

**APLIKASI PENGGUNAAN *FUZZY LOGIC* UNTUK
PEMILIHAN SUMUR KANDIDAT PENERAPAN *SHORT
CYCLIC STIMULATION* DI LAPANGAN X CEKUNGAN
SUMATERA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MUSPITTA

153210578



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

2020

**APLIKASI PENGGUNAAN *FUZZY LOGIC* UNTUK
PEMILIHAN SUMUR KANDIDAT PENERAPAN *SHORT
CYCLIC STIMULATION* DI LAPANGAN X CEKUNGAN
SUMATERA TENGAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MUSPITTA

153210578



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Muspitta
NPM : 153210578
Program Studi : Teknik Perminyakan
APLIKASI PENGGUNAAN *FUZZY LOGIC*
UNTUK PEMILIHAN SUMUR KANDIDAT
Judul Tugas Akhir : PENERAPAN *STEAM SHORT CYCLIC* DI
LAPANGAN X CEKUNGAN SUMATERA
TENGAH

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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 : Fiki Hidayat, S.T., M.Eng. (.....)
Penguji I : Tomi Erfando, S.T., M.T. (.....)
Penguji II : Idham Khalid S.T., M.T. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 17 Desember 2020

Disahkan oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**


Novia Rita, S.T., M.T.

**DOSEN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**


Fiki Hidayat, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya telah 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, 17 Desember 2020



Muspitta

153210578



KATA PENGANTAR

Rasa syukur saya ucapkan kepada Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan syarat terakhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik, Program Studi Perminyakan, Universitas Islam Riau. Banyak pihak yang telah membantu penulis dalam bentuk pengetahuan, materil maupun moral penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak dan Mama yang telah memberikan dukungan moral, material, dan doa yang senantiasa mengiringi penulis,
2. Bapak Fiki Hidayat, S.T., M.Eng atau sering disapa dengan Mas Fiki selaku dosen pembimbing dalam penulisan tugas akhir ini yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikiran sehingga tugas akhir ini bisa selesai, dan selaku pembimbing akademik yang telah memberi arahan dan nasihat selama perkuliahan di Teknik Perminyakan,
3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Perminyakan serta dosen-dosen lainnya yang belum bisa saya sebutkan satu persatu dalam tugas akhir ini, yang telah membantu dan mengajari penulis selama masa perkuliahan,
4. PT. Chevron Pacific Indonesia yang telah memberikan penulis kesempatan untuk melaksanakan tugas akhir serta melakukan pengambilan data,
5. Bapak Faried Effendi S.T., M.Eng. atau Kang Deri selaku pembimbing penulis selama penulisan TA dan seluruh anggota AOT *Drainage Heavy Oil* di PT. Chevron Pacific Indonesia, dan
6. Sahabat dan yang terkasih: Sahabat Bestie, Teman-teman Ulele, Dini, Dani, Syukri dan juga teman-teman lainnya di kampus yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Teriring doa semoga Allah SWT memberi balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 21 September 2020



Muspitta

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Tujuan Penelitian	2
1. 3 Manfaat Penulisan.....	2
1. 4 Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2. 1 <i>Cyclic Steam stimulation</i>	4
2. 2 <i>Fuzzy logic</i>	5
2. 3 Studi Literatur	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3. 1 Metode Penelitian	9
3. 2 Alur kerja penelitian	10
3. 3 Data-data yang diperlukan.....	10
3. 4 Tinjauan Lapangan	11
3. 5 Tempat Penelitian	11

3.6	Jadwal Penelitian	12
BAB IV	ANALISA PENGOLAHAN DATA	13
4.1	<i>LOOKBACK</i> PEKERJAAN <i>SHORT CYCLIC</i> TAHUN 2018-2019....	14
4.2	ANALISA PARAMETER YANG MEMENGARUHI KEBERHASILAN PEKERJAAN <i>SHORT CYCLIC</i>	20
4.3	Aplikasi <i>fuzzy logic</i> pada kandidat <i>short cyclic</i>	31
4.4	evaluasi pekerjaan <i>short cyclic</i> menggunakan <i>fuzzy logic</i>	40
4.5	seleksi kandidat sumur pekerjaan <i>short cyclic</i>	43
BAB V	KESIMPULAN	44
5.1	SIMPULAN.....	44
5.2	SARAN.....	44
	DAFTAR PUSTAKA	45
	LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fungsi keanggotaan <i>fuzzy logic</i> (Zoveidavianpoor, 2012).....	6
Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian.....	10
Gambar 4.1 Pekerjaan <i>short cyclic</i> tahun 2018 - 2019	15
Gambar 4.2 <i>Project scoping</i> pekerjaan <i>short cyclic</i>	16
Gambar 4.3 <i>S-curve oil gain</i>	16
Gambar 4.4 Aktivitas pekerjaan <i>short cyclic</i>	19
Gambar 4.5 Sukses rasio pekerjaan <i>short cyclic</i> 2018-2019.....	19
Gambar 4.6 Rasio kesuksesan tahunan	20
Gambar 4.7 <i>Crossplot oil gain vs water cut</i>	22
Gambar 4.8 <i>Box plot water cut vs oil gain</i>	22
Gambar 4.9 <i>Succes ratio vs water cut & avg. oil gain</i>	23
Gambar 4.10 <i>Crossplot oil gain vs wellhead temperature</i>	24
Gambar 4.11 <i>Boxplot oil gain vs wellhead temperature</i>	25
Gambar 4.12 WHT vs Sukses Rasio vs Avg. <i>Oil gain</i>	26
Gambar 4.13 <i>Crossplot HPT vs oil gain</i>	27
Gambar 4.14 <i>Boxplot HPT vs oil gain</i>	27
Gambar 4.15 HPT vs sukses rasio & avg. <i>oil gain</i>	28
Gambar 4.16 <i>Crossplot oil decline rate vs oil gain</i>	29
Gambar 4.17 <i>Boxplot oil decline rate</i>	30
Gambar 4.18 <i>Oil decline rate</i> vs sukses rasio & avg <i>oil gain</i>	31
Gambar 4.19 Fungsi keanggotaan pada <i>water cut</i>	34
Gambar 4.20 Fungsi keanggotaan pada hydrocarbon pore thickness	35
Gambar 4.21 Fungsi keanggotaan <i>oil decline rate</i>	36
Gambar 4.22 Fungsi keanggotaan <i>short cyclic candidate</i>	37
Gambar 4.23 Proses <i>fuzzy validation</i>	39
Gambar 4.24 Sukses Rasio Setelah <i>Fuzzy Logic</i>	41
Gambar 4.25 <i>S-Curve Oil gain</i> Setelah <i>Fuzzy Logic</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	12
Tabel 4.1 Pengaruh <i>Water Cut</i> Pada <i>Oil Gain</i> dan Sukses Rasio	23
Tabel 4.2 Pengaruh WHT Terhadap <i>Oil Gain</i> dan Sukses Rasio	26
Tabel 4.3 Pengaruh HPT terhadap <i>Oil gain</i> dan <i>Succes Ratio</i>	28
Tabel 4.4 Pengaruh <i>Oil Decline Rate</i> terhadap <i>Oil Gain</i> dan Sukses Rasio.....	30
Tabel 4.5 <i>Fuzzy Config</i>	33
Tabel 4.6 <i>Fuzzy Set Water Cut</i>	34
Tabel 4.7 <i>Fuzzy Set Hydrocarbon Pore Thickness</i>	35
Tabel 4.8 <i>Fuzzy Set Oil Decline Rate</i>	35
Tabel 4.9 <i>Fuzzy Set Short Cyclic Candidate</i>	36
Tabel 4.10 Peraturan <i>Fuzzy Pekerjaan Short Cyclic</i>	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Evaluasi Fuzzy Logic 250 Sampel 48



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

MUSPITTA
153210578

ABSTRAK

Lapangan X merupakan lapangan dengan karakteristik minyak berat. Minyak berat didefinisikan sebagai minyak yang memiliki viskositas > 100 cp, hal ini membuat minyak berat sulit untuk diproduksi karena sulit untuk mengalir. Pada Lapangan X terdapat ± 6000 sumur produksi yang mana pada setiap harinya terdapat sumur-sumur yang mengalami permasalahan sehingga perlu dilakukan stimulasi. Keterbatasan manusia untuk melakukan manual cek pada setiap sumur menyebabkan diperlukannya suatu proses yang jauh lebih otomatis tanpa harus menghilangkan *sense of engineering* yang dimiliki oleh para *engineer* (ahli).

Short cyclic merupakan stimulasi yang paling sering dilakukan pada lapangan X dengan > 200 pekerjaan setiap bulannya. Pekerjaan *short cyclic* terbukti sebagai proses stimulasi yang efektif dan ekonomis dalam meningkatkan perolehan minyak pada sumur yang mengalami *underperformance*. Untuk meningkatkan lagi optimasi pekerjaan *short cyclic* maka perlu dilakukan evaluasi terhadap pekerjaan *short cyclic* selama 1,5 tahun terakhir. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan dapat diambil beberapa ketentuan untuk melakukan seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic*, antara lain: 1) Semakin besar nilai *water cut* yaitu di atas 80% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan. 2) Semakin besar nilai *hydrocarbon pore thickness* yaitu di atas 10 ft maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan. 3) Semakin besar nilai *oil decline rate* yaitu di atas 60% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan. Penerapan *software fuzzy logic* memperlihatkan hasil yang cukup baik dalam pemilihan kandidat pekerjaan *short cyclic*. Hasil penerapannya memberikan peningkatan rasio kesuksesan menjadi 60% dan *oil gain* menjadi 4.14 bopd

Kata Kunci: *Short cyclic, artificial intelligence, expert system, lookback, fuzzy logic*

MUSPITTA
153210578

ABSTRACT

Field X is a field with heavy oil characteristic. Heavy oil is defined as oil with viscosity > 100 cp, this characteristic made heavy oil difficult to produce because it is difficult to flow. In Field X, there are ± 6000 production wells, where every day there are wells that having production underperformance. The human limitation to carry out a manual check on each well makes the need for a much more automated process without having to eliminate the sense of engineering possessed by engineers (experts).

Short cyclic is the most frequent stimulation in field X with more than 200 jobs every month. Short cyclic job is proven to be an effective and economical stimulation process in increasing oil recovery in underperforming wells. To improve the optimization of short cyclic jobs, it is necessary to evaluate the short cyclic jobs for the last 1.5 years. Based on the results of the evaluation that has been carried out, several condition can be taken for selecting short cyclic job candidates, including: 1) The greater the water cut, which is above 80%, the higher the trend of success of short cyclic jobs and the acquisition of oil gain after work. 2) The greater the hydrocarbon pore thickness, which is above 10 ft, the higher the trend of the success of the short cyclic work and the acquisition of oil gain after work. 3) The greater the oil decline rate, which is above 60%, the higher the trend of the success of short cyclic jobs and the acquisition of oil gains after work. The application of fuzzy logic software shows fairly good results in the selection of short cyclic job candidates. The results of its application gave an increase in the success ratio to 60% and the oil gain to 4.14 bopd

Key Words: *Short cyclic, artificial intellegence, expert system, lookback, fuzzy logic*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Lapangan minyak X merupakan lapangan minyak dengan karakteristik minyak berat (*heavy oil*). Penurunan produksi sumur pada lapangan dengan karakteristik minyak berat salah satunya disebabkan oleh tingginya viskositas minyak yang diakibatkan oleh turunnya temperatur, hal tersebut menyebabkan minyak untuk sulit mengalir (Zhu, Shi, Dong, & Hu, 2018). Pada PT. Chevron Pacific Indonesia, metode yang paling umum digunakan untuk mengatasi permasalahan produksi pada minyak berat adalah dengan menggunakan *thermal stimulation*. Penggunaan *thermal stimulation* yang juga disebut sebagai *cyclic steam stimulation* merupakan kegiatan menginjeksikan uap ke dalam formasi melalui sumur produksi (Putra et al., 2011) yang bertujuan untuk mengubah karakteristik fluida ataupun batuan reservoir. Melalui proses *cyclic steam stimulation*, dapat diraih sekitar 0.5-2 *barrel* minyak untuk setiap *barrel steam* yang diinjeksikan (Abdalla et al., 2011). Pada pelaksanaannya di PT. Chevron Pacific Indonesia, *cyclic steam stimulation* terbagi menjadi tiga metode yaitu: *short cyclic*, *regular cyclic*, dan *long cyclic*. Pada penelitian ini, topik yang akan dibahas adalah metode *short cyclic*.

Lapangan X memiliki ± 6000 sumur produksi, hal ini menyebabkan timbulnya kesulitan ketika melakukan seleksi kandidat untuk dilakukan pekerjaan *short cyclic* saat terjadi penurunan performa sumur. Seleksi kandidat diperlukan agar pekerjaan *short cyclic* yang dilakukan tepat guna dan memiliki kemungkinan sukses rasio yang tinggi. Untuk mempermudah proses seleksi kandidat maka perlu dilakukan suatu peningkatan terhadap sistem yang sudah ada, salah satunya adalah dengan menggunakan *artificial intelligence*.

Salah satu jenis *artificial intelligence* yang sering digunakan dalam proses seleksi kandidat adalah *fuzzy logic*. *Fuzzy Logic* merupakan metode yang mampu melakukan penalaran seperti layaknya penalaran manusia (Lad & Joglekar, 2016), pendekatan melalui *fuzzy logic* menirukan cara pengambilan keputusan yang digunakan oleh manusia yang mana di dalamnya melibatkan segala kemungkinan

dan tidak terbatas pada nilai YA atau TIDAK saja. Melalui penggunaan *fuzzy logic*, nilai ambang batas untuk melakukan prosedur *short cyclic stimulation* yang sebelumnya ditetapkan dalam suatu angka pasti (*exact number*) dapat dibuat lebih fleksibel (mempunyai toleransi) sehingga pemilihan kandidat untuk kategori prioritas tinggi dapat lebih mudah dilakukan. Selain itu penggunaan *fuzzy logic* dapat langsung diaplikasikan berdasarkan pengalaman para pakar (*expert system*) tanpa harus dilakukan *training* (Zeng et al., 2019) terhadap data yang banyak.

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan evaluasi terhadap pekerjaan *short cyclic* yang telah dilakukan selama 1,5 tahun di Lapangan X untuk melihat parameter apa saja yang memengaruhi keberhasilan pekerjaan *short cyclic*. Hasil evaluasi ini nantinya akan digunakan untuk melakukan peningkatan terhadap sistem seleksi kandidat yang akan dibantu dengan penerapan *artificial intelligence* dengan konsep *fuzzy logic*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi berbagai macam parameter *reservoir*/produksi dan korelasinya dengan *oil gain*.
2. Melakukan pemodelan *fuzzy logic* untuk meningkatkan proses seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic*.

1.3 MANFAAT PENULISAN

Melalui penelitian ini maka diharapkan terjadinya peningkatan proses pemilihan kandidat sumur untuk dilakukan pekerjaan *short cyclic*. Melalui rekomendasi yang diberikan pada akhir penelitian ini maka diharapkan pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X mempunyai sukses rasio yang tinggi.

1.4 BATASAN MASALAH

Penelitian ini hanya membahas mengenai evaluasi pekerjaan *short cyclic* di Lapangan X pada awal tahun 2018 hingga pertengahan 2019 serta parameter yang mempunyai korelasi terhadap kesuksesan pekerjaan *short cyclic*, seperti *water cut*, *well head temperature*, *hydrocarbon pore thickness*, dan *oil decline rate*.

Hal-hal yang berhubungan dengan teknik pengaplikasian pekerjaan *short cyclic*, waktu *soaking*, efisiensi *steam* ,dan tekanan injeksi tidak termasuk dalam masalah untuk dianalisa.



Dokumen ini adalah Arsip Miitik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 CYCLIC STEAM STIMULATION

Menurut Sheng (2013) pekerjaan *cyclic steam stimulation* adalah kegiatan menginjeksikan *steam* ke dalam formasi melalui sumur produksi. Saat pekerjaan *cyclic steam stimulation* dilakukan, maka sumur akan dimatikan selama beberapa saat untuk proses *soaking steam*, di mana pada saat ini *steam* akan menyebar masuk ke formasi dan mulai meningkatkan temperatur reservoir dan fluidanya. Setelah beberapa saat maka sumur akan berproduksi kembali setelah proses *steam soaking* selesai (J.G, 2013). Proses yang berlangsung selama pekerjaan dilakukan disebut sebagai *cyclic* atau *huff and puff*. Dengan melakukan *cyclic steam stimulation* maka diharapkan viskositas minyak dapat meningkat dan *wellbore* jauh lebih bersih dari minyak yang mengendap (*congeal*) sehingga minyak dapat mengalir lebih mudah (Papavinasam, 2014).

Pekerjaan *cyclic steam stimulation* merupakan salah satu pekerjaan yang sangat sering dilakukan untuk meningkatkan perolehan minyak berat dikarenakan waktu balik modal yang cepat walaupun nilai *recovery factor* yang rendah sekitar 10-40% OIP (Mousavimirkalaei et al, 2012). Pekerjaan *cyclic steam stimulation* dapat dilakukan berulang kali ketika laju produksi minyak berat menurun akibat masalah temperatur atau reservoir (Ali, 1997)

Pada PT. Chevron Pacific Indonesia terdapat tiga metode *cyclic steam stimulation*, antara lain (Chevron Internal Report, 2019):

1. *Short cyclic*, adalah pekerjaan yang dilakukan untuk membersihkan lubang bor dan *liner* dari minyak berat atau pasir yang menempel sehingga menyebabkan turunnya produksi minyak (Putra et al., 2011). Proses ini berlangsung selama 24 jam dan membutuhkan waktu *soaking* yang sebentar.
2. *Regular cyclic*, adalah pekerjaan yang dilakukan untuk meningkatkan temperatur reservoir sehingga viskositas fluida akan meningkat.(Trigos et al., 2016) Pekerjaan *regular cyclic* membutuhkan waktu injeksi sekitar 7 hari dan *soaking* selama 3 hingga 4 hari.

3. *Long cyclic*, merupakan pekerjaan yang dilakukan pada suatu sumur produksi baru yang belum *mature* (kondisi reservoirnya cenderung masih dingin). Pekerjaan ini biasanya bertujuan untuk menyambungkan *steam chest* yang ada di sumur produksi dengan *steam* yang berasal dari sumur injeksi sehingga proses pemanasan dan persebaran *steam* berlangsung secara optimal. Pekerjaan *long cyclic* biasanya membutuhkan waktu selama 16 hari untuk injeksi *steam* dan 3 hari untuk proses *soaking* sebelum sumur siap diproduksi.

2.2 FUZZY LOGIC

Fuzzy Logic atau yang dikenal sebagai logika *fuzzy*, yang dalam bahasa Indonesia disebut logika samar-samar, pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 pada jurnalnya yang berjudul *Fuzzy Set* ((Nageh et al., 2015).

Logika *fuzzy* merupakan sebuah perluasan ilmu dari logika Boolean yang hanya terdiri dari nilai nol dan satu. Logika *Fuzzy* dikembangkan untuk mengatasi permasalahan *partial truth*, yaitu nilai kebenaran yang berada di antara “sama sekali benar” dan “sama sekali salah”. Zadeh (2008) menyatakan bahwa ketidakpastian merupakan bagian yang tidak bisa dielakkan dari data dan melalui penggunaan hukum probabilitas, maka para ilmuan dapat mengatasi permasalahan ketidakpastian tersebut. Logika *Fuzzy* yang dilakukan dengan *soft computing* merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang penuh dengan ambiguitas dan ketidakpastian. Selain itu *soft computing* juga membutuhkan *expert system* atau yang biasa disebut ahli pakar (manusia) yang berguna agar *soft computing* mempunyai penalaran seperti manusia saat menghadapi sesuatu yang tidak pasti dan tidak presisi ketika harus melakukan pengambilan keputusan.

Dalam pengaplikasiannya, logika *fuzzy* juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan logika *fuzzy* (Hamdi & Cherif, 2014):

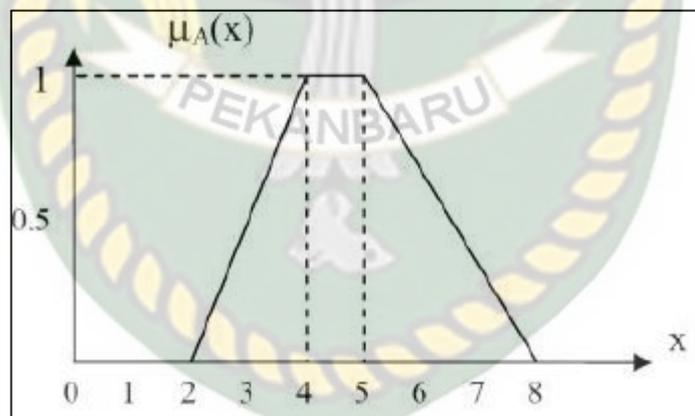
- A. Keuntungan: (1) Penggunaan ilmu pengetahuan manusia yang ditransfer menjadi algoritma komputer. (2) Logika *fuzzy* merupakan suatu alat perkiraan

yang tepat untuk fungsi non-linear yang variatif. (3) Logika *fuzzy* dapat digunakan walaupun tidak terdapat model matematika. (4) Logika *fuzzy* dapat bekerja walaupun informasi yang dipunyai sedikit (5) Logika *Fuzzy* dapat digunakan secara general untuk semua kegiatan *decision making*

- B. Kerugian: (1) Membutuhkan ilmu pengetahuan yang terstruktur. (2) Inkonsisten dan subjektivitas manusia dalam menentukan keputusan (3) Penggunaan parameter yang banyak akan membuat *rules* semakin banyak pula.

2.1.1 Ide Himpunan *Fuzzy*

Ide himpunan *fuzzy* atau disebut juga sebagai *fuzzy set* adalah himpunan di mana semua anggota himpunan mempunyai derajat keanggotaan (Xiao et al., 2015). Teori himpunan *fuzzy* memperbolehkan anggota yang terdapat di dalam himpunan mempunyai nilai di antara nol dan satu $[0,1]$, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini. Fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ mendeskripsikan derajat keanggotaan x pada himpunan x pada *fuzzy logic A* (Zoveidavianpoor, 2012)



Gambar 2.1 Fungsi keanggotaan *fuzzy logic* (Zoveidavianpoor, 2012)

2.1.3 Sistem Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* dapat digunakan ketika data yang dimiliki tidak presisi dan dapat digunakan dalam *rule-bases system*. Dalam membuat sistem logika *fuzzy* terdapat empat langkah dasar (Sudrajat, 2008):

- Setiap variabel dalam logika *fuzzy* harus memiliki derajat keanggotaan yang biasa dinyatakan dalam *linguistic term* seperti *high*, *low*, dan *medium*.

- Terdapat *rules* yang berfungsi untuk menghubungkan setiap variabel untuk mendapatkan hasil. *Rules* disusun melalui penggunaan *if-then*
- *Rules* yang telah dibuat akan dievaluasi secara matematika untuk mendapatkan hasil. Setiap *rule* akan dievaluasi melalui proses implikasi dan semua hasil dari setiap *rules* akan dikumpulkan melalui proses agregasi.

2.1.3 Langkah Pengerjaan Logika *Fuzzy*

Berikut adalah langkah pengerjaan logika *fuzzy* (Distefano, 2013):

- *Fuzzyfikasi*, merupakan proses di mana nilai *input* yang merupakan nilai tegas akan dipetakan ke dalam fungsi keanggotaan *fuzzy*,
- Aturan Dasar, merupakan sebuah aturan dalam bentuk “jika maka “ yang pembuatannya membutuhkan analisa dari seorang pakar (*expert*)
- Penalaran, pada langkah ini data masukan akan dinalar oleh *software* untuk menentukan data *output* nya. Penalaran dilakukan melalui korelasi antar aturan dasar dan keluarannya merupakan kesimpulan dari banyak aturan tersebut.
- *Defuzzyfikasi*, merupakan proses pemetaan dari himpunan *fuzzy* ke dalam himpunan tegas sebagai *output* dari proses logika *fuzzy*.

2.3 STUDI LITERATUR

Terdapat banyak literatur yang menunjukkan bahwa logika *Fuzzy* sangat luas penggunaannya dalam dunia migas dan sudah digunakan sejak tahun 1990-an. Xiong (1995) telah melakukan aplikasi logika *fuzzy* sebagai (1) alat seleksi kandidat untuk stimulasi, (2) alat seleksi jenis stimulasi, (3) alat evaluasi kondisi *barrier*, (4) alat evaluasi metode injeksi, (5) alat seleksi fluida rekah dan aditif, (6) alat diagnosa *formation damage*, dan (7) alat seleksi *acid* untuk pekerjaan *acidizing*.

Penelitian Xiong (1995) dilanjutkan oleh Zoveidavianpoor (2012) yang menggunakan logika *fuzzy* sebagai sebuah alat untuk melakukan seleksi kandidat. Pada jurnal ini dibahas bagaimana penggunaan logika *fuzzy* untuk memilih sumur mana yang akan dilakukan *hydraulic fracturing* (perekahan) pada batuan karbonat di Lapangan yang berada di Iran. Proses seleksi kandidat menggunakan 6 parameter

yaitu, permeabilitas (mD), ketebalan *netpay* (ft), tekanan formasi (psi), laju produksi (*bopd*), porositas (%), dan saturasi air.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Korjani et al. (Korjani et al., 2016) menggunakan *fuzzy logic* yang dikombinasikan dengan *artificial neural network* (ANN) sebagai alat untuk menghitung risiko pada pekerjaan *workover* pada lapangan minyak berat di California. Pada penelitian ini digunakan beberapa parameter antara lain: estimasi nilai produksi minyak setiap harinya yang didapatkan melalui ANN, jenis kompleks sumur, biaya *workover*, dan kondisi geologi sumur yang dikombinasikan dengan penggunaan ANN.

Kasyifi (2017) melakukan penelitian di PT. Chevron Pacific Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan performa seleksi kandidat pada pekerjaan stimulasi *solvent* dengan menggunakan sebuah alat yang berbasis pada logika *fuzzy*. Dalam penelitian tersebut, digunakan empat parameter dengan fungsi *fuzzy* trapesium untuk menentukan kandidat pekerjaan *solvent*. Parameter tersebut antara lain: nilai *oil decline rate* (%/year), nilai *fluid decline rate* (%/year), kandungan *ashpaltene* (%), dan *water cut* (%).

Selain digunakan sebagai alat untuk seleksi kandidat, logika *fuzzy* juga digunakan untuk deteksi awal kerusakan terjadi pada pompa ESP oleh Ismail (2019). Untuk deteksi awal permasalahan pada pompa ESP, digunakan 4 parameter dengan fungsi *Fuzzy* segitiga, parameter tersebut antara lain: *well head temperature* (F), jumlah fluida produksi setiap harinya (bfpd), kuat arus yang dimiliki pompa (ampere), serta nilai *fluid decline rate* (%/year).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mencari pengetahuan mengenai minyak berat, permasalahan apa saja yang terjadi pada sumur dengan minyak berat dan cara penanggulangannya.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data pekerjaan *short cyclic* yang dilakukan selama 1,5 tahun terakhir dari tahun 2018-2019.

3. Analisa Data

Melakukan *review* dan analisa pengolahan data untuk pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X dan membuat korelasi antara parameter-parameter dan tingkat perolehan *oil gain*.

4. Penerapan Konsep *Artificial Intelligence Fuzzy Logic*

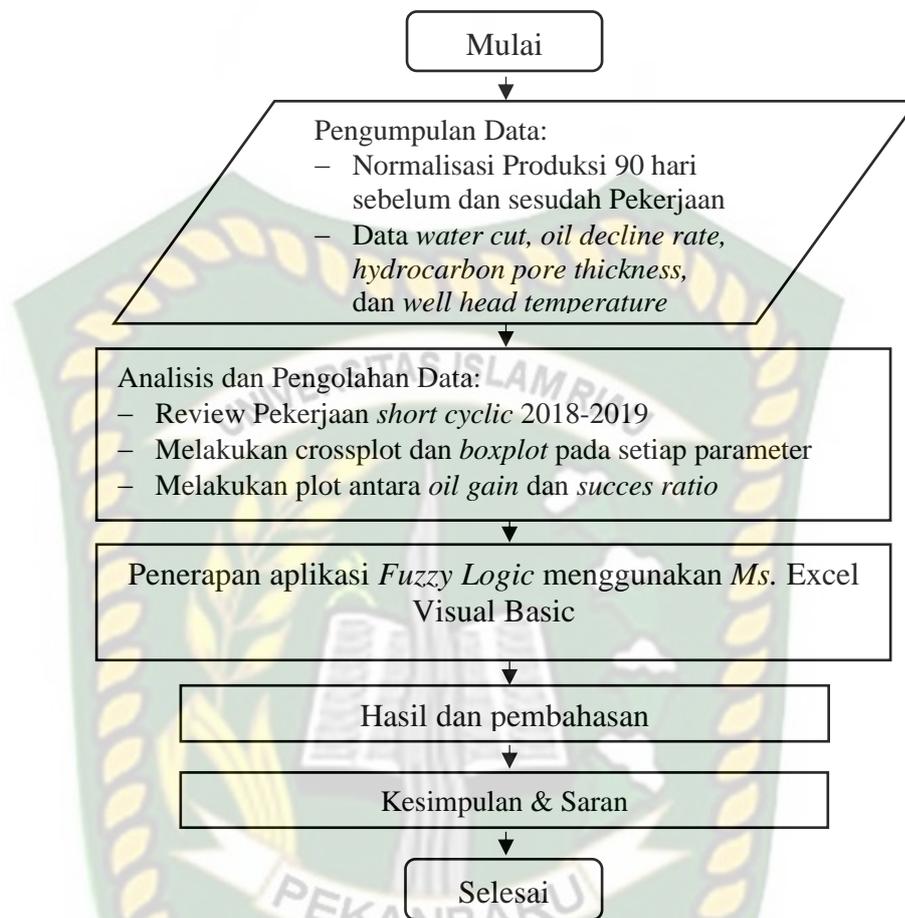
Mengembangkan *tool* dengan menggunakan *fuzzy logic* sebagai dasar pemilihan kandidat.

5. Implementasi program *Fuzzy Logic*

Menerapkan program yang telah dibuat pada sumur-sumur yang ada pada Lapangan X untuk mencari kandidat untuk dilakukan pekerjaan *short cyclic*.

6. Penarikan kesimpulan dan rekomendasi

3.2 ALUR KERJA PENELITIAN



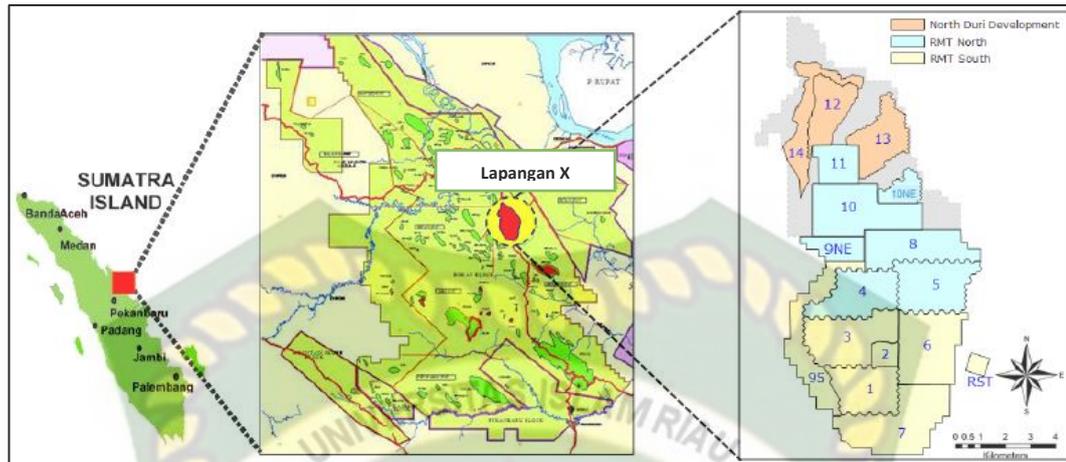
Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian

3.3 DATA-DATA YANG DIPERLUKAN

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan beberapa data antara lain:

1. *Water cut*
2. *Well head temperature*
3. *Hydrocarbon pore thickness*
4. *Oil decline rate*

3.4 TINJAUAN LAPANGAN



Gambar 3.2 Tinjauan Lapangan X

Lapangan X berada di Provinsi Riau dan ditemukan pada tahun 1941 dengan luas 34.730 hektar dan mulai beroperasi pada tahun 1958. Minyak ditemukan pada kedalaman 300 sampai 700 kaki dan tekanan reservoir sekitar 100 psi. Struktur Lapangan X adalah antiklin dengan banyak fraktur yang menyebabkan terbentuknya perangkap *faulted anticline*. Reservoir produksi utama Lapangan N adalah Pertama, Kedua dan Rindu yang mengandung dua pertiga cadangan minyak, dan unit sekundernya adalah Baji, Jaga dan Dalam yang tersebar di bagian selatan Lapangan X.

Reservoir Lapangan X mempunyai 5,7 MBBL OOIP, produksi minyak kumulatif mencapai 2,5 MBBL. Saat ini, Lapangan X memproduksi ~100 MBOPD dari 6.500 sumur produksi. Di area produksi Lapangan X, terdapat 3027 sumur injeksi dan ~1000 sumur injeksi

3.5 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di PT. Chevron Pacific Indonesia – Rumbai pada *Heavy Oil Team Aset* bagian *drainage*

3.6 JADWAL PENELITIAN

Berikut adalah tabel uraian waktu penelitian yang akan dilaksanakan:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Deskripsi Kegiatan	Jun-20				Jul- 20				Agu-20			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan data												
3	QC data dan normalisasi data												
4	Analisa dan Pengolahan Data												
5	Penerapan Konsep <i>Fuzzy Logic</i>												
6	Penarikan Kesimpulan dan Rekomendasi												
7	Penyusunan Laporan												

BAB IV ANALISA PENGOLAHAN DATA

Lapangan minyak X merupakan lapangan minyak dengan karakteristik minyak berat (*heavy oil*). Penurunan produksi sumur pada lapangan dengan karakteristik minyak berat salah satunya disebabkan oleh tingginya viskositas minyak yang diakibatkan oleh turunnya temperatur, hal tersebut menyebabkan minyak untuk sulit mengalir (Zhu et al., 2018).

Pada PT. Chevron Pacific Indonesia, metode yang paling umum digunakan untuk mengatasi permasalahan produksi pada minyak berat adalah dengan menggunakan *short cyclic steam stimulation*. Melalui proses tersebut, dapat diraih sekitar 0.5-2 *barrel* minyak untuk setiap *barrel steam* yang diinjeksikan (Abdalla et al., 2011).

Tingginya frekuensi pekerjaan *short cyclic steam stimulation* pada lapangan X didasari oleh murahnya biaya operasi untuk melakukan pekerjaan *short cyclic steam stimulation* karena tidak memerlukan rig. Selain itu waktu untuk POP (*put on production*), atau waktu yang dibutuhkan sumur untuk kembali berproduksi relatif singkat. Pada tahun 2018 hingga pertengahan tahun 2019 telah dilakukan sekitar ~2000 pekerjaan *short cyclic* pada lapangan X dengan rata-rata ~100 pekerjaan setiap bulannya.

Lapangan X juga memiliki ± 6000 sumur produksi, hal ini menyebabkan timbulnya kesulitan ketika melakukan seleksi kandidat untuk dilakukan pekerjaan *short cyclic* saat terjadi penurunan performa sumur. Seleksi kandidat diperlukan agar pekerjaan *short cyclic* yang dilakukan tepat guna dan memiliki kemungkinan sukses rasio yang tinggi. Untuk mempermudah proses seleksi kandidat maka perlu dilakukan suatu peningkatan terhadap sistem yang sudah ada, salah satunya adalah dengan menggunakan *artificial intelligence*.

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan evaluasi terhadap pekerjaan *short cyclic* yang telah dilakukan selama 1,5 tahun di Lapangan X untuk melihat parameter apa saja yang memengaruhi keberhasilan pekerjaan *short cyclic*. Pekerjaan *short cyclic* dapat dikatakan sukses apabila menghasilkan nilai *oil gain* ≥ 2 bopd sebagai batas *economic limit* dari pekerjaan tersebut ($DPI > 1$). Hasil

evaluasi ini nantinya akan digunakan untuk melakukan peningkatan terhadap sistem seleksi kandidat yang akan dibantu dengan penerapan *artificial intelligence* dengan konsep *fuzzy logic*.

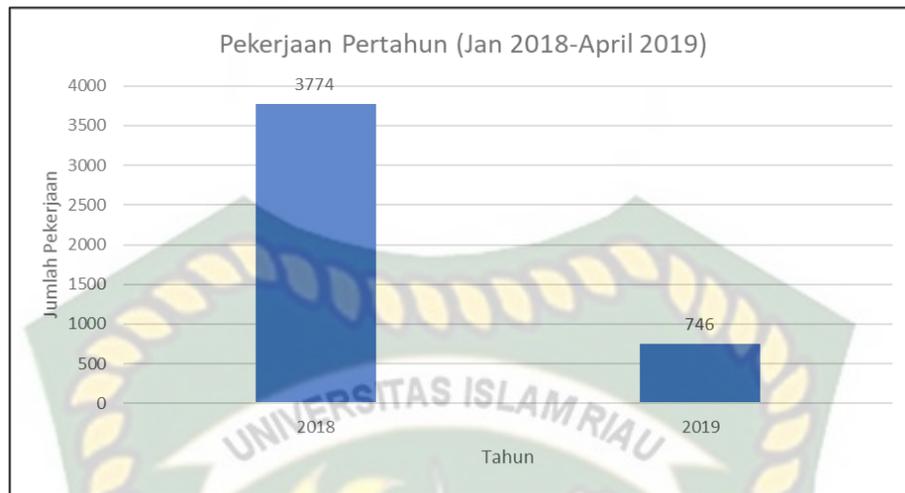
4.1 LOOKBACK PEKERJAAN SHORT CYCLIC TAHUN 2018-2019

Salah satu hal yang menyebabkan terjadinya penurunan pekerjaan *short cyclic steam stimulation* pada awal tahun 2019 adalah proses yang lama dan panjang dalam menentukan kandidat untuk dilakukan pekerjaan. Tidak adanya standarisasi terhadap kriteria kandidat pekerjaan *short cyclic* menyebabkan para ahli (*engineer*) membutuhkan waktu yang lama hanya untuk menentukan sumur mana yang merupakan prioritas untuk dilakukan pekerjaan. Tidak adanya standarisasi disebabkan karena belum terdapat studi yang membahas hubungan antara parameter yang mungkin memengaruhi keberhasilan dengan pekerjaan *short cyclic steam stimulation* tersebut.

Pada bagian ini akan dibahas kilas balik pekerjaan *short cyclic steam stimulation* selama 1,5 tahun terakhir yaitu sejak awal tahun 2018 hingga pertengahan tahun 2019. Pada kilas balik ini akan dilihat secara statistik performa pekerjaan *short cyclic steam stimulation* yang meliputi rata-rata perolehan *oil gain* dari keseluruhan pekerjaan, *activity level* atau jumlah pekerjaan setiap tahunnya dan sukses rasionya.

4.1.1 Jumlah Pekerjaan *Short cyclic* dan *Project Scoping*

Selama 1,5 tahun terakhir, jumlah pekerjaan *short cyclic* pada lapangan X mencapai ~4000 pekerjaan dengan per bulannya terdapat kurang lebih ~250 pekerjaan. Jumlah pekerjaan *short cyclic* setiap tahunnya dapat dilihat pada gambar 4.1. Dengan jumlah sumur yang banyak dan jumlah pekerjaan yang banyak, maka akan membutuhkan waktu yang lama untuk *engineer* menentukan prioritas kandidat apabila tidak terdapat standarisasi kriteria.

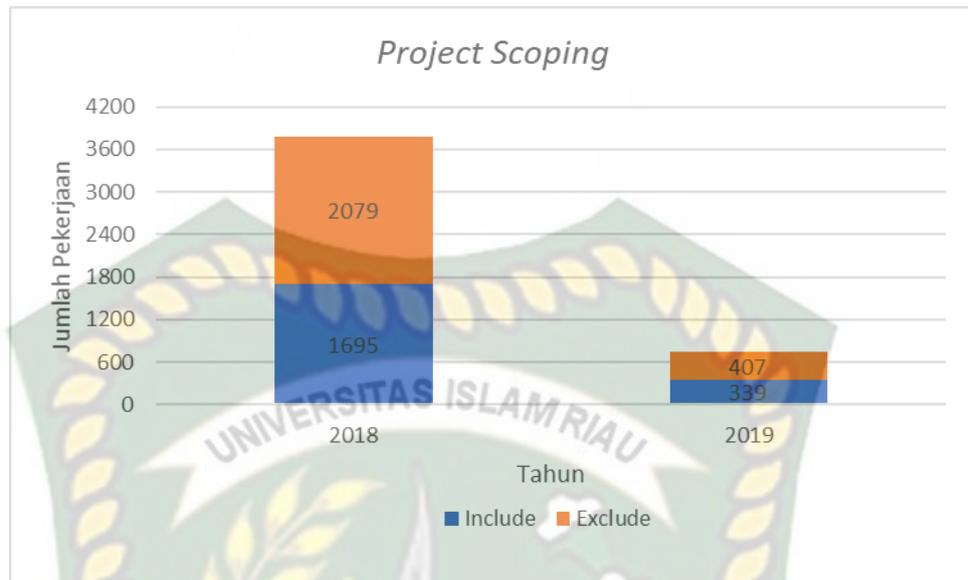


Gambar 4.1 Pekerjaan *short cyclic* tahun 2018 - 2019

Namun dalam pengumpulan data untuk analisa kali ini, terapat data pekerjaan *short cyclic* yang tidak akan dimasukkan dalam analisa data dikarenakan data yang ada tidak memadai untuk dianalisis. Data yang digunakan sebagai *cut off*-nya adalah data laju produksi fluida dan data laju produksi minyak.

Agar evaluasi pekerjaan *short cyclic* dapat dilakukan, maka diperlukan paling sedikit tiga data laju produksi fluida dan laju produksi minyak yang dites dalam kurun waktu 90 hari sebelum pekerjaan dilakukan dan 90 hari setelah pekerjaan dilakukan. Hal ini diperlukan untuk melihat apakah terdapat perubahan yang signifikan setelah dan sebelum dilakukannya pekerjaan *short cyclic*.

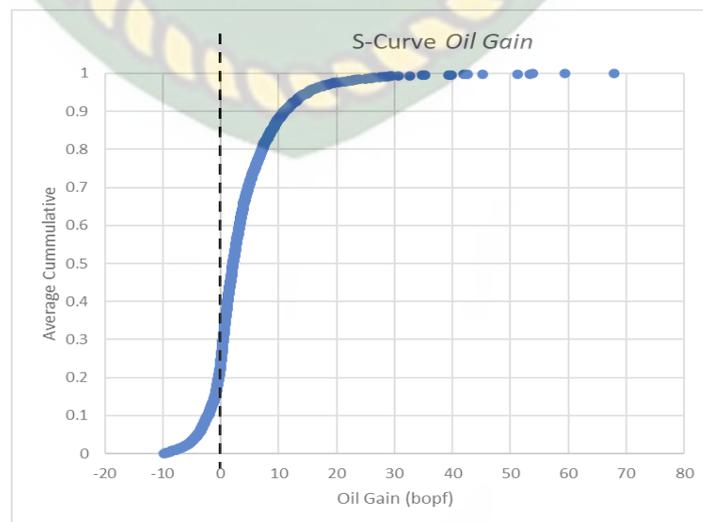
Jadi, untuk setiap pekerjaan *short cyclic* yang dimasukkan ke dalam analisa adalah pekerjaan *short cyclic* yang mempunyai sedikitnya tiga data tes laju produksi fluida dan minyak dari sebelum dilakukan pekerjaan dan setelah dilakukan pekerjaan. Untuk melihat jumlah pekerjaan *short cyclic* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Project scoping pekerjaan short cyclic*

4.1.1 *S-Curve Oil gain*

Dalam penelitian ini, nilai *oil gain* didefinisikan sebagai selisih antara nilai laju produksi minyak maksimum selama 90 hari setelah pekerjaan *short cyclic* dikurangi dengan nilai produksi minyak minimum selama 30 hari sebelum dilakukan pekerjaan *short cyclic*. Untuk dapat melihat performa pekerjaan *short cyclic* di Lapangan X selama 1,5 tahun terakhir maka dapat dilihat dapat dilihat pada gambar 4.3. Gambar tersebut merupakan grafik *S-Curve* (Kurva S) perolehan *oil gain*, yang merupakan plot antara *oil gain* dan *cummulative probability*.



Gambar 4.3 *S-curve oil gain*

Melalui grafik *S-Curve* maka dapat dilihat kemungkinan perolehan nilai *oil gain* secara statistik. Grafik *S-curve cummulative probability* menyatakan kumulatif probabilitas untuk mendapatkan nilai tertentu pada sumbu X dalam bentuk suatu luasan area (Mun, 2015). Data *oil gain* yang diplot merupakan data *oil gain* dari setiap pekerjaan *short cyclic* di Lapangan X yang dilakukan dari awal tahun 2018 hingga pertengahan 2019. Melalui grafik di atas maka dapat diambil tiga titik untuk dilakukan analisa lebih lanjut, yaitu P10, P50 dan P90. P10 merupakan singkatan dari *percentile* 10 yang mempunyai arti nilai *cummulative probaility* 0,1 pada sumbu X. Nilai P10 didapatkan dengan menarik garis lurus pada nilai 0,1 di sumbu Y hingga berpotongan dengan *S-Curve* lalu ditarik ke bawah untuk mendapatkan nilainya. q

Berdasarkan grafik *S-Curve oil gain* di atas, maka nilai P10 adalah -2.2 bopd, yang artinya terdapat 10% kemungkinan perolehan *oil gain* sebesar 2.2 bopd atau lebih kecil hingga perolehan *oil gain* minimum. Hal yang sama berlaku untuk P50 yang merupakan persentil 50 serta median dari data dan P90 yang merupakan persentil 90. Berdasarkan data di atas, nilai P50 adalah 2.13 bopd yang artinya terdapat 50% kemungkinan perolehan *oil gain* sebesar 2.13 atau lebih kecil dan untuk P90 terdapat 90% kemungkinan perolehan *oil gain* sebesar 11.03 bopd atau lebih kecil.

Nilai P10, P50 dan P90 yang didapatkan melalui *S-Curve* digunakan untuk menghitung *estimated value* (EV) yang biasanya digunakan oleh insinyur PT. Chevron Pacific Indonesia untuk melakukan analisa statistik. Dalam melakukan analisa statistik perhitungan nilai P10, P50 dan P90 tidak dapat dihitung secara satu per datum karena hal itulah diperlukan suatu angka yang disebut dengan *estimated value*. Nilai *estimated value* yang digunakan oleh PT. Chevron Pacific Indonesia dapat dihitung melalui persamaan:

$$EV = (0.25 \times P10) + (0.5 \times P50) + (0.25 \times P90) \quad (1)$$

Melalui persamaan di atas, didapatkan nilai EV dari grafik S-Curve *oil gain* sebagai berikut:

$$EV = (0.25x - 2.2) + (0.5x2.13) + (0.25x11.03)$$

$$EV = 3.27 \text{ bopd}$$

Nilai 3.27 bopd di atas maksudnya adalah selama 1.5 tahun terakhir, didapatkan rata-rata perolehan *oil gain* untuk seluruh pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X hanya berkisar 3.27 bopd.

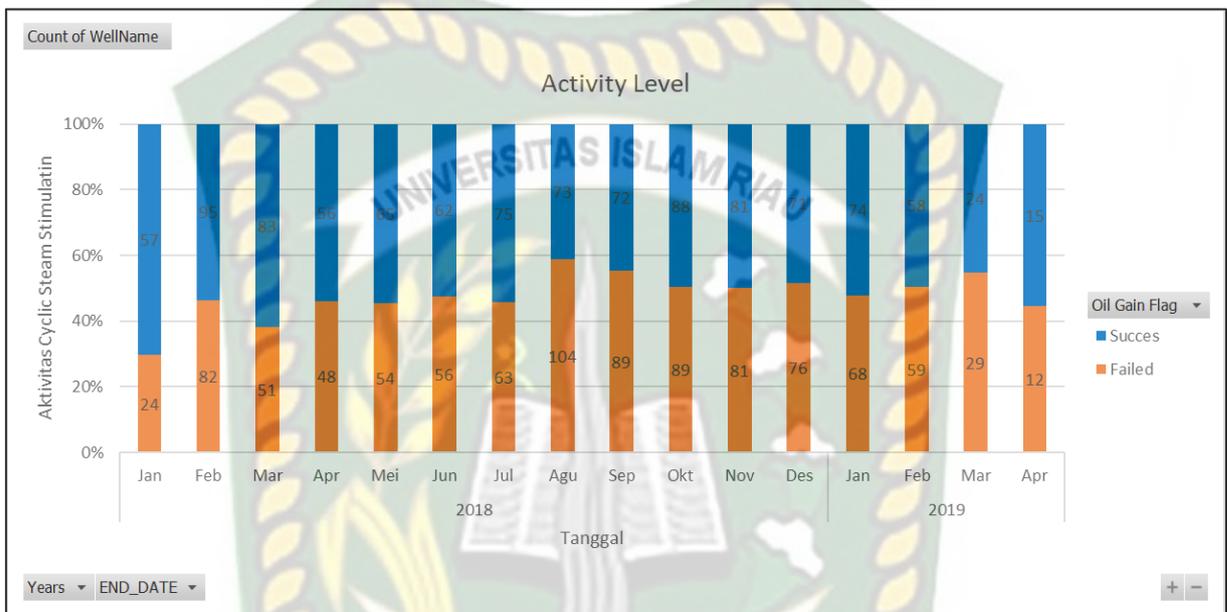
4.1.3 Aktivitas Pekerjaan *Short cyclic* dan Rasio Kesuksesan

Nilai ambang batas (*cut off*) minimal suatu pekerjaan *short cyclic* dapat dikatakan sukses adalah 2 bopd, dimana nilai DPI nya lebih dari 1. Apabila dilihat dari segi ekonomi, nilai *oil gain* dari pekerjaan *short cyclic* selama 1,5 tahun di Lapangan X yang berkisar sekitar 3 bopd tidak dapat memberikan keuntungan cukup besar. Namun, melalui adanya batas minimum *oil gain*, maka pengelompokan pekerjaan yang sukses dan gagal menjadi lebih mudah. Pekerjaan yang gagal didefinisikan sebagai pekerjaan yang mendapatkan *oil gain* kurang dari 2 bopd sedangkan pekerjaan yang berhasil didefinisikan sebagai pekerjaan yang mendapatkan *oil gain* lebih dari 2 bopd. Untuk melihat aktivitas pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X dapat dilihat pada gambar 4.4.

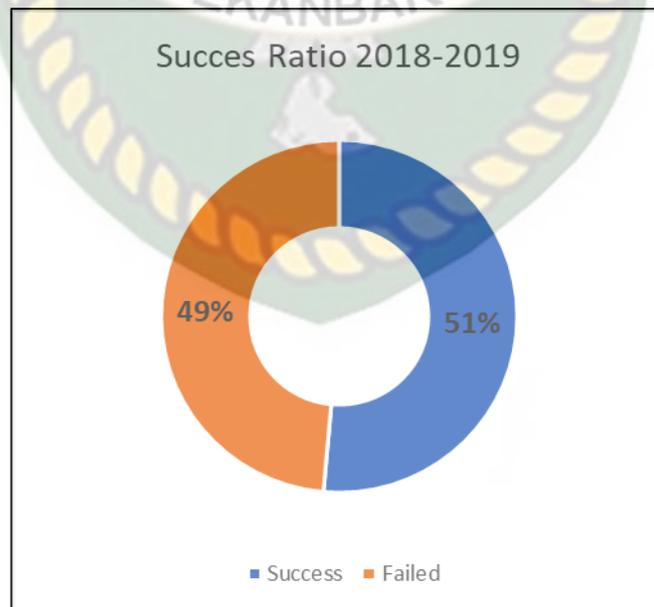
Pada gambar 4.4 dapat dilihat jumlah pekerjaan *short cyclic*, perolehan *oil gain* dan sukses rasio untuk setiap bulannya pada tahun 2018 hingga pertengahan 2019. Berdasarkan gambar 4.4 juga dapat dilihat bahwa semenjak akhir tahun 2018 hingga awal tahun 2019 performa pekerjaan *short cyclic* sedikit menurun, hal ini dapat dilihat melalui sukses rasio pekerjaan yang tidak mencapai 50%, atau setengah pekerjaan dinyatakan gagal.

Rasio Keberhasilan pekerjaan *short cyclic* juga tergolong rendah, yaitu hanya berkisar di sekitar 50% untuk setiap tahunnya. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa rasio kesuksesan dari seluruh data yang dianalisis di Lapangan X hanya berkisar pada 51%. Rasio kesuksesan dari 2034 pekerjaan yang dianalisis berada

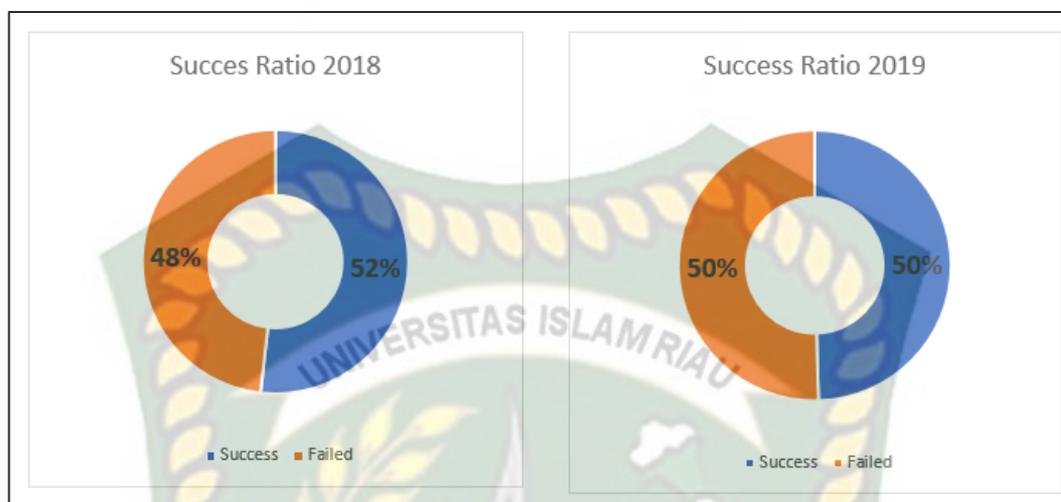
pada angka 51%, dengan jumlah pekerjaan yang berhasil sebesar 1046 pekerjaan da 988 pekerjaan lainnya dinyatakan gagal. Selain itu, untuk setiap tahunnya hanya ada sedikit peningkatan nilai rasio kesuksesan. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.4 Aktivitas pekerjaan *short cyclic*



Gambar 4.5 Sukses rasio pekerjaan *short cyclic* 2018-2019



Gambar 4.6 Rasio kesuksesan tahunan

4.2 ANALISA PARAMETER YANG MEMENGARUHI KEBERHASILAN PEKERJAAN *SHORT CYCLIC*

Pada penelitian ini penulis akan melakukan evaluasi terhadap parameter-parameter yang memengaruhi keberhasilan pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X. Parameter yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *water cut* (WC), *well head temperature* (WHT), *hydrocarbon pore thickness* (HPT) dan *oil decline rate*. Parameter yang dianalisis merupakan parameter produksi dan reservoir yang datanya dicatat secara berkala melalui hasil *well test* dan simulasi reservoir. Melalui analisis ini, diharapkan akan didapatkan parameter-parameter apa saja yang sangat memengaruhi tingkat rasio kesuksesan.

Analisa parameter-parameter yang memengaruhi keberhasilan pekerjaan *short cyclic* pada penelitian ini terdiri dari 2 analisa, yaitu:

A. Analisa *Crossplot* dan *Box Plot* Parameter

Pada analisa ini, data yang digunakan merupakan data historis yang merupakan performa parameter 90 hari sebelum dilakukan pekerjaan *short cyclic*. Data tersebut nantinya akan diplot dalam bentuk grafik *crossplot* antara

performa parameter dan perolehan *oil gain*-nya. Pada grafik tersebut terdapat kriteria untuk membedakan pekerjaan yang berhasil dan pekerjaan yang gagal, yang ditandai dengan penggunaan warna yang berbeda. Tujuannya adalah untuk melihat penyebaran data keseluruhan pekerjaan *short cyclic* di Lapangan X untuk masing-masing parameter yang dianalisis, terhadap *oil gain*-nya. Melalui grafik tersebut juga akan dapat terlihat kecenderungan dari keberhasilan pekerjaan *short cyclic* terhadap nilai setiap parameter.

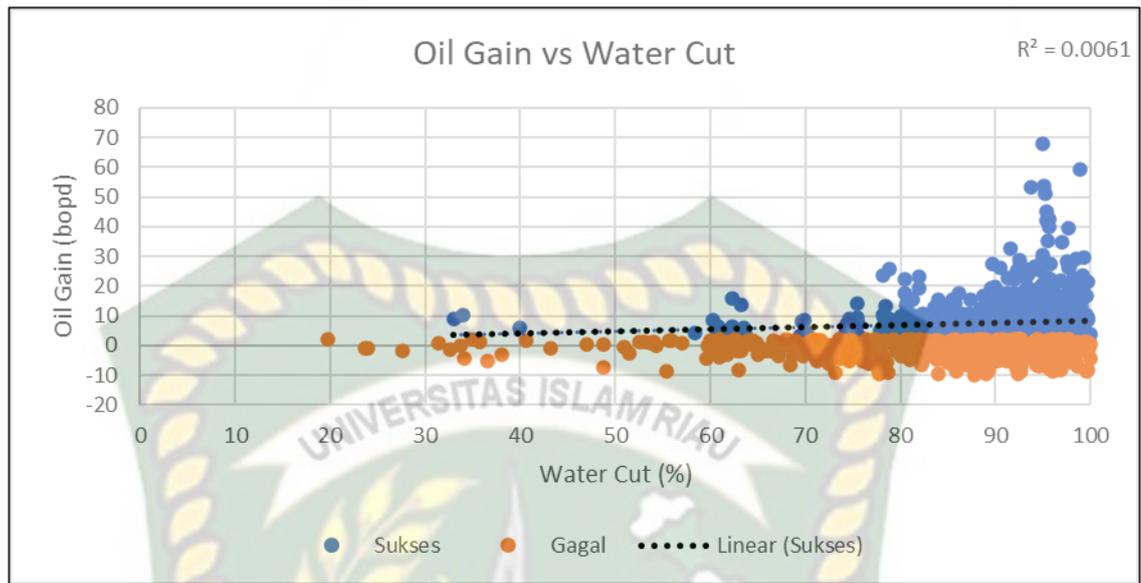
B. Analisa *Bar Chart* dan *Line Chart Oil gain* dan Sukses Rasio

Pada analisa ini, data divisualkan dalam bentuk grafik *bar chart* kombinasi dengan *line chart*. Masing-masing parameter akan dibentuk dalam suatu kelompok *range* nilai tertentu dan dilihat hubungannya terhadap perolehan *oil gain* dan sukses rasio. *Bar chart* akan menunjukkan perolehan *oil gain* dan *line chart* akan menunjukkan sukses rasio.

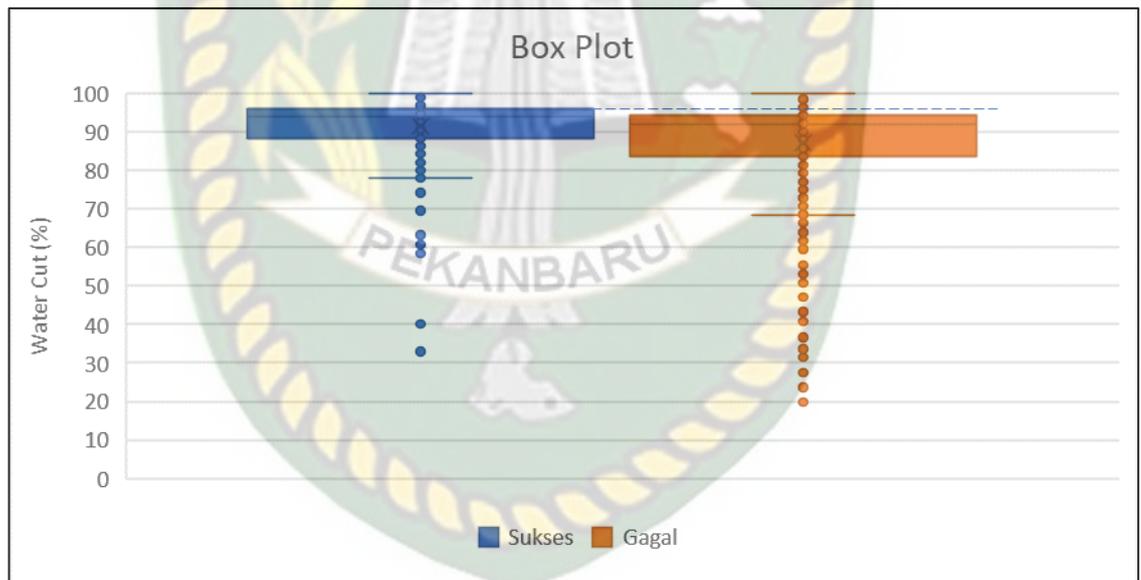
4.2.1 *Water cut*

Water cut adalah rasio perbandingan antara produksi air terhadap produksi fluida total. Parameter ini penting untuk dimasukkan dalam analisa untuk melihat seberapa besar pengaruh *influx* produksi air dalam fluida. Semakin tua umur sumur, maka nilai *water cut* akan semakin membesar karena seiring bertambahnya usia produksi maka batas kontak air dan minyak akan meningkat dan produksi air akan lebih banyak daripada minyak itu sendiri (Afi et al., 2017).

Melalui penelitian ini akan dilihat pengaruh *water cut* terhadap pekerjaan *short cyclic*. Data *water cut* yang digunakan merupakan data rata-rata nilai *water cut* selama 30 hari sebelum dilakukannya pekerjaan *short cyclic*. Grafik *crossplot* dan *boxplot* pengaruh *water cut* terhadap perolehan *oil gain* pada pekerjaan *short cyclic* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan 4.8



Gambar 4.7 *Crossplot oil gain vs water cut*



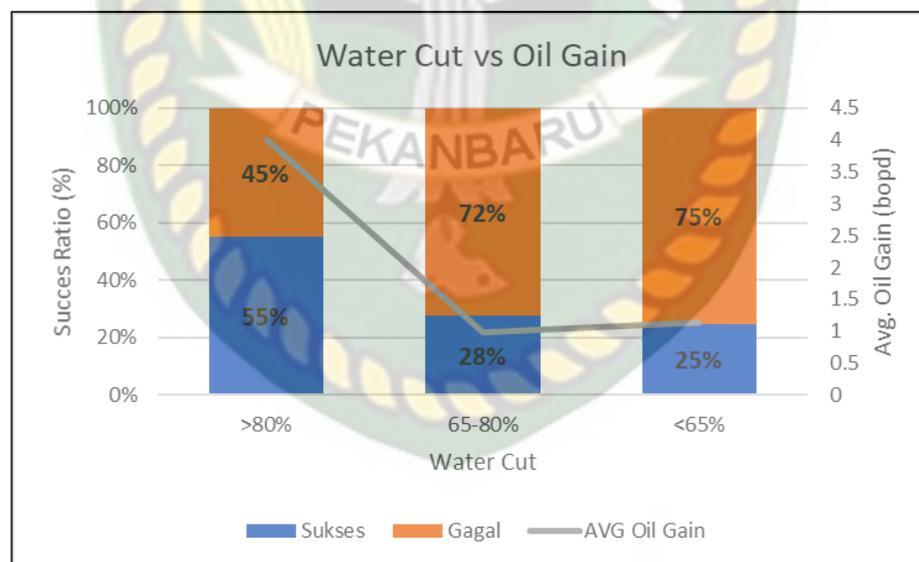
Gambar 4.8 *Box plot water cut vs oil gain*

Melalui grafik *crossplot* di atas dapat dilihat bahwa tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* terhadap *water cut* mempunyai tren keberhasilan yang cukup tinggi pada saat nilai *water cut* juga tinggi. Hal tersebut juga dapat dilihat melalui garis *trendline* yang semakin meningkat (*oil gain* meningkat) seiring dengan meningkatnya nilai *water cut*. Melalui *trendline* juga didapatkan nilai korelasi atau r^2 sebesar 0.0061. Dari grafik *boxplot* dapat dilihat persebaran nilai *water cut* di

mana pekerjaan *short cyclic* memiliki tren sukses, digambarkan pada *box* biru, berada pada nilai *water cut* yang tinggi sedangkan *box* berwarna oranye yang menandakan pekerjaan gagal memiliki persebaran data di mana nilai *water cut* lebih rendah. Menurut Abdullah et al (2016), hal ini terjadi dikarenakan semakin tinggi *water cut* maka akan semakin tinggi juga kemungkinan pekerjaan berhasil dikarenakan air yang berada pada fluida diekspektasikan akan berubah menjadi *hot water* yang juga membantu proses produksi.

Tabel 4.1 Pengaruh *Water Cut* Pada *Oil Gain* dan Sukses Rasio

<i>Water cut</i> (%)	Rata-Rata <i>Oil gain</i> (bopd)	Gagal	Sukses	Rasio Kesuksesan
>80%	4.01	804	982	55%
65-80%	0.99	129	49	28%
<65%	1.14	52	17	25%



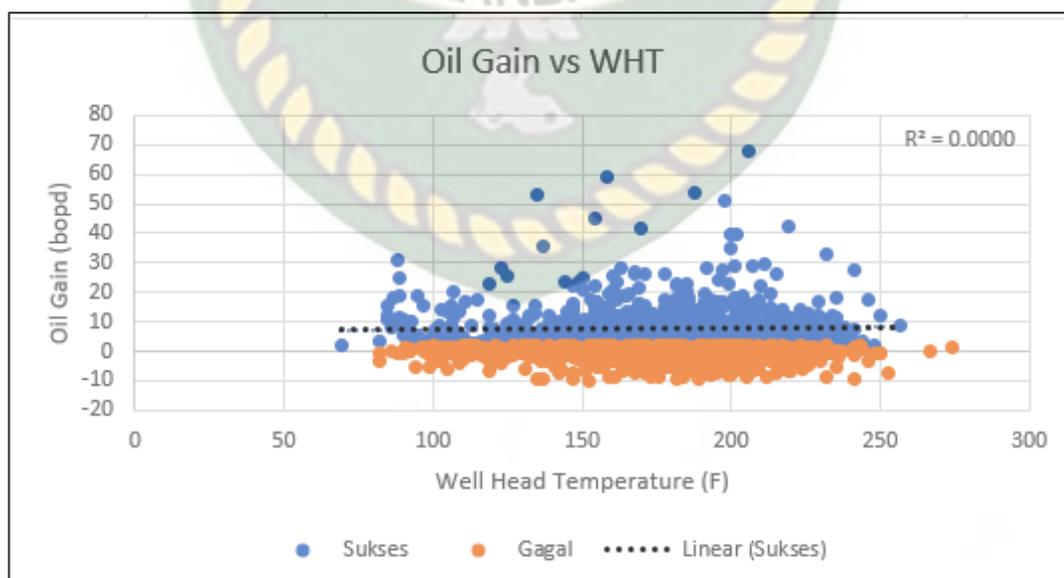
Gambar 4.9 *Success ratio vs water cut & avg. oil gain*

Tabel 4.1 dan Gambar 4.9 memperlihatkan pengaruh *water cut* pada perolehan *oil gain* dan sukses rasio. Melalui grafik *bar chart* dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *water cut* maka nilai sukses rasio serta *avg oil gain* juga semakin meningkat. Hal ini juga memvalidasi hasil grafik *crossplot* yang menyatakan bahwa antara *water cut* dan *oil gain* memiliki korelasi positif atau searah.

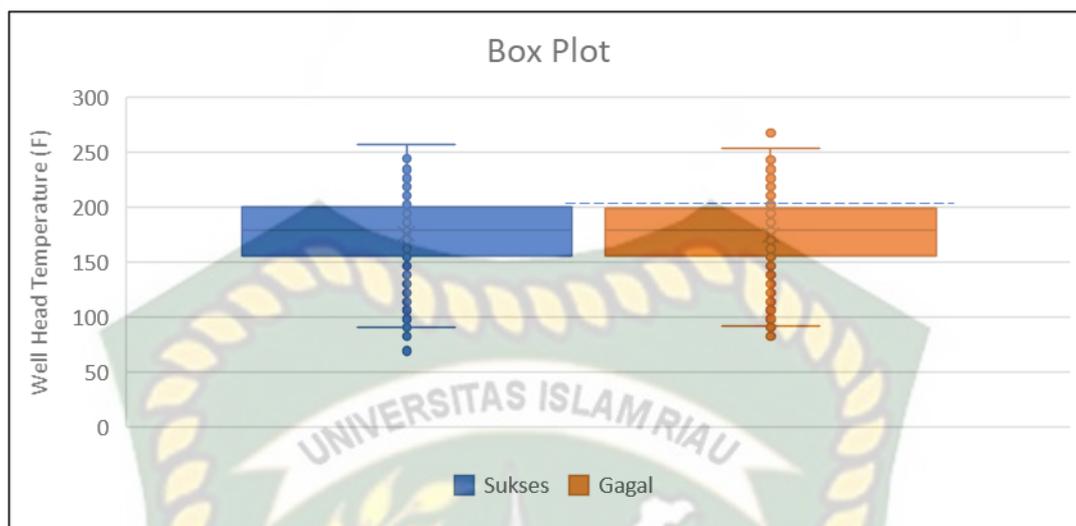
4.2.2 Wellhead Temperature (WHT)

Wellhead temperature merupakan nilai temperatur fluida yang dikur pada *wellhead*, nilai WHT biasanya akan lebih rendah daripada nilai *bottom hole temperature* (BHT) akibat adanya kehilangan panas (*heatloss*) seiring dengan diproduksikannya fluida ke permukaan (Mousavimirkalaei et al., 2012). Namun pada lapangan X yang memproduksi minyak berat menggunakan teknologi injeksi uap, nilai BHT dan WHT biasanya akan terjaga suhunya agar tetap panas untuk dapat mengalirkan minyak berat dari reservoir hingga ke fasilitas produksi.

Pada sumur dengan lapangan minyak berat, temperatur merupakan salah satu faktor penting agar fluida dapat mengalir, namun masih belum diketahui apakah nilai WHT mempunyai pengaruh terhadap nilai *oil gain* setelah dilakukannya pekerjaan *short cyclic*. Data WHT yang digunakan adalah rata-rata temperatur *well head* 30 hari sebelum pekerjaan *short cyclic* dilakukan. Grafik *crossplot* dan *boxplot* pengaruh WHT terhadap perolehan *oil gain* pada pekerjaan *short cyclic* dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan 4.11



Gambar 4.10 Crossplot oil gain vs wellhead temperature



Gambar 4.11 Boxplot oil gain vs wellhead temperature

Berdasarkan grafik *crossplot* dan *boxplot* dapat dilihat bahwa tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* tidak dipengaruhi oleh nilai WHT, hal itu ditandai dengan nilai regresi linearnya yang 0. Nilai *trendline* juga memperlihatkan hal yang sama di mana nilai *trendline* tetap datar berapa pun besar nilai WHT yang ada. Sedangkan melalui grafik *boxplot* juga tidak terlihat adanya perbedaan persebaran data WHT antara pekerjaan yang berhasil dan gagal. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai garis putus-putus yang berada pada posisi sejajar yang berarti nilai WHT yang besar ataupun kecil tidak memengaruhi perolehan *oil gain* yang didapatkan.

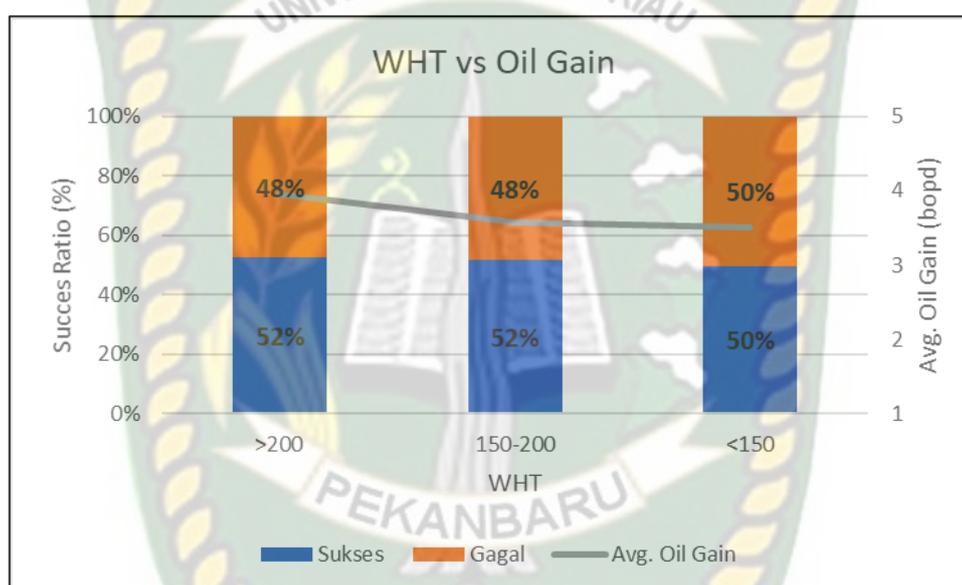
Hasil evaluasi parameter *well head temperature* untuk pekerjaan *short cyclic* di Lapangan X sedikit berbeda dengan hasil penelitian Bettembourg (2016). Pada penelitian Bettembourg yang dilakukan pada Lapangan Minyak Berat di Oman dikatakan bahwa semakin tinggi *well head temperature* maka semakin besar juga produksi minyak yang dihasilkan, dan pekerjaan *short cyclic* akan meningkatkan *well head temperature* pada awal pekerjaan dilakukan dan selanjutnya akan menurun seiring dengan waktu.

Tabel 4.2 dan gambar 4.12 juga memperlihatkan pengaruh WHT terhadap perolehan *oil gain* dan *sukses rasio*. Dapat lihat bahwa melalui gambar dan tabel

tersebut nilai WHT tidak memiliki korelasi atau pengaruh terhadap *oil gain* ataupun sukses rasio.

Tabel 4.2 Pengaruh WHT Terhadap *Oil Gain* dan Sukses Rasio

WHT (F)	Avg. <i>Oil gain</i> (bopd)	Gagal	Sukses	Rasio Kesuksesan
>200	3.95	241	266	52%
150-200	3.57	538	578	52%
<150	3.5	206	204	50%



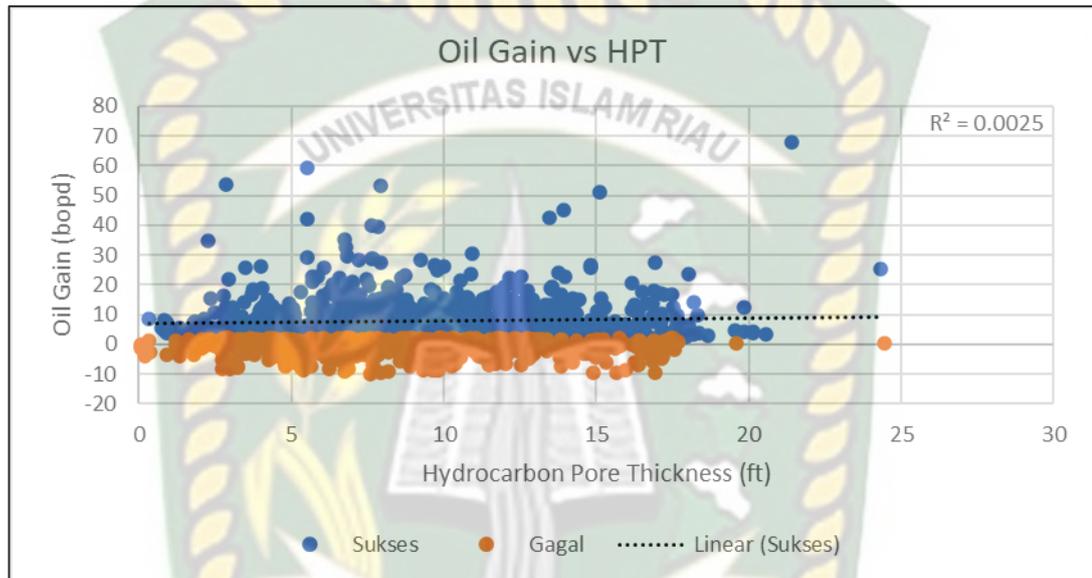
Gambar 4.12 WHT vs Sukses Rasio vs Avg. *Oil gain*

4.2.3 *Hydrocarbon Pore Thickness* (HPT)

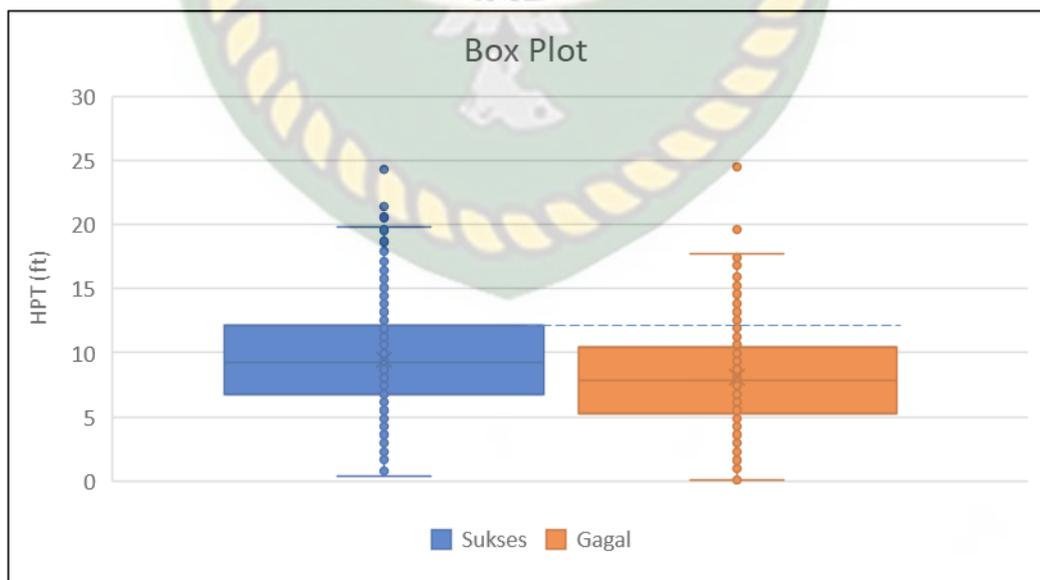
Hydrocarbon pore thickness merupakan nilai ketebalan dari pori-pori yang terisi hidrokarbon. Menurut Richard Weaton (2016), perhitungan HPT dapat ditentukan melalui kondisi geologi reservoir (luas dan rata-rata tebal reservoir) serta sifat fisik batuan reservoir tersebut (porositas dan *net to gross*-NTG). Berdasarkan simulasi yang dilakukan oleh Chang (2013) untuk Lapangan Devon di Kanada, apabila semakin besar nilai HPT maka akan semakin besar pula jumlah cadangan minyak yang belum diproduksi.

Data HPT yang digunakan dalam penelitian ini merupakan rata-rata nilai HPT per ARSE atau pembagian daerah lanjutan dari Lapangan X. Hal ini

disebabkan karena tidak tersedianya data HPT per sumur di Lapangan X karena jumlah sumur produksi yang sangat banyak. Data HPT yang digunakan merupakan hasil interpolasi yang dilakukan oleh geologis PT Chevron Pacific Indonesia. Grafik *crossplot* dan *boxplot* pengaruh nilai HPT terhadap perolehan *oil gain* pekerjaan *short cyclic* dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14.



Gambar 4.13 *Crossplot* HPT vs *oil gain*

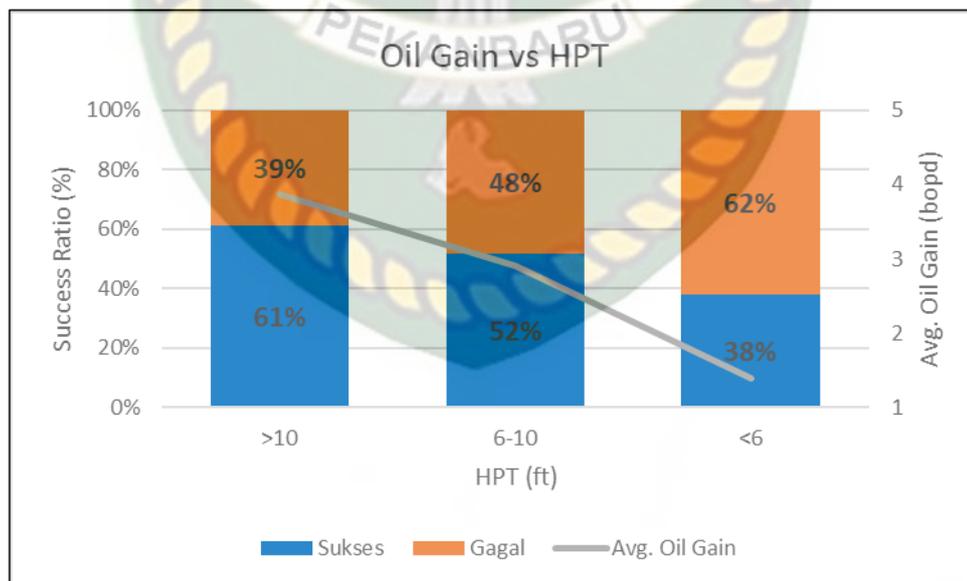


Gambar 4.14 *Boxplot* HPT vs *oil gain*

Melalui grafik *crossplot* dapat dilihat bahwa tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* terhadap nilai HPT memiliki korelasi positif ($r^2 = 0.0025$), di mana semakin besar nilai HPT maka semakin besar pula kemungkinan pekerjaan untuk berhasil. Hal tersebut juga terlihat melalui garis *trendline* yang cenderung semakin naik (*oil gain* besar) seiring dengan pertambahan nilai HPT. Sedangkan pada grafik *boxplot*, terlihat perbedaan yang jelas yang ditunjukkan melalui garis putus-putus yang merupakan Q3 dari data dengan kategori sukses. Kotak berwarna biru merupakan pekerjaan *short cyclic* dengan kategori berhasil berada pada posisi yang jauh lebih tinggi ke arah nilai HPT yang semakin besar apabila dibandingkan dengan kotak berwarna oranye.

Tabel 4.3 Pengaruh HPT terhadap *Oil gain* dan *Success Ratio*

HPT (ft)	Avg. <i>Oil gain</i> (bopd)	Gagal	Sukses	Rasio Kesuksesan	Rasio Gagal
>10	3.87	285	450	61%	39%
6-10	2.9	372	397	52%	48%
<6	1.4	328	201	38%	62%



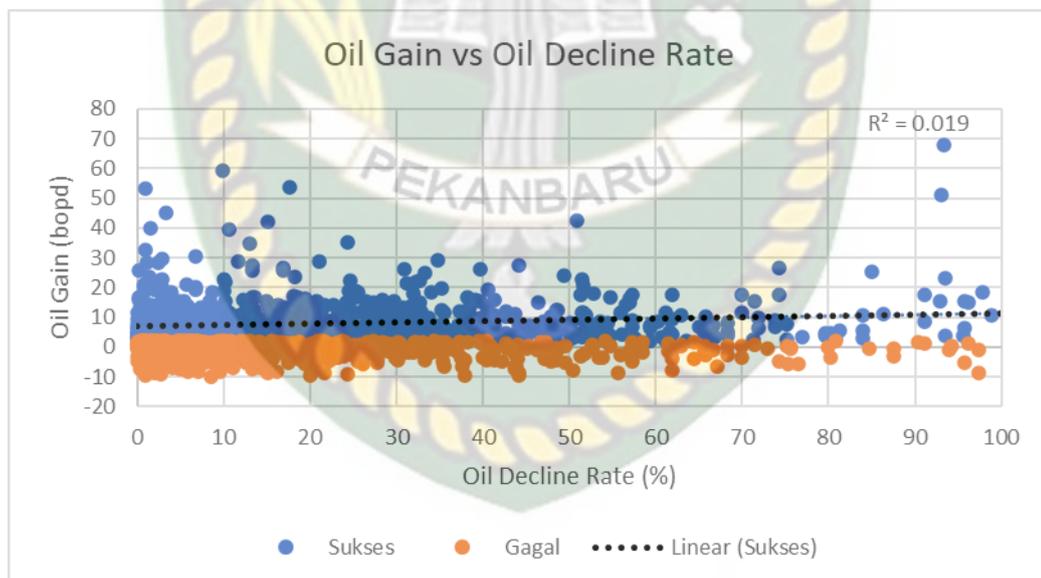
Gambar 4.15 HPT vs sukses rasio & avg. *oil gain*

Tabel 4.3 dan Gambar 4.15 memperlihatkan pengaruh parameter HPT terhadap sukses rasio serta perolehan *oil gain*. Melalui *bar chart* dapat kita lihat bahwa

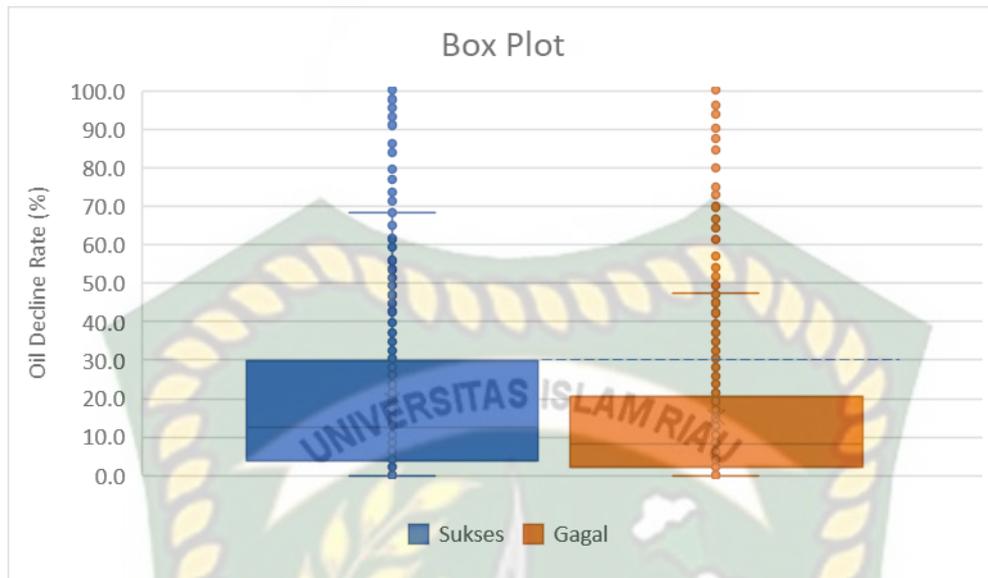
semakin tinggi nilai HPT untuk setiap pekerjaan *short cyclic* maka semakin tinggi pula tren keberhasilan pekerjaan dan semakin tinggi pula *oil gain* yang didapatkan. Hal ini menandakan bahwa nilai HPT merupakan salah satu parameter yang penting untuk dilihat sebelum melakukan pekerjaan *short cyclic*.

4.2.4 Oil decline rate

Oil decline rate atau tren laju produksi minyak merupakan data produksi yang diukur menggunakan beberapa titik laju produksi fluida selama waktu sumur berproduksi. Pada analisa ini, nilai *oil decline rate* setiap sumur dihitung berdasarkan tren laju produksi fluida selama 90 hari sebelum pekerjaan *short cyclic* dilakukan. Meskipun data yang tersedia hanya selama 90 hari, namun kemudian nilai *decline rate* harian tersebut dijadikan nilai *decline rate* selama satu tahun. Grafik *crossplot* dan *boxplot* pengaruh *oil decline rate* terhadap perolehan *oil gain* pada pekerjaan *short cyclic* dapat dilihat pada gambar 4.16 dan gambar 4.17.



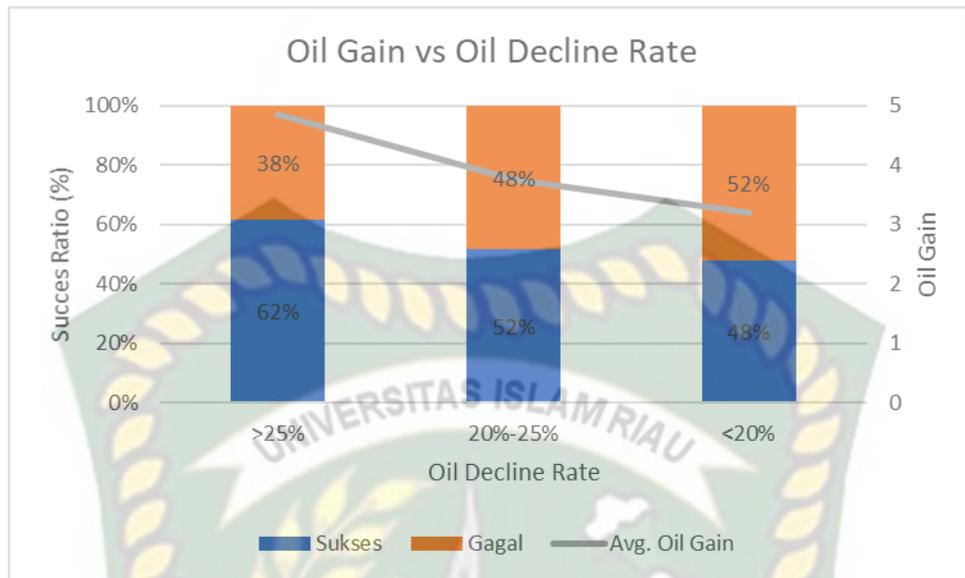
Gambar 4.16 Crossplot oil decline rate vs oil gain

Gambar 4.17 *Boxplot oil decline rate*

Melalui grafik *crossplot* dapat dilihat bahwa tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* cukup baik pada nilai *oil decline rate* yang cenderung meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nilam (2018) pada Lapangan X yang dikelola oleh PT. Chevron Pacific Indonesia dimana semakin tajam penurunan produksi minyak suatu sumur maka akan semakin tinggi pula kemungkinan perolehan minyak setelah dilakukan suatu pekerjaan. Hal tersebut juga terlihat melalui garis *trendline* yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya nilai penurunan produksi minyak. Sedangkan pada grafik *boxplot*, dapat dilihat penyebaran data pekerjaan *short cyclic* yang dinyatakan sukses dan gagal. Box berwarna biru memperlihatkan penyebaran data pekerjaan *short cyclic* yang sukses berada pada kategori yang lebih tinggi dibandingkan box berwarna oranye.

Tabel 4.4 Pengaruh *Oil Decline Rate* terhadap *Oil Gain* dan Sukses Rasio

<i>Oil decline rate</i>	<i>Avg. Oil gain (bopd)</i>	Gagal	Sukses	Rasio Kesuksesan	Rasio Gagal
>25%	4.86	186	300	62%	38%
20%-25%	3.75	72	77	52%	48%
<20%	3.21	727	670	48%	52%



Gambar 4.18 *Oil decline rate* vs sukses rasio & avg oil gain

Tabel 4.4 memperlihatkan pengaruh parameter *oil decline rate* terhadap *oil gain* dan sukses rasio. Melalui grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai *oil decline rate* maka akan semakin tinggi pula *oil gain* dan rasio kesuksesan yang didapatkan.

4.3 APLIKASI FUZZY LOGIC PADA KANDIDAT *SHORT CYCLIC*

Setelah dilakukannya evaluasi terhadap parameter yang dapat memengaruhi sukses rasio dari pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X, maka didapatkan tiga parameter yang memiliki hubungan dengan tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic*. Parameter tersebut antara lain: *water cut*, *hydrocarbon pore thickness*, dan *oil decline rate*. Selain mempunyai pengaruh terhadap tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X, ketiga parameter tersebut juga memiliki korelasi terhadap perolehan *oil gain* yang dibuktikan melalui analisa *bar chart* untuk setiap parameter.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan dapat diambil beberapa ketentuan untuk melakukan seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic*, antara lain:

- a. Semakin besar nilai *water cut* yaitu di atas 80% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan.
- b. Semakin besar nilai *hydrocarbon pore thickness* yaitu di atas 10 ft maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan.
- c. Semakin besar nilai *oil decline rate* yaitu di atas 60% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan.

Melalui kesimpulan tersebut telah didapatkan nilai ambang batas (*cut off*) untuk seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X, namun nilai *cut off* untuk setiap parameter tersebut masih dalam bentuk nilai mutlak (*crisp*) dan tidak terdapat integrasi antar parameter. Pada proses analisa lanjutan, hasil evaluasi tersebut akan digunakan sebagai dasar pembuatan sebuah program *fuzzy logic* sebagai alat seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X.

Melalui penggunaan *fuzzy logic* maka diharapkan proses seleksi kandidat dapat menghasilkan nilai ambang batas yang lebih fleksibel dan terintegrasi antar parameter. Penggunaan *fuzzy logic* akan dilakukan melalui fitur *MS Excel Macro* khusus untuk *fuzzy logic Tsukomoto* yang dikembangkan oleh para insinyur PT. Chevron Pacific Indonesia.

Langkah-langkah pengerjaan *fuzzy logic tsukomoto* antara lain:

- a. *Fuzzy Config*
- b. *Fuzzy Set (Fuzzyfication)*
- c. *Fuzzy Rules (Inferenece System)*
- d. *Fuzzy Validation (Defuzzyfication)*

4.3.1 *Fuzzy Config*

Fuzzy config merupakan proses memasukkan data mentah yang akan dijadikan *fuzzy*. *Input* data yang dilakukan berupa nilai parameter-parameter yang memengaruhi pekerjaan *short cyclic* serta *output* yang diinginkan. Pada proses ini,

untuk bagian *input* dan *output* akan dibagi menjadi tiga *fuzzy* set atau fungsi keanggotaan *fuzzy*.

Tabel 4.5 *Fuzzy Config*

Parameter	Parameter Name	FS 1	FS 2	FS 3
Parameter I	<i>Water cut</i>	Low	Medium	High
Parameter II	HPT	Low	Medium	High
Parameter III	<i>Oil decline rate</i>	Low	Medium	High
<i>Output</i>	<i>Short cyclic Candidate</i>	Low	Medium	High

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat terjadi perubahan pada nilai parameter yang sebelumnya merupakan nilai mutlak (*crisp*) menjadi anggota samar (*fuzzy*) dalam bentuk himpunan bagian.

4.3.2 *Fuzzy Set*

Pada proses *fuzzy* set dilakukan pemetaan nilai *input* yang merupakan nilai tegas menjadi fungsi keanggotaan *fuzzy*, agar kemudian dapat diolah di mesin penalaran. Setelah menentukan kriteria untuk setiap parameter, hal yang selanjutnya dilakukan adalah membagi derajat keanggotaan *fuzzy* atau *membership function*. Penentuan set dalam penelitian ini melalui proses *trial and error* hingga didapatkan hasil yang diinginkan.

A. *Water cut*

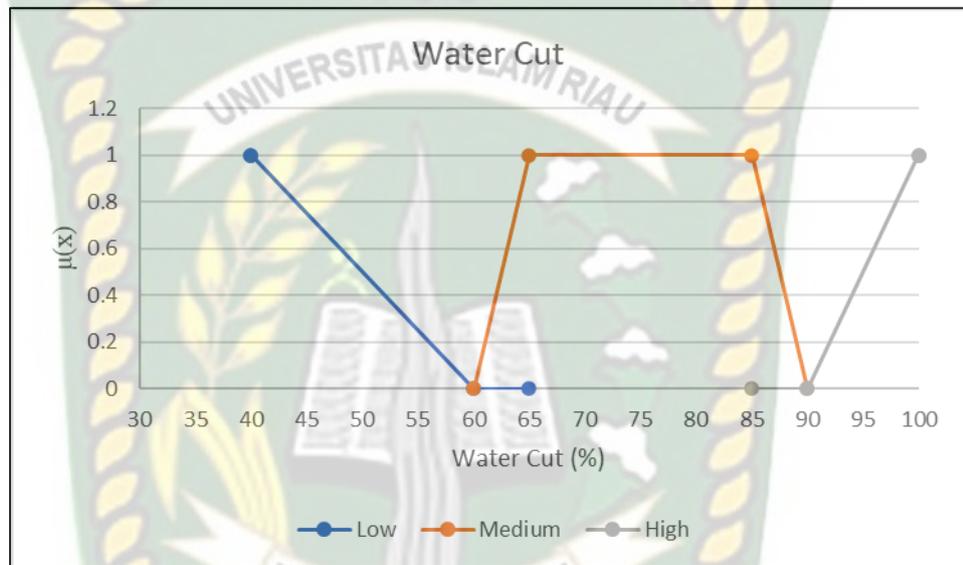
Sebelum dilakukannya *input* terhadap masing-masing kriteria parameter, maka perlu ditentukan batasan minimum dan maksimum. Untuk *water cut*, ketentuannya adalah sebagai berikut:

Min	: 40
Max	: 100
<i>Space Chart</i>	: 5

Maksudnya adalah untuk *input water cut* akan dibatasi pada nilai minimal 40% dan nilai maksimal 100%. *Space chart* merupakan interval pada grafik keanggotaan. Pada penelitian ini, himpunan keanggotaan *fuzzy* akan dinyatakan dalam bentuk kurva *trapezodial* atau trapesium.

Tabel 4.6 *Fuzzy Set Water Cut*

Fuzzy Set	Rise	Top	Top Fall	Fall
Low	40	40	60	65
Medium	60	65	85	90
High	85	90	100	100

Gambar 4.19 Fungsi keanggotaan pada *water cut*

Melalui gambar dan tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk parameter *water cut* telah dibagi menjadi tiga kategori yaitu *low*, *medium*, dan *high* dengan masing-masing jumlah area-nya tersendiri.

B. *Hydrocarbon Pore Thickness*

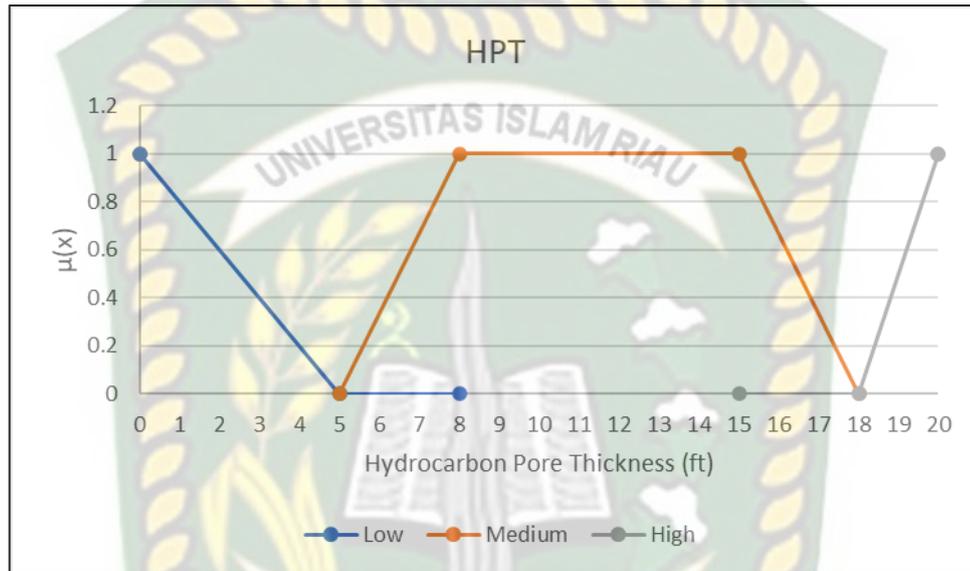
Untuk *Hydrocarbon Pore Thickness*, ketentuannya *range*-nya adalah sebagai berikut:

Min	: 0
Max	: 20
Space Chart	: 3

Himpunan keanggotaan *fuzzy hydrocarbon pore thickness* dinyatakan dalam bentuk kurva *trapezoidal* seperti pada gambar 4.20

Tabel 4.7 Fuzzy Set Hydrocarbon Pore Thickness

Fuzzy Set	Rise	Top	Top Fall	Fall
Low	0	0	5	8
Medium	5	8	15	18
High	15	18	20	20



Gambar 4.20 Fungsi keanggotaan pada hydrocarbon pore thickness

C. Oil decline rate

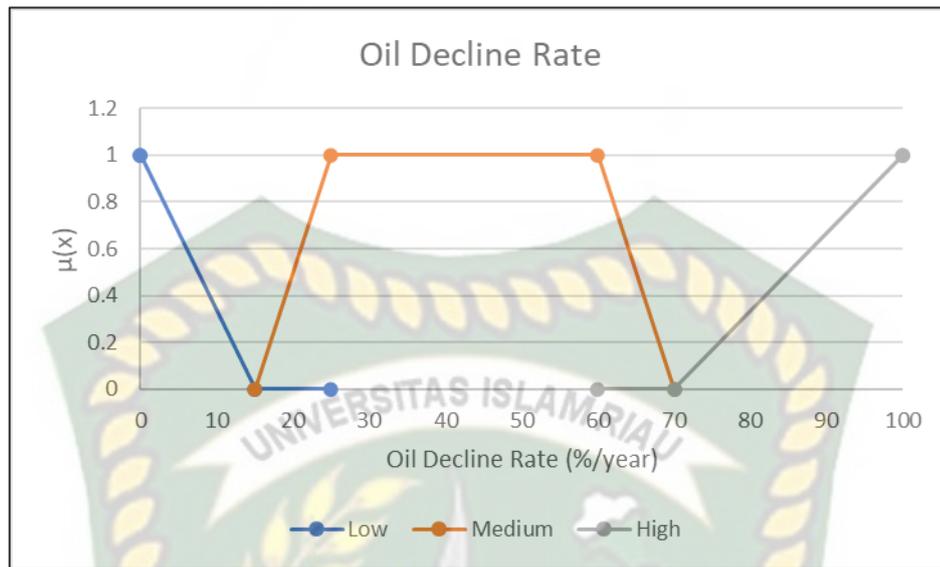
Untuk *oil decline rate*, ketentuannya *range*-nya adalah sebagai berikut:

Min	: 0
Max	: 100
Space Chart	: 10

Himpunan keanggotaan *fuzzy oil decline rate* dinyatakan dalam bentuk kurva *trapezoidal* seperti pada gambar 4.21

Tabel 4.8 Fuzzy Set Oil Decline Rate

Fuzzy Set	Rise	Top	Top Fall	Fall
Low	0	0	15	25
Medium	15	25	60	70
High	60	70	100	100



Gambar 4.21 Fungsi keanggotaan *oil decline rate*

D. *Short cyclic Candidate*

Parameter *output* yang diinginkan dalam penelitian ini adalah kandidat pekerjaan *short cyclic* dengan ketentuannya *range*-nya adalah sebagai berikut:

Min : 0

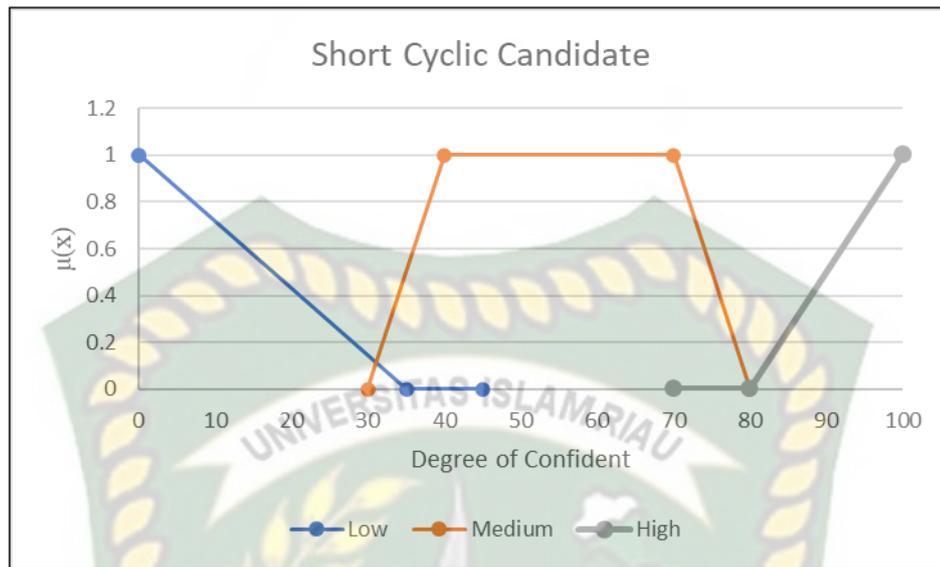
Max : 100

Space Chart : 10

Himpunan keanggotaan *short cyclic candidate* dinyatakan dalam bentuk kurva *trapezodial* seperti pada gambar 4.22

Tabel 4.9 *Fuzzy Set Short Cyclic Candidate*

Fuzzy Set	Rise	Top	Top Fall	Fall
Low	0	0	30	40
Medium	30	40	70	80
High	70	80	100	100



Gambar 4.22 Fungsi keanggotaan *short cyclic candidate*

Pada variabel *output* ini, nilai fungsi keanggotaan merupakan nilai mutlak yang telah melewati proses *defuzzifikasi*, atau nilai-nilai tersebut dapat juga disebut sebagai skor dalam pemilihan kandidat pekerjaan *short cyclic*. Nilai yang digunakan untuk kategori *high priority* merupakan kandidat dengan nilai skor di atas 75.

4.3.3 Fuzzy Rules

Tahap selanjutnya adalah memasukkan kumpulan peraturan atau *rules fuzzy IF-THEN*. Setiap parameter dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga keanggotaan *Fuzzy*, sehingga jumlah aturan *fuzzy* yang harus dibuat adalah sebanyak 3^3 atau 27 aturan. 27 aturan tersebut nantinya akan digunakan dalam mesin penalaran *fuzzy* untuk menentukan jumlah skor *output* sebagai bentuk tindakan pengambilan keputusan.

Dalam menentukan aturan yang akan digunakan dalam penalaran *fuzzy*, maka aturan tersebut harus didasarkan pada hasil evaluasi pekerjaan *short cyclic* yang telah dilakukan sebelumnya. Sama halnya dengan penentuan set *fuzzy* untuk setiap parameter, pembuatan peraturan juga menggunakan sistem *trial and error* yang berdasarkan kepada hasil evaluasi yang telah dilakukan. Peraturan *fuzzy* yang telah ditetapkan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Peraturan *Fuzzy* Pekerjaan *Short Cyclic*

Rules	Water cut (%)	HPT (ft)	Oil decline rate (%)	Output
1	Low	Low	Low	Low
2	Low	Low	Medium	Low
3	Low	Low	High	Medium
4	Low	Medium	Low	Low
5	Low	Medium	Medium	Low
6	Low	Medium	High	Medium
7	Low	High	Low	Medium
8	Low	High	Medium	Medium
9	Low	High	High	High
10	Medium	Low	Low	Low
11	Medium	Low	Medium	Medium
12	Medium	Low	High	Medium
13	Medium	Medium	Low	Low
14	Medium	Medium	Medium	High
15	Medium	Medium	High	Medium
16	Medium	High	Low	Medium
17	Medium	High	Medium	High
18	Medium	High	High	High
19	High	Low	Low	Medium
20	High	Low	Medium	Medium
21	High	Low	High	Medium
22	High	Medium	Low	Medium
23	High	Medium	Medium	High
24	High	Medium	High	High
25	High	High	Low	Medium
26	High	High	Medium	High
27	High	High	High	High

Setelah peraturan *fuzzy* ditetapkan maka tahap selanjutnya adalah proses defuzzifikasi yang berfungsi untuk mengubah nilai samar-samar dari proses menjadi *output*.

4.3.4 *Fuzzy* Validation

Pada langkah ini, sistem *fuzzy* yang terdiri dari 27 aturan akan memberikan *output* atau nilai skor untuk setiap nilai parameter yang dimasukkan, nilai skor tersebut akan berdasarkan pada kumpulan korelasi dari setiap aturan yang telah

dibuat. Setelah nilai dari variabel *input* yang berupa nilai *water cut*, *hydrocarbon pore thickness* dan *oil decline rate* dimasukkan, maka sistem *fuzzy* kemudian akan melakukan perhitungan dan menghasilkan *output* (*defuzzyfication*) yang berupa nilai mutlak dalam bentuk skor angka.

Sebagai contoh untuk validasi sistem *fuzzy*, maka dimasukkan nilai sebagai berikut:

Water cut : 90 %

Hydrocarbon Pore Thickness : 17 ft

Oil decline rate : 67 %

Keluaran (*output*) validasi berdasarkan nilai yang di-*input* dapat dilihat pada gambar 4.23

Rules #	Water cut	Hydrocarbon Pore Thickness	Oil decline rate	Short Cyclic Candidate	Rule Config
#27	High	High	High	High	
#14	Medium	Medium	Medium	High	

Gambar 4.23 Proses *fuzzy validation*

Fuzzy Validation dapat dilakukan berkali-kali hingga hasil *trial and error* nya mendekati model yang diinginkan dan sudah memiliki akurasi yang tepat untuk melakukan pemilihan kandidat pekerjaan *short cyclic*. Apabila model yang dibuat dirasa telah cukup baik dan akurat, maka model tersebut dapat mulai digunakan sebagai alat seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X mempunyai banyak sumur.

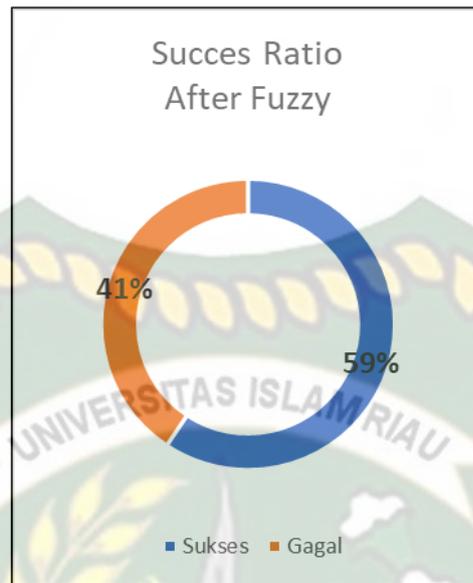
4.4 EVALUASI PEKERJAAN *SHORT CYCLIC* MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

Setelah mengembangkan *software* untuk melakukan seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic*, maka *software* tersebut dapat diaplikasikan pada pekerjaan *short cyclic* yang sebelumnya telah dilakukan selama 1,5 tahun. Hal ini berguna untuk melihat akurasi dari *software fuzzy logic* yang telah dikembangkan untuk mencari kandidat pekerjaan *short cyclic*. Selain itu akan dilihat apakah terjadi peningkatan performa dari pekerjaan *short cyclic* yang dihasilkan oleh *software fuzzy logic*.

4.1.1 Hasil Proses *Fuzzy Logic*

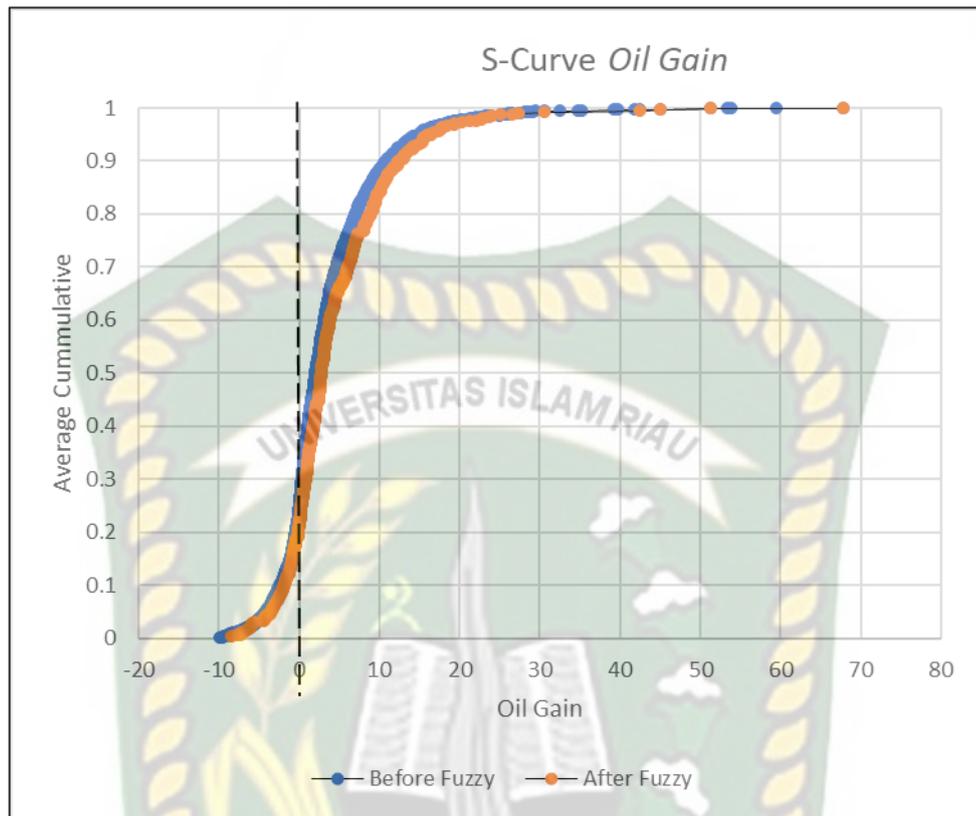
Setelah dilakukannya pemrosesan terhadap 2034 pekerjaan *short cyclic* pada Lapangan X menggunakan *software fuzzy logic*, maka didapatkan keluaran berupa kandidat *short cyclic* dengan nilai skor yang berbeda dalam rentang 0 hingga 100. Pada analisa kali ini akan dipilih hasil keluaran kandidat *short cyclic* dengan fungsi keanggotaan HIGH. Fungsi keanggotaan HIGH berada pada daerah [70,100], namun fungsi keanggotaan tersebut juga memiliki irisan dengan daerah pada kategori Medium [30,80]. Karena hal tersebut maka pada penelitian ini dipilih derajat keyakinan untuk seleksi pekerjaan *short cyclic* dengan nilai ≥ 75 .

Melalui ketentuan nilai skor ≥ 75 , maka setelah dilakukannya proses terhadap pekerjaan *short cyclic* yang telah dilakukan didapatkan 492 sumur yang masuk ke dalam kategori *high priority* untuk dilakukan pekerjaan *short cyclic*. 492 sumur merupakan jumlah yang tergolong sedikit untuk pekerjaan *short cyclic*, namun target penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu proses pemilihan kandidat yang lebih baik di Lapangan X.



Gambar 4.24 Sukses Rasio Setelah *Fuzzy Logic*

Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan rasio kesuksesan melalui penggunaan *fuzzy logic* yang dikembangkan. Peningkatan yang terjadi sekitar 9% yaitu dari nilai nilai kilas balik 50% dan setelah *fuzzy* menjadi 59%. Selain meningkatnya sukses rasio, terjadi juga peningkatan *oil gain* dari 492 sumur yang dilakukan pekerjaan *short cyclic*, hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.25 .



Gambar 4.25 S-Curve Oil gain Setelah Fuzzy Logic

Melalui grafik *s-curve* di atas dapat dilihat bahwa tren *oil gain* setelah penggunaan *fuzzy logic* lebih bergeser sedikit ke kanan dibandingkan dengan tren *oil gain* sebelum penggunaan *fuzzy logic*. Setelah dilakukannya perhitungan *estimated value* (EV) menggunakan persamaan (1), maka nilai EV yang didapatkan adalah:

$$EV = (0.25x - P10) + (0.5xP50) + (0.25xP90)$$

$$EV = (0.25x - 1.63) + (0.5x2.84) + (0.25x12.5)$$

$$EV = 4.14 \text{ bopd}$$

4.5 SELEKSI KANDIDAT SUMUR PEKERJAAN *SHORT CYCLIC*

Lapangan X merupakan lapangan yang cukup besar dengan kurang lebih 6000 sumur produksi, melalui adanya *tool fuzzy logic* ini maka akan mempermudah kandidasi pekerjaan *short cyclic* yang akan diadakan. Namun, sebelum melakukan *input* ke dalam *software*, maka perlu dilakukan penyaringan untuk membatasi jumlah sumur yang akan diinput. Hal ini dikarenakan tidak semua sumur pada Lapangan X mengalami penurunan performa produksi serta agar proses pemilihan kandidat menjadi lebih akurat lagi maka perlu diberikan kriteria khusus.

Kriteria sumur yang akan dimasukkan dalam penggunaan *fuzzy logic* antara lain sebagai berikut:

- a. Tidak terdapat pekerjaan pada sumur baik *well services* maupun *workover* selama 3 bulan terakhir
- b. Terjadi penurunan laju produksi fluida dan minyak
- c. Sumur dikategorikan sebagai panas (WHT >190F)
- d. Tidak mengalami permasalahan pada pompa (*pump slippage* <10%)

BAB V KESIMPULAN

5.1 SIMPULAN

Melalui penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Terdapat tiga parameter yang memengaruhi atau memiliki korelasi dengan tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan nilai *oil gain*. Tiga pekerjaan tersebut antara lain: *water cut (%)*, *hydrocarbon pore thickness (ft)* dan *oil decline rate (%/year)*. Semakin besar nilai *water cut* yaitu di atas 80% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan. Semakin besar nilai *hydrocarbon pore thickness* yaitu di atas 10ft maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan. Semakin besar nilai *oil decline rate* yaitu di atas 60% maka semakin tinggi tren keberhasilan pekerjaan *short cyclic* dan perolehan *oil gain* setelah pekerjaan.
- b. Penerapan *software fuzzy logic* memperlihatkan hasil yang cukup baik dalam pemilihan kandidat pekerjaan *short cyclic*. Hasil penerapannya memberikan peningkatan rasio kesuksesan menjadi 60% dan *oil gain* menjadi 4.14 bopd

5.2 SARAN

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lain mengenai seleksi kandidat pekerjaan *short cyclic* dengan menggunakan *artificial intellegence* yang lainnya seperti *random forest*, *artficial neural network* atau *geneteic alhortyhm*. Selain itu dapat juga dilakukan penelitian lain mengenai seleksi kandidat menggunakan *fuzzy logic*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, F et al., Lutfi, H. G., Keqiang, Y., Faroug, A., Bakri, H., & Guocheng, L. (2011). SPE 144638 *Successful Cyclic Steam Stimulation Pilot in Heavy Oilfield of Sudan*, 1–10.
- Abdullah, A. S., Suleiman, A. H., Abdesslam, B., Sumaiya, A. H., & Development, P. (2016). *The Application of Cyclic Steam Stimulation in Heavy Oil Reservoir with a High Water Cut*, (Figure 1), 1–21.
- Afi, F. N., Gunawan, H., Widiatmo, R., Waskito, L. B., Nugroho, P., Luthfan, M., ... Suryana, A. (2017). SPE-187009-MS. *How to Solve High Water Cut Well Problem in Mature Oil Field , Case Study: Application of Modified Completion Fluid Treatment in WW D-29 , WW H-12 , II A-22 Wells*, 29. WW H-12, II A-22 Wells. In *SPE/IATMI Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*
- Ali, S. M. F. (1997). *Practical Heavy Oil Recovery*. University Of Alberta, Alberta.
- Bettembourg, S., Holyoak, S., Alwazeer, A., Manhali, M., & Rawahi, M. (2016). *Key Learnings from First 2 Years of a Full Field CSS Development in Oman Overview of field start-up. In SPE EOR Conference at Oil and Gas West Asia. Society of Petroleum Engineers.*
- Chang, J. (2013). SPE 165386. *Understanding HW-CSS for thin heavy oil reservoir. In SPE Heavy Oil Conference-Canada. Society of Petroleum Engineers.*
- Fadhlan Kasyifi, A. (2017). *Evaluasi Pelaksanaan Stimulasi Solvent dan penerapan Artificial Intellegence Tool “Fuzzy Logic” Sebagai Candidate Selection Calculator pada Lapangan Lentimas Pt. Chevron Pacific Indonesia. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran.”*
- Hamdi-cherif, A. (2014). *Type-2 Fuzzy Control for Bioinformatics--A Systems Approach Type-2 Fuzzy Control for Bioinformatics – A Systems Approach. International Journal of Computer Science and Network Security, 10(7), 69-75.*
- Ismail Ibnu Haris, A. (2019). *Advance ESP Early Failure Detection by Fuzzy Logic.*

Chevron IBU RM Forum.

- James G, Speight. (2013). *CHAPTER 5 - Thermal Methods of Recovery. Heavy Oil Production Process*. Gulf Professional Publishing. Pages 93-130, ISBN 9780124017207, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-401720-7.00005>
- Korjani, M., Popa, A., Grijalva, E., Cassidy, S., & Ershaghi, I. (2016, May). *A new approach to reservoir characterization using deep learning neural networks*. In *SPE Western Regional Meeting*. Society of Petroleum Engineers.
- Lad, K. D., & Joglekar, A. (2016). *Selection of a Candidate Using Fuzzy Approach*. *International Journal of Trend in Research and Development*, 3(3), 2106.
- Mousavimirkalaei, Masoudi, R., & Ataei, A. (2012, February). *Evaluation of Steam Flooding and Cyclic Steam Stimulation (CSS) for a Fractured Carbonate Heavy Oil Reservoir*. In *IPTC 2012: International Petroleum Technology Conference* (pp. cp-280). European Association of Geoscientists & Engineers.
- Mun, J. (2015). *Understanding and Interpreting S-Curves and CDF Curves (4P) Understanding and Interpreting S-Curves and CDF Curves The First Moment : Central Tendency (Mean , Median)*, (May).
- Nageh, M., Abu, M., Ela, E., Sayed, E., Tayeb, E., & Sayyoub, H. (2015). *Application of Using Fuzzy Logic as an Artificial Intelligence Technique in the Screening Criteria of the EOR Technologies*. In *SPE North Africa Technical Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers..
- Ningrum, N. P., Kasmungin, S., & Hartono, K. F. (2018). *Analisis kontribusi pekerjaan proaktif terhadap total produksi minyak lapangan n*, 195–201.
- Papavinasam, S. (2014). *Corrosion Control In Oil & Gas Industry*. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397022-0.00002-9>
- Putra, E. A. P., Rachman, Y. A., Firmanto, T., Arsyadanie, R., Hafizh, G., & Malacca, E. M. P. (2011). *Case Study: Cyclic Steam Stimulation in Sihapas Formation*. In *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.
- Sheng, J. J. (2013). *Cyclic Steam Stimulation. Enhanced Oil Recovery Field Case Studies* (First Edition). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386545-8.00016-6>

- Sudrajat. (2008). *DASAR-DASAR FUZZY LOGIC*. Universitas Padjajaran.
- Trigos, E. M., Avila, R. D., Lozano, M. E., Energy, M., Jimenez, A. M., & Osorio, C. A. (2016, October). *Strategies to increase production in a colombian heavy oil field with cyclic steam stimulation*. In *SPE Latin America and Caribbean Heavy and Extra Heavy Oil Conference*. Society of Petroleum Engineers..
- Wheaton, R. (2016). *Fundamental of Applied Reservoir Engineering: appraisal, economics and optimization*. Gulf Professional Publishing.
- Xiao, Y., Guo, J., Songgen, S. (2015, October). *A Comparison study of utilizing optimization algorithms and fuzzy logic for candidate-well selection*. In *SPE/IATMI Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.
- Xiong, H., & Holditch, S. A. (1995). *An investigation into the application of fuzzy logic to well stimulation treatment design*. *SPE Computer Applications*, 7(01), 18-24.
- Zadeh, L. A. (2008). *Is There a Need For Fuzzy Logic*, 178, 2751–2779. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2008.02.012>
- Zeng, F., Wang, D., Guo, J., Zhang, S., Zhang, P., & Zhang, B. (2019). *Optimal Selection of Stimulation Wells Using a Fuzzy Multicriteria Methodology*. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019.
- Zhu, J., Shi, C., Dong, C., & Hu, G. (2018). *Ultra Heavy Oil Production Experience in China*, In *SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.
- Zoveidavianpoor, M., Samsuri, A., & Shadizadeh, S. R. (2012, January). *Development of a fuzzy system model for candidate-well selection for hydraulic fracturing in a carbonate reservoir*. In *SPE Oil and Gas India Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.).