

ANALISIS PELUANG *DUMPFLOOD* DI LAPANGAN FBR

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

FEBRIANI SAFITRI
123210314



Program Studi Teknik Perminyakan

Universitas Islam Riau

Pekanbaru

2020

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 terimakasih kepada :

1. Ir. H. Ali Musnal, MT, selaku dosen pembimbing 1 dan selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasehat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan
2. Dr. Eng. Muslim, MT, selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak menyediakan waktu, pikiran dan perhatiannya kepada penulis dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Mas Gherdy Ferdian sebagai pembimbing lapangan yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan bimbingan untuk tugas akhir saya.
4. 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.
5. Kedua orang tua tercinta, Ayah Keri Warisman dan Ibu Zaimah atas kasih sayang dan segala dukungan berupa moril maupun materil dan doa yang tidak ada batasnya, semoga Ayah dan Ibu dalam lindungan Allah SWT, amin. Serta kakak, abang dan adikku tersayang (Santi Monaliza, Andi Azis Komara, Tri Wahyu Winarti, Rudi Hermawan dan Pujiarti Astuti).
6. Sahabat terbaik saya Leni Wulandari, Haryani, teman-teman *Petroleum* 12B Eka, Yunus, Nia dan keluarga besar Teknik Perminyakan angkatan 2012 yang telah memberikan semangat, *share* pengetahuan dan motivasi. Jangan patah semangat.

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, Juni 2017

Penulis

FEBRIANI SAFITRI
NPM : 123210314



DAFTAR ISI

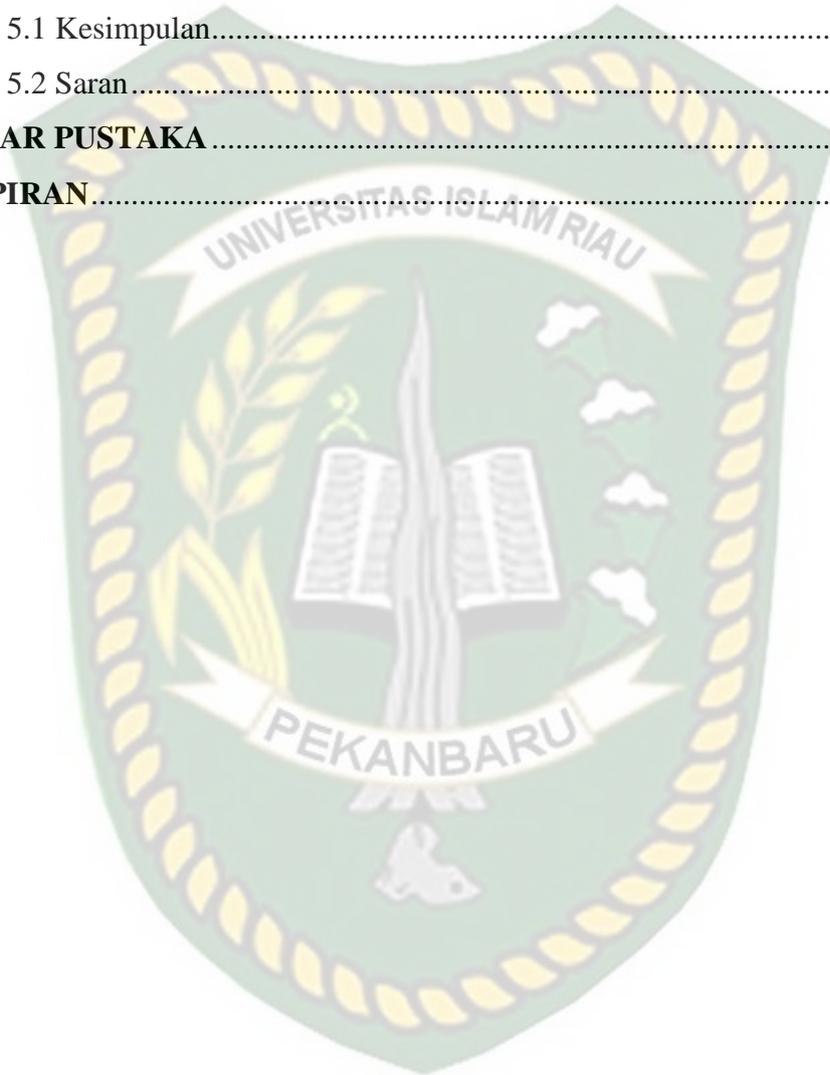
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Dumpflood</i>	4
2.1.1 Metode <i>Dumpflood</i>	4
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode <i>Dumpflood</i>	4
2.2 Alokasi Produksi	6
2.3 Mekanisme Pendorong	6
2.3.1 <i>Water Drive Reservoir</i>	6
2.4 <i>Artificial Lift</i>	7
2.5 <i>Software Material Balance (MBAL)</i>	8
2.5.1 <i>History Matching</i>	8

DAFTAR ISI (Lanjutan)

BAB III GAMBARAN LAPANGAN	10
3.2 Geologi Regional	11
3.3 Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah	11
3.4 Tipe Log	13
3.5 Karakteristik Lapangan FBR.....	13
3.5.1 Karakteristik Fluida dan Batuan Reservoir	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN	15
4.1 Tahap Penerapan <i>Dumpflood</i>	15
4.1.1 Menentukan Alokasi Produksi	15
4.1.1.1 Mencari <i>Alocation Factor</i>	16
4.1.1.2 Menentukan Nilai <i>Initial Pressure</i>	17
4.1.1.3 Menentukan <i>Recovery Factor</i>	19
4.1.2 Menentukan Tenaga Dorong.....	19
A. Penentuan Jenis Mekanisme Pendorong.....	20
4.1.3 Memilih Lapisan Untuk Target Zona minyak.....	22
4.1.4 Memilih Lapisan Untuk Sumber air.....	23
4.1.5 Memilih Sumur Untuk Zona Minyak dan Sumber air ...	24
4.2 Peramalan Produksi Dengan Menggunakan <i>MBAL</i>	27
4.2.1 Pembuatan Model dengan Menggunakan <i>MBAL</i>	27
4.2.2 <i>History Matching</i>	28
4.2.2.1 Metode Analitis	28
4.2.2.2 Metode Graphis	29
4.2.2.3 Mekanisme Pendorong	30
4.2.2.4 <i>WD Function</i>	31
4.2.3 Analisa Peningkatan Produksi Minyak dan Air.....	32
4.2.4 Analisa Peningkatan Tekanan.....	35

DAFTAR ISI (Lanjutan)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42

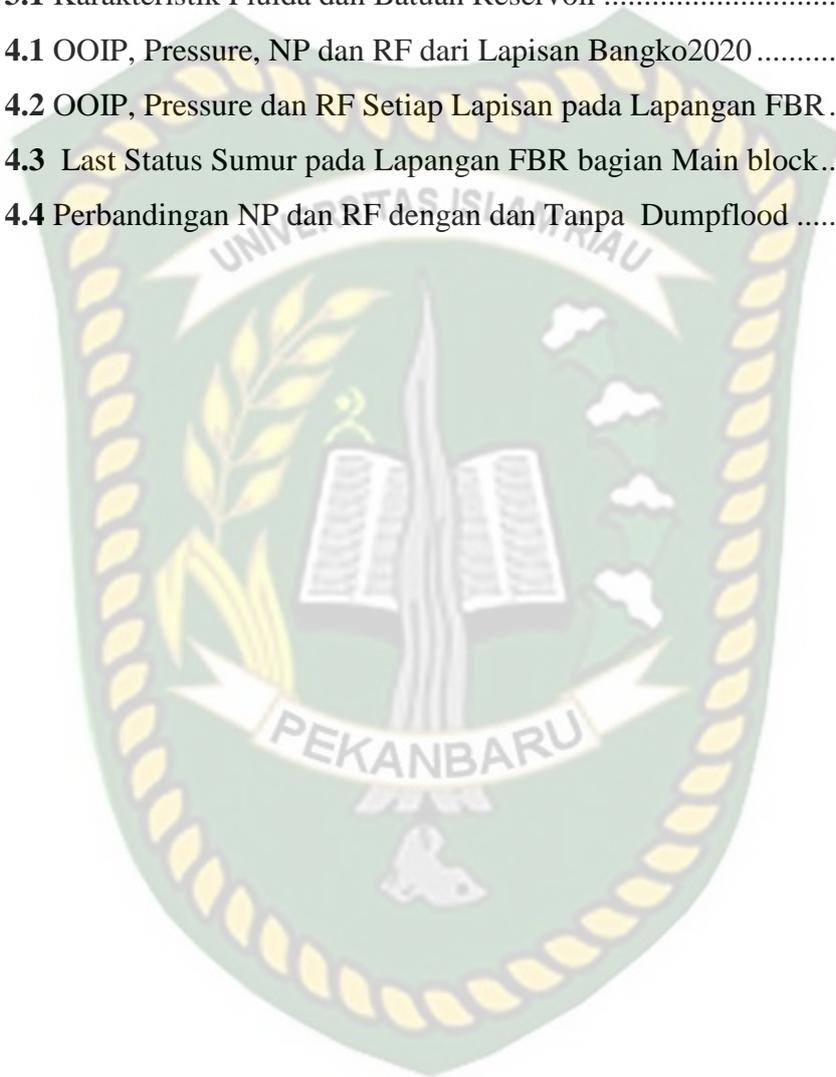


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Analitical Method pada Software MBAL.....	9
Gambar 2.2 Grapical Method pada Software MBAL.....	9
Gambar 3.1 Lokasi Lapangan FBR	10
Gambar 3.2 Tipe Log Lapangan FBR	13
Gambar 4.1 Spreadsheet pada Sumur 22.....	16
Gambar 4.2 Hasil Log dari Lapisan Bangko2020 dan Manggala	24
Gambar 4.3 Peta Sumur dari Lapangan FBR	26
Gambar 4.4 Hasil log dan Continuity Lapisan Menggala dan Bangko 2020	27
Gambar 4.5 Model Dumpflood	28
Gambar 4.6 Metode Analitis	29
Gambar 4.7 Metoda Graphis	30
Gambar 4.8 Energy plot.....	31
Gambar 4.9 WD Function	32
Gambar 4.10 Prediksi Produksi minyak Bangko 2020	33
Gambar 4.11 Prediksi Kumulatif Produksi Minyak	33
Gambar 4.12 Prediksi rata-rata Produksi Air	34
Gambar 4.13 Prediksi Kumulatif Prediksi Air	35
Gambar 4.14 Prediksi Tekanan	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik Fluida dan Batuan Reservoir	14
Tabel 4.1 OOIP, Pressure, NP dan RF dari Lapisan Bangko2020	19
Tabel 4.2 OOIP, Pressure dan RF Setiap Lapisan pada Lapangan FBR...22	
Tabel 4.3 Last Status Sumur pada Lapangan FBR bagian Main block....25	
Tabel 4.4 Perbandingan NP dan RF dengan dan Tanpa Dumpflood	36



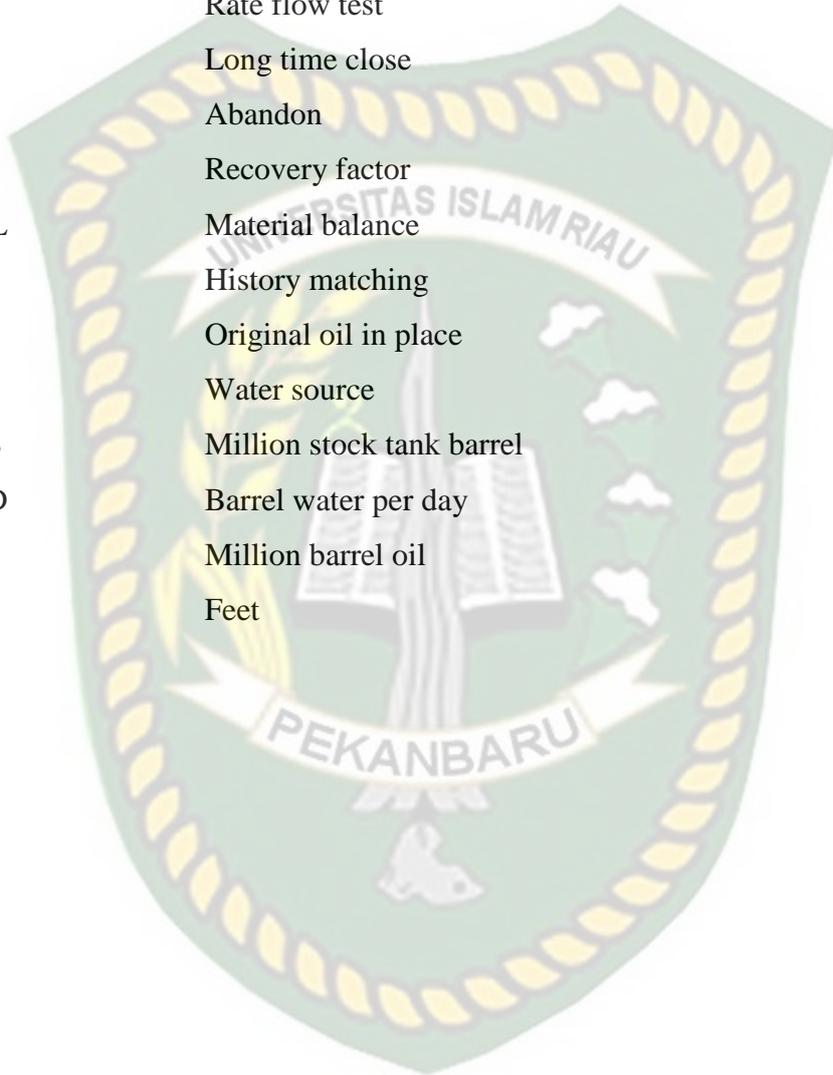
DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Data Alokasi Produksi
LAMPIRAN II	Perhitungan <i>Recovery Factor</i>
LAMPIRAN III	Tenaga Dorong



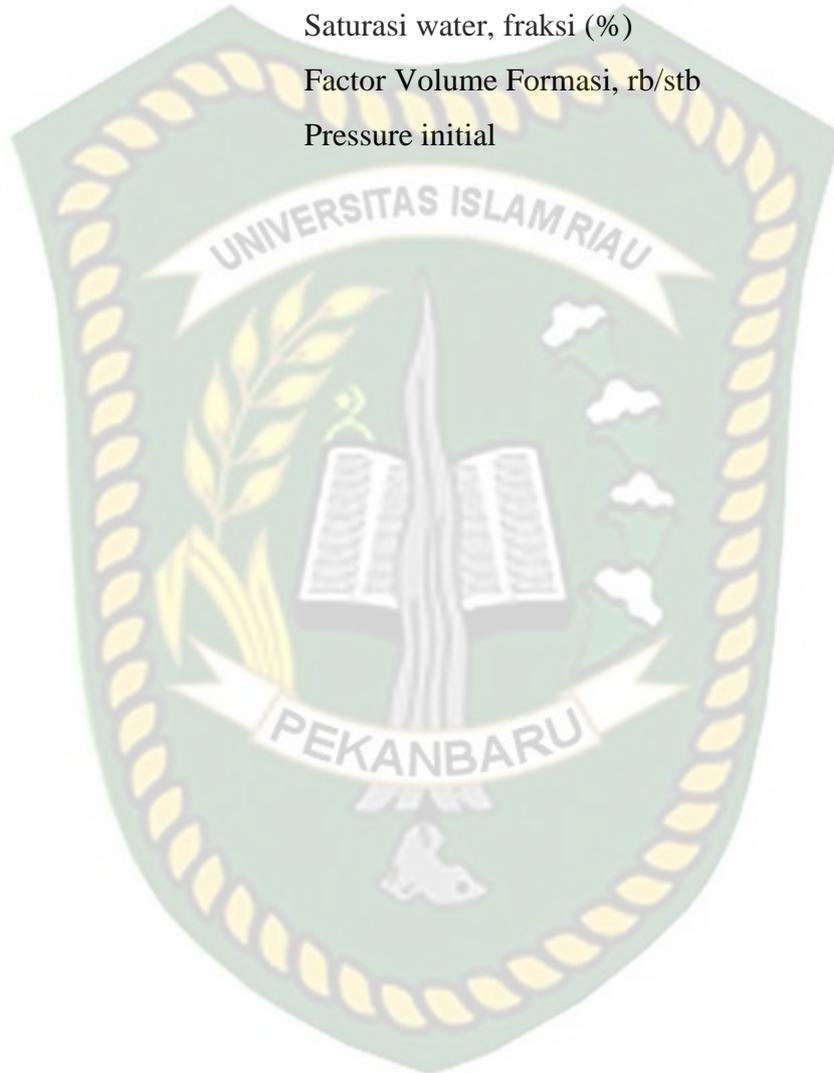
DAFTAR SINGKATAN

RFT	Rate flow test
LTC	Long time close
ABD	Abandon
RF	Recovery factor
MBAL	Material balance
HM	History matching
OOIP	Original oil in place
WS	Water source
MSTB	Million stock tank barrel
BWPD	Barrel water per day
MBO	Million barrel oil
Ft	Feet



DAFTAR SIMBOL

Sw	Saturasi water, fraksi (%)
Boi	Factor Volume Formasi, rb/stb
Pi	Pressure initial



ANALISIS PELUANG *DUMPFLOOD* DI LAPANGAN FBR

FEBRIANI SAFITRI
123210314

ABSTRAK

Penurunan produksi akibat penurunan tekanan dari waktu ke waktu, merupakan suatu permasalahan besar pada lapangan FBR, untuk mengatasi permasalahan tersebut, direkomendasikan untuk menerapkan aplikasi *dumpflood* dengan tujuan untuk meningkatkan produksi minyak serta pemanfaatan sumur LTC (*Long Time Close*).

Analisis ini dilakukan di lapangan FBR pada bagian *main block* dengan cara menentukan alokasi produksi dari setiap sumur dan setiap lapisan, menentukan tenaga dorong, menentukan target zona minyak dan sumber air dari setiap lapisan dan menentukan sumur yang cocok untuk dilakukan *dumpflood*.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, dari perhitungan alokasi faktor maka diperoleh tenaga dorong dari Bangko2020 adalah *water drive* dan Menggala adalah *high water drive*. Terpilih lapisan Bangko2020 sebagai zona minyak dan lapisan Menggala sebagai sumber air, serta sumur no 19 sebagai sumur produksi dan sumur no 15 sebagai sumur injeksi dikarenakan dua sumur tersebut memiliki *continuity* antar lapisan Bangko2020 dan Menggala, sehingga dari pemilihan tersebut lapangan FBR memiliki peluang untuk diaplikasikan *dumpflood*.

Kata kunci : *dumpflood, LTC, water drive, continuity, high water drive* .

AN ANALYSIS OF OPPORTUNITY DUMPFLOOD IN FBR FIELD

FEBRIANI SAFITRI
123210314

ABSTRACT

The decline in production due to the decrease in pressure over time is a big problem in the FBR field, to overcome these problems, it is recommended to apply dumpflood applications to increase oil production and utilization of wells (long time close).

This analysis is performed in the FBR field on the main block by determining the allocation of production from each well and each layer, determining the driving mechanism, determining the target of the oil and water source zones of each layer and determining the wells suitable for dumpflood.

Based on the analysis, from the calculation of allocation factor, the thrust of Bangko2020 is water drive and Manggala is the high water drive. Selected Bangko2020 layer as water source, and well which number 19 as a production well and well which number 15 as an injection well because both wells have continuity between Bangko2020 layer and Manggala. So from that selection, FBR field have opportunity to apply dumpflood.

Keywords: *dumpflood, LTC, water drive, continuity, high water drive.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Lapangan FBR merupakan salah satu lapangan dengan rata-rata sumur aktifnya mengalami penurunan produksi minyak, penyebab dari permasalahan tersebut dikarenakan penurunan tekanan dari waktu ke waktu, sehingga hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan produksi minyak pada lapangan tersebut.

Dumpflood merupakan sebuah metode injeksi air yang menggunakan sumber air nya langsung dari reservoir, tidak membutuhkan peralatan permukaan, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari metode injeksi air yang biasanya dilakukan (Davies, 1972). Pembagian metode *dumpflood* berdasarkan tekanan yang ada di reservoir (Al-hajeri dan Anthony, 2015) adalah *natural dumpflood* dan *powered dumpflood*. Kedua metode tersebut memiliki kelebihan masing-masing, sehingga bisa diaplikasikan sesuai dengan kondisi tekanan yang ada direservoir. Dalam tugas akhir ini peneliti menggunakan metode *powered dumpflood*, dikarenakan kondisi reservoir yang diteliti tidak memiliki energy yang besar dari aquifernya. Berdasarkan penjelasan dari (Yao dan Vay, 2008) metode *powered dumpflood* ini cocok untuk digunakan pada kondisi reservoir yang diteliti.

Metode *dumpflood* merupakan metode yang telah berhasil dilakukan di Nigeria pada lapangan Ebgema bagian barat 20 tahun lalu, tepatnya pada tahun 1997, (Osharode, 2010). Sehingga hal tersebut menjadi acuan bagi dunia perminyakan bahwa metode *dumpflood* bisa menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan perolehan minyak dengan biaya pengeluaran yang murah. Kriteria untuk melakukan aplikasi *dumpflood* pada suatu lapangan, adalah adanya sumur dengan lapisan target minyak dan sumur dengan lapisan sumber air, yang memiliki continuity yang baik (Davies, 1972). Sehingga untuk memenuhi kriteria

dumpflood dilakukan langkah sebagai berikut, menentukan alokasi produksi, menentukan tenaga dorong, pemilihan lapisan zona minyak, pemilihan lapisan sumber air dan pemilihan sumur untuk zona minyak dan sumber air *dumpflood*. Setelah dianalisis, dalam tugas akhir ini, maka lapangan FBR telah memenuhi syarat dari kriteria penggunaan aplikasi *dumpflood*.

Aplikasi metode *dumpflood* pada lapangan FBR, diharapkan bisa meningkatkan perolehan minyak dengan memanfaatkan sumur-sumur yang berstatus *Long Time Close (LTC)* pada lapangan tersebut.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penulisan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menentukan alokasi produksi
2. Menentukan tenaga pendorong dari lapisan yang dipilih.
3. Menganalisis dan memilih lapisan untuk target zona minyak *dumpflood*.
4. Menganalisis dan memilih lapisan untuk sumber air *dumpflood*.
5. Menganalisis dan memilih sumur untuk zona minyak dan sumber air *dumpflood*

1.3 BATASAN MASALAH

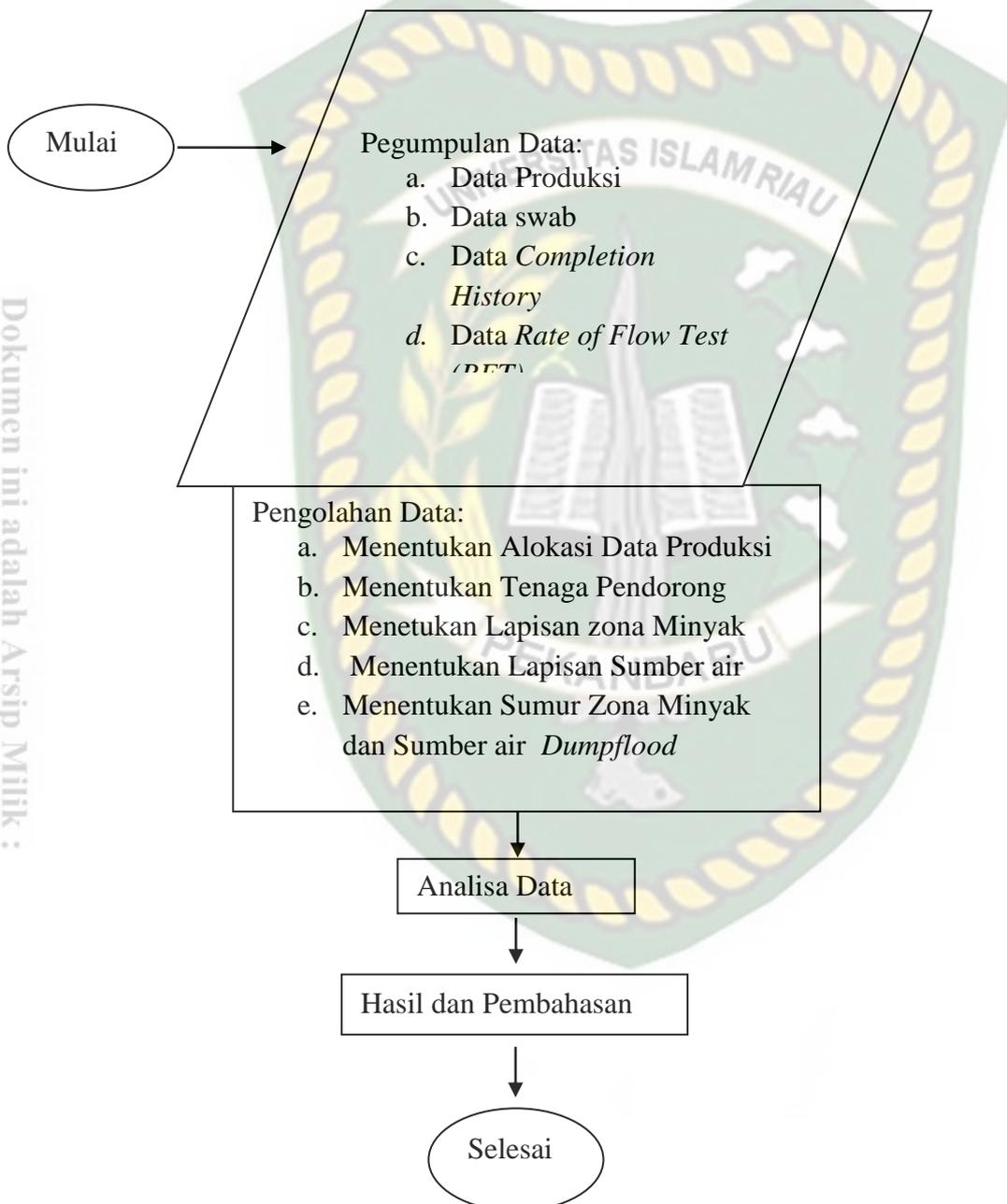
Agar penulisan tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, maka tulisan ini hanya membahas mengenai: kesempatan *dumpflood* pada main blok disatu lapangan, yaitu lapangan FBR dengan menggunakan metode *powered dumpflood*, dengan jumlah sumur 23 sumur, dan 11 lapisan. Dari 23 sumur dan 11 lapisan dipilih 1 sumur dengan 1 lapisan untuk target zona minyak *dumpflood* dan 1 sumur dengan 1 lapisan untuk sumber air *dumpflood*.

1.4 METODOLOGI PENULISAN

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis melakukan penelitian dengan mengumpulkan data-data sumur yang berhubungan dengan *dumpflood*, buku pegangan teknik perminyakan mengenai EOR, jurnal yang relevan dan diskusi

dengan dosen pembimbing, setelah itu dilakukan analisa data yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

FLOW CHART TUGAS AKHIR



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *DUMPFLOOD*

Dumpflood merupakan sebuah metode injeksi air yang menggunakan sumber air nya langsung dari reservoir, tidak membutuhkan peralatan permukaan, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari metode injeksi air yang biasanya dilakukan (Davies, 1972).

2.1.1 Metode *Dumpflood*

Metode *dumpflood* harus disesuaikan dengan kondisi tekanan yang ada di reservoir, sehingga dari kondisi tekanan reservoir yang diketahui, peneliti dapat menyimpulkan metode *dumpflood* yang harus digunakan pada lapangan yang diteliti. Berikut pembagian metode *dumpflood* berdasarkan tekanan yang ada di reservoir (Al-hajeri dan Anthony, 2015).

1. *Natural dumpflood*

Sebuah metoda yang digunakan, jika tekanan di reservoir zona sumber air lebih besar dibandingkan tekanan reservoir yang ada di zona minyak. Sehingga tekanan reservoir yang berasal dari zona sumber air mampu mendorong minyak yang berada di zona minyak secara alami tanpa bantuan tekanan dari luar.

2. *Powered dumflood*

Sebuah metoda yang digunakan, jika tekanan reservoir di zona sumber air tidak mampu mendorong minyak dari zona minyak ke atas permukaan. Sehingga membutuhkan bantuan tenaga dorong dari *artificial lift*, dalam penelitian ini menggunakan bantuan dari pompa *ESP*.

2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Dumpflood*

Penggunaan metode *dumpflood* harus disesuaikan dengan keadaan sumur dan lapisan yang di teliti, karena dua metode yang telah dijelaskan sebelumnya,

pada penjelasan 2.1.1 memiliki kelebihan masing-masing. Kelebihan dan kekurangan dari metode *dumpflood* adalah sebagai berikut (Yao dan Vay, 2008):

1. *Natural dumpflood*

Kelebihan dari metode *natural dumpflood*, yaitu tidak mengeluarkan biaya yang besar dibandingkan metode *powered dumpflood*, tidak ada biaya *mobilisasi rig*, *workover*, dan biaya lainnya yang dibutuhkan jika menggunakan *powered dumpflood*., sehingga metode ini lebih hemat dari metode *powered dumpflood*.

Kekurangan dari metode ini, yaitu jika kondisi tekanan reservoir utama cepat menurun sedangkan *aquifer* tidak memiliki energi yang besar, maka produksi minyak tidak optimal dan seiring dengan penurunan tekanan dari waktu ke waktu maka minyak tidak bisa diproduksi, sehingga kondisi ini memperlambat produksi minyak untuk mencapai produksi minyak yang besar. Jika kondisi reservoir yang diteliti seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka direkomendasikan untuk menggunakan metode *powered dumpflood* agar mempercepat perolehan minyak sehingga dapat meningkatkan produksi minyak dari sebelumnya.

2. *Powered dumpflood*

Kelebihan dari metode *powered dumpflood*, yaitu mempercepat perolehan minyak secara optimal sehingga dapat meningkatkan produksi minyak dari sebelumnya. Perolehan minyak yang didapat sekitar 35% lebih besar dibandingkan dengan metode *natural dumpflood*. Metode ini sesuai digunakan untuk kondisi reservoir utama yang cepat mengalami penurunan tekanan serta tidak memiliki energi yang besar dari *aquifer* nya. Sehingga setelah menggunakan metode ini perolehan minyak meningkat secara cepat.

Kekurangan dari metode *powered dumpflood*, yaitu membutuhkan biaya yang besar dari metode *natural dumpflood*. Metode ini membutuhkan biaya untuk *mobilisasi rig*, *workover* dan biaya-biaya lainnya sampai pompa terpasang. Sehingga jika reservoir memungkinkan untuk menerapkan metode *natural dumpflood*, maka direkomendasikan untuk menggunakan metode *natural dumpflood*, karena biaya yang dikeluarkan lebih hemat dari metode *powered dumpflood*.

2.2 ALOKASI PRODUKSI

Alokasi produksi pada dasarnya merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi aliran tiap-tiap lapisan sehingga dapat ditentukan besarnya laju produksi dan kumulatif produksi minyak (N_p) untuk tiap-tiap lapisan tersebut dan untuk tujuan perkiraan perolehan maksimum (Rukmana, 2011).

Metode alokasi produksi dalam upaya menentukan jumlah kontribusi untuk setiap lapisan dibagi menjadi dua, yaitu metode yang didasarkan pada kapasitas aliran atau disebut metode kapasitas aliran (kh) dan metode yang didasarkan pada hasil interpretasi teknik production logging atau disebut juga dengan metode production logging tool (PLT) (Rukmana, 2011).

2.3 MEKANISME PENDORONG

Mekanisme pendorong adalah tenaga yang dimiliki reservoir secara alamiah yang digunakan untuk mendorong minyak selama produksi ke permukaan. Proses pendorongan akan terjadi bila energi produksinya lebih besar dari seluruh energi yang hilang selama aliran fluida reservoir menuju lubang bor (Holm dan Josendal, 1974).

2.3.1 *Water Drive Reservoir*

Untuk reservoir jenis *water drive* ini, energi pendesakan yang mendorong minyak untuk mengalir adalah berasal dari air yang terperangkap bersama-sama dengan minyak pada batuan reservoirnya. Apabila dilihat dari terbentuknya batuan reservoir *water drive*, maka air merupakan fluida pertama yang menempati pori-pori reservoir. Tetapi dengan adanya migrasi minyak bumi maka air yang berada disana tersingkir dan digantikan oleh minyak. Dengan demikian karena volume minyak ini terbatas, maka bila dibandingkan dengan volume air yang merupakan fluida pendesaknya akan jauh lebih kecil. Jenis mekanisme pendorong yang diteliti pada sumur *dumpflood* di lapangan FBR adalah *Water Drive Reservoir*.

Untuk reservoir dengan jenis pendesakan *Water Drive* maka bagian minyak yang terproduksi akan lebih besar jika dibandingkan dengan jenis pendesakan lainnya, yaitu antara 35-75% dari volume minyak yang ada. Sehingga minyak sisa (*residual oil*) yang masih tertinggal di dalam reservoir akan lebih sedikit (Mattax dan Kyte, 1962). Dapat disimpulkan suatu reservoir dengan tenaga pendorong air, mempunyai kelakuan:

- a. Penurunan tekanan reservoir terlihat agak lambat.
- b. *GOR* rendah dan relative konstan.
- c. *WOR* naik dengan cepat dan kontinyu.
- d. *Recovery*-nya cukup tinggi sekitar 35-75%.

2.4 **ARTIFICIAL LIFT**

Artificial Lift merupakan mekanisme pengangkatan fluida dari dalam sumur ke permukaan dengan menggunakan *down hole pump* ketika tekanan dari sumur (*reservoir pressure*) tidak mampu lagi mendorong fluida ke permukaan (Brown, 1980).

Jenis *Artificial Lift* yang digunakan untuk *dumpflood* pada lapangan FBR adalah pompa *ESP (Electric Submersible Pump)*, yaitu sebuah rangkaian pompa yang terdiri dari banyak tingkat dengan motor ditenakan didalam fluida dan menggunakan aliran listrik dari permukaan, laju produksinya tinggi mencapai range 1000-10.000 (Edi Sumarna, 2011).

Keuntungan pompa *ESP* adalah sebagai berikut:

1. Dapat beroperasi pada kecepatan tinggi.
2. Mampu memompa fluida dalam jumlah besar.
3. Dapat memisahkan gas yang mengganggu proses pengisapan
4. Cocok digunakan pada sumur yang memiliki PI tinggi.
5. Cocok dipasang pada sumur-sumur miring karena tidak ada bagian yang bergerak baik di permukaan maupun di dalam sumur

2.5 SOFTWARE MATERIAL BALANCE (MBAL)

Software MBAL Reservoir Analytical Simulation Version 7.0 tahun 2009 merupakan *software* buatan *petroleum Experts*. *MBAL* terdiri dari beberapa *tools* yang dirancang agar pemakaiannya mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kelakuan reservoir dan performa prediksi dari suatu lapangan.

Program *MBAL* menggunakan konseptual model dari reservoir untuk memprediksi kelakuan reservoir sebagai efek dari produksi fluida reservoir dan injeksi air serta injeksi gas.

2.5.1 History Matching

History Matching atau penyelarasan model adalah usaha untuk menyelaraskan sejarah produksi dan tekanan reservoir suatu lapangan sedemikian rupa sehingga hasil simulasi pemodelan reservoir mendekati performa aktual di lapangan dan layak digunakan untuk memprediksi kinerja reservoir selama masa produksi yang akan datang.

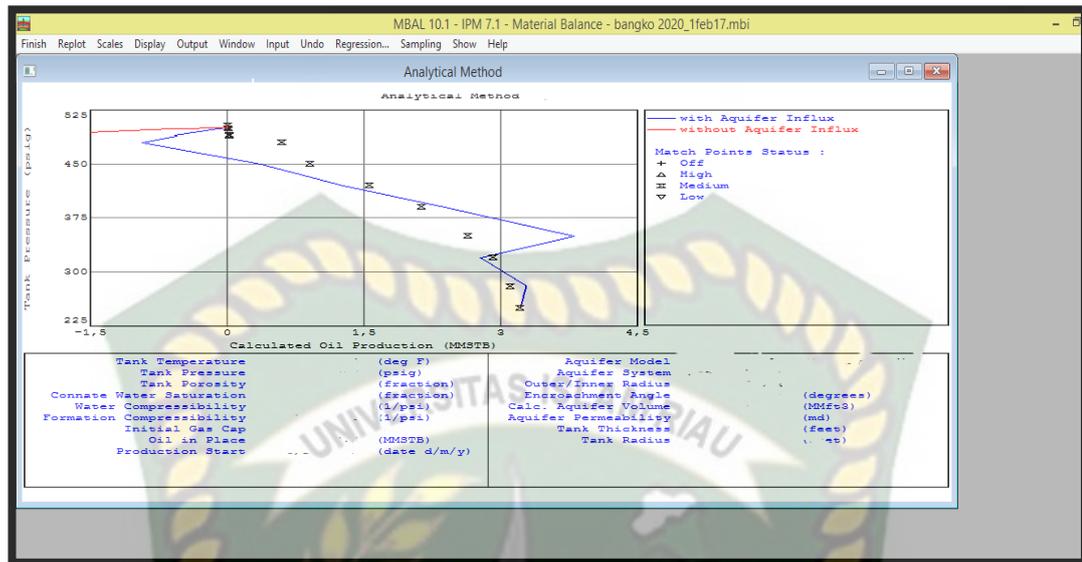
2.5.2 Pemodelan Energy Plot

Pemodelan *Energy Plot* diperlukan untuk menentukan tipe dan properti dari *akuifer*. Pada *software MBAL* ada dua plot yang digunakan untuk menyelaraskan data sejarah produksi dan parameter akuifer, yaitu:

- 1) Metode Analitik
- 2) Metode Grafik

1) Metode Analitik

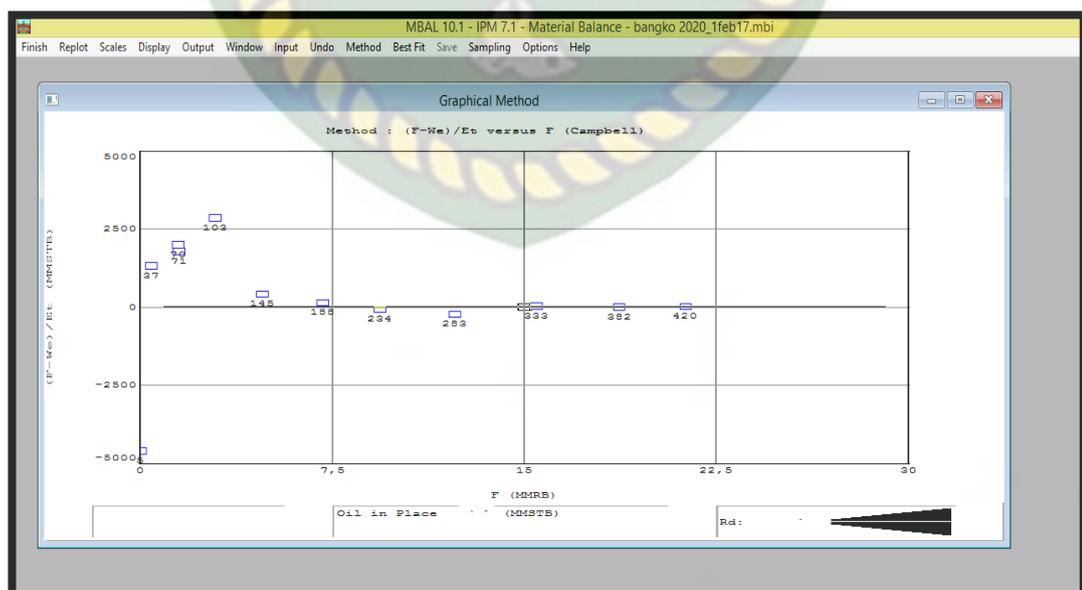
Metode analitik menggunakan persamaan *regresi non linear* untuk memperkirakan parameter reservoir dan akuifer. Pada metode ini, data sejarah produksi diselaraskan dengan data pemodelan. Pada prinsipnya, pemodelan *water influx* yang ada pada grafik disimbolkan dengan garis lurus, harus mendekati titik data produksi seperti yang terlihat. Apabila tidak selaras, maka dapat dilanjutkan menggunakan metode grafik.



Gambar 2.1 Analytical method pada software MBAL

2) Metode Grafik

Secara visual metode grafik digunakan untuk memberikan gambaran perbedaan dari parameter reservoir dan *akuifer*. Tujuan dari adanya metode grafik ini adalah untuk mendapatkan penyelesaian grafis lurus untuk mendapatkan parameter-parameter seperti N (jumlah awal minyak di reservoir) dan B (konstanta perembesan air).



Gambar 2.2 Grapical method pada software MBAL

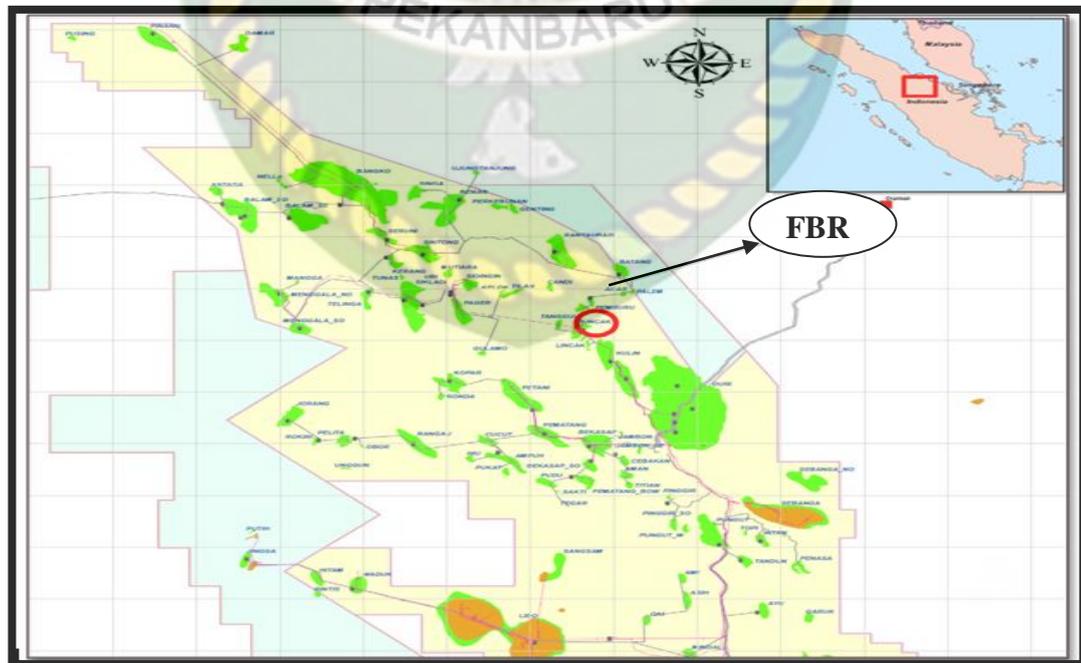
BAB III

GAMBARAN LAPANGAN

3.1 LETAK GEOGRAFIS DAN SEJARAH LAPANGAN FBR

Lapangan FBR terletak di kabupaten Bengkalis, provinsi Riau. Lapangan minyak ini termasuk ke dalam area Rokan Blok. Area Rokan Blok meliputi kabupaten Rokan Hilir dan kabupaten Bengkalis, kedua wilayah tersebut termasuk ke dalam provinsi Riau. Lapangan FBR memiliki tiga bagian blok, yaitu: *southeast*, *northeast* dan *main*. Lapangan ini terdiri dari Formasi Duri, Bekasap, Bangko dan Menggala.

Berdasarkan pemetaan geologis tahun 2016 lapangan ini memiliki total volume cadangan minyak (OOIP) untuk seluruh reservoir di lapangan FBR sebesar 125.947 MSTB. Lapangan ini memiliki 35 sumur, 19 sumur berstatus *ON*, 11 sumur berstatus *LTC*(*Long Time Close*) dan 5 sumur *ABD*(*Abandon*).



Gambar 3.1. Lokasi Lapangan FBR

3.2 GEOLOGI REGIONAL

Keadaan geologis dari lapangan FBR ditinjau dari lokasinya berada pada daerah Cekungan Sumatera Tengah dimana proses pembentukannya bersamaan dengan Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Tengah merupakan busur belakang yang berkembang sepanjang tepi Paparan Sunda bagian Barat dan Selatan.

Cekungan Sumatera Tengah berada di tepian Mikrokontinen Sunda yang merupakan bagian dari lempeng Eurasia dan merupakan satu dari rangkaian Cekungan Tersier. Cekungan Sumatera Tengah ini relative memanjang Barat laut-Tenggara, dimana pembentukannya dipengaruhi oleh adanya subduksi lempeng Hindia-Australia dibawah lempeng Asia. Secara fisiografis, Cekungan Sumatera Tengah terletak diantara Cekungan Sumatera Utara dan Cekungan Sumatera Selatan yang pada bagian Barat dan Barat daya dibatasi oleh Tinggian Barisan berupa busur vulkanik yang disusun oleh batuan Pra-Tersier, di bagian Barat laut dibatasi oleh Tinggian Asahan, di sebelah Tenggara dibatasi oleh Tinggian Tigapuluh dan disebelah Timur laut dibatasi oleh Paparan Sunda (Heidrick dan Aulia, 1993).

3.3 STRATIGRAFI CEKUNGAN SUMATERA TENGAH

Unit Stratigrafi Tersier regional Cekungan Sumatra Tengah dibagi menjadi lima unit, yang berumur dari Kala Paleogen sampai Kuartar. Kelima kelompok tersebut yaitu Formasi Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Telisa, Formasi Petani dan terakhir Formasi Minas. Untuk lapangan FBR, terdiri dari Kelompok Sihapas yaitu terdiri dari Formasi Duri, Formasi Bekasap, Formasi Bangko dan Formasi Menggala. (Mertosono dan Nayoan, 1974)

Kelompok Sihapas dibagi kedalam empat Formasi berurutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

A. Formasi Menggala

Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Awal (N4) yang diendapkan secara tidak selaras di atas kelompok Pematang. Litologinya tersusun atas batu pasir halus-kasar yang bersifat konglomerat dengan sortasi baik dan menghalus ke atas. Lingkungan pengendapannya berupa kombinasi *braided river-non marine*, berubah secara lateral dan ke atas menjadi lebih didominasi laut yang akhirnya menjadi laut terbuka kearah utara dengan ketebalan mencapai 1800 kaki (Dawson, et.al, 1997).

B. Formasi Bangko

Formasi ini berumur Miosen Awal (N5) yang diendapkan selaras di atas Formasi Menggala. Litologinya berupa serpih abu-abu yang bersifat gampingan berseling dengan batu pasir halus-sedang dan batu gamping yang diendapkan pada lingkungan *estuarine-intertidal*. Formasi ini memiliki ketebalan mencapai 300 kaki (Dawson, et.al, 1997).

C. Formasi Bekasap

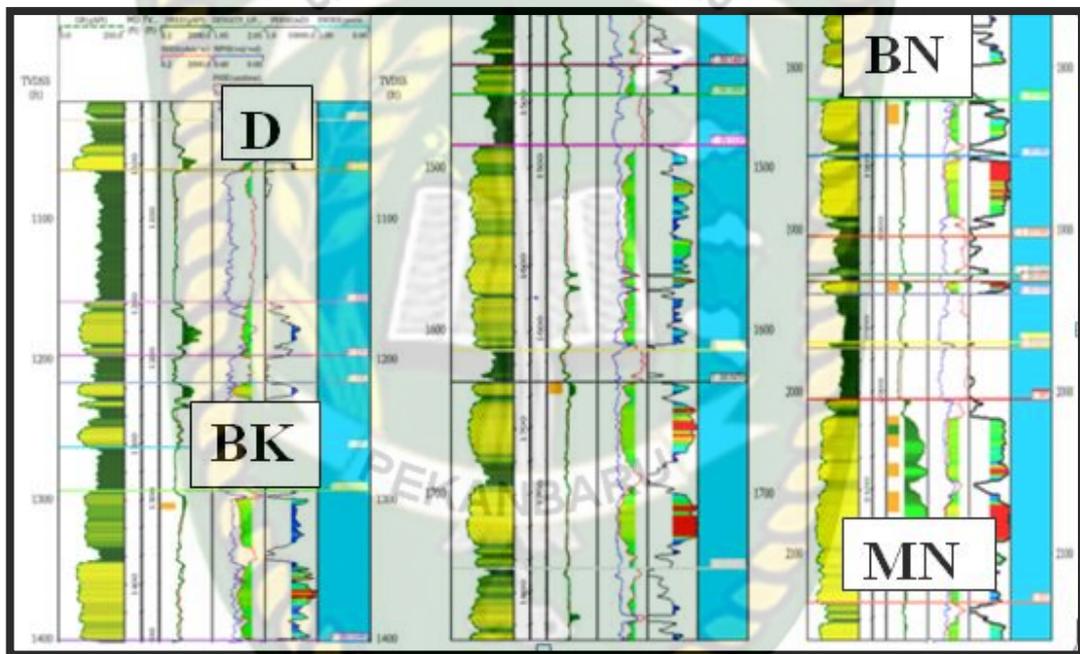
Formasi ini terdiri dari batu pasir sedang-kasar dengan kandungan glaukonit di bagian atasnya serta sisipan serpih, batu gamping tipis dan lapisan batu bara. Formasi ini berumur Miosen Awal (N6) yang diendapkan selaras di atas Formasi Bangko. Formasi ini memiliki ketebalan sekitar 1300 kaki (Dawson, et.al, 1997).

D. Formasi Duri

Formasi ini berumur Miosen Awal (N7-N8) yang diendapkan selaras di atas Formasi Bekasap. Litologinya berupa batu pasir berukuran halus-sedang berseling dengan serpih dan sedikit batu gamping, dengan ketebalan mencapai 900 kaki (Dawson, et.al, 1997).

3.4 TIPE LOG

Lapangan FBR memiliki stratigrafi dari tua ke muda terdiri dari Formasi Menggala (MN), Formasi Bangko (BN), Formasi Bekasap (BK) dan Formasi Duri(D). Salah satu syarat untuk melakukan *Dumpflood* adalah harus memiliki zona oil dan zona *water source*, pada gambar tipe log tersebut Formasi Bangko sebagai zona minyak dan Formasi Menggala sebagai zona sumber air, dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2. Tipe Log Lapangan FBR

3.5 KARAKTERISTIK LAPANGAN FBR

Secara umum perangkat minyak bumi (*reservoir map*) pada lapangan minyak FBR merupakan kombinasi antara lipatan dan patahan (*anticlin dan fault*) sedangkan tenaga pendorong alamiah reservoirnya adalah air (*strong water drive*). Untuk melihat karakteristik fluida dan batuan reservoir pada lapangan FBR ini, dapat dilihat pada table 3.1.

3.5.1 Karakteristik Fluida dan Batuan Reservoir

Tabel 3.1 Karakteristik Fluida dan Batuan Reservoir Lapangan FBR

Parameter	Satuan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Reservoir Area	(Acres)	815.8	729.6	246.9	315.5	199.2	139.7	404	86.4	373.3	355	870
Gross Thickness	(ft)	14.8	23.9	25	19.8	16	25.5	17.3	22	15.7	27.1	60.0
Net to Gross Rat	(NTG)	0.63	0.78	0.57	0.82	0.78	0.82	0.73	0.53	0.66	0.52	0.66
Porosity	(fraction)	0.23	0.27	0.24	0.28	0.24	0.27	0.26	0.27	0.26	0.25	0.25
Swi	(fraction)	0.52	0.57	0.51	0.38	0.34	0.36	0.3	0.25	0.33	0.26	0.25
Boi	(rb/stb)	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
STOPIP	(MBO)	6088.65	11449.2	2999.9	6448	2855	3659.8	6733	1479	4885.6	12500	52100

Keterangan:

Reservoir

1. Duri A

4. Bekasap 1340

7. Bangko 1860

10. Bangko 2020

2. Duri B

5. Bekasap 1480

8. Bangko 1940

11. Menggala

3 Duri C

6. Bekasap 1670

9. Bangko 1970

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1. TAHAP PENERAPAN *DUMPFLOOD*

Sebelum melakukan metode *dumpflood*, ada tahapan yang harus dilakukan, diantaranya :

6. Menentukan alokasi produksi.
7. Menentukan tenaga pendorong dari lapisan yang terpilih.
8. Menganalisis dan memilih lapisan untuk target zona minyak *dumpflood*.
9. Menganalisis dan memilih lapisan untuk sumber air *dumpflood*.
10. Menganalisis dan memilih sumur untuk zona minyak dan sumber air *dumpflood*.

4.1.1 Menentukan Alokasi Produksi dari Sumur dan dari Lapisan

Alokasi produksi sangat berguna untuk penerapan aplikasi *dumpflood*, karena alokasi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kontribusi aliran tiap-tiap lapisan, sehingga dari data alokasi tersebut bisa membantu menyimpulkan lapisan target yang tepat untuk penerapan *dumpflood*. Kriteria lapisan tersebut tentunya memiliki laju produksi dan kumulatif produksi minyak yang besar sehingga bernilai ekonomis untuk diterapkannya *dumpflood*.

Penentuan alokasi haruslah benar-benar dalam menghitungnya, karena hal ini merupakan tonggak awal dalam penentuan pengerjaan *dumpflood* pada lapisan target yang terpilih. Jika dilakukan dengan tidak teliti dan tidak benar, maka penentuan lapisan target *dumpflood* bisa saja tidak tepat, karena data *recovery factor* yang diperoleh tidak akurat.

Perhitungan alokasi dilakukan dengan mengumpulkan data *completion history* dan *swab* data. Dari data-data tersebut terdapat lah parameter-parameter sebagai berikut: *fluid rate*, SFL, WFL, WC, PI, *actual* produksi, *actual oil*, *actual water*. Perhitungan alokasi bisa dilakukan secara otomatis dengan menggunakan

aplikasi *spreadsheet*. *Spreadsheet* digunakan dengan memasukan nilai dari parameter-parameter yang telah disebutkan tadi, maka secara otomatis dapat menghitung berapa besar alokasi faktor minyak dan alokasi faktor air. Perhitungan alokasi faktor dalam penelitian dilakukan pada lapangan FBR dengan perhitungan dilakukan khusus pada main blok yang terdiri dari 24 sumur.

4.1.1.1 Mencari *Allocation Factor* (AF) dengan Menggunakan *Spreadsheet*

Untuk mencari *allocation factor* pada penelitian ini menggunakan tabel *spreadsheet*, berikut diambil contoh pada sumur 22 untuk mencari AF dengan menggunakan *spreadsheet*:

WELLID	WZONEID	COMP DATE	WFL (ft)		
PC022	PC022001	10/28/03	1176	Save to Spreadsheet	Clear All

SWAB DATA										
Swab Data	FLUID RATE (BPH)	SFL	WFL	WC (%)	PI	Act Prod	Act Oil	Act Wtr	AF OIL (%)	AF WTR (%)
TELISATTEL	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
DURI_C	2	533	1085	10%	0.0084	55.9	50.3	5.6	43.8%	0.3%
DURI_B	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
DURI_A	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAPTEKS	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAP1340	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAP1350	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAP1480	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAP1530	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BEKASAP1670	25	678	817	97%	0.4154	2149.6	64.5	2085.2	56.2%	99.7%
BEKASAP1820	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BNKO_FM	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BANGKO1860	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BANGKO1940	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BANGKO1970	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
BANGKO2020	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
MENGGALATMGL	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%
MENGGALA2050	0	0	0	0%	0	0.0	0.0	0.0	0.0%	0.0%

2205.8 114.8 2090.7 100.0% 100.0%

Gambar 4.1 *Spreadsheet* pada sumur 22

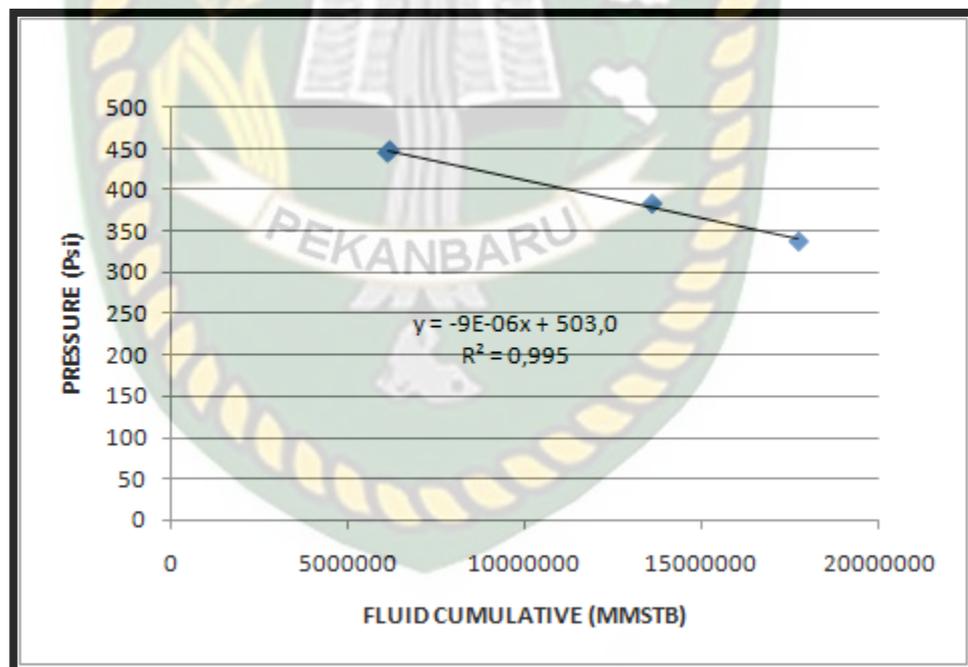
Dari *spreadsheet* diatas alokasi faktor minyak sumur 22 pada tanggal 28/10/2003 didapatkan nilai untuk lapisan Duri C sebesar 0.44 dan Bekasap 1670

sebesar 0.56. Sedangkan untuk *allocation factor water* lapisan Duri C sebesar 0.003 dan Bekasap1670 sebesar 0.9973. Dari data alokasi yang sudah dicari di main blok lapangan FBR, selanjutnya mencari *recovery factor* (RF) di setiap formasi main blok.

4.1.1.2 Menentukan Nilai Tekanan Awal

1. Menggunakan Grafik *Pressure Vs Cumulative Fluid*

Data RFT merupakan data yang memberi informasi tentang tekanan tiap waktu pengetesannya. Sehingga dari data RFT di plot grafik *pressure Vs fluid cumulative* untuk mendapatkan rumus tentang informasi tekanan awal. Berikut salah satu contoh grafik yang diambil dari lapisan Bangko2020:

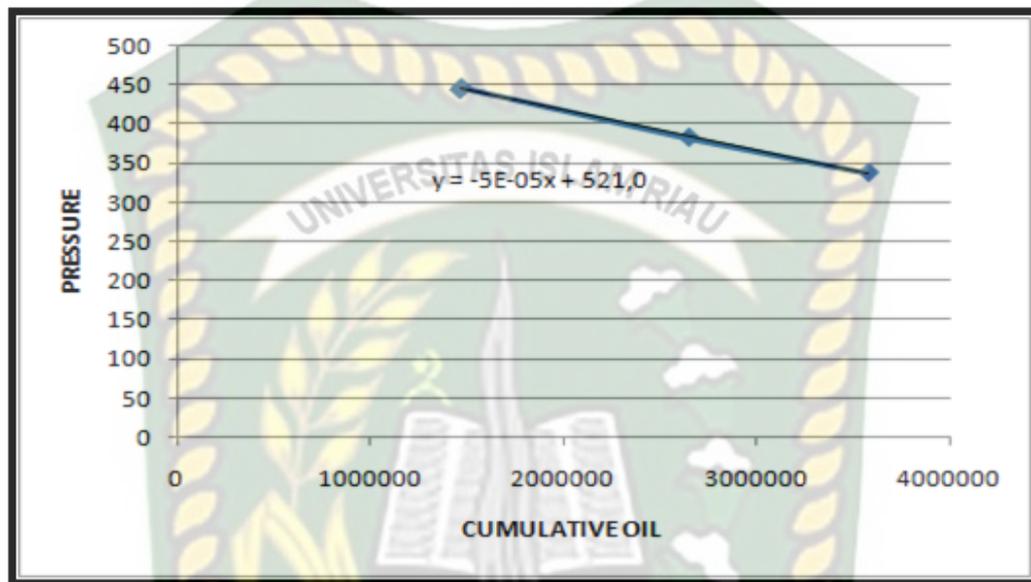


Grafik 4.1 *Pressure Vs fluid cumulative* Bangko2020

Grafik di atas menghasilkan *formula*, dari *formula* tersebut didapat informasi nilai *initial pressure* dari lapisan Bangko2020 yaitu 503 psia.

2. Menggunakan Grafik *Pressure Vs Cumulative oil*

Metode ini merupakan metode yang dapat menentukan nilai tekanan awal. Berikut plot grafik *pressure* dengan *cumulative oil* pada lapisan Bangko2020:



Grafik 4.3 *Pressure Vs Cumulative Oil*

Grafik di atas menghasilkan *formula*, dari *formula* tersebut didapat informasi nilai *initial pressure* dari lapisan Bangko2020 yaitu 521psia.

Perbandingan Metode Plot Grafik *Pressure* dengan *Cumfluid* dan *Pressure* dengan *Cumoil*

Metode yang sudah dijelaskan sebelumnya, merupakan metode penentuan nilai tekanan awal, namun dari dua metode tersebut, metode plot grafik antara *pressure* dengan *cumulative fluida* merupakan metode yang paling akurat, karena untuk menentukan nilai *initial pressure* yang tidak terdata, maka patokannya berdasarkan dari nilai *pressure* yang sudah terdata dengan *cumulative fluida*, hal ini disebabkan karena didalam reservoir terdapat jenis-jenis fluida lainnya selain minyak. Sehingga kurang akurat jika berpatokan pada satu jenis fluida saja. Selisih nilai dari dua metode tersebut adalah 3%

4.1.1.3 Menentukan *Recovery Factor*

Dari perhitungan di lampiran didapatkan hasil RF dari masing-masing lapisan di main blok, seperti yang tertera pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 *OOIP, Pressure, NP dan RF* dari lapisan Bangko2020

No	lapisan	Date	Pressure (psi)	P/Pi	Cum oil (STMB)	OOIP (STMB)	RF (%)
1	bn_2020	12-Aug-87	444.4519	0.883602	14.65359	12.500	12
2	bn_2020	28-Aug-87	447.2524	0.88917	14.74012	12.500	12
3	bn_2020	2-Nov-93	383.1431	0.761716	26.51117	12.500	21
4	bn_2020	7-Jun-97	337.8943	0.671758	52.88771	12.500	42

4.1.2 Menentukan Tenaga Dorong

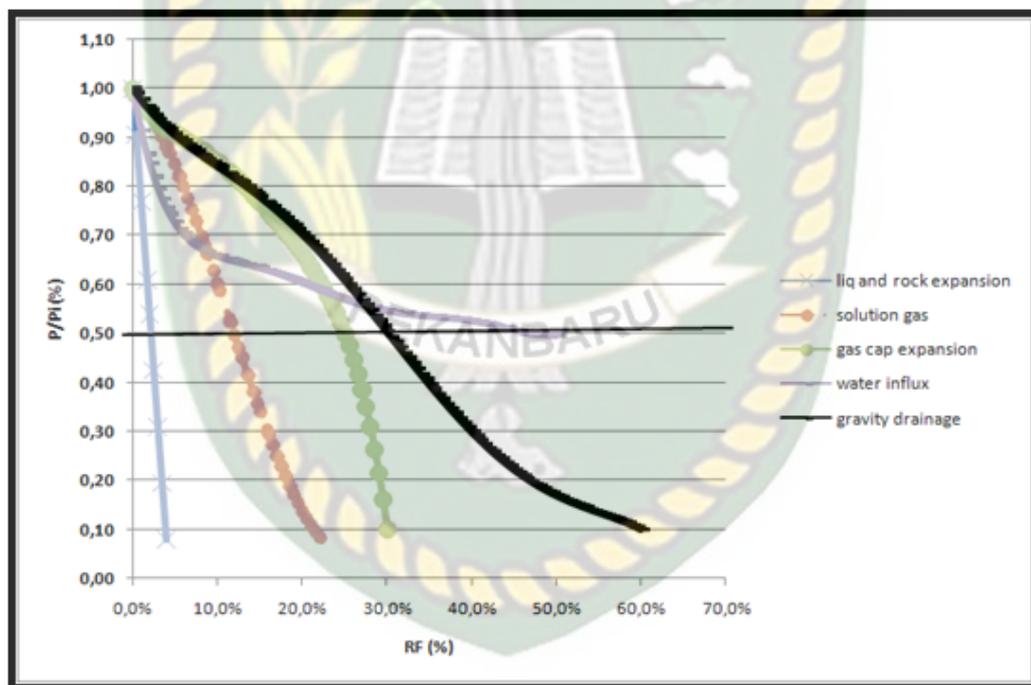
Data tekanan merupakan data terpenting yang harus diketahui, karena tekanan merupakan salah satu faktor terpenting untuk menentukan zona target dan zona sumber air dalam aplikasi *dumpflood*. Untuk memilih zona sumber air maka dipilih yang tekanannya besar, karena dengan tekanan yang besar dapat mendorong minyak lebih banyak, tekanan merupakan salah satu yang berpengaruh sebagai tenaga dorong untuk mengangkat minyak ke permukaan. Maka semakin besar tekanan akan semakin banyak minyak yang diproduksi.

Pada penelitian ini, tekanan bukan hanya untuk menentukan zona target dan sumber air *dumpflood*, tetapi juga untuk menentukan mekanisme pendorong, untuk itu perlu dikumpulkan data-data tekanan secara lengkap. Namun mencari data tekanan secara lengkap di perusahaan sangat sulit, karena pengetesan dilakukan tidak secara teratur dan menerus, karena untuk pengetesan itu sendiri diperlukan pengeluaran biaya. Sehingga pada penelitian ini didapatkan data tekanan yang sangat terbatas, data tekanan diambil dari data RFT.

A. Penentuan Jenis Mekanisme Pendorong dengan Plot Data *Recovery Factor* (RF) dan *Pressure* ke dalam Grafik Ganesh Thakur.

Pada tahap ini, penulis telah menghitung nilai RF dan mengumpulkan data tekanan dari masing-masing lapisan tiap waktu yang tertera pada data RFT. Lalu data ini akan diplot ke dalam grafik persamaan Ganesh Thakur, yang mana bentuk persamaan Ganesh Thakur sebelum data didistribusikan adalah seperti gambar 4.2.

Setelah seluruh data RF dan tekanan didistribusikan/diplot ke dalam grafik persamaan Ganesh Thakur, akan terbentuk sebuah grafik baru, dari grafik baru yang terbentuk penulis dapat menentukan mekanisme pendorong jenis apa yang terdapat pada masing-masing lapisan di main blok lapangan FBR.

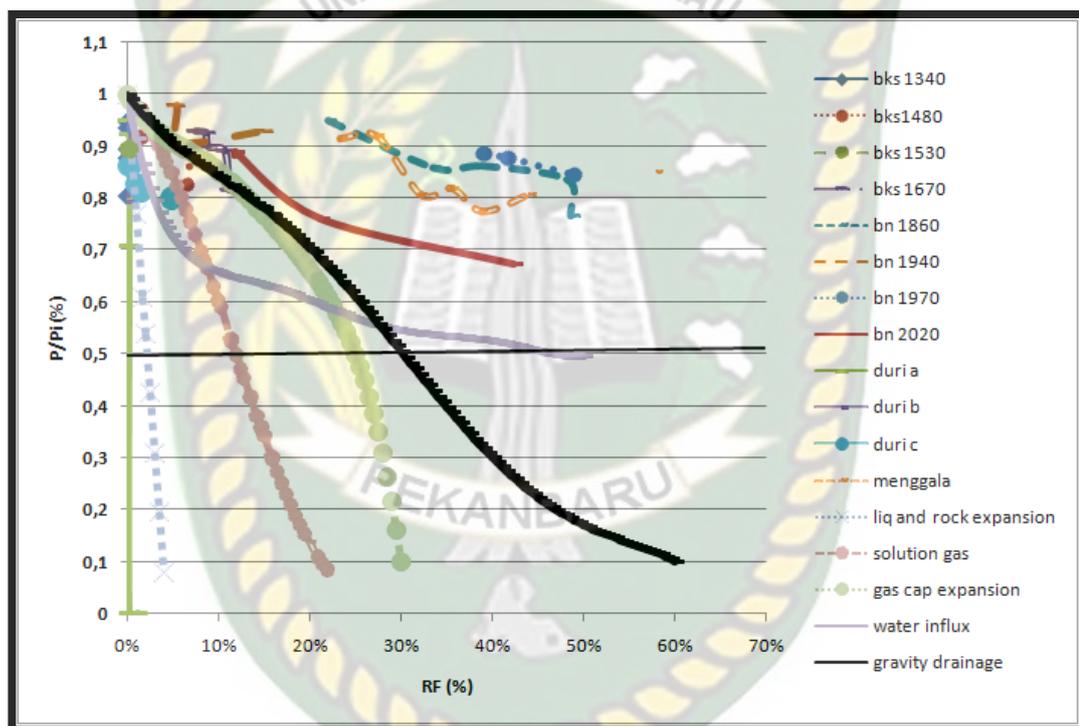


Grafik 4.2 Persamaan Ganesh Takur sebelum dilakukan Plot Data P dan RF

Keterangan dari gambar persamaan 4.2 adalah sebagai berikut (Holm dan Josenal, 1974):

- a) Garis biru berada pada *range* RF (1%-10%) ini menandakan jenis reservoir *liquid and rock*.

- b) Garis merah berada pada *range* RF(6%-35%) reservoir berjenis *solution gas drive*.
- c) Garis hijau berada pada *range* RF (20%-40%) reservoir berjenis *gas cap drive*.
- d) Garis ungu berada pada *range* RF (35%-80%) reservoir berjenis *water drive (water influx)*.
- e) Garis hitam berada pada *range* RF (40%-80%) reservoir berjenis *gravity drainage*.



Grafik 4.3 Hasil Plot Data RF dan P pada Grafik Persamaan *Ganesh Thakur*

Dari hasil plot data di atas dapat dilihat terbentuk 12 grafik baru yang mengalami penurunan tekanan pada masing-masing lapisan, lapisan yang mengalami penurunan yang cukup besar diantara lapisan-lapisan lainnya, adalah lapisan Duri A dan lapisan Bangko2020. Lapisan Duri A memiliki tekanan awal sebesar 95% turun menjadi 0.1% dan recovery factor (RF) 1%, sedangkan lapisan Bangko2020 memiliki tekanan awal sebesar 89% turun menjadi 66%. Pada

lapisan Bangko2020 terlihat pada grafik 4.3 bahwa nilai RF sebesar 42%, sehingga jenis tenaga dorong termasuk ke dalam *water drive*.

4.1.3 Menganalisa dan Memilih Lapisan Untuk Target Zona Minyak

Dalam pemilihan lapisan zona minyak untuk target *dampflood* di lapangan FBR pada main blok, diperlukan data yang mengetahui informasi tentang lapisan-lapisan yang terdapat pada lapangan FBR. Sehingga dari data tersebut bisa memilih lapisan yang cocok untuk target zona minyak.

Tabel 4.2 OOIP, Pressure dan RF Setiap Lapisan Pada Lapangan FBR

No	Sand	STOOIP (MBO)	Decline Pressure (%)	RF (%)
1	Duri A	6088.650379	95	1
2	Duri B	11449.21066	16	0
3	Duri C	2999.917238	9	2
4	Bekasap 1340	6447.54118	20	0
5	Bekasap 1480	2855.124786	17	7
6.	Bekasap 1670	3659.82378	10	11
7.	Bangko 1860	6732.67598	12	49
8.	Bangko 1940	2172.959931	7	15
9.	Bangko 1970	4885.575466	4	49
10.	Bangko 2020	12500.250198	23	42
11.	Menggala	52178.37213	14	53

Dari tabel di atas diketahui data informasi setiap lapisan, dari tabel tersebut didapatkan informasi mengenai: OOIP, penurunan tekanan dan *recovery factor* (RF), dari ketiga faktor maka terpilih Bangko2020 menjadi target zona *oil* pada aplikasi *dampflood* di lapangan FBR. Bangko2020 menjadi pilihan dari 10 lapisan lainnya, dikarenakan lapisan tersebut terpilih lapisan paling baik untuk memenuhi kriteria sebagai lapisan zona minyak, jika dilihat dari STOOIP memiliki peringkat

ke dua dari 11 lapisan, peringkat dua dari 11 lapisan yang mengalami penurunan tekanan besar dan termasuk lapisan yang memiliki RF kecil yaitu 42% kurang dari 50%.

Sehingga dari tiga faktor yang telah disebutkan sebelumnya, maka terpilih lapisan Bangko2020 menjadi lapisan yang terbaik dari 10 lapisan lainnya, untuk zona minyak pada penggunaan *dumpflood* di lapangan FBR bagian main blok. Lapisan Bangko2020 memenuhi kriteria untuk menjadi lapisan zona minyak, alasan utama yaitu memiliki cadangan minyak yang cukup besar sehingga jika dijadikan zona minyak untuk *dumpflood*, masih banyak minyak yang bisa diproduksi secara maksimal. Kedua adanya penurunan tekanan yang besar, sehingga lapisan ini membutuhkan bantuan tekanan untuk mendorong sisa minyak ke permukaan dan RF nya masih tergolong kecil.

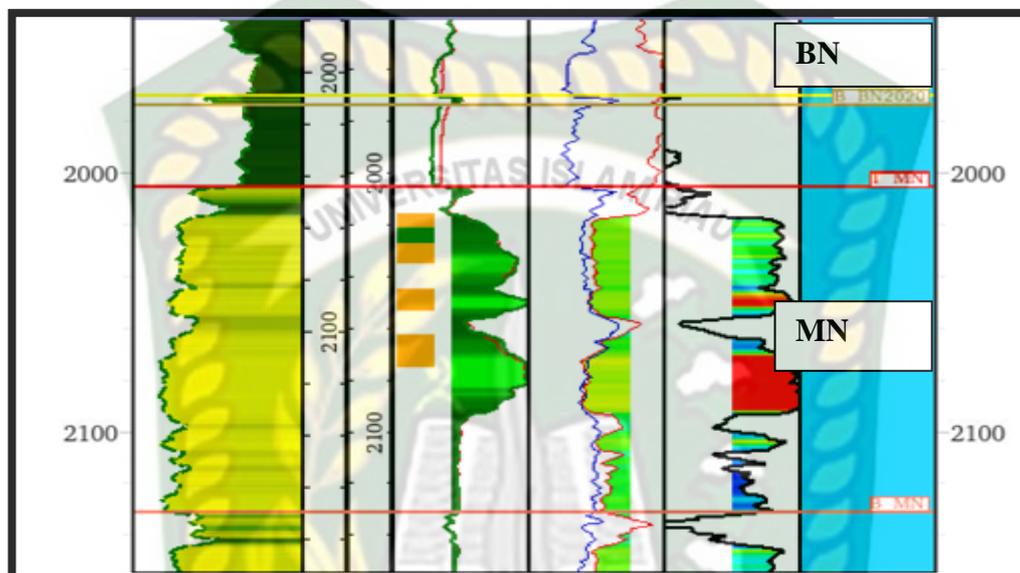
4.14 Menganalisa dan Memilih lapisan Untuk Sumber Air

Lapisan sumber air dipilih dari sisa lapisan yang ada, yaitu sebanyak 9 lapisan, dari 10 lapisan dipilih satu lapisan untuk sumber air, dimana lapisan yang dipilih sebagai sumber air adalah lapisan Menggala, karena lapisan ini dianggap menjadi lapisan yang bisa mensupport lapisan Bangko2020 untuk memproduksi minyak secara optimal ke permukaan.

Alasan pemilihan lapisan sumber air menurut (Quttainah & Hunaif, 2001) adalah tekanan reservoir sumber air lebih besar dari tekanan reservoir zona minyak, reservoir sumber air memiliki ukuran *aquifer* lebih besar dibandingkan zona minyak (minimal dua kali lebih besar dari *aquifer* zona *oil*), dan memiliki tingkat kebasahan yang lebih besar dari zona minyak ($WC > 70\%$).

Alasan utama memilih lapisan Menggala sebagai sumber air adalah karena lapisan Menggala mengalami penurunan tekanan paling kecil (lihat table 4.2), sehingga dipastikan memiliki tekanan yang cukup besar untuk bisa mendorong minyak secara optimal pada lapisan Bangko2020. Menggala memiliki WC 100% dengan tenaga pendorong *strong water drive*, minyak yang terproduksi akan cukup besar dari mekanisme pendorong lainnya, sehingga minyak sisa yang masih tertinggal di dalam reservoir akan lebih sedikit. Selain itu lapisan Menggala

miliki ukuran aquifer lebih besar yaitu, 2.6 lebih besar dari lapisan Bangko2020 dan Menggala berada di bawah lapisan Bangko2020. Berdasarkan analisis dari alasan pemilihan lapisan sumber air menurut (Quttainah & Hunaif, 2001) maka Menggala cocok untuk dijadikan lapisan sumber air dilapangan FBR.



Gambar 4.2 Hasil log dari lapisan Bangko2020 dan Menggala

Dari gambar 4.2 terlihat jelas bahwa lapisan Bangko2020 berada tepat di atas lapisan Menggala sehingga ini salah satu faktor yang menjadi lapisan Menggala yang dipilih sebagai sumber air, selain karena tekanannya besar dan mekanisme pendorongnya *strong water drive*.

4.1.5 Menganalisa dan Memilih Sumur Untuk Zona Minyak dan Sumber Air *Dumpflood*

Pemilihan sumur untuk zona minyak dan sumber air, memerlukan data yang memberikan informasi mengenai status sumur-sumur yang ada di lapangan FBR bagian main blok. Untuk mengetahui *last status* dari sumur-sumur yang ada, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.3 Last Status Sumur Pada Lapangan FBR Bagian Main Blok

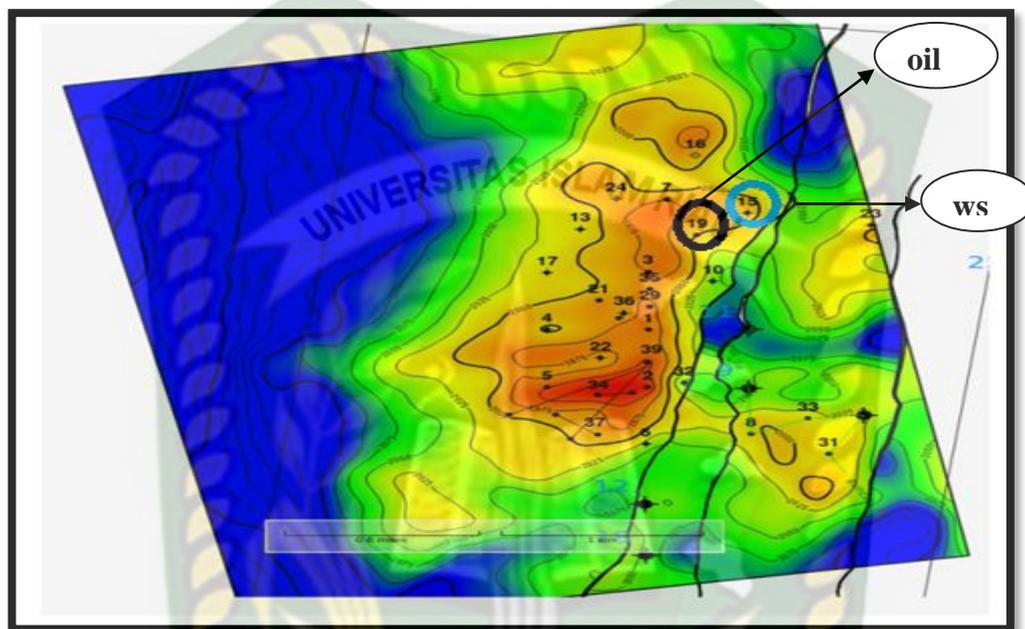
No	String Code	Field	Drill Type	Status Start Date	Status
1	FBR00001-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
2	FBR00002-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
3	FBR00003-01	FBR	VERT	11/12/2016	ON
4	FBR00004-01	FBR	VERT	01/01/2003	LTC
5	FBR00005-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
6	FBR00006-01	FBR	VERT	01/01/2003	LTC
7	FBR00007-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
8	FBR00010-01	FBR	VERT	01/01/2003	LTC
9	FBR00013-01	FBR	VERT	13/04/2012	LTC
10	FBR00015-01	FBR	VERT	01/01/2003	LTC
11	FBR00017-01	FBR	VERT	04/06/2008	LTC
12	FBR00019-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
13	FBR00020-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
14	FBR00021-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
15	FBR00022-01	FBR	VERT	01/07/2012	LTC
16	FBR00024-01	FBR	VERT	05/04/2016	LTC
17	FBR00028-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
18	FBR00029-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
19	FBR00030-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
20	FBR00032-01	FBR	DIRC	30/11/2016	ON
21	FBR00034-01	FBR	DIRC	10/12/2016	ON
22	FBR00035-01	FBR	VERT	15/11/2016	ON
23	FBR00036-01	FBR	VERT	06/08/2012	LTC

Keterangan:

1. ON: 14 sumur (1,2,3,5,7,19,20,21,28,29,30,32,34 dan 35)
2. LTC: 9 sumur (4,6,10,13,15,17,22,24,dan 36)

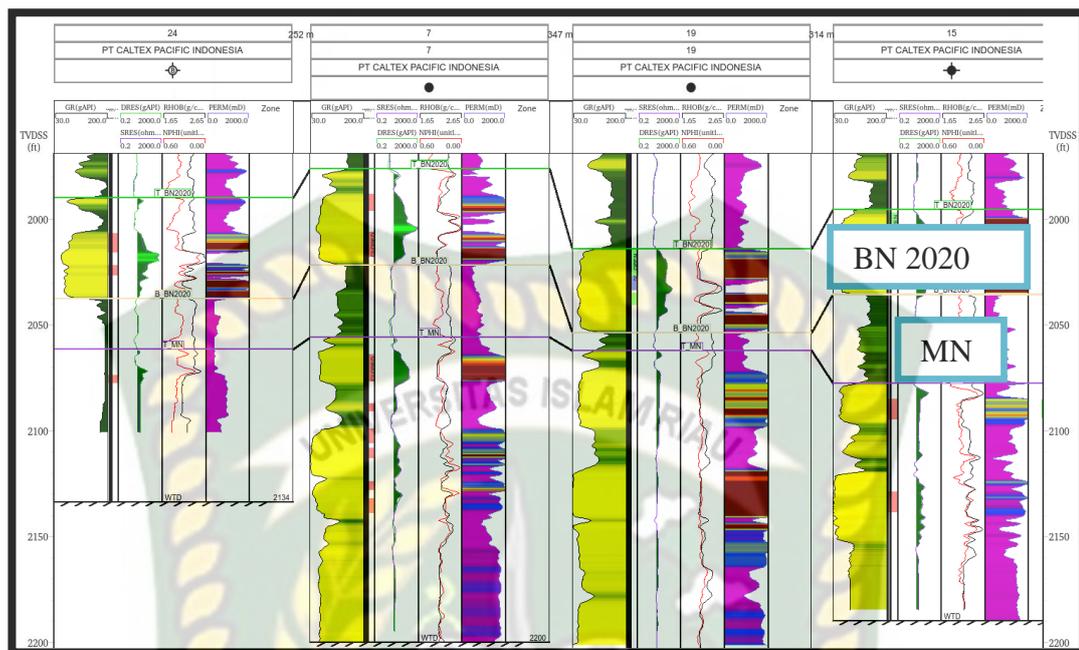
Dari table 4.3 sudah diketahui sumur yang memproduksi berjumlah 14 sumur, sehingga dari 14 sumur ini dipilih satu sumur yang layak dijadikan target zona minyak, sedangkan sumur yang berstatus LTC (*long time close*) berjumlah 9. Sumur LTC merupakan sumur yang dimatikan dalam waktu yang lama karena pada sumur ini tidak ekonomis lagi untuk diproduksi, karena sumur LTC

memiliki minyak sedikit dan *water cut* tinggi sehingga dengan *water cut* yang tinggi, reservoirnya *strong water drive*. Faktor ini yang menjadi alasan sumur LTC untuk dijadikan sumur *water source*. Dari 9 sumur LTC dipilih satu sumur untuk sumur *water source*.



Gambar 4.3 Peta sumur dari lapangan FBR

Dari gambar 4.3, maka dipilihlah sumur 19 sebagai sumur target minyak dan sumur 15 sebagai sumur injektor (sumber air), dua sumur tersebut dipilih karena sumur tersebut berdekatan dan memiliki *continuity* antara lapisan Bangko2020 dengan lapisan Menggala. Jarak antara sumur 15 dan jarak sumur 19 kurang lebih 500 meter. Jarak yang tidak terlalu jauh dari sumur diharapkan akan memberi efek yang besar dari tenaga dorong yang diberikan oleh sumur 15 sebagai sumber air dan diterima oleh sumur 19 yang merupakan target zona minyak, sehingga bisa memproduksi minyak secara optimal.



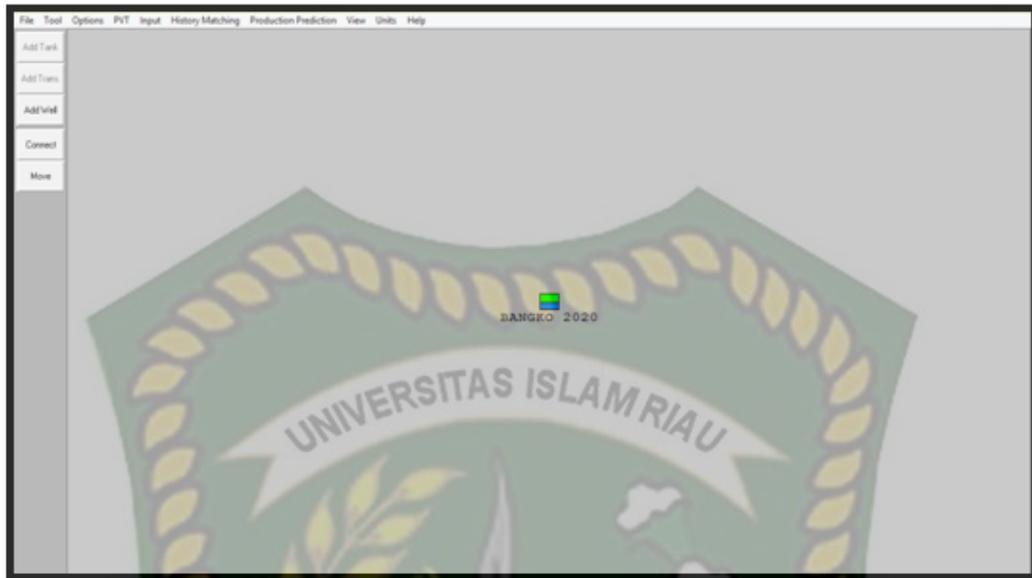
Gambar 4.4 Hasil Log dan *continuity* lapisan Menggala dan Bangko2020

Dari gambar 4.4 terlihat dengan jelas adanya *continuity* antar lapisan menggala di sumur 15 dengan sumur 19 dan *continuity* lapisan Bangko2020 di sumur 15 dengan sumur 19. *Continuity* antar lapisan harus ada pada sumur produksi dan sumur injeksi, sehingga bisa mengalirkan air dan tenaga dorong yang pada akhirnya bisa mendesak minyak ke permukaan secara optimal. *Continuity* merupakan syarat penting untuk menerapkan aplikasi *dumpflood*, jika tidak ada *continuity* antar lapisan pada sumur injektor dan sumur produksi maka tidak akan tercapai keberhasilan *dumpflood* pada proyek yang dikerjakan

4.2 PERAMALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN MBAL SIMULATION

4.2.1 Pembuatan Model Menggunakan MBAL Simulation

Untuk pemodelan *dumpflood* menggunakan satu tank, yaitu dari Bangko2020, lapisan Bangko2020 ini merupakan lapisan untuk zona minyak. Data pada lapisan Bangko2020 akan di *input* ke dalam MBAL, untuk mengetahui seberapa besar dampaknya *dumpflood* terhadap peningkatan produksi minyak dan seberapa besar perubahan tekanan akibat dari *dumpflood*.



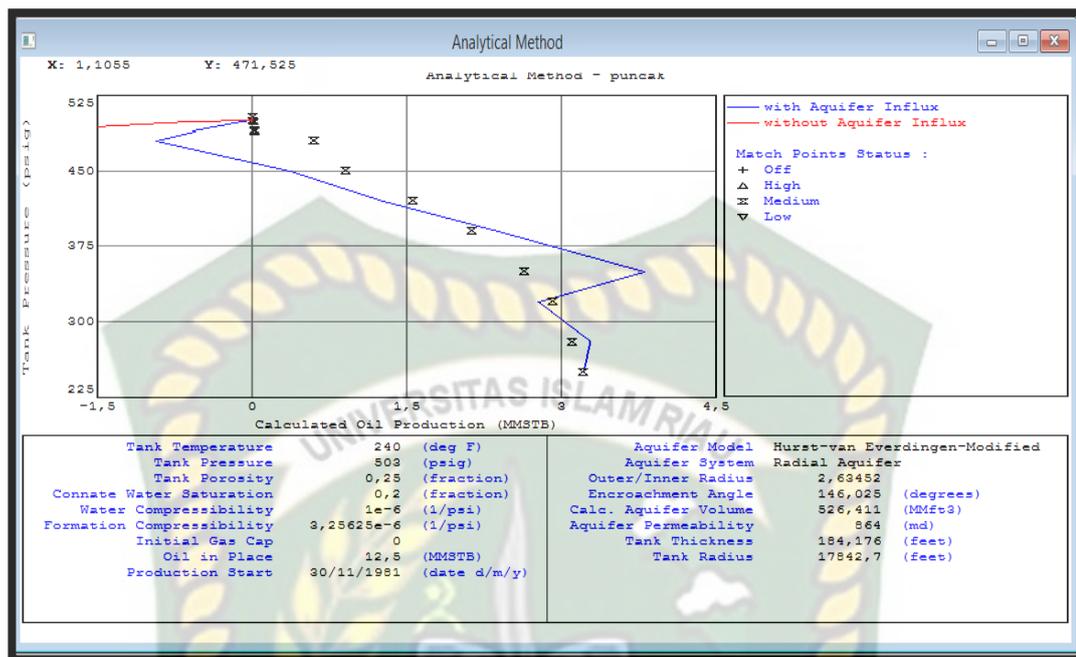
Gambar 4.5 Model *dumpflood*

4.2.2 *History Matching*

History Matching merupakan kegiatan menyamakan kondisi reservoir dengan kondisi model yang sedang dibuat, tahapan *history matching* dijelaskan pada paragraf dibawah ini.

4.2.2.1 Metoda analitis

Analycal method ataupun metode analitis merupakan sebuah metoda yang tersedia untuk history matching di *MBAL*. Dalam metode analitis terlihat, *MBAL* menghitung laju alir minyak dengan data tekanan reservoir pada lapisan Bangko2020 yang disediakan. Dengan data tekanan reservoir yang ada, *MBAL* akan menghitung ulang *oil rate* untuk data-data (*aquifer*, OOIP dan sebagainya) yang penulis masukkan. Hasil dari metode analitis ini dapat dilihat di gambar 4.6 dapat dilihat bahwa garis hitam (*solid*) hasil hitungan dari *MBAL* mendekati dengan titik-titik data, sehingga dapat disimpulkan dari sisi metode analitis, *matching* ini sudah dapat diterima (*acceptable*).

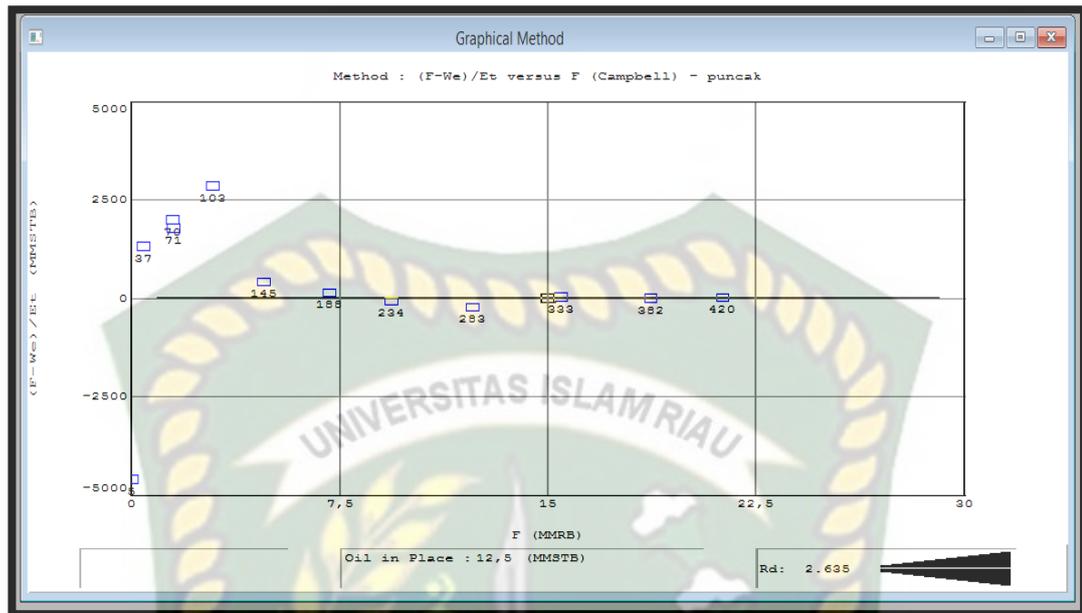


Gambar 4.6 Metode Analitis

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada garis berwarna merah merupakan *without aquifer influx* berarti pada reservoir tersebut tidak mampu diproduksi satu barrelpun dan harus ada *aquifer* untuk dapat diproduksi, yang mana *aquifer influx* disini berfungsi untuk dapat mendorong minyak ke permukaan.

4.2.2.2 Metode Graphis

Graphical method ataupun metode graphis adalah salah satu cara lain untuk membantu dalam menganalisis dan memvalidasi hasil dari *history matching* pada lapangan FBR. Metode graphis sangat membantu karena dibuat dan disusun sedemikian rupa sehingga penulis dapat dengan mudah menganalisa hasil HM.

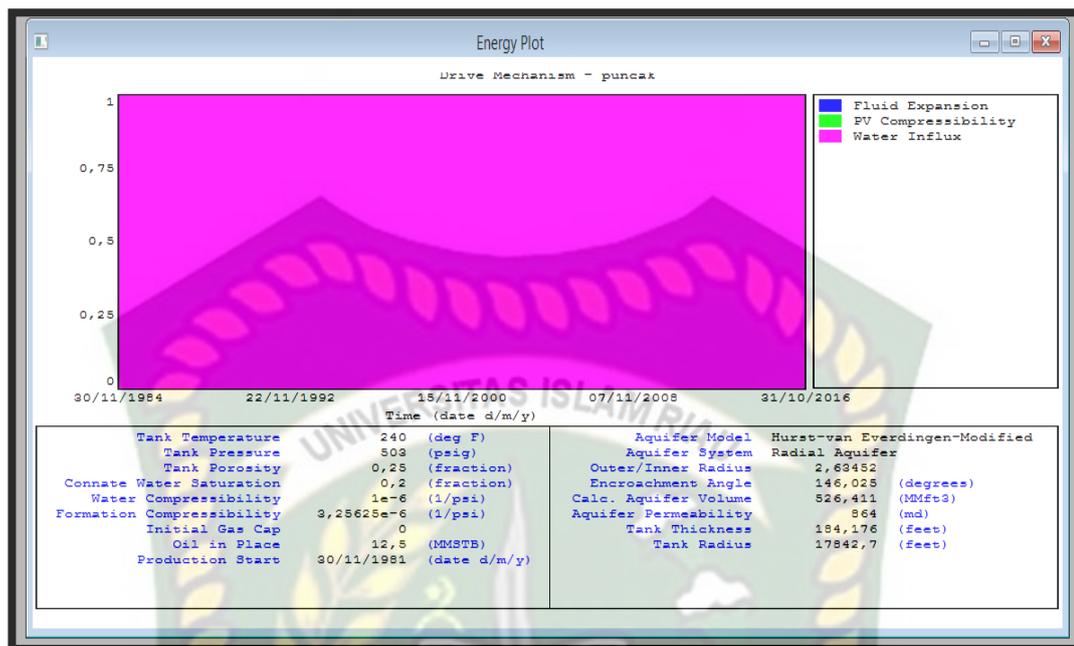


Gambar 4.7 Metoda graphis

Untuk kasus ini, HM sudah relative bagus yang ditandai dengan titik-titik data mendekati garis lurus seperti yang terlihat pada gambar diatas. Dalam hal ini sudah bisa disimpulkan bahwa HM sudah dapat diterima dan bisa masuk ketahap produksi.

4.2.2.3 Mekanisme pendorong

software MBAL mampu menggambarkan komponen apa yang ada didalam *reservoir*, sehingga komponen tersebut mampu menjadi tenaga pendorong untuk memproduksi minyak ke permukaan.

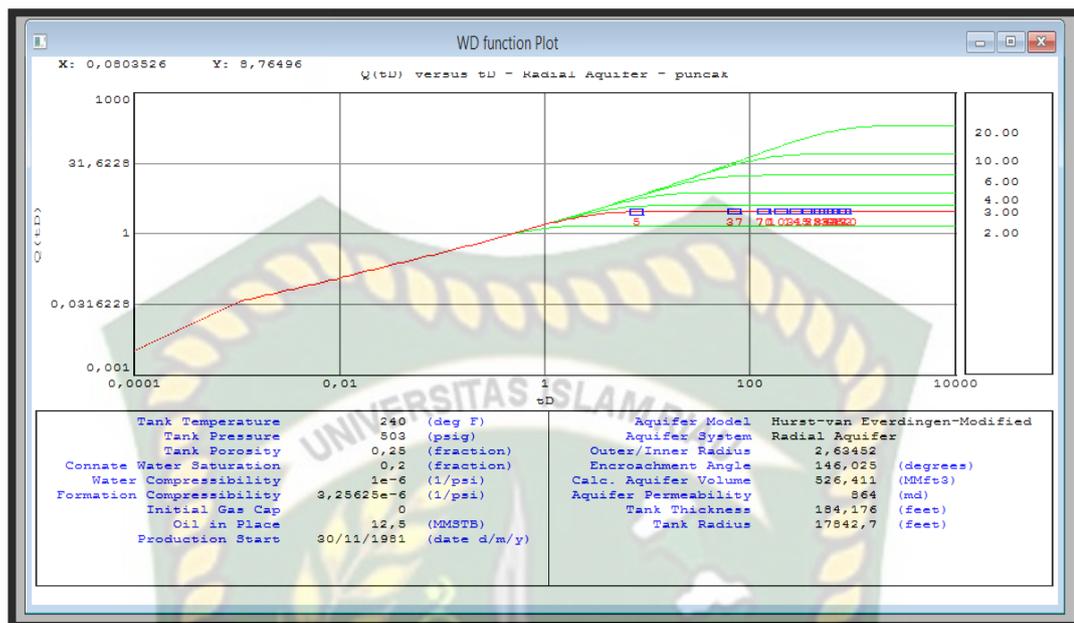


Gambar 4.8 Energy plot

Energy plot pada MBAL ini menggambarkan komponen apa yang ada didalam reservoir tersebut, yang berperan sebagai *energy* pendorong terhadap waktu. Komponen yang dominan ditunjukkan pada gambar diatas adalah *water influx*.

4.2.2.4 WD function

WD plot menunjukkan fungsi/kekuatan akuifer tanpa dimensi terhadap *dimensionless time* (waktu tanpa dimensi). Plot ini juga menunjukkan lokasi titik-titik sejarah data dalam berdimensi koordinat seperti yang terlihat pada gambar diatas. WD plot ini berfungsi untuk melihat kekuatan *aquifer* atau untuk melihat laju alir *aquifer* yang masuk ke dalam reservoir dalam bentuk *dimensionless time* $t(d)$.

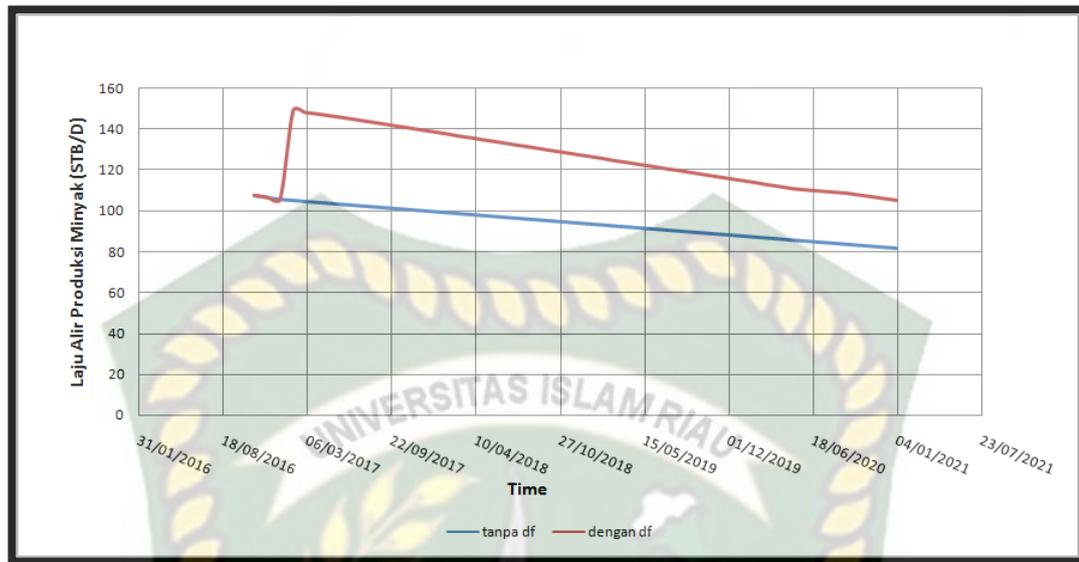


Gambar 4.9 WD function

Lokasi titik-titik sejarah data jatuh pada angka tiga *dimensionless time* $t(d)$, menunjukkan kekuatan *aquifer* pada reservoir tersebut. Semakin besar angka dari skala *dimensionless time* $t(d)$ maka semakin besar kekuatan akuifer didalam *reservoir* tersebut, begitu juga sebaliknya.

4.2.3 Analisa Peningkatan Produksi Minyak dan Air

Dengan menggunakan metode *dumpflood* yang akan diaplikasikan pada bulan januari 2017 dan telah dilakukan prediksi menggunakan *software MBAL* didapatkan hasil seperti grafik 4.10



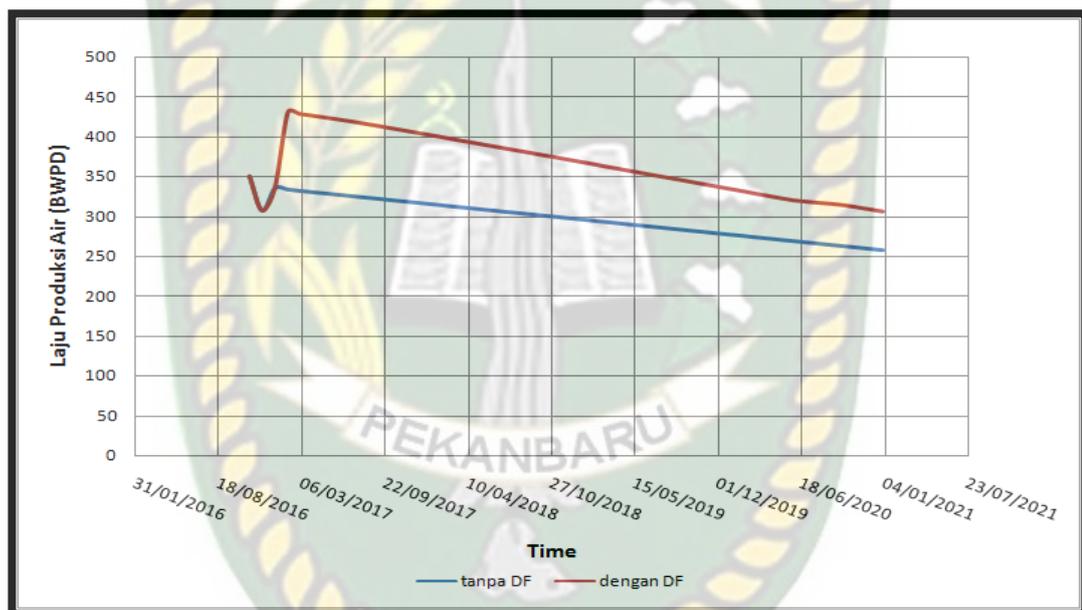
Gambar 4.10 Prediksi produksi minyak Bangko2020



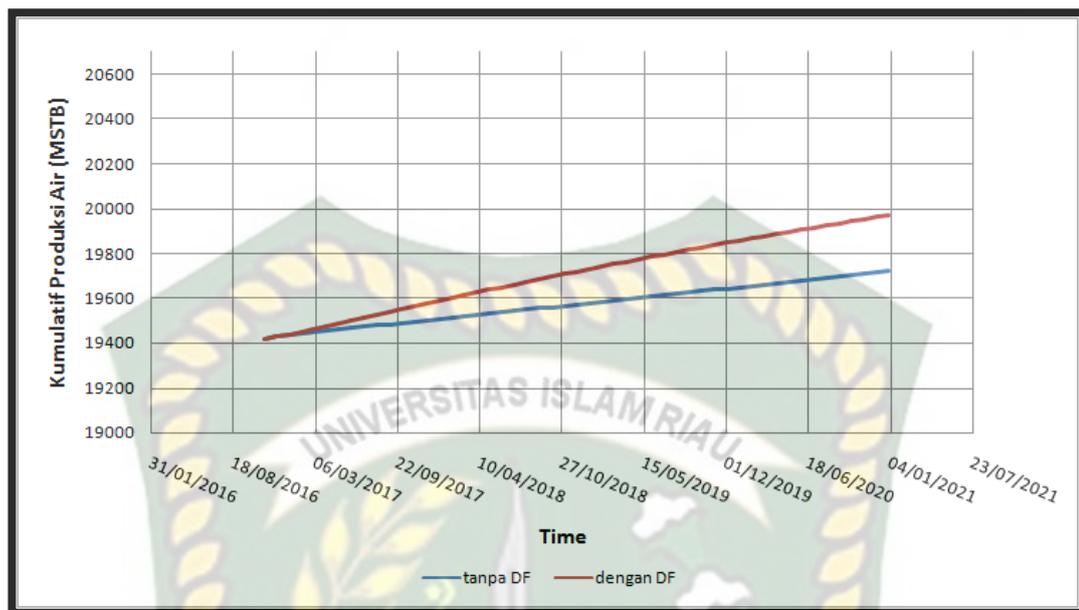
Gambar 4.11 Prediksi kumulatif produksi minyak

Grafik di atas menjelaskan bahwa prediksi jumlah produksi minyak tanpa menggunakan *dumpflood* dari bulan Oktober 2016 sampai dengan bulan Januari 2020 adalah sekitar 3291.4 MSTB, dengan produksi awal sekitar 107.343 BOPD, untuk menaikkan produksi minyak maka dilakukan aplikasi *dumpflood*. Setelah dilakukan *dumpflood*, lapangan ini mengalami kenaikan produksi sebesar 149.129

BOPD pada bulan Januari 2017, pada bulan tersebut mengalami puncak produksi. Sedangkan kumulatif produksi minyak meningkat menjadi 3358.24 MSTB. Kenaikan ini terjadi disebabkan karena lapangan ini mendapat tambahan *energy* akibat adanya air untuk membantu mendorong sisa minyak yang ada ke sumur produksi. Minyak yang tertinggal (belum terproduksi) dalam reservoir tersebut terjadi karena tekanan reservoir yang sudah menurun, sehingga dengan adanya bantuan *energy* dari *dumpflood*, minyak tersebut terdorong ke sumur produksi dan dapat di produksi. Jadi selisih jumlah kenaikan produksi minyak dari sebelum dan sesudah dilakukan *dumpflood* adalah sekitar 66.84 MSTB.



Gambar 4.12 Prediksi rata-rata produksi air

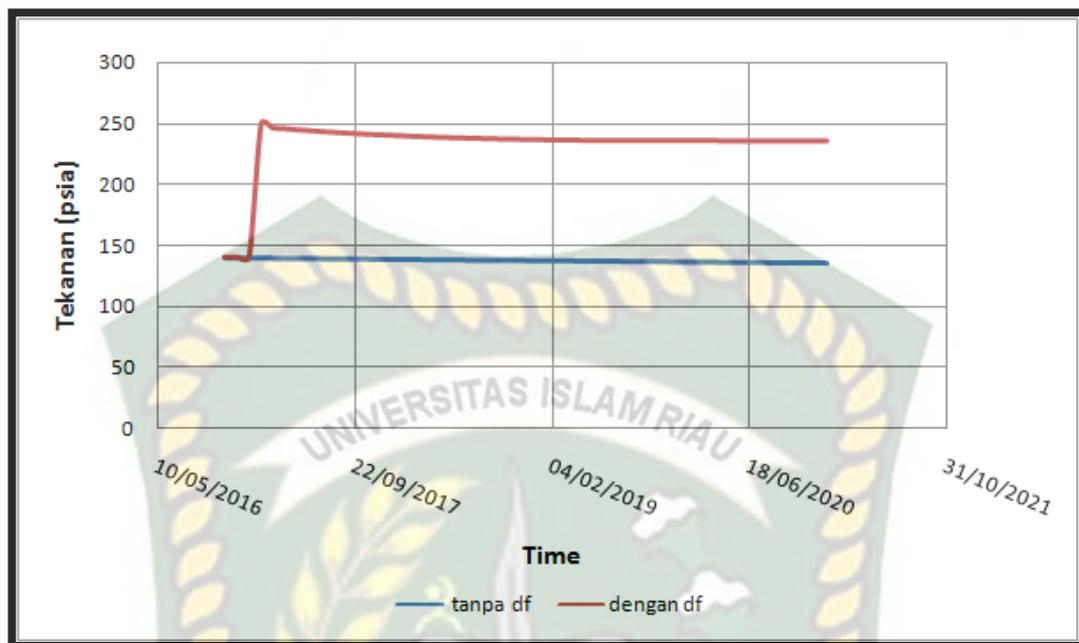


Gambar 4.13 Prediksi kumulatif produksi air

Grafik kedua diatas menjelaskan bahwa rata-rata produksi air tanpa *dumpflood* dari bulan oktober 2016 sampai Januari 2020 adalah 257.087 BWPD dan rata-rata kumulatif produksi air tanpa *dumpflood* dari bulan oktober 2016 sampai dengan januari 2020 adalah 3291.4 MSTB. Setelah dilakukan *dumpflood* rata-rata produksi air meningkat menjadi 429.736 BWPD dan kumulatif produksi air mengalami kenaikan sebesar 19867.9 MSTB. Peningkatan tersebut disebabkan karena efek dari *energy* bantuan dari *dumpflood* sehingga rata-rata produksi air dan kumulatif produksi air meningkat setelah dilakukan *dumpflood*.

4.2.4 Analisa Peningkatan Tekanan

Dengan menggunakan metode *dumpflood* yang akan diaplikasikan pada bulan januari 2017, dilakukan prediksi menggunakan *software MBAL* didapatkan hasil seperti grafik 4.14



Gambar 4.14 Prediksi tekanan

Grafik diatas menunjukkan bahwa lapangan ini tanpa *dumpflood* mengalami penurunan tekanan rata-rata dari tahun 2016 sampai dengan januari 2020 sebesar 136 psi, sehingga produksi minyak menjadi turun. Tetapi setelah dilakukan prediksi dengan menggunakan *software MBAL*, metode *dumpflood* dapat meningkatkan tekanan menjadi 250.505 psi dari awalnya sebesar 140 psi dan hingga januari 2020 tekanan menjadi 236.11 psi. Sehingga selisih dari kenaikan tekanan setelah dilakukan *dumpflood* yaitu sebesar 111 psi.

Dari perhitungan yang dilakukan dengan *MBAL*, didapatkan perbandingan hasil kumulatif produksi minyak dan RF seperti yang terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Perbandingan NP dan RF dengan dan tanpa *dumpflood*

Np dengan DF(MSTB)	NP tanpa DF (MSTB)	Incremental NP (MSTB)	RF dengan DF	RF tanpa DF	Incremental RF
3358.24	3291.4	66.84	27%	26%	1%

Dari tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa dengan *dumpflood* dapat meningkatkan RF sebesar 1%. Untuk memperoleh NP dan RF secara optimal,

maka dilakukan metode *powered dumpflood*, yaitu menggunakan bantuan pompa ESP. Pompa ESP dipilih karena ESP memenuhi kriteria untuk digunakan pada sumur produksi (sumur 19), mampu memompa fluida dalam jumlah besar dengan waktu yang cepat.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari data alokasi lapangan FBR bagian main blok, diperoleh *recovery factor* masing-masing lapisan. Dari 11 lapisan, terpilih lapisan Menggala 53% sebagai sumber air dan Bangko 2020 42% sebagai zona minyak.
2. Hasil dari analisis berdasarkan penurunan tekanan dan *recovery factor*, jenis tenaga pendorong dari lapisan Bangko2020 dan menggala adalah *water drive* dan *high water drive*.
3. Berdasarkan beberapa kriteria, yaitu data OOIP, penurunan tekanan dan RF, dari 11 lapisan yang ada, lapisan yang cocok untuk target zona minyak *dumpflood* adalah lapisan Bangko2020, dengan OOIP sebesar 6710 MBO, penurunan tekanan sebesar 23% (503 psi - 338 psi).
4. Dari 11 lapisan, lapisan Menggala terpilih sebagai sumber air, karena lapisan tersebut memiliki tekanan yang cukup besar. Penurunan tekanan sebesar 14% (427 psi - 363 psi). Sehingga mampu *mensupport* lapisan Bangko2020 untuk memproduksi minyak.
5. Dari 14 sumur yang memproduksi maka terpilih sumur No 19 sebagai sumur produksi dan dari 9 sumur *LTC* terpilih sumur No 15 sebagai sumur sumber air. Karena letak sumur yang berdekatan dan memiliki *Continuity* yang bagus antar lapisan sumber air dan lapisan zona minyak.
6. Berdasarkan analisis dari OOIP, penurunan tekanan, RF dan *Continuity*, dapat disimpulkan bahwa lapangan FBR memiliki peluang untuk diaplikasikan *dumpflood*.

5.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat beberapa saran untuk penelitian kedepannya, yaitu :

1. Menganalisis penggunaan pompa untuk metode *powered dumpflood* yang dilakukan di lapangan FBR.
2. Menghitung keekonomian dari aplikasi *dumpflood* di lapangan FBR.



DAFTAR PUSTAKA

Al-Hajeri and Anthony, 2015. “*Tandem ESP-Packer Dumpflood Completion-A Successful Alternative to Conventional Encapsulated ESP system-Field Case Study*”, SPE-172549-MS,(Bahrain).

Brown, Kermit E. 1980, “ *The Technology of Artificial Lift Methods, Volumes 1, 2a and 2b*”,(Tulsa).

C.A. Davies, 1972, “*The Theory and Practice of monitoring Controlling dumpflood*”, SPE-733,(Lybia).

C.Y. Yao dan Vao,1999, “*Economic Pilot-Floods of Carbonate Reservoirs Using a Pump-Aided Reverse Dump-Flood Technique*”, SPE-52179, (Oklahoma).
Chevron File. 2016. Rumbai, PT.CHEVRON PACIFIC INDONESIA.

Dawson, et.al.,1997, “*Regional Sequence Stratigraphy Correlation Central Sumatera PT. Chevron Pacific Indonesia*.

Economou .A, 2017, “*Oil Price Path in 2017*”, (University of Oxford)

Heidrick, T.L., Aulia, K., 1993. “*A structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Block, Central Sumatera Basin, Indonesia. Indonesia Petroleum Assosiation, Proceeding 22th Annual Convention*”, Jakarta, Vol. 1, p. 285-316.

Kuoh and Kang, 2008. “*Economic Pilot-Floods of Carbonate Reservoirs Using a Pump-Aided Reverse Dump-Flood Technique*”, SPE-95170, (Woodlands).

L.W. Holm dan Josendal, 1974, “*Mechanisms of Oil Displacement By Carbon Dioxide*”,SPE-4736-PA, (California).

Mattax, C.C. and Kyte, J.R, 1962, “*Imbibition oil recovery form fractured, water-drive reservoir*, SPE-J. 177-184.

Mertosono S. Dan Nayoan G.A.S.,1974, “*The Tertiary Basinal Area Of Central Sumatera. Indonesian Petroleum Association, Proceedings 3th Annual Convention*”, Jakarta, p. 63-76.

Osharode Olukemi Catherine, 2010, “*Aplication of Natural Water DF in a Depleted Reservoir for Oil and Gas Recovery*”, SPE-140634-MS:,1-7, (Nigeria).

Quttainah dan Hunaif.2001, "*Umm Gudair Dumpflood Pilot Project, The Applicability of Dumpflood to Enhance Sweep & Maintain Reservoir Pressure*", SPE 68721, (Kuwait).

Rubiandini, 2004, "*Teknik Operasi Pemboran*", ITB, (Bandung).

Rukmana, D, D. Kristanto dan V.D.C Aji. 2011. *Teknik Reservoir, Teori dan aplikasi*. Percetakan Pohon Cahaya, (Yogyakarta).

Singhal, A.K & Spinger, S.J, 2005, "*Screening Criteria for Infill Drillingin Water Flood Operations*", SPE 117, (Canada)

Sumarna Edi, 2011, "*Wellwork and Completion*", PT. Chevron Pacific Indonesia, tidak dipublikasikan.

