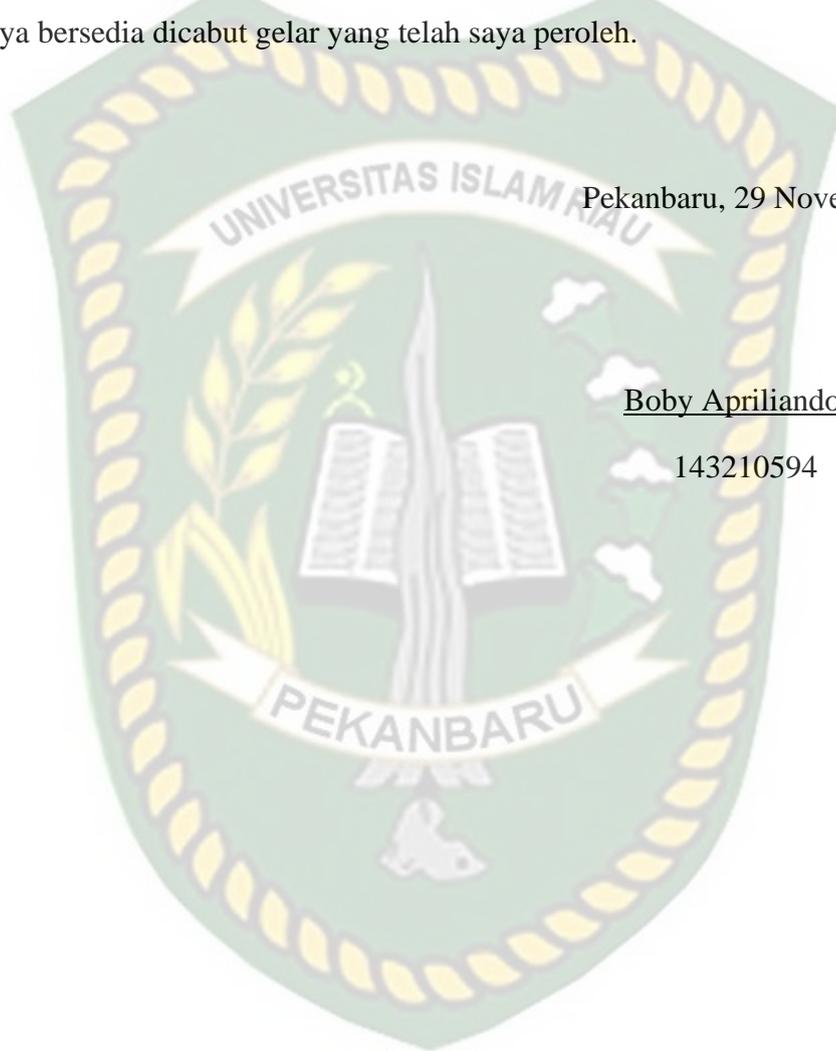
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 29 November 2021

Boby Apriliando P

143210594



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'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. M. Ariyon, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga serta masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Richa Melisya S.T., M,T selaku pembimbing akademik saya, yang telah memberikan arahan, nasehat, serta semangat selama perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Kedua Orang Tua saya serta adik saya Dea Ananda, S.T, Ulvia Azmi, Zulfa Risky Adli Mansyah atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril dan materil yang diberikan sampai penyelesaian tugas akhir.
5. MAPEDALLIMA HANG TUAH FT-UIR yang telah memberikan saya pengalaman yang luar biasa.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 29 November 2021

Boby Apriliando P



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR RINGKASAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Tujuan Penelitian.....	3
1. 3 Manfaat Penelitian.....	3
1. 4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2. 1 <i>State of the Art</i>	5
2.2 <i>Electrical Submersible Pump (ESP)</i>	6
2.2.1 Peralatan Atas Permukaan (<i>Surface Equipment</i>).....	7
2.2.2 Peralatan Dibawah Permukaan (<i>Downhole Equipment</i>)	9
2.2.3 Prinsip Kerja Electrical Submersible Pump (ESP).....	17
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan <i>Electrical Submersible Pump (ESP)</i>	17
2.3 Metode <i>Simple Additive Weighting (SAW)</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Rumusan Masalah	23
3.2 Analisa Kebutuhan Data.....	23

3.3	Pengumpulan Data	23
3.3.1	Studi Pustaka	23
3.3.2	Wawancara	24
3.4	Kesimpulan dan Saran	24
3.5	Tempat Penelitian	24
3.6	Jadwal Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Hierarki Pemilihan <i>Electrical Submersible Pump</i> (ESP)	26
4.2	Bobot Setiap Kriteria	29
4.3	Rating Kecocokan Setiap Kriteria pada Setiap Alternatif	30
4.4	Matriks Keputusan Berdasarkan Kriteria	31
4.5	Normalisasi Matriks	31
4.6	Menentukan rangking/peringkat	34
BAB V PENUTUP		36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	36
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		41

DAFTAR GAMBAR

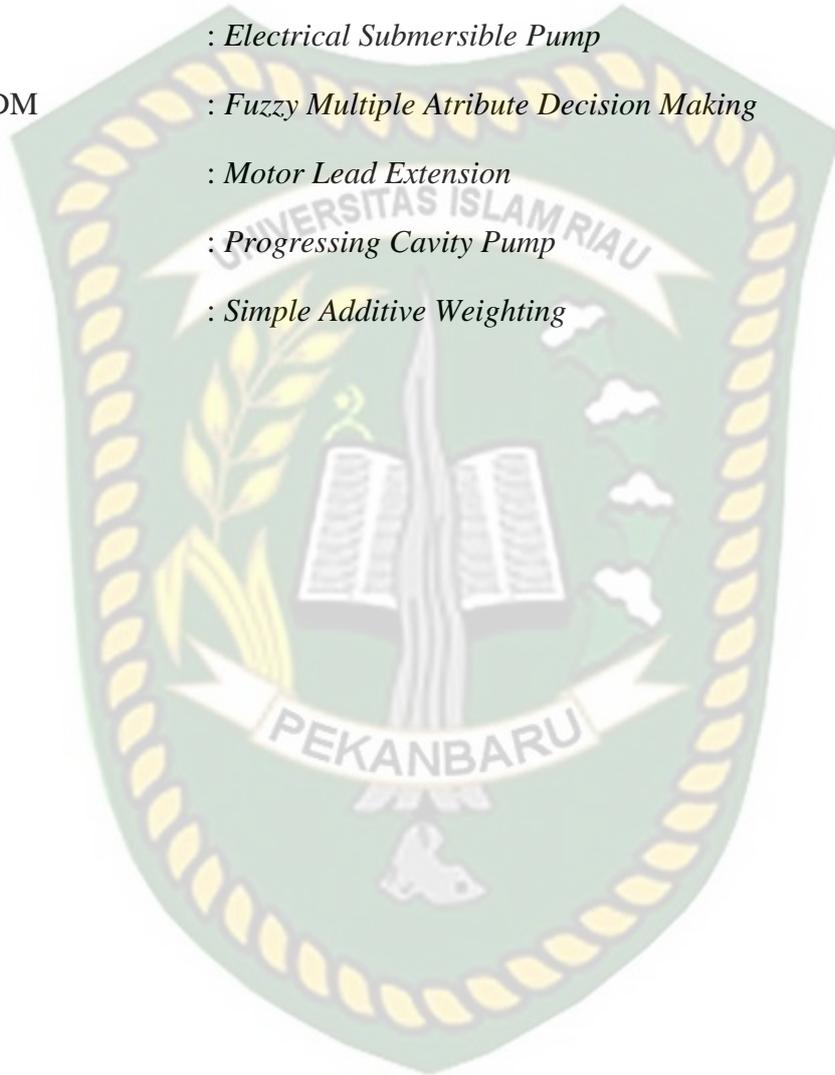
Gambar	Halaman
2. 1 Rangkaian Electrical Submersible Pump (ESP)	7
2. 2 Wellhead	8
2. 3 Junctionbox	8
2. 4 Komponen motor	10
2. 5 Shaft	10
2. 6 Rotor.....	11
2. 7 Stator	11
2. 8 Housing	12
2. 9 Kabel	12
2. 10 Motor Lead Extension.....	13
2. 11 Protector Seal (Tackas Gabor, 2009)	13
2. 12 Coupling.....	14
2. 13 Isolation Chamber	14
2. 14 Thrust Bearing.....	15
2. 15 Intake.....	15
2. 16 One Stage	16
2. 17 Impeller & Diffuser.....	17
2. 18 Flowchart Metode Simple Additive Weighting (SAW).....	21
3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian.....	22
4. 1 Bagan Hirarki Pemilihan Pompa ESP.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Jadwal Penelitian.....	25
4. 1 Range & Bobot Usia Pakai	26
4. 2 Range & Bobot Biaya Pengadaan	27
4. 3 Range & Bobot Keandalan	28
4. 4 Range & Bobot Jumlah Pemeliharaan	29
4. 5 Bobot Kriteria.....	30
4. 6 Rating kecocokan.....	30
4. 7 Penentuan Atribut Keuntungan & Biaya	31
4. 8 Perangkingan.....	35

DAFTAR RINGKASAN

AHP	: <i>Analytical Hierarchy Process</i>
ESP	: <i>Electrical Submersible Pump</i>
FMADM	: <i>Fuzzy Multiple Atribute Decision Making</i>
MLE	: <i>Motor Lead Extension</i>
PCP	: <i>Progressing Cavity Pump</i>
SAW	: <i>Simple Additive Weighting</i>



ANALISIS PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN *ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP* (ESP) DENGAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* (SAW)

BOBY APRILIANDO P

NPM 143210594

ABSTRAK

Lapangan X merupakan salah satu lapangan produksi minyak yang berada pada cekungan Sumatera Tengah. Pada lapangan X terdapat permasalahan pada penurunan laju produksinya, sehingga dilakukan penggantian metode pada pengangkatan produksinya yaitu dengan *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang bertujuan untuk meningkatkan laju produksi. *Electrical Submersible Pump* (ESP) merupakan pompa electric yang digunakan sebagai alat pengangkatan buatan (*Artificial lift*) dengan tujuan agar laju produksi yang ditargetkan tercapai. Permasalahan lain kembali muncul ketika banyaknya produk *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang dipasarkan dengan berbagai jenis, tipe, dan keunggulan yang bervariasi. Keberagaman tersebut tentunya menyulitkan perusahaan untuk memilih dan menentukan produk *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang seharusnya digunakan agar lebih efisien dengan kondisi lapangan/sumur. Oleh karena permasalahan tersebut maka pada penelitian ini akan dirancang dan dibuat Analisis Pendukung Keputusan Pemilihan Pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) Dengan Menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan topik pendukung keputusan pada pemilihan suatu subjek atau objek yang telah ditentukan sebelumnya. Konsep dasar dari metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yaitu mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja (kriteria) pada setiap alternatif pada semua atribut yang ada (*benefit & cost*). Dari hasil analisa pendukung keputusan pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), maka *electrical submersible pump* yang efektif dan efisien digunakan pada studi kasus Lapangan X adalah Red-A yang memiliki nilai 1.

Kata kunci: *Artificial lift* (Pengangkatan buatan), *Electrical Submersible pump* (ESP), *Simple additive weighting* (SAW).

DECISION SUPPORT ANALYSIS OF SELECTION ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) WITH SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) METHOD

BOBY APRILIANDO P

NPM 143210594

ABSTRACT

Field X is one of the oil production fields located in the Central Sumatra basin. In field X there is a problem of decreasing the rate of production, so that the replacement of the method of production is carried out with the Electrical Submersible Pump (ESP) which aims to increase the rate of production. Electrical Submersible Pump (ESP) is an electric pump used as an artificial lift with the aim that the targeted production rate is achieved. Another problem arises again when the number of Electrical Submersible Pump (ESP) products are marketed with various types and advantages that vary. This diversity certainly makes it difficult for companies to choose and determine Electrical Submersible Pump (ESP) products that should be used to be more efficient with field conditions/wells. Therefore, in this study will be designed and made Analysis supporting the Decision of The Selection of Electrical Submersible Pump (ESP) Using the Simple Additive Weighting (SAW) method. Simple Additive Weighting (SAW) is one of the most widely used methods for solving problems with the topic of supporting decisions on the selection of a predetermined subject or object. The basic concept of the Simple Additive Weighting (SAW) method is to look for the most weighted summation of the performance rating (criteria) on each alternative to all existing attributes (benefit & cost). From the results of the analysis supporting the decision to select the Electrical Submersible Pump (ESP) with the Simple Additive Weighting (SAW) method, the electrical submersible pump that is effective and efficiently used in field X case studies is Red-A which has a value of 1.

Keywords: *Artificial lift, Electrical Submersible pump (ESP), Simple additive weighting (SAW).*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memproduksi minyak pada lapangan produksi tidak terlepas dari permasalahan penurunan laju produksi yang disebabkan oleh adanya penurunan tekanan pada reservoir. Kondisi tersebut mengharuskan dilakukannya evaluasi pada metode produksi saat ini, salah satunya yaitu dengan beralih ke metode pengangkatan buatan (*Artificial Lift*). Metode pengangkatan buatan terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya yaitu *Gas Lift*, *Hydraulic Pump*, *Beam Type Pumping Unit*, *Progressing Cavity Pump* (PCP), dan *Electrical Submersible Pump* (ESP). (Jaya, Rahman, & Herlina, 2014).

Electrical Submersible Pump (ESP) merupakan pompa electric yang digunakan sebagai alat pengangkatan buatan (*Artificial lift*) dengan tujuan agar laju produksi yang ditargetkan tercapai. *Electrical Submersible Pump* (ESP) terbagi menjadi dua komponen utama yaitu peralatan di atas permukaan (*Surface Equipment*) yang terdiri dari *Switchboard*, *Transformer*, *Junction Box*, dan *Wellhead*. Sedangkan peralatan dibawah permukaan (*Downhole Equipment*) diantaranya yaitu *Motor* (*Shaft*, *Rotor*, *Stator*, *Housing*, Kabel, *Motor Lead Extension*), *Protector Seal* (*Coupling*, *Isolation Chamber*, *Thrust Bearing*), *Intake* dan *Gas Separator*, Pompa (*Impeller*, *Difusser*) (Takacs, 2009).

Cara kerja dari *Electrical Submersible Pump* (ESP) ini yaitu arus listrik yang dihubungkan ke motor listrik dari *transformer* diletakkan atau dijepit disepanjang *tubing*. Energi listrik yang dialirkan ke motor listrik akan diubah menjadi energi mekanik (energi putar) yang nantinya digunakan untuk menggerakkan pompa. *Impeller* akan menghisap fluida yang terdapat pada pori-pori formasi, selanjutnya *diffuser* akan mengubah energi kinetis fluida menjadi energi potensial. Sehingga fluida akan dapat dihisap oleh *impeller* pada setiap stage berikutnya. Proses ini akan berlangsung secara terus menerus hingga pada

stage terakhir sampai fluida dapat naik ke permukaan melalui *tubing* (Aritonang, Atmam, & Elvira, 2019).

Keunggulan dari penggunaan *Electrical Submersible Pump* (ESP) diantaranya yaitu dapat digunakan pada sumur yang memiliki tingkat kemiringan, proses *design*, dan instalasi yang sederhana, serta efisiensi pemakaian pompa konstan dalam waktu lama. Sedangkan kelemahannya yaitu putaran pada mesin didalam pompa yang cukup tinggi dapat menimbulkan terbentuknya emulsi yang nantinya akan sulit untuk ditanggulangi, serta efisiensi pompa yang cukup rendah pada sumur yang memiliki *gas oil ratio* yang tinggi.

Pada Lapangan X terdapat permasalahan pada penurunan laju produksinya, sehingga dilakukan penggantian metode pada pengangkatan produksinya yaitu dengan *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang bertujuan untuk meningkatkan laju produksi. Permasalahan lain kembali muncul ketika banyaknya produk *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang dipasarkan dengan berbagai jenis, tipe, dan keunggulan yang bervariasi. Keberagaman tersebut tentunya menyulitkan perusahaan untuk memilih dan menentukan produk *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang seharusnya digunakan agar lebih efisien dengan kondisi lapangan/sumur. Oleh karena permasalahan tersebut maka pada penelitian ini akan dirancang dan dibuat Analisis Pendukung Keputusan Pemilihan Pompa *Electrical Submersible Pump* (ESP) Dengan Menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW).

Simple Additive Weighting (SAW) adalah salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan topik pendukung keputusan pada pemilihan suatu subjek atau objek yang telah ditentukan sebelumnya. Pengertian metode *Simple Additive Weighting* (SAW) menurut Fishburn dan MacCrimmon dalam (Munthe, 2013) mengemukakan bahwa metode *Simple Additive Weighting* (SAW), sering juga disebut dengan metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar dari metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yaitu mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja (kriteria) pada

setiap alternatif pada semua atribut yang ada (*benefit & cost*). Menurut (Asnawati dan Kanedi, 2012) “Nilai pada setiap karakteristik dapat ditentukan sendiri sesuai dengan kebutuhan perusahaan.” (Friedyadie, 2016). Pada penelitian ini metode *Simple Additive Weighting* (SAW) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) dengan melakukan penjumlahan setiap bobot pada setiap kriteria yang ada pada setiap alternatif. Hasil dari penjumlahan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) yang nantinya akan digunakan sebagai pendukung keputusan dalam pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang efisien untuk digunakan pada Lapangan X. Data pada penelitian ini menggunakan data yang diambil dari data jurnal penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Muhammad Ariyon dengan judul “Pemilihan Pompa Electric Submersible Pump Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Lapangan Zaryka)”. Adapun data yang digunakan yaitu parameter alternatif meliputi Centraleft, Motherford, Red-A, dan Wooden Group. Sedangkan data parameter kriteria ditentukan oleh narasumber meliputi Usia pakai pompa, Biaya pengadaan pompa, Keandalan pompa, dan Jumlah pemeliharaan pompa dalam kurun waktu yang ditentukan. Serta data pendukung terkait bobot dari parameter kriteria tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, maka tujuan dari penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Melakukan analisis dan perhitungan pada kasus pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW).
2. Menghasilkan nilai akhir (*output*) berupa persentase tingkat efisiensi dari masing-masing alternatif *Electrical Submersible Pump* (ESP).
3. Membantu dalam mendukung keputusan pemilihan produk *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang paling efisien digunakan pada Lapangan X

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat lain dari dilakukannya penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Sebagai syarat menyelesaikan studi sarjana (S1) Teknik Perminyakan di Universitas Islam Riau (UIR).
2. Membantu dalam pengambilan keputusan dan mengetahui alternatif *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang paling baik digunakan pada Lapangan X.
3. Sebagai perbandingan dari metode lain yang pernah digunakan sebelumnya (*Analytical Hierarchy Process*) pada penelitian dengan topik yang sama.
4. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dengan metode pendukung keputusan yang sama untuk kasus yang berbeda atau sebaliknya.

1.4 Batasan Masalah

Setelah melihat dari latar belakang dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan, maka diberikan beberapa batasan masalah agar tujuan penelitian dapat tercapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Penelitian dilakukan pada Studi Kasus Lapangan X.
2. Penelitian yang dilakukan hanya melakukan analisa dan perhitungan dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) pada atribut benefit. dengan hasil akhir (*output*) berupa persentase tingkat efisiensi dari setiap alternatif yang ada yaitu Centraleft, Motherford, Red-A, dan Wooden Group.
3. Penelitian yang dilakukan menggunakan data parameter karakteristik yaitu Usia Pakai Produk, Biaya Pengadaan Produk, Keandalan Produk, Jumlah & Biaya Pemeliharaan. Setiap parameter karakteristik memiliki bobot yang ditentukan oleh narasumber.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art*

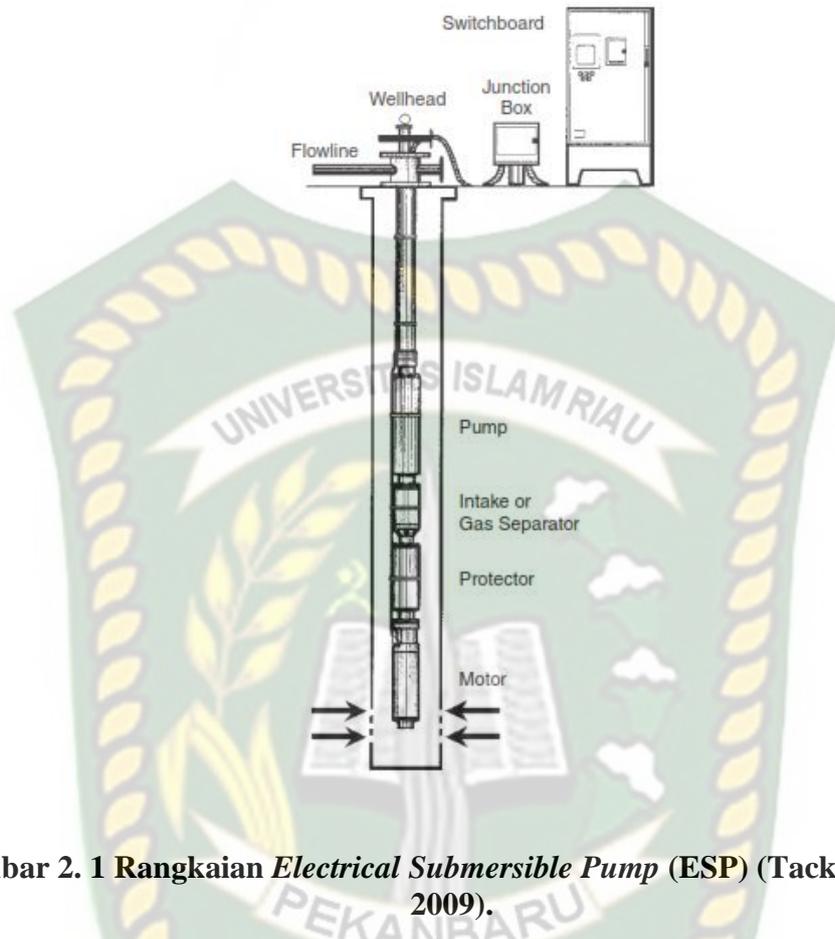
Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Muhammad Ariyon mengenai “Pemilihan Pompa Electrical Submersible Pump Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Lapangan Zaryka)”. Pada penelitian ini dilakukan pemilihan *electrical submersible pump* (ESP) yang efisien pada lapangan zaryka dengan tujuan untuk meningkatkan laju produksi. Permasalahannya terdapat berbagai macam jenis, merk, tipe, serta keunggulan yang menyulitkan perusahaan untuk menentukan *electrical submersible pump* (ESP) yang tepat untuk digunakan. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu dalam memilih *electrical submersible pump* (ESP). Dimana terdapat tiga faktor utama yang menjadi elemen kriteria yaitu daya tahan produk, pengalaman dan reputasi, serta jumlah maintenance. Sedangkan untuk elemen alternatif terdapat empat produk pompa yaitu Motherford, Red-A, Centraleft, dan Woodengroup. Hasil analisa menunjukkan bahwa faktor utama yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan pompa ESP adalah faktor daya tahan produk (56%), faktor pengalaman dan reputasi (12%), dan faktor jumlah maintenance (32%). Ditinjau dari berbagai faktor, alternatif pompa Red-A merupakan alternatif pompa terbaik (35%), pompa Centraleft (29%), pompa Motherford (19%) dan pompa Wooden Group (16%).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hermanto & Nailul Izzah mengenai “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Motor Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)”. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mempermudah pembeli dalam memilih produk motor terbaik, dan mendukung keputusan dalam memilih motor yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Pada penelitian ini menggunakan tiga elemen alternatif produk motor yaitu Honda, Yamaha, dan Suzuki yang masing-masing alternatif memiliki bobot nilai. Sedangkan untuk elemen kriteria yang digunakan yaitu harga, kualitas, desain, purna jual, konsumsi

BBM, dan popularitas. Pada sistem dilakukan pengujian dengan data sebagai berikut: Motor yang dicari adalah jenis matic dengan 125CC, dengan beberapa kriteria: Harga dengan bobot 20, desain dengan bobot 20, purna jual dengan bobot 15, konsumsi BBM dengan bobot 15, dan popularitas dengan bobot 15. Kesimpulan dari pengujian yang dilakukan dinyatakan dengan hasil nilai terbesar pada alternatif produk motor Honda New Vario 125 Esp CBS-ISS dengan nilai 80, Yamaha All New Soul GT 125 dengan nilai 66,25 dan Suzuki Spin 125 NR II dengan nilai 53,75. Maka dengan demikian produk motor Honda New Vario 125 Esp CBS-ISS adalah rekomendasi produk dengan nilai tertinggi.

2.2 *Electrical Submersible Pump (ESP)*

Electrical Submersible Pump (ESP) merupakan salah satu metode pengangkatan buatan (*Artificial lift*) yang berupa pompa sentrifugal bertingkat yang setiap tingkatnya terdiri dari *impller* dan *diffuser*. Penggunaan *Electrical Submersible Pump (ESP)* bertujuan agar laju produksi yang ditargetkan tercapai. Pemilihan jenis dan ukuran sangat berpengaruh terhadap laju produksi yang ditargetkan karena tiap-tiap jenis dan ukuran *Electrical Submersible Pump (ESP)* memiliki laju produksi yang berdeda-beda (Jayanti, Rachmat, & Djoko, 2015). *Electrical Submersible Pump (ESP)* terbagi menjadi dua komponen utama yaitu peralatan diatas permukaan (*Surface Equipment*) yang terdiri dari *Switchboard, Transformer, Junction Box, dan Wellhead*. Sedangkan peralatan dibawah permukaan (*Downhole Equipment*) diantaranya yaitu *Motor (Shaft, Rotor, Stator, Housing, Kabel, Motor Lead Extension), Protector Seal (Coupling, Isolation Chamber, Thrust Bearing), Intake dan Gas Separator, Pompa (Impeller, Difusser)*. Berikut merupakan Gambar 2.1 Rangkaian *Electrical Submersible Pump (ESP)*.



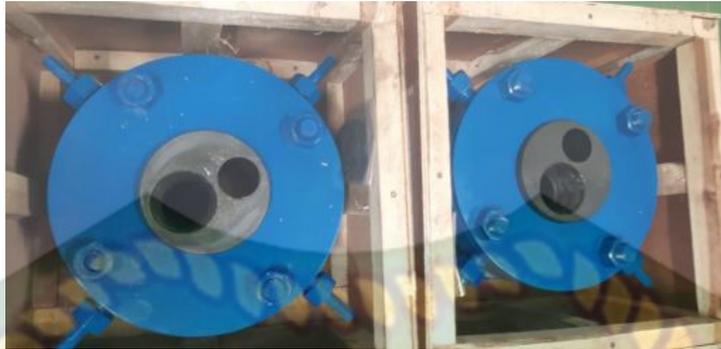
Gambar 2. 1 Rangkaian *Electrical Submersible Pump* (ESP) (Tackas Gabor, 2009).

2.2.1 Peralatan Atas Permukaan (*Surface Equipment*)

Komponen *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang berada diatas permukaan diantaranya yaitu:

2.2.1.1 *Wellhead*

Wellhead merupakan kepala sumur yang di gunakan untuk menopang bobot peralatan bawah permukaan (*Downhole Equipment*) dan untuk mempertahankan kontrol annular (Tackas Gabor, 2009). *Wellhead* dilengkapi dengan *tubing hanger* khusus yang memiliki lubang yang digunakan untuk *cable pack off* dan *penetrator*. Pada *tubing hanger* terdapat terdapat *hydraulic control line* dan *seal* yang berfungsi melindungi kabel dan tulang agar tidak bocor. *Wellhead* didesain tahan terhadap tekanan 500psi – 3000psi. Berikut merupakan gambar dokumentasi *wellhead*.



Gambar 2. 2 Wellhead

2.2.1.2 Junction Box

Junction Box merupakan peralatan yang terletak diantara *switchboard* dan *wellhead*. *Junction Box* berfungsi sebagai tempat sambungan kabel yang berasal dari bagian bawah permukaan ke bagian atas permukaan, selain itu *Junction Box* juga berfungsi sebagai saluran/ventilasi terhadap adanya gas yang kemungkinan ikut naik ke permukaan melalui kabel, serta berperan sebagai titik uji yang mudah diakses untuk memeriksa peralatan dibawah permukaan. Berikut merupakan gambar dokumentasi *junction box*.



Gambar 2. 3 Junctionbox

2.2.1.3 Switchboard

Switchboard merupakan pusat kendali atau panel kontrol yang berada diatas permukaan, dilengkapi dengan *motor controller*, *overload*, *undreload protection*, serta alat pencatat manual/otomatis yang dapat digunakan pada

tegangan 440 volt – 4800 volt. Fungsi utama dari *switchboard* yaitu menyediakan sakelar hidup/mati terkontrol dari peralatan pompa ke pasokan daya menggunakan pemisah sakelar berkapasitas tinggi, melindungi peralatan *surface* dan *downhole* dari kemungkinan terjadinya masalah seperti *overload*, dan *underload current*, serta dapat mendeteksi *unbalance voltage*.

2.2.1.4 Transformers

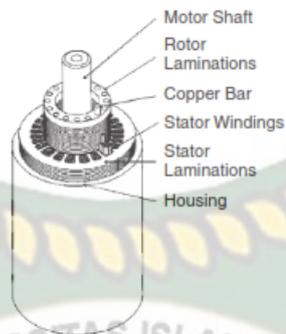
Transformers merupakan alat yang berfungsi menaikkan atau menurunkan tegangan listrik. *Transformers* terdiri dari *core* yang di kelilingi oleh *coil* dari lilitan kawat tembaga. *Core* dan *coil* direndam dengan minyak trafo yang bertujuan sebagai pendingin dan isolasi.

2.2.2 Peralatan Dibawah Permukaan (*Downhole Equipment*)

Komponen *Electrical Submersible Pump* (ESP) yang berada dibawah permukaan diantaranya yaitu:

2.2.2.1 Motor

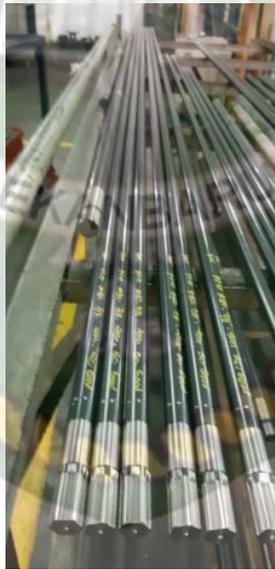
Motor merupakan alat yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (energi putar) dan terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor induksi dan magnetik. Pada jenis *motor electrical submersible pump* merupakan *motor* listrik yang memiliki 2 kutub dan 3 fasa yang diisi dengan minyak khusus yang memiliki tahanan listrik tinggi (*dielectric strength*). Putaran pada *motor* adalah sebesar 3400 RPM – 3600 RPM tergantung pada besarnya frekuensi dan beban yang diberikan oleh pompa saat mengangkat fluida. Pada *motor* terdapat 3 komponen penting yaitu *shaft*, *rotor*, *stator*, dan *housing* (Nataliana, Taryana, & Akbar, 2018). Berikut merupakan Gambar 2.4 Komponen Detail Pada *Motor*.



Gambar 2. 4 Komponen motor

A. Shaft

Shaft merupakan bagian yang berada ditengah rangkaian *motor* yang fungsinya sebagai poros putaran, dan juga meneruskan gerak memutar pada *rotor* ke *impeller*. Berikut merupakan gambar dokumentasi *shaft*.



Gambar 2. 5 Shaft

B. Rotor

Rotor merupakan bagian dari rangkaian *motor* yang berfungsi menciptakan gerak putaran pada *motor*. *Rotor* dapat terdiri dari beberapa susunan tergantung pada tingkat kebutuhan. Berikut merupakan gambar dokumentasi *rotor*.



Gambar 2. 6 Rotor

C. *Stator*

Stator merupakan bagian dari rangkaian *motor* yang berfungsi menginduksi *rotor* agar dapat berputar. *Stator* tidak bergerak dan didalamnya terdapat kabel tembaga yang berfungsi untuk mengalirkan listrik. Berikut merupakan gambar dokumentasi *stator*.



Gambar 2. 7 Stator

D. *Housing*

Housing merupakan bagian terluar dari rangkaian *motor* yang berbentuk silinder. *Housing* berfungsi sebagai pelindung *motor* dari pengaruh luar seperti cairan dan gesekan dari benda lain. Berikut merupakan gambar dokumentasi *housing*.



Gambar 2. 8 Housing

E. Kabel

Kabel berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari peralatan atas permukaan ke bagian atas ujung pompa. Kabel terdiri dari komponen tembaga sebagai konduktor dan karet luar sebagai isolator. Berikut merupakan gambar dokumentasi kabel.



Gambar 2. 9 Kabel

F. *Motor Lead Extension* (MLE)

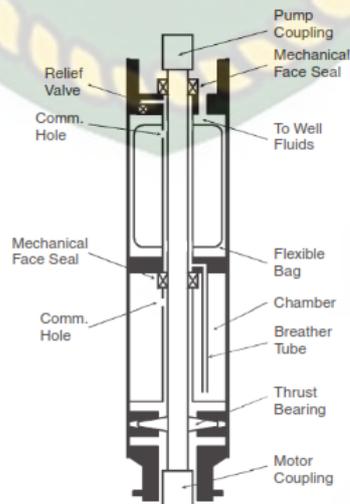
Motor Lead Extension merupakan jenis kabel yang berfungsi menghantarkan arus listrik dari bagian atas pompa ke bagian motor. Berikut merupakan gambar dokumentasi *Motor Lead Extension*.



Gambar 2. 10 Motor Lead Extension

2.2.2.2 Protector Seal

Protector Seal merupakan rangkaian pada *electrical submersible pump* yang berfungsi sebagai pelindung agar fluida yang masuk melalui *intake* tidak masuk kedalam *motor*, sebagai penyeimbang dari tekanan yang ada didalam motor dengan tekanan yang ada di annulus, sebagai tempat thrust bearing untuk meredam gaya axial yang ditimbulkan oleh pompa, serta sebagai ruang untuk pengembangan dan penyusutan minyak motor ketika temperatur motor berubah yaitu pada saat bekerja dan pada saat dimatikan. Pada *protector seal* terdapat 3 komponen utama yaitu *Coupling, Isolation Chamber, Thrust Bearing*. Berikut merupakan gambar rangkaian *protector seal* pada *electrical submersible pump*.



Gambar 2. 11 Protector Seal (Tackas Gabor, 2009)

A. *Coupling*

Coupling merupakan bagian dari rangkaian *protector seal* yang berfungsi menghubungkan setiap bagian dari rangkaian. Berikut merupakan gambar dokumentasi *coupling*.



Gambar 2. 12 *Coupling*

B. *Isolation Chamber*

Isolation Chamber merupakan bagian dari rangkaian *protector seal* yang berfungsi mencegah masuknya fluida kedalam motor. *Isolation Chamber* dapat berupa *flexible-bag*, dan *labrynth-type*. Berikut merupakan gambar dokumentasi *Isolation Chamber*.



Gambar 2. 13 *Isolation Chamber*

C. *Thrust Bearing*

Thrust Bearing merupakan bagian dari rangkaian *protector seal* yang berfungsi untuk menahan bebann atau meredam gaya axial yang

ditimbulkan oleh aktifitas pompa. Berikut merupakan gambar dokumentasi *thrust bearing*.



Gambar 2. 14 Thrust Bearing

2.2.2.3 Intake dan Gas Separator

Intake merupakan bagian dari rangkaian *electric submersible pump* yang berfungsi sebagai tempat masuknya fluida dari sumur menuju ke pompa. Berikut merupakan gambar dokumentasi *intake*.



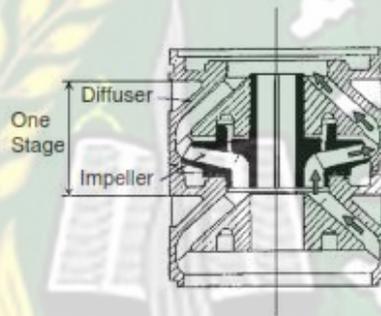
Gambar 2. 15 Intake

Sedangkan *gas separator* adalah bagian dari *intake* yang berfungsi memisahkan gas dengan cairan yang masuk. Cara kerja dari *gas separator* menggunakan prinsip gravitasi yaitu ketika fluida masuk melalui *intake* cairan fluida akan

mengalir menuju kebawah, kemudian didorong oleh *pickup impeller* menuju rangkaian pompa, sementara gas akan menguap ketika melewati *intake*.

2.2.2.4 Pompa

Pompa merupakan satu kesatuan rangkaian yang terdiri dari beberapa *impeller* dan beberapa *difusser* yang setiap satu rangkaian terdiri dari satu *impeller* dan satu *difusser* yang dihubungkan oleh *shaft* yang disebut dengan *one stage*. Banyaknya *stage* yang dipasang pada pompa tergantung pada *head capacity* dari pompa. Berikut merupakan gambar *one stage* pada pompa.



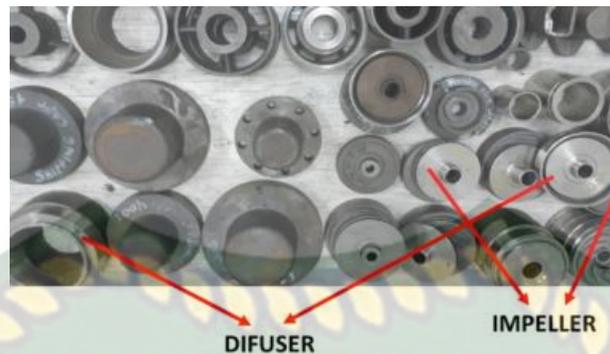
Gambar 2. 16 One Stage

A. *Impeller*

Impeller merupakan bagian dari rangkaian pompa yang berfungsi menciptakan gerakan sentrifugal pada cairan dengan cara berputar sesuai dengan gerak putaran motor. Berikut merupakan gambar dokumentasi *impeller*.

B. *Diffuser*

Diffuser merupakan pasangan dari *impeller* pada rangkaian pompa, namun cara kerjanya berbeda dengan *impeller*, dimana *difusser* tidak bergerak/diam dan berfungsi meneruskan cairan yang dikenai gaya sentrifugal oleh *impeller* menuju ke stage-stage berikutnya. Berikut merupakan gambar dokumentasi *impeller* dan *diffuser*.



Gambar 2. 17 Impeller & Diffuser

2.2.3 Prinsip Kerja Electrical Submersible Pump (ESP)

Prinsip kerja *electrical submersible pump* (ESP) secara ringkas yaitu:

1. Energi listrik dialirkan dari peralatan diatas permukaan (*surface equipment*) yaitu *transformers* dan *switchboard* ke peralatan dibawah permukaan (*downhole equipment*) yaitu motor menggunakan kabel yang diletakkan atau dijepit disepanjang *tubing*.
2. Energi listrik yang diterima pompa kemudian diubah menjadi energi potensial berupa energi putar yang digunakan untuk menggerakkan pompa.
3. *Impeller* dan *diffuser* yang terpasang pada pompa akan menggerakkan fluida naik dan masuk melalui *intake* untuk selanjutnya diteruskan di setiap *stage* yang ada sampai fluida dapat naik keatas permukaan

2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan *Electrical Submersible Pump* (ESP)

Berikut merupakan kelebihan dari penggunaan *electrical submersible pump* (ESP):

1. *Electrical submersible pump* dapat beroperasi pada kecepatan tinggi.
2. Dapat memompa fluida keluar dalam jumlah yang besar.
3. Dapat melakukan pemisahan pada gas yang ikut naik ke permukaan.
4. Sesuai digunakan untuk sumur yang memiliki PI tinggi dan sumur-sumur yang memiliki tingkat kemiringan.
5. Biaya peralatan pada *electrical submersible pump* lebih rendah bila dibandingkan dengan laju produksi yang dicapai.

Sedangkan untuk kekurangan dari penggunaan *electrical submersible pump* (ESP) yaitu:

1. Biaya instalasi awal *electrical submersible pump* lebih mahal jika dibandingkan dengan metode *artificial lift* yang lain.
2. Penggunaan *electrical submersible pump* kurang baik pada sumur dengan masalah kepasiran.
3. Pada sumur yang memiliki *rate* dan kecepatan tinggi pada pemompaan dapat menyebabkan pasir terlepas dari sedimentasinya dan masuk kedalam pompa, sehingga pompa dapat mengalami abrasi. Serta *rate* tinggi pada pemompaan dapat menyebabkan *water conning*.
4. Pada sumur dengan reservoir jenuh dan tekanan lapisan tanah berada dibawah tekanan saturasi maka gas didalam cairan dapat menurunkan efisiensi pompa atau bisa terjadi *gas locking*.
5. Peputaran *impeller* pada pompa yang tinggi dapat menimbulkan emulsi.

2.3 Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)

Simple additive weighting (SAW) merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam menyelesaikan permasalahan *fuzzy multiple attribute decision making* (FMADM). *Fuzzy multiple attribute decision making* ialah metode yang digunakan untuk mencari alternatif paling optimal dari banyaknya alternatif dengan kriteria khusus. Tujuan dari *fuzzy multiple attribute decision making* (FMADM) adalah untuk menemukan nilai setiap atribut, yang selanjutnya dilakukan metode perankingan untuk memilih alternatif yang sudah ditentukan. Ada 3 metode yang digunakan untuk menentukan bobot setiap atribut yaitu pendekatan objektif, pendekatan subjektif, dan pendekatan integrase. Pendekafan objektif yaitu nilai bobot ditentukan dengan cara diukur secara matematis dan menghiraukan penilaian subjektif dari pengambil keputusan. Sedangkan pendekatan subjektif yaitu penentuan nilai bobotnya bisa diambil dari hasil para pengambil keputusan, dan beberapa hal dalam proses pemilihan alternatif dapat ditentukan secara bebas (Nugraha, Surarso, & Noranita, 2012).

Simple additive weighting (SAW) sering didefinisikan dengan penjumlahan bobot. Konsep dasar dari metode *Simple additive weighting* yaitu menentukan penjumlahan terbobot dari ranking kinerja pada setiap alternatif di semua atribut. Metode *Simple additive weighting* menjadi metode yang paling bagus karena metode ini dapat menemukan alternatif disetiap atributnya (Frieyadie, 2016).

Kelebihan dari metode *simple additive weighting* yaitu dapat menemukan nilai bobot untuk setiap alternatif dan melakukan perankingan untuk menemukan alternatif yang terbaik. Penilaian yang dilakukan akan lebih tepat karena berdasarkan pada nilai kriteria dan bobot yang telah ditetapkan sebelumnya. Sedangkan untuk kekurangan dari metode *simple additive weighting* yaitu digunakan pada pembobotan lokal, dan perhitungan pada metode ini dilakukan dengan menggunakan bilangan *crisp* atau *fuzzy* atau kombinasi keduanya. (Limbong, et al., 2020).

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian pada metode *Simple additive weighting* (Limbong, et al., 2020):

1. Menentukan data yang akan dijadikan parameter alternatif (A_i)
2. Menentukan data yang akan dijadikan parameter kriteria (C_j)
3. Memberikan nilai rating untuk kecocokan kriteria pada setiap alternatif
4. Menentukan nilai bobot untuk tiap kriteria $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$
5. Membuat matriks keputusan yang dibentuk dari tabel rating untuk kecocokan kriteria pada setiap alternatif

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & \dots & \dots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & \dots & \dots & X_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & \dots & \dots & X_{ij} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (2.1)$$

6. Melakukan normalisasi data pada matriks dengan cara melakukan perhitungan pada nilai rating kinerja ternormalisasi R_{ij} dari alternatif A_i pada kriteria C_j

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut dari kriteria keuntungan/benefit} \\ \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut dari kriteria biaya/cost} \end{cases} \dots (2. 2)$$

Keterangan:

- r_{ij} = Nilai rating kinerja ternormalisasi
- X_{ij} = Nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria
- Max_i = Nilai terbesar dari setiap kriteria
- Min_i = Nilai terkecil dari setiap kriteria

Penjelasan:

- X_{ij} merupakan atribut kriteria keuntungan/benefit jika nilai atau sifatnya memberikan keuntungan bagi pengambil keputusan. Sebaliknya jika X_{ij} merupakan atribut kriteria biaya/cost jika nilai atau sifatnya menimbulkan biaya bagi pengambil keputusan.
- Apabila kriteria atribut berupa keuntungan/benefit maka X_{ij} dibagi dengan $\text{Max}_i X_{ij}$. Sebaliknya jika kriteria atribut berupa biaya/cost maka $\text{Min}_i X_{ij}$ dibagi dengan X_{ij} .
- Hasil perhitungan yang dilakukan r_{ij} selanjutnya akan membentuk matriks ternormalisasi (R).

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & \dots & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & \dots & \dots & r_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & \dots & \dots & r_{ij} \end{pmatrix} \dots (2. 3)$$

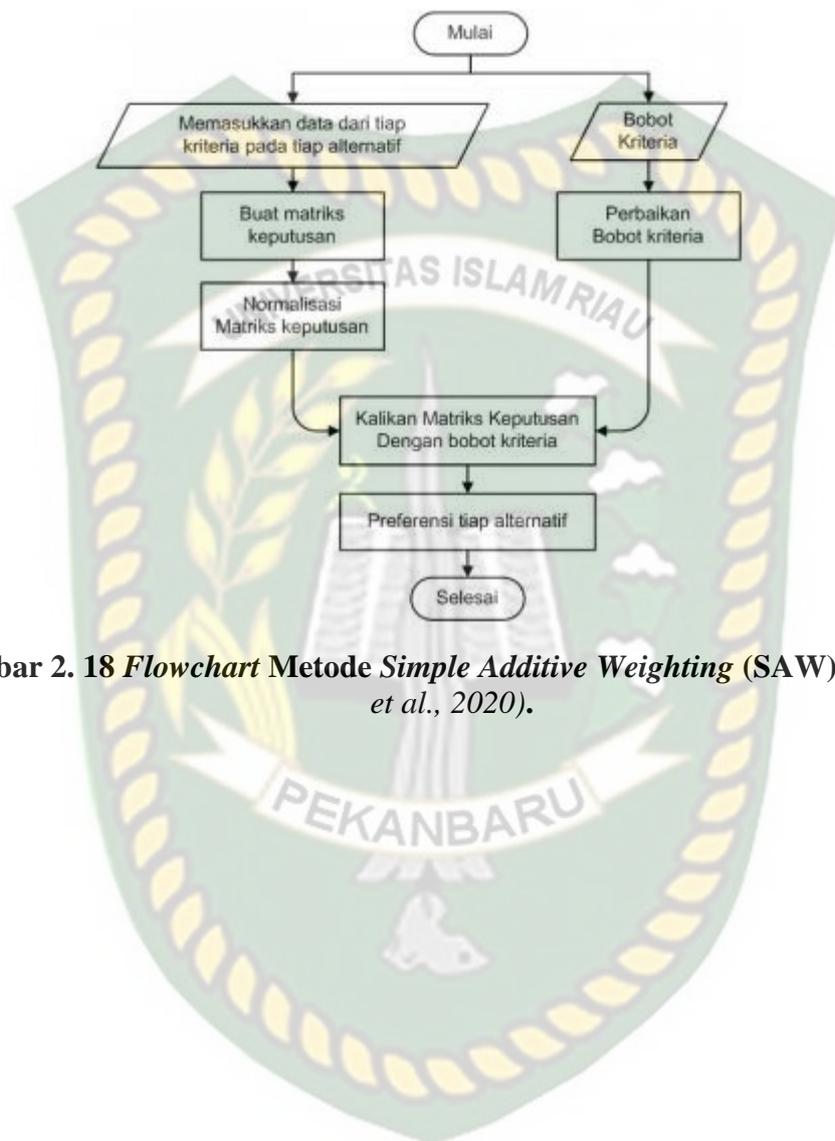
7. Langkah terakhir yaitu mencari nilai preferensi untuk setiap alternatif V_i yang diperoleh dari perkalian pada elemen baris matriks (R) dengan bobot preferensi kriteria (W) yang kemudian dijumlahkan.

$$V_i = \sum_{j=1}^J W_j r_{ij} \dots (2. 4)$$

Keterangan:

- V_i = Ranking untuk setiap alternatif
- W_j = Nilai bobot preferensi kriteria
- r_{ij} = Nilai rating kinerja ternormalisasi

Berikut ini merupakan *flowchart* dari metode *simple additive weighting* (SAW):

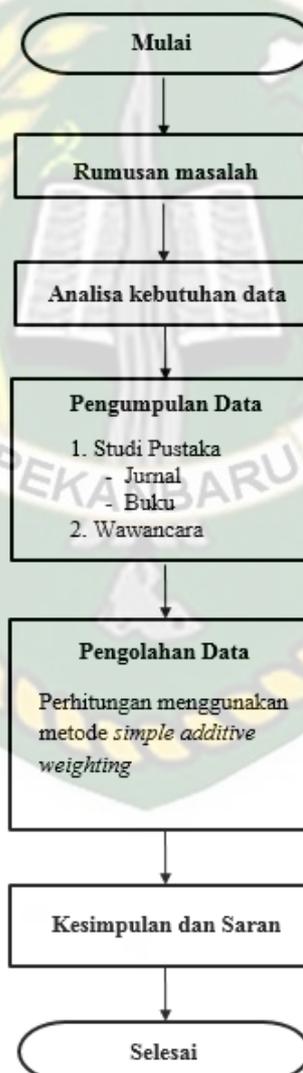


Gambar 2. 18 *Flowchart* Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) (Limbong, et al., 2020).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan proses yang dilakukan peneliti selama berlangsungnya penelitian, mulai dari Perumusan masalah, Analisa kebutuhan data, Pengumpulan data, Proses pengolahan data, hingga Penarikan kesimpulan serta saran. Berikut merupakan bagan *flowchart* metodologi pada penelitian ini.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Berdasarkan *flowchart* metodologi penelitian diatas maka dapat diuraikan setiap tahapan prosesnya sebagai berikut:

3.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka diperoleh rumusan masalah yaitu “Bagaimana Analisis Pendukung Keputusan Pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) Dengan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW)”.

3.2 Analisa Kebutuhan Data

Analisa kebutuhan data diperlukan sebelum dilakukan tahapan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan penelitian melalui buku-buku, jurnal, maupun internet, penggunaan metode *simple additive weighting*, serta segala jenis informasi yang berkaitan dengan *electrical submersible pump*. Pada analisa kebutuhan data langkah yang dikerjakan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan data alternatif *electrical submersible pump* (ESP)
2. Menentukan data karakteristik efisiensi *electrical submersible pump* (ESP)
3. Menentukan range dan bobot preferensi untuk setiap kriteria
4. Memberikan nilai rating untuk kecocokan kriteria pada setiap alternatif

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk mendapat data dan informasi yang dibutuhkan. Tahap pengumpulan data merupakan tahap yang penting. Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka dan wawancara narasumber.

3.3.1 Studi Pustaka

Tahap ini merupakan tahap untuk melakukan pengumpulan literatur yang dibutuhkan dalam penelitian. Pengumpulan literatur adalah untuk mendapatkan landasan mengenai penelitian melalui jurnal, buku, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

A. Buku

Memperoleh teori mengenai *electrical submersible pump*, metode *simple additive weighting*, serta semua yang berhubungan dengan penelitian.

Buku yang digunakan diantaranya adalah Electrical Submersible Pump: Design, Operations, Maintenance; Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence), Sistem Pendukung Keputusan.

B. Jurnal

Mengetahui penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan *electrical submersible pump* (ESP), dan metode *simple additive weighting* (SAW).

3.3.2 Wawancara

Wawancara dilakukan untuk membahas mengenai data parameter karakteristik, parameter alternatif, dan bobot untuk setiap karakteristik.

3.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisi intisari penelitian ini dan hasil yang didapatkan dengan metode *simple additive weighting* dalam mendukung keputusan pemilihan *electrical submersible pump* serta saran kepada pembaca untuk pengembangan penelitian.

3.5 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lapangan X, Lapangan X merupakan salah satu lapangan produksi minyak yang berada pada cekungan Sumatera Tengah. Cekungan ini merupakan salah satu dari tiga bagian kawasan cekungan yang berada di Pulau Sumatera, yaitu Cekungan Sumatera Utara, Cekungan Sumatera Tengah, dan Cekungan Sumatera Selatan. Lapangan X tepatnya berada di Kecamatan Lirik, Indragiri Hulu, Provinsi Riau yang berjarak ± 320 KM dari Jambi dan 180 KM dari Kota Pekanbaru dengan ketinggian 43,204 MDPL. Lapangan X memiliki luas dari arah Barat Laut Tenggara ± 50 KM, dengan lebar 10 KM. Secara geografis Lapangan X berada pada $0^{\circ}17$ LS dan $102^{\circ}16$ BT.

3.6 Jadwal Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama 7 Bulan (24 Minggu) dari bulan Februari–September. Adapun jadwal penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Minggu)																														
	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Analisa Kebutuhan Data																															
Pengumpulan Data																															
Pengolahan Data																															
Kesimpulan & Saran																															

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hierarki Pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP)

Pada penelitian ini proses pemilihan *electrical submersible pump* yang efektif dan efisien menggunakan metode *Simple Additive Weighting* diawali dengan tahap perancangan hierarki. Dimana pada hierarki terdapat 3 elemen penting diantaranya yaitu elemen fokus yang berisi tujuan yang ingin dicapai, kemudian elemen kriteria yaitu berisi daftar beberapa kriteria sebuah *electrical submersible pump* (ESP) dikatakan efektif & efisien, terakhir merupakan elemen alternatif yaitu berisi daftar beberapa merk atau vendor *electrical submersible pump* (ESP) yang paling sering digunakan. Berikut merupakan elemen kriteria yang digunakan pada penelitian ini untuk mengukur dan menilai *electrical submersible pump* yang paling efektif & efisien digunakan pada studi kasus penelitian ini yaitu Lapangan X.

1. Usia pakai *electrical submersible pump* (ESP)

Usia pakai pompa atau *durability* merupakan parameter kriteria paling utama yang harus diukur pada produk *electrical submersible pump* yang akan digunakan. Usia pakai pompa merujuk pada lama pompa dapat digunakan dari awal pemakaian sampai pompa tersebut diganti dengan pompa yang baru. Usia pakai *electrical submersible pump* (ESP) bergantung pada salah satu aspek penting yaitu resistensi produk terhadap kondisi ekstrim di lapangan. Berikut merupakan tabel range dan bobot untuk kriteria usia pakai.

Tabel 4. 1 Range & Bobot Usia Pakai

Kriteria	Range	Bobot
Usia Pakai	Usia pakai < 6 tahun	0.3
	Usia pakai 6 – 10 tahun	0.5

	Usia pakai > 10 tahun	0.8
--	-----------------------	-----

2. Biaya pengadaan *electrical submersible pump* (ESP)

Biaya pengadaan pompa merupakan total biaya yang dikeluarkan atau diinvestasikan perusahaan dari tahapan awal yaitu pemesanan produk pompa sampai tahap produk pompa siap untuk dipergunakan lebih lanjut. Dengan kata lain, total biaya pengadaan produk pompa juga mencakup biaya pengangkutan dan bongkar muat, sampai perakitan dan penempatan pompa di lapangan. Berikut merupakan tabel range dan bobot untuk kriteria biaya pengadaan.

Tabel 4. 2 Range & Bobot Biaya Pengadaan

Kriteria	Range	Bobot
Biaya pengadaan	< \$500,00	0.8
	\$500,00 - \$1000,00	0.6
	>\$1000,00	0.3

3. Keandalan *electrical submersible pump* (ESP)

Keandalan atau *reliability* merupakan aspek penting pada suatu produk pompa. Keandalan dapat diartikan sebagai ukuran bahwa sebuah produk dapat mampu melaksanakan sebuah fungsi dalam suatu operasi pada periode waktu tertentu. Keandalan produk dapat juga berupa penilaian positif yang diberikan konsumen terhadap suatu produk/vendor/produsen yang berlangsung secara terus menerus dalam waktu lama, sehingga dari penilaian positif produk tersebut dapat meningkatkan reputasi dari produk/vendor/produsen. Reputasi keandalan produk/vendor/produsen sering disebut dengan asset yang tidak nyata, karena reputasi akan bertahan baik selama terdapat kesesuaian antara perkataan dan bukti dari produk/vendor/produsen. Berikut merupakan tabel range dan bobot untuk kriteria keandalan pompa.

Tabel 4. 3 Range & Bobot Keandalan

Kriteria	Range	Bobot
Keandalan pompa	Keandalan (<i>Reliability</i>) kurang baik	0.2
	Keandalan (<i>Reliability</i>) cukup baik	0.5
	Keandalan (<i>Reliability</i>) baik	0.8

4. Jumlah pemeliharaan *electrical submersible pump* (ESP)

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan untuk merawat atau memelihara dan menjaga Mesin/peralatan dalam kondisi yang terbaik supaya dapat digunakan untuk melakukan produksi sesuai dengan perencanaan. Dengan kata lain, pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan yang diperlukan untuk mempertahankan (*retaining*) dan mengembalikan (*restoring*) mesin ataupun peralatan kerja ke kondisi yang terbaik sehingga dapat melakukan produksi dengan optimal. Dengan berkurangnya tingkat kerusakan mesin dan peralatan kerja, kualitas, produktifitas dan efisiensi produksi akan meningkat dan menghasilkan profitabilitas yang tinggi bagi perusahaan. Pada dasarnya pemeliharaan mesin/peralatan kerja memerlukan beberapa kegiatan seperti dibawah ini:

- Kegiatan Pemeriksaan/Pengecekan (*Controlling*)
- Kegiatan Meminyaki (*Lubrication*)
- Kegiatan Perbaikan/Reparasi pada kerusakan (*Repairing*)
- Kegiatan Penggantian Suku Cadang (*Spare Part*) atau Komponen

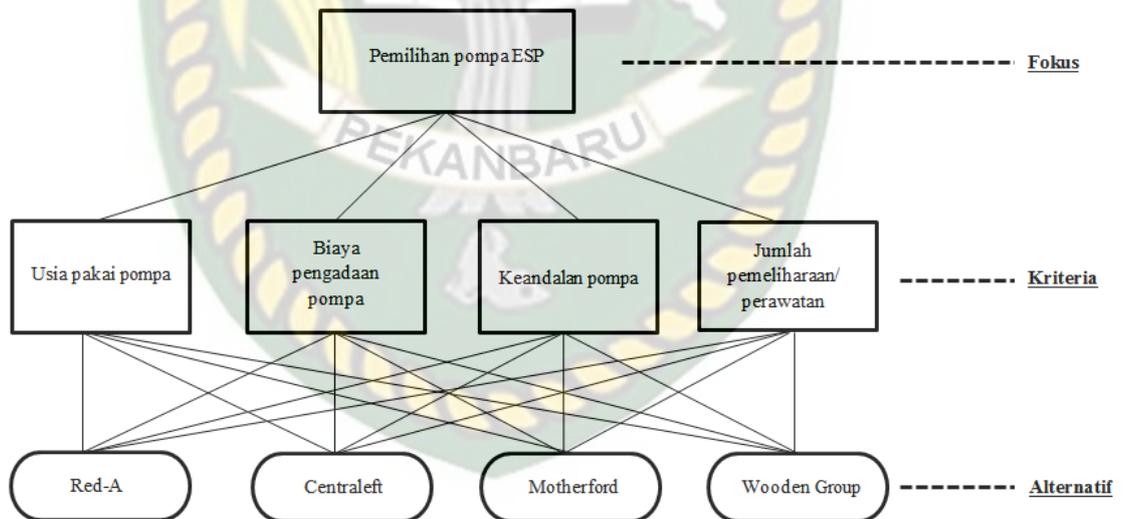
Jumlah pemeliharaan (*maintenance*) pada *electrical submersible pump* (ESP) yang diharapkan adalah *electrical submersible pump* (ESP) dengan jumlah pemeliharaan (*maintenance*) paling sering dengan biaya paling rendah. Idealnya pemeliharaan (*maintenance*) yang dilakukan pada pompa setiap 10-14 hari sekali. Maka maksimal pemeliharaan pompa 12-18 kali

dalam kurun waktu 6 bulan. Berikut merupakan tabel range dan bobot untuk kriteria pemeliharaan pompa.

Tabel 4. 4 Range & Bobot Jumlah Pemeliharaan

Kriteria	Range	Bobot
Pemeliharaan pompa	< 12 kali/6 Bulan	0.3
	12 – 18 kali/6 Bulan	0.8
	>18 kali/6 Bulan	0.5

Berikut merupakan Gambar 4.1 Bagan Hierarki Pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP).



Gambar 4. 1 Bagan Hirarki Pemilihan Pompa ESP

4.2 Bobot Setiap Kriteria

Bobot untuk setiap kriteria di dapat langsung dari perusahaan. Pembobotan dilakukan oleh pihak pihak pengambil keputusan pada perusahaan yang bertanggung jawab dengan mempertimbangkan dan memperhatikan tingkat

pengaruh kriteria terhadap tujuan yang akan dicapai. Berikut merupakan tabel bobot dari setiap kriteria pada penelitian ini.

Tabel 4. 5 Bobot Kriteria

Kriteria	Persentase	Bobot
Usia Pakai Pompa	30%	0.3
Biaya Pengadaan Pompa	10%	0.1
Keandalan Pompa	40%	0.4
Jumlah Pemeliharaan Pompa	20%	0.2

4.3 Rating Kecocokan Setiap Kriteria pada Setiap Alternatif

Dalam penentuan rating kecocokan maka nilai dari setiap kriteria dimasukkan kedalam tabel rating kecocokan yang telah disesuaikan dengan setiap alternatif. Maka tabel rating kecocokan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Rating kecocokan

ALTERNATIF	KRITERIA			
	Usia Pakai Pompa	Biaya Pengadaan Pompa	Keandalan Pompa	Jumlah Pemeliharaan Pompa
Red-A	0.5	0.6	0.8	0.3
Centraleft	0.3	0.6	0.5	0.3
Motherford	0.3	0.6	0.2	0.3
Wooden Group	0.3	0.6	0.2	0.3

4.4 Matriks Keputusan Berdasarkan Kriteria

Nilai yang didapat dari rating kecocokan pada Tabel 4.6 selanjutnya dibuat kedalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$X = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.3 \\ 0.3 & 0.6 & 0.5 & 0.3 \\ 0.3 & 0.6 & 0.2 & 0.3 \\ 0.3 & 0.6 & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

4.5 Normalisasi Matriks

Membuat normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut yaitu atribut keuntungan (*benefit*), dan atribut biaya (*cost*) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R. Berikut merupakan tabel penentuan atribut keuntungan dan biaya.

Tabel 4. 7 Penentuan Atribut Keuntungan & Biaya

KRITERIA	KEUNTUNGAN (<i>BENEFIT</i>)	BIAYA (<i>COST</i>)
Usia Pakai Pompa	✓	-
Biaya Pengadaan Pompa	-	✓
Keandalan Pompa	✓	-
Jumlah Pemeliharaan Pompa	✓	-

Pada Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa terdapat 3 kriteria yang termasuk kedalam atribut keuntungan (*benefit*) yaitu usia pakai pompa, keandalan pompa, dan jumlah pemeliharaan. Sedangkan untuk atribut biaya (*cost*) yaitu biaya pengadaan

pompa. Berikut adalah perhitungan matriks normalisasi dari setiap nilai kriteria yang di peroleh oleh setiap alternatif menggunakan Rumus (2.2).

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut dari kriteria keuntungan/benefit} \\ \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut dari kriteria biaya/cost} \end{cases}$$

1. Untuk usia pakai pompa

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}}$$

$$R_{11} = \frac{0,5}{\text{Max } (0,5, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{11} = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

$$R_{21} = \frac{0,3}{\text{Max } (0,5, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{21} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6$$

$$R_{31} = \frac{0,3}{\text{Max } (0,5, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{31} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6$$

$$R_{41} = \frac{0,3}{\text{Max } (0,5, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{41} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6$$

2. Untuk pengadaan pompa

$$R_{ij} = \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}}$$

$$R_{12} = \frac{\text{Min } (0,6, 0,6, 0,6, 0,6)}{0,6}$$

$$R_{12} = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

$$R_{22} = \frac{\text{Min } (0,6, 0,6, 0,6, 0,6)}{0,6}$$

$$R_{22} = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

$$R_{32} = \frac{\text{Min } (0,6, 0,6, 0,6, 0,6)}{0,6}$$

$$R_{32} = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

$$R_{42} = \frac{\text{Min}(0,6, 0,6, 0,6, 0,6)}{0,6}$$

$$R_{42} = \frac{0,6}{0,6} = 1$$

3. Untuk keandalan pompa

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}}$$

$$R_{13} = \frac{0,8}{\text{Max}(0,8, 0,5, 0,2, 0,2)}$$

$$R_{13} = \frac{0,8}{0,8} = 1$$

$$R_{23} = \frac{0,5}{\text{Max}(0,8, 0,5, 0,2, 0,2)}$$

$$R_{23} = \frac{0,5}{0,8} = 0.625$$

$$R_{33} = \frac{0,2}{\text{Max}(0,8, 0,5, 0,2, 0,2)}$$

$$R_{33} = \frac{0,2}{0,8} = 0.25$$

$$R_{43} = \frac{0,2}{\text{Max}(0,8, 0,5, 0,2, 0,2)}$$

$$R_{43} = \frac{0,2}{0,8} = 0.25$$

4. Untuk jumlah pemeliharaan/ pompa

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\text{Max } X_{ij}}$$

$$R_{14} = \frac{0,3}{\text{Max}(0,3, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{14} = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

$$R_{24} = \frac{0,3}{\text{Max}(0,3, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{24} = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

$$R_{34} = \frac{0,3}{\text{Max}(0,3, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{34} = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

$$R_{44} = \frac{0,3}{\text{Max}(0,3, 0,3, 0,3, 0,3)}$$

$$R_{44} = \frac{0,3}{0,3} = 1$$

Dari perhitungan diatas diperoleh matriks R sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix}
 1 & 1 & 1 & 1 \\
 0.6 & 1 & 0.625 & 1 \\
 0.6 & 1 & 0.25 & 1 \\
 0.6 & 1 & 0.25 & 1
 \end{pmatrix}$$

4.6 Menentukan ranking/peringkat

Setelah dilakukan proses normalisasi matriks langkah selanjutnya yaitu proses perankingan, dalam proses perankingan diperlukan rating kepentingan pada setiap kriteria sesuai dengan nilai yang di berikan oleh pengambil keputusan atau disebut juga dengan bobot kriteria dengan menggunakan Rumus (2.4). Proses perankingan bertujuan untuk mendapatkan nilai dari setiap alternatif yang akan digunakan pada studi kasus Lapangan X. Berikut merupakan proses menentukan ranking pada setiap alternatif.

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 V_1 &= (1*0.3) + (1*0.1) + (1*0.4) + (1*0.2) \\
 &= 0.3 + 0.1 + 0.4 + 0.2 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= (0.6*0.3) + (1*0.1) + (0.625*0.4) + (1*0.2) \\
 &= 0.18 + 0.1 + 0.25 + 0.2 \\
 &= 0.73
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_3 &= (0.6*0.3) + (1*0.1) + (0.25*0.4) + (1*0.2) \\
 &= 0.18 + 0.1 + 0.1 + 0.2 \\
 &= 0.58
 \end{aligned}$$

$$V_4 = (0.6*0.3) + (1*0.1) + (0.25*0.4) + (1*0.2)$$

$$= 0.18 + 0.1 + 0.1 + 0.2$$

$$= 0.58$$

Dari hasil perhitungan untuk nilai V_i dari setiap alternatif *electrical submersible pump* yang telah dilakukan, maka dapat dibuat sebuah tabel perangkingan sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Perangkingan

No	ESP	Nilai	Persentase	Rangking
1	Red-A	1	100%	1
2	Centraleft	0.73	73%	2
3	Motherford	0.58	58%	3
4	Wooden Group	0.58	58%	3

Dari hasil analisa pendukung keputusan pemilihan *Electrical Submersible Pump* (ESP) dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), maka *electrical submersible pump* yang efektif dan efisien digunakan pada studi kasus Lapangan X adalah Red-A yang memiliki nilai 1.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melalui tahap hasil dan pembahasan pada penelitian Analisa Pendukung Keputusan Pemilihan *Electrical Submersibel Pump* (ESP) dengan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) Studi Kasus Lapangan X, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa Pendukung Keputusan Pemilihan *Electrical Submersibel Pump* (ESP) dengan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) Studi Kasus Lapangan X telah berhasil dilakukan.
2. Dari perhitungan yang dilakukan dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), maka didapatkan persentase tingkat efisiensi Red-A = 100%, Centraleft = 73%, Motherford = 58%, Wooden Group = 58%.
3. Analisa Pendukung Keputusan Pemilihan *Electrical Submersibel Pump* (ESP) dengan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) menghasilkan temuan bahwa *electrical submersible pump* (ESP) yang paling efisien digunakan di Lapangan X adalah Red-A.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian dimasa yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Analisa pendukung keputusan pemilihan *electrical submersible pump* (ESP) dengan metode *simple additive weighting* (SAW) dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan kriteria-kriteria yang lain sesuai dengan kebutuhan perusahaan.
2. Analisa dapat dikembangkan untuk permasalahan pendukung keputusan pemilihan serupa dengan *electrical submersible pump* (ESP).

3. Analisa dapat dikembangkan dan menjadi rujukan untuk membangun sistem informasi pendukung keputusan pemilihan *electrical submersible pump* (ESP).



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D., & Sihotang, H. T. (2019). Decision Support System For Choosing The Best Class Guardian With Simple Additive Weighting Method. *Jurnal Mantik*, 1-9.
- Aritonang, C. R., Atmam, & Elvira, Z. (2019). Analisis Putaran Motor Pada Electrical Submersible Pump (ESP) Menggunakan Fuzzy Logic Controller Berbasis Python. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 32-39.
- Ariyon, M. (2014). Pemilihan Pompa Electric Submersible Pump Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Lapangan Zaryka). *Jurnal Of Earth Energy Engineering*, 9-19.
- B. J. Camerling, I. A. (2018). ALTERNATIF PEMILIHAN BAHAN PIPA UNTUK MENCEGAH KOROSI PADA RAW WATER FILTER MESIN SWD 6TM410RR PLTD HATIVE KECIL. *ARIKA, Vol. 12, No. 1 ISSN: 1978*, 54-66.
- Dodi Rosadi, S. K. (2021). ANALISIS KETEKNIKAN DALAM PEMASANGAN ESP MENGGANTIKAN GAS LIFT DI LAPANGAN OFFSHORE X. *KOCENIN SERIAL KONFERENSI, No. 1 (2021), (E) ISSN 2746-7112*, 1.8.1-1.8.6.
- Edi Ismanto, N. E. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan dengan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW). *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, 2-9.
- Eko Arif Riyanto, T. H. (2017). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN TELLER POOLING TERBAIK PADA PT. BCA Tbk. DENGAN METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING). *JURNAL PILAR NUSA MANDIRI*, 128-135.
- Frieyadie. (2016). PENERAPAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PROMOSI KENAIKAN JABATAN. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 37-45.
- Hermanto, & Izzah, N. (2018). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN MOTOR DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW). *Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 185-200.

- Hughes, B. (2006). *Electrical Submersible Pump Motor Controller Operator's Manual*. USA: Baker Hughes Indonesia.
- Janner Simarmata, T. L. (2018). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN GURU BIDANG STUDI KOMPUTER MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW). *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 186-190.
- Jaya, P., Rahman, A., & Herlina, W. (2014). EVALUASI POMPA ELECTRIC SUBMERSIBLE PUMP (ESP) UNTUK OPTIMASI PRODUKSI PADA SUMUR P-028 DAN P-029 DI PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PENDOPO FIELD. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1-6.
- Jayanti, P. D., Rachmat, S., & Djoko, S. (2015). EVALUASI DAN OPTIMASI POMPA ELECTRI SUBMERSIBLE PUMP (ESP) PADA SUMUR - SUMUR DI LAPANGAN X. *SEMINAR NASIONAL CENDIKIAWAN 2015*, 1-11.
- Jonathan, Sisworini, Samsol, & Oetomo, H. (2019). OPTIMASI PRODUKSI SUMUR EC-6 DENGAN MEMBANDINGKAN PENGANGKATAN BUATAN GAS LIFT DAN ELCETRICAL SUBMERSIBLE PUMP. *Jurnal Petro 2019*, 8-13.
- Latif, L. A., Jamil, M., & Abbas, S. H. (2018). *BUKU AJAR: SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TEORI DAN IMPLEMENTASI*. Sleman: DEEPUBLISH.
- Lestari, E. (2017). Kolaborasi Metode SAW dan AHP untuk Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Asisten Laboratorium. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 1204-1215.
- Limbong, T., Muttaqin, Iskandar, A., Windarto, A. P., Simarmata, J., Mesran, . . . Anjar, W. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Maulana, R. (2015). EVALUASI, OPTIMASI, DAN KEEKONOMIAN ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP (ESP) UNTUK SUMUR RA DAN DR DI LAPANGAN Z PERTAMINA HULU ENERGI OFFSHORE NORTH WEST JAVA . *Seminar Nasional Cendikiawan*, 468-471.
- Nataliana, D., Taryana, N., & Akbar, R. A. (2018). Studi Korelasi Antara Kapasitas Daya Motor Electrical Submersible Pump Terhadap 4 Parameter Sumur Minyak. *ELKOMIKA*, 79-96.

- Nugraha, F., Surarso, B., & Noranita, B. (2012). Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Pemilihan Pemenang Pengadaan Aset dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW). *Jurna Sistem Informasi Bisnis*, 67-72.
- Saputra, M. H., & Aprilian, L. V. (2020). *Belajar Cepat Metode SAW*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara.
- Sihwi, D. P. (2012). Perbandingan Penggunaan Metode AHP dan SAW untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Paket Layanan Internet. *JURNAL ITSMART*, 74-81.
- Takacs, G. (2009). *Electrical Sumersible Pump Manual: Design, Operations, and Maintenance*. USA: Gulf Professional Publishing.
- Tomy Reza Adianto, Z. A. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah Tinggal Di Perumahan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Studi Kasus Kota Samarinda. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 197-201.
- Utama, Y. (2013). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Prioritas Penanganan Perbaikan Jalan Menggunakan Metode SAW Berbasis Mobile WEB. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 566-584.