
Analisa Perhitungan Cadangan Minyak Lapisan Reservoir "X" Pada Lapangan "NBL-14" Dengan Metode Material Balance Menggunakan Simulator MBAL

Nabila Adhelia Maulidha¹, Firdaus², Nijusiho Manik³, Sri Konsep Harum Wicaksono⁴, Jan Friadi Sinaga⁵, Abiyyu Caesar Bimoseno⁶

¹²³ Sekolah Tinggi Teknologi Migas; Indonesia

correspondence e-mail*, nabilaadheliama14@gmail.com

Submitted:

Revised: 2021/10/01;

Accepted: 2021/10/21; Published: 2021/12/12

Abstract

The calculation of reserves is critical in petroleum engineering because knowing the amount of reserves contained in a reservoir allows one to determine the feasibility of a field. A field that is declared economically viable and can be produced is obtained from the many oil reserves that exist in the reservoir. Therefore, a field's reserves will be calculated. In this research, the calculation of reserves is carried out using the material balance method using the MBAL simulator. The material balance method is used to determine the quantity of reserves in a developed field's reservoir. The material balance method requires parameters including PVT data, tank data, production data, and history in the field. The result of calculation using the material balance method using the MBAL simulator obtained an OOIP value of 112.238 MMSTB with the type of drive mechanism in the "NBL-14" field being Water Influx, PV Compressibility, and Fluid Expansion, where the drive mechanism that is more dominant in this reservoir is Water Influx. According to production forecasting until 2100, the value of oil production rate is 5,02638 MMSTB, the value of cumulative oil production is 27,904 MMSTB, the value of oil recovery factor is 24,7376%, with the estimate ultimate recovery (EUR) of 27,904 MMSTB and the estimate remaining reserves (ERR) of 13,1108 MMSTB.

Keywords

Reserves, OOIP (Original Oil in Place), Material Balance, and MBAL Simulator



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

INTRODUCTION

Pengembangan suatu lapangan memerlukan data isi awal minyak ditempat atau dapat dikenal sebagai OOIP (*Original Oil in Place*). Perhitungan cadangan minyak dilakukan secara bertahap dikarenakan akan berubah seiring dengan berjalannya waktu, dengan bertambahnya waktu maka akan semakin banyak data yang diperoleh, seperti data tekanan, produksi minyak, produksi air dan juga produksi gas. Banyaknya data yang diperoleh dari suatu lapangan, akan membuat penentuan cadangan minyak semakin akurat (Sidiq dan Said, 2018).

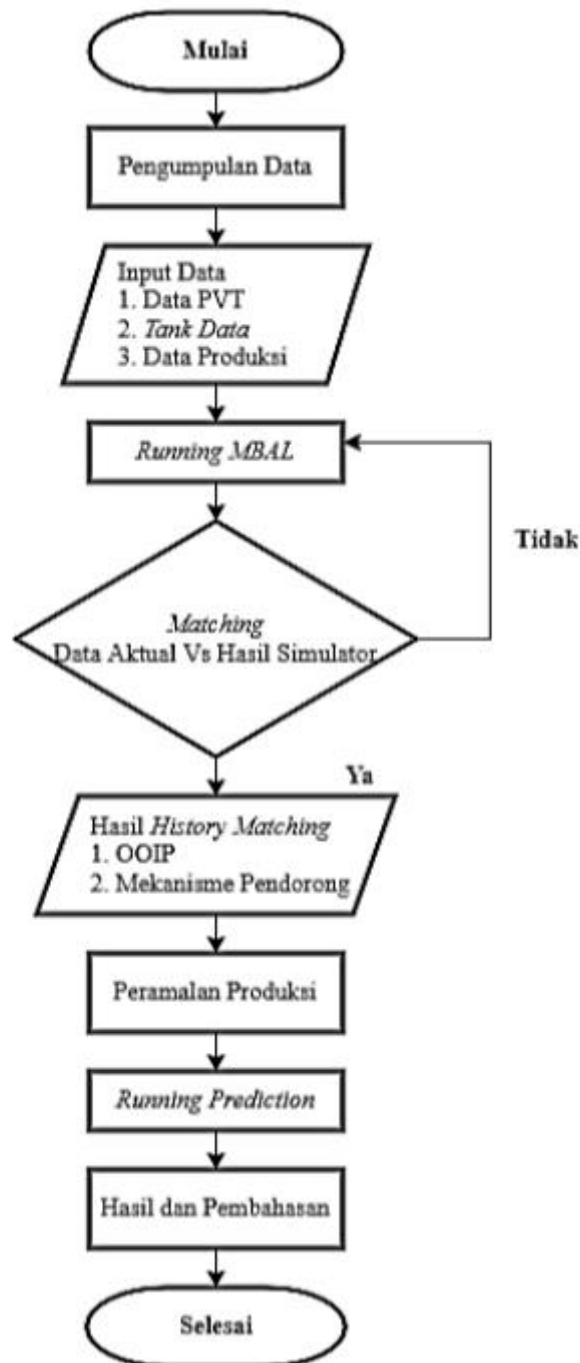
Perhitungan cadangan sangatlah penting didalam dunia perminyakan, karena dengan mengetahui jumlah cadangan yang terkandung dalam sebuah reservoir, maka akan dapat diketahui kelayakan dari suatu lapangan tersebut. Suatu lapangan yang dinyatakan ekonomis dan dapat diproduksi diperoleh dari banyak cadangan minyak yang ada didalam reservoir. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan cadangan pada suatu lapangan.

Secara umum, perhitungan cadangan ini dilakukan dengan beberapa metode tergantung dengan seberapa banyak data yang tersedia dari suatu lapangan. Metode – metode dalam perhitungan cadangan ini meliputi Metode Analogi, Metode Volumetrik, Metode *Material Balance*, Metode *Decline Curve*, dan Metode Simulasi Reservoir. Amin, M. Mustaghfirin. (2014).

Pada penelitian ini, perhitungan cadangan dilakukan dengan metode *Material Balance* menggunakan simulator MBAL. Metode *Material Balance* digunakan untuk memperhitungkan besarnya cadangan dalam reservoir pada suatu lapangan yang telah dilakukan pengembangan. Metode ini terdiri dari data PVT, data tekanan, data produksi dan lainnya. Hal tersebut sesuai dengan data – data yang diperoleh pada Lapangan “NBL-14”, sehingga dapat dilakukan perhitungan cadangan menggunakan metode *Material Balance*. Berdasarkan analisa perhitungan cadangan dengan metode *Material Balance* menggunakan

simulator MBAL didapatkan nilai OOIP (*Original Oil in Place*) pada lapangan tersebut dan jenis tenaga pendorong yang berkerja dalam reservoir yang dihasilkan dari history matching pada simulator. Selain itu, peramalan produksi penting dilakukan untuk mengetahui umur produksi pada lapangan tersebut apakah masih dapat diproduksi atau tidak. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan produksi di masa yang akan datang. (Amin, M. Mustaghfirin, 2014).

METHOD



Tahapan dimulai dari persiapan data, meliputi data reservoir, data PVT, data tekanan, dan data produksi. Data diinput ke simulator MBAL, termasuk korelasi properti fluida yang disesuaikan melalui matching parameter seperti Glaso dan Beal Et Al.

Proses selanjutnya adalah *history matching* terhadap data tekanan dan produksi kumulatif, difokuskan pada Lapisan X dengan periode produksi dari 2007 hingga 2021. *Matching* dilakukan untuk menyesuaikan data aktual dengan model simulasi.

Perhitungan cadangan dilakukan dengan metode analitik dan grafik, menghasilkan nilai OOIP sebesar 112,238 MMSTB, yang berbeda dari input awal sebesar 110,265 MMSTB. Drive mechanism yang dominan ditentukan melalui energy plot, dengan hasil menunjukkan mekanisme dominan adalah *Water Influx*, didukung oleh model aquifer Hurst-van Everdingen-Modified.

Perhitungan *Drive Index* menghasilkan SDI sebesar 0,1386 dan WDI sebesar 0,8614, yang mengkonfirmasi dominasi *water influx*. Simulasi kemudian dilakukan hingga memperoleh *oil recovery factor* sebesar 13,416%.

Tahapan terakhir adalah peramalan produksi (*production forecasting*) hingga tahun 2100, yang menggunakan model sumur dengan input data tekanan manifold, *productivity index*, dan bottom hole pressure. Hasil peramalan menunjukkan laju produksi, tekanan, kumulatif produksi minyak, dan *oil recovery factor*, yang digunakan untuk memprediksi umur lapangan.

RESULTS AND DISCUSSION

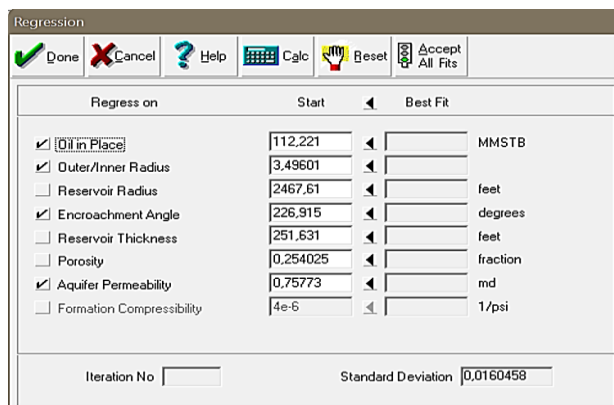
Perkiraan cadangan sebuah reservoir dapat digunakan untuk mengetahui keekonomisan dari sebuah lapangan. Perhitungan cadangan reservoir sangatlah penting dilakukan untuk mengetahui jumlah cadangan hidrokarbon yang ada pada reservoir pada Lapangan "NBL-14" yang akan diproduksi. Perhitungan cadangan adalah suatu metode yang digunakan untuk dapat mengetahui potensi dari hidrokarbon yang ada dengan mempertimbangkan data-data dari reservoir tersebut. Salah satu metode perhitungan cadangan OOIP (*Original Oil in Place*) yang diperlukan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah dengan memakai metode simulasi *material balance*. Parameter-parameter yang digunakan untuk simulasi *material balance* ini meliputi sejarah produksi, tekanan dan data properti batuan dan fluida yang ada pada Lapangan "NBL-14".

Pada penelitian tugas akhir ini yang dilakukan pertama kali adalah pemodelan reservoir dengan menginput data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan meliputi data PVT, data core, dan data sejarah produksi. Untuk mendapatkan kondisi match antara data yang digunakan dengan data reservoir memilih korelasi yang tepat dan mendekati pada keadaan di reservoir. Korelasi untuk nilai *tekanan bubble point* (P_b), kelarutan gas dalam minyak (R_s) dan faktor volume formasi minyak (B_o) penulis menggunakan korelasi Glaso dan untuk korelasi dari nilai viskositas minyak (μ_o) penulis menggunakan korelasi Beal Et

Al.

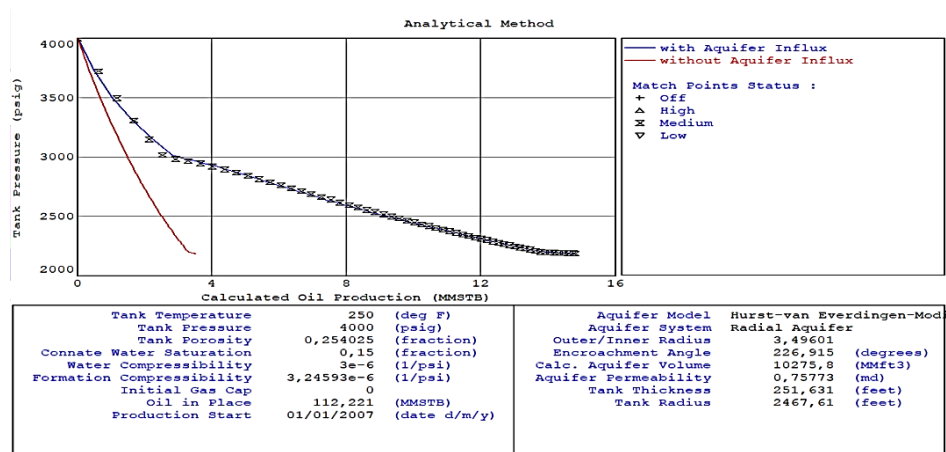
Setelah melakukan penginputan data PVT, kemudian langkah selanjutnya yaitu memasukkan data reservoir. Pada saat memasukkan data tank, nilai OOIP (*Original Oil in Place*) sebesar 110,265 MMSTB (nilai ini didapat berdasarkan dengan data yang telah diketahui), dan tanggal mulai diproduksi pada tanggal 01 Januari 2007. Setelah data properties tank dimasukkan, kemudian pada kolom *water influx* dipilih pemodelan yang sesuai yaitu dengan menggunakan model Hurst-van Everdingen-Modified dengan jenis sistem yaitu radial aquifer. Setelah itu memasukkan data *relative permeability* yang meliputi saturasi minyak (S_o), permeabilitas relatif minyak (K_{ro}), saturasi air (S_w), permeabilitas relatif gas (K_{rg}), dimana data-data ini digunakan untuk melengkapi keakuratan dari karakteristik reservoir. Selanjutnya penginputan data produksi yang meliputi nilai kumulatif minyak, kumulatif gas, dan kumulatif air dari awal produksi dimulai sampai dengan batas *cut-off* produksi.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan *history matching* untuk melihat kondisi tekanan simulasi dan kondisi pada Lapisan X yang mendekati nilai yang sama, kemudian diidentifikasi dengan *Analytical Method* yang mampu memperkirakan besarnya cadangan hidrokarbon pada reservoir. *Analytical Method* dapat menganalisa apakah model reservoir yang telah dibuat sudah sesuai atau cocok dengan data history atau belum. Jika data *history* belum sesuai atau cocok, maka perlu dilakukan regression yang ditunjukkan pada gambar. Semakin dekat hasil simulasi dengan data history, maka akan semakin akurat hasil perhitungan OOIP (*Original Oil in Place*) pada reservoir.



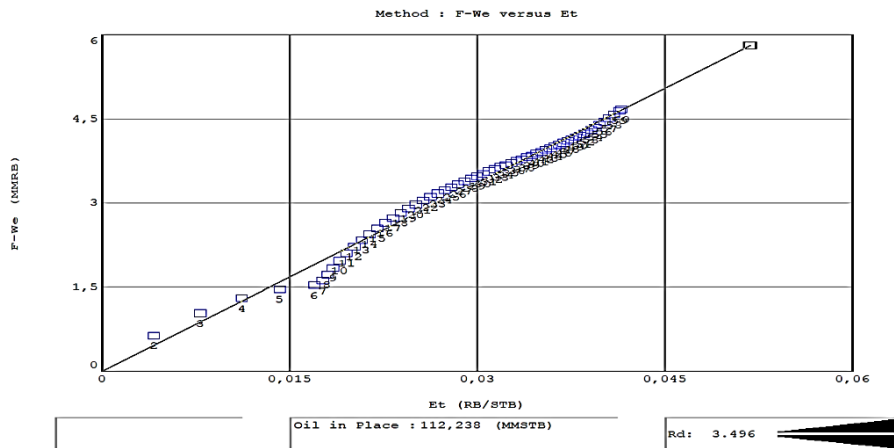
Langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi mekanisme pendorong (drive mechanism)

yang ada pada Lapangan “NBL-14” dengan melihat *history matching* yang berada dibagian *Energy Plot*, dimana mekanisme pendorong (*drive mechanism*) pada Lapangan “NBL-14” ini adalah *Water Influx*, *PV Compressibility* dan *Fluid Expansion*, dimana pada Lapangan “NBL-14” ini mekanisme pendorong yang lebih dominan adalah *Water Influx*. Adanya *Water Influx* ini, oleh karena itu dilakukan pemodelan *aquifer* dengan menggunakan *Hurst-van Everdingen-Modified* dengan jenis *aquifer system* nya yaitu *radial aquifer*. Dari hasil model volume *aquifer* didapatkan nilai dari *outer/inner radius* sebesar 3,49601, dimana *encroachment angle* sebesar 226,915 degrees, *aquifer volume* sebesar 10275,7 MMft, *aquifer permeability* sebesar 0,75773 mD, *tank thickness* sebesar 251,631 ft dan memiliki *tank radius*

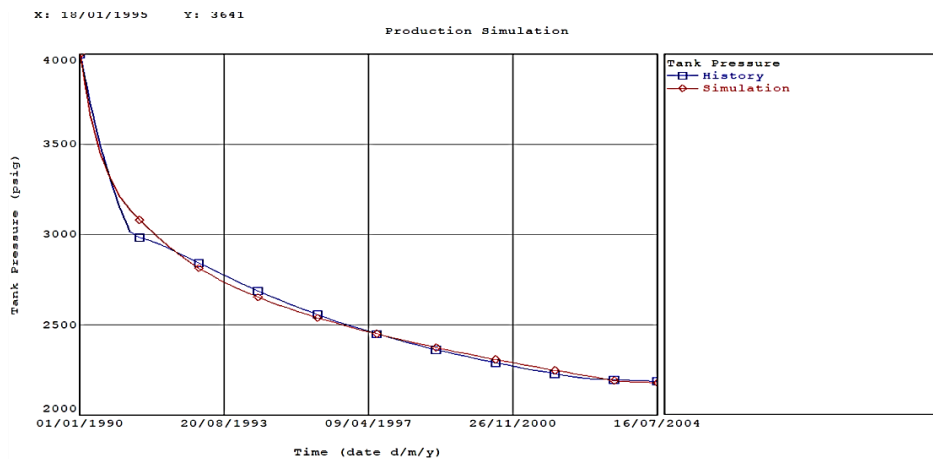


sebesar 2467,61 ft yang dapat ditunjukkan pada gambar

Analisa yang dilakukan dengan menggunakan *analytical method* pada simulator MBAL telah cocok antara *history* dengan simulasi. Kemudian, dilakukan analisa dengan menggunakan *graphical method* dimana metode untuk reservoir minyak yang digunakan yaitu plot antara *F-We vs Et*, selanjutnya diiterasi pada simulator MBAL untuk mendapatkan hasil *OOIP (Original Oil in Place)* yang cocok. Hasil dari perhitungan dapat mengetahui persentase perbedaan dari nilai *OOIP (Original Oil in Place)* data yang diketahui sebesar 110,265 MMSTB dengan Simulator MBAL sebesar 112,238 MMSTB.



Setelah diketahui mekanisme pendorong (*drive mechanism*) pada Lapisan X di Lapangan “NBL-14” dan juga mengetahui OOIP (*Original Oil In Place*) pada Lapangan “NBL-14”, maka selanjutnya akan dilakukan kalkulasi simulasi. Simulasi ini dilakukan dengan tujuan sebagai tahap akhir untuk membuktikan kecocokan hasil matching dari analytical method dan graphical method. Dapat dilihat bahwa hasil simulasi telah sesuai, oleh karena itu dapat dikatakan bahwa hasil *matching analytical method* dan *graphical method* sudah benar. Dari hasil kalkulasi simulasi ini meliputi tabel yang berisi oleh *tank pressure*, *recovery factor*, *oil rate*, *water injection rate*, *cummulative oil produced*, *cummulative gas produced*, *cummulative water produced* dan *cummulative water injected*. Hasil simulasi yang telah dilakukan



didapatkan nilai *Recovery Factor* (RF) hingga 16 Juli 2021 yaitu sebesar 13,416%.

Tahap selanjutnya yaitu peramalan produksi (*production forecasting*) pada Lapangan “NBL-14”. *Production forecasting* ini dilakukan dengan tujuan untuk memperkirakan jumlah produksi yang ada pada Lapangan “NBL-14”. Dalam melakukan peramalan produksi (*production forecasting*) ini dilakukan pada simulator MBAL yang dapat dilihat pada bagian *production prediction* yang berada di *run prediction*, dimana didapatkan bahwa perkiraan laju produksi minyak sampai tahun 2100 sebesar 5,02638 bbl, kumulatif produksi minyak sampai tahun 2100 sebesar 27,904 MMSTB, nilai *oil recovery factor* sebesar 24,7376% dengan estimasi jumlah cadangan yang dapat diproduksi (EUR) sebesar 27,904 MMSTB dan estimasi jumlah cadangan minyak yang masih tertinggal didalam reservoir (ERR) sebesar 13,1108 MMSTB.

CONCLUSION

1. Hasil perhitungan cadangan metode *Material Balance* dengan menggunakan simulator MBAL, menghasilkan nilai OOIP (*Original Oil in Place*) pada Lapisan X di Lapangan “NBL-14” yaitu sebesar 112,238 MMSTB dengan mekanisme pendorong (*drive mechanism*) yang berkerja pada Lapangan “NBL-14” adalah *Water Influx*, *PV Compressibility* dan *Fluid Expansion*, dimana dari hasil analisa dengan simulator MBAL dan juga perhitungan *drive index* didapatkan jenis mekanisme pendorong yang lebih dominan yaitu *Water Influx* dengan nilai sebesar 0,8614%.
2. Peramalan produksi (*production forecasting*) Lapangan “NBL-14” memperoleh perkiraan laju produksi minyak yaitu sebesar 5,02638 bbl, perkiraan jumlah kumulatif produksi minyak sebesar 27,904 MMSTB, nilai *oil recovery factor* sebesar 24,7376% dengan estimasi jumlah cadangan minyak yang dapat diproduksi (EUR) sebesar 27,904 MMSTB dan estimasi jumlah cadangan yang masih tertinggal di dalam reservoir (ERR) sebesar 13,1108 MMSTB.

REFERENCES

- Ahmed, T. (2006). *Reservoir Engineering Handbook Third Edition*, 3rd ed., Gulf Professional Publishing, United Kingdom.
- Akbar, D. P., Mumin Priyono Tamsil, Sri Feni M. (2015). Peramalan Produksi Sumur “X” Dilapisan Reservoir “Y” Dengan Simulasi Reservoir. *Seminar Nasional Cendekiawan. Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Trisakti, Jakarta*
- Amin, M. Mustaghfirin. (2014). Teknik Reservoir Dan Cadangan Migas Edisi 1. Dalam *buku*

Teknik Produksi Migas Teknik Reservoir Dan Cadangan Migas. Jakarta.

- Aryati, F. D. (2018). Analisis Diagenesis Mineral Lempung dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Reservoir Pada Lapangan Drupadi, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. *Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.*
- Ervina, A. S. (2021). Evaluasi Dan Optimasi Artificial Lift Electrical Submersible Pump (ESP) Pada Sumur "SF-13". (Skripsi, STT-Migas Balikpapan).
- Felinri. (2017). Evaluasi Perhitungan Cadangan Dengan Metode Material Balance Menggunakan Simulator MBAL Pada Lapisan Reservoir "X" Lapangan "GAUDETTE". (Skripsi, STT-Migas Balikpapan).
- Irwin, R. W. (2015). Penentuan Isi Awal Minyak dan Peramalan Produksinya Dengan Decline Curve Analysis Di Lapangan "R". *Seminar Nasional Cendekiawan.*
- Kurnianto, D. dan Purwanto, T., (2014). Analisis Fasies Lapisan Batupasir G-4, I20 Dan I-15 Berdasarkan Data Wireline Log Dan Data Seismik Pada Lapangan 'Dk', Cekungan Kutei, Kalimantan Timur. MINDAGI.
- Madewa, N. P., Ir. Sugiono Kasmungin, MT.PhD., dan Ir. Onnie Ridaliani. (2017). Perhitungan Isi Awal Minyak Dengan Metode Material Balance Dan Peramalan Produksi Pada Lapangan "AI". *Seminar Nasional Cendekiawan. Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti, Jakarta.*
- Meriandriani, Taufik Arief, dan Weny Herlina. (2015). Evaluasi Cadangan Minyak Sisa Berdasarkan Decline Curve Dengan Metode Loss Ratio dan Trial Error & X²-Chisquare Test Pada Lapisan B PT Pertamina EP Asset 1 Field Jambi. *Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.*
- Natsir, M. (2020). Perhitungan Isi Awal Minyak Di Tempat Dan Penentuan Mekanisme Pendorong Pada Lapangan "AGIT" Sumur "MN-06" Dengan Metode Volumetrik Dan Material Balance Garis Lurus Havlena-Odeh. (Skripsi, STT-Migas Balikpapan).
- Permadi, A. K. (2004). Diktat Teknik Reservoir I Edisi Pertama. Dalam buku *Bahan Ajar Untuk Mata Kuliah Teknik Reservoir I.*
- Rastiarsa, R. H., Onnie Ridaliani, dan Djunaedi Agus Wibowo. (2018). Perhitungan Isi Awal Minyak Ditempat Pada Reservoir HR Menggunakan Metode Material Balance. Dalam buku 1: *"Teknik, Kedokteran Hewan, Kesehatan, Lingkungan dan Lanskap"*, *Seminar Nasional Cendekiawan. Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Trisakti, Jakarta.*
- Satyana, dan Biantoro (1999). Geologi Regional Cekungan Kutai.
- Sidiq, D. F., dan Lestari Said. (2018). Penentuan Isi Awal Minyak Ditempat Dengan Menggunakan Metode Material Balance Dan Volumetrik Pada Reservoir ADZ. *Jurnal of Mechanical Engineering and Mechatronics. Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Trisakti, Jakarta.*