

Skenario Pengembangan Produksi Lapangan “NATA” dengan Software *Integrated Production Modelling*

Production Development Scenario “NATA” Field with Integrated Production Modeling Software

Lia Yunita^{(1,a)*}, Heru Danardatu ⁽²⁾ dan Endro Tegar Prakoso⁽¹⁾

⁽¹⁾Prodi Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45, Yogyakarta, Indonesia, 55821

Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia Pusat, Jakarta, Indonesia, 12230

Email : ^(a*)yunitalia478@gmail.com

Diterima (14 Mei 2025), Direvisi (13 Juni 2025)

Abstract. *Integrated production modeling (IPM) is a software for modeling oil and gas production systems from reservoirs, wells and surface networks. IPM consists of GAP, PROSPER, MBAL, PVTP, REVEAL and RESPLVE. The purpose of the study is to plan the development scenario of the "NATA" field using IPM. The "NATA" field has nine wells and three productive zones, namely N-1, N-2 and N-3. The method used is modeling from the reservoir using MBAL software, followed by well modeling using Prosper Software, then in the final stage is to design the surface facilities of the "NATA" field using GAP Software. The results of running for 10 years until 2034 obtained reservoir N-1 produced by three wells obtained with reservoir pressure 1560 psig, oil production 1500 STB / day liquid production 1600 STB / day, water production 108 STB / day. In reservoir N-2, one well was produced, reservoir pressure 1300 psig, oil production 850 STB/day, liquid production 890 STB/day, water production 21 STB/day were obtained. In reservoir N-3, five wells were produced, reservoir pressure 1860 psig, oil production 100 STB/day, liquid production 200 STB/day, water production 100 STB/day were obtained. The development scenario of the "NATA" field with IPM until 2035 obtained a reservoir that is prospective to be developed, namely reservoir N-1 which still has a high production rate.*

Keywords: *Scenario, Development, Modeling, IPM.*

Abstrak. *Integrated production modelling (IPM) merupakan software untuk memodelkan sistem produksi minyak dan gas dari reservoir, sumur dan jaringan permukaan. IPM terdiri dari GAP, PROSPER, MBAL, PVTP, REVEAL dan RESPLVE. Tujuan penelitian adalah merencanakan skenario pengembangan lapangan “NATA” menggunakan IPM. Lapangan “NATA” mempunyai sembilan sumur dan tiga zona produktif yaitu N-1, N-2 dan N-3. Metode yang digunakan dengan pemodelan dari reservoir menggunakan MBAL software, dilanjutkan dengan pemodelan sumur menggunakan Prosper Software, kemudian di tahap akhir adalah merancang surface facilities lapangan “NATA” dengan menggunakan GAP Software. Hasil running selama 10 tahun sampai tahun 2034 didapatkan reservoir N- 1 yang diproduksi tiga sumur didapatkan dengan reservoir pressure 1560 psig, oil production 1500 STB/day liquid production 1600 STB/day, water production 108 STB/day. Pada reservoir N- 2 diproduksi satu sumur didapatkan reservoir pressure 1300 psig, oil production 850 STB/day, liquid production 890 STB/day, water production 21 STB/day. Pada reservoir N-3 yang diproduksi lima sumur didapatkan reservoir pressure 1860 psig, oil production 100 STB/day, liquid production 200 STB/day, water production 100 STB/day. Skenario pengembangan lapangan “NATA” dengan IPM sampai tahun 2035 didapatkan reservoir yang prospek untuk dikembangkan yaitu reservoir N-1 yang masih memiliki laju produksi yang tinggi.*

Kata kunci: Skenario, Pengembangan, Pemodelan, IPM

PENDAHULUAN

IPM terdiri dari GAP, PROSPER, MBAL, PVTP, REVEAL dan RESPLVE yang digunakan engineer untuk merancang model lapangan secara lengkap dan merencanakan skenario pengembangan lapangan. Pada penelitian ini, perangkat lunak yang digunakan mulai dari MBAL, Prosper kemudian dilanjutkan dengan IPM. Perangkat lunak Material Balance (MBAL) merupakan komponen dari perangkat alat pemodelan produksi terpadu (IPM) milik Petroleum Experts dan digunakan untuk pengembangan model Reservoir. Perangkat lunak ini memungkinkan dan meningkatkan pemahaman perilaku lapangan dalam hal kinerja lapangan, produksi, perilaku aliran, dan pengoptimalan lapangan pada setiap waktu tertentu selama masa pakai lapangan [1]. Lapangan “NATA” mempunyai sembilan sumur dan tiga reservoir yaitu N-1, N-2 dan N-3.

Penelitian metode *material balance* dengan perangkat lunak IPM yaitu MPAK untuk menentukan kemampuan reservoir gas di Sumur F1, Reservoir A. Hasilnya menunjukkan cadangan gas sebesar 8,9 BSCF dengan laju alir optimum 2 MMSCFD dan recovery factor 91,86%. Studi ini juga membahas penggunaan metode P/Z dan koreksi faktor kompresibilitas untuk estimasi cadangan gas. [2]

Pemodelan terpadu sangat penting saat menentukan rencana pengembangan optimal untuk aset apa pun, terutama untuk lapangan lepas pantai berisiko tinggi. Pemodelan ini dapat digunakan untuk menghasilkan estimasi cadangan yang andal dan prakiraan jangka pendek hingga jangka panjang. [3].

Peramalan produksi minyak dan gas dengan mengintegrasikan model seluruh rantai nilai, dari reservoir hingga pemasaran. Banyak skenario yang berbeda sehingga menjadikannya alat yang sesuai untuk pengembangan lapangan dan optimasi perencanaan. Metode yang diusulkan digunakan untuk mengoptimalkan desain dan jadwal lapangan. [4].

Model fasilitas bawah permukaan dan permukaan terintegrasi yang ada dikembangkan dan dievaluasi untuk memaksimalkan produksi minyak. Di fasilitas bawah permukaan, data kinerja sumur diambil dari simulasi sumur PROSPER. Variabel operasi seperti tekanan hilir katup choke dan laju aliran gas lift, yang memengaruhi aliran minyak, gas, dan air dari reservoir, dipertimbangkan. [5]

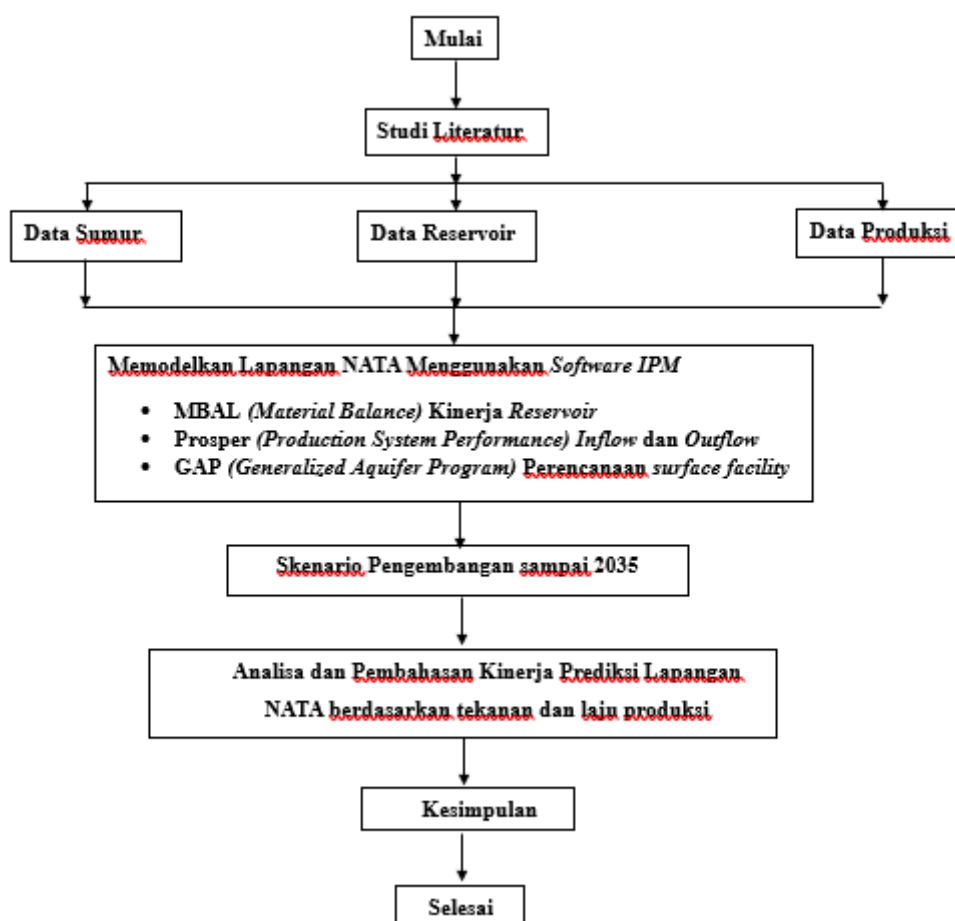
Penelitian tentang penerapan algoritma *Mechine Learning (ML)* untuk membangun model untuk memprediksi kondisi operasi aliran tiga fasa dalam pipa di lapangan Hai Thach-Moc Tinh berdasarkan parameter input seperti pembukaan katup kontrol aliran kepala sumur sumur yang terletak di anjungan kepala sumur WHP-MT1, WHP-HT1, dan volume gas komersial. [6]

Pada penelitian ini, pembuatan model reservoir dengan menggunakan software MBAL (*material balance*) untuk mendapatkan laju alir, serta memantau kinerja reservoir. Tahap selanjutnya yaitu menggunakan *software* PROSPER untuk model sumurnya, selanjutnya menggunakan *software* GAP untuk permodelan jaringan. Setelah melakukan permodelan menggunakan *software* tersebut selanjutnya dilakukan kalibrasi pada masing-masing

software berguna untuk mengetahui keadaan di lapangan yang sesungguhnya. Setelah melakukan kalibrasi kemudian merencanakan skenario pengembangan Lapangan Nata dilakukan sampai tahun 2034 untuk mendapatkan kinerja produksi yang optimum dan rencana pengembangan reservoir yang dijadikan prioritas untuk diproduksi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan mengikuti diagram alir ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cadangan sisa ditentukan dengan menggunakan metode material balance dikarenakan sumur telah berproduksi untuk beberapa waktu [7]. Tujuan dari MBAL sendiri yaitu untuk mengalokasikan produksi minyak atau gas secara akurat kesetiap sumur atau *reservoir*. Tahap pertama untuk memodelkan *Reservoir* di lapangan NATA menggunakan MBAL *Reservoir fluid* yang di gunakan oil, tank model singgel tank, PVT model yang di gunakan simple PVT. Tahap kedua dapat dilihat dari data ini bisa menggambarkan jika di *reservoir*

tingkat *salinity* cukup tinggi. Data PVT yang di input GOR, *oil Gravity*, *gas Gravity*, *water salinity*, H₂, CO₂, N₂. Data Oil Calculation dan PVT Calculation didapatkan nilai Fluida *Reservoir* setelah dilakukan *Calculation* PVT. Menginput Tank Parameter yaitu tipe tank ,name temperature inisial *prasure*, *porosity*, *connalw* *water saturation*, *water compressibility*, *downhole ratio*, *original oil in place*,*start of production*. *Water Influx* dapat memperkirakan masuknya air ke dalam *Reservoir*. Relative Permeability Data yang diinput besarnya *Residual Saturation*,*End Point*, *Exponent*. Plot Grafik *Relative Permeability* berdasarkan *curry functi*. Data *calculation* dari tank data. Output MBAL yang akan diinputkan kedalam Prosper dapat dilihat pada Gambar 2.

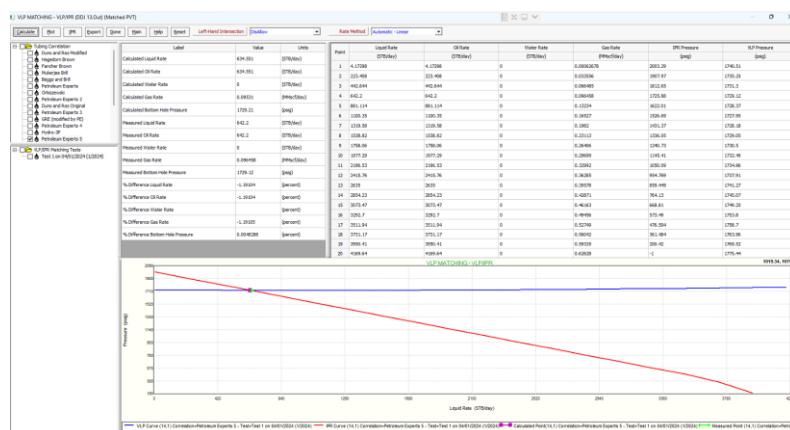
Time	Reservoir Pressure	Cum Oil Produced	Cum Gas Produced	Cum Wat Produced	Cum Gas Injected	Cum Wat Injected	Regression Weighing	Comment
01/01/2013	2917	0	0	0			Medium	Edit
01/01/2013	2625.3	1.81	0.00027	0.04			Medium	Edit
01/01/2014	2554.4	3.51	0.00053	0.07			Medium	Edit
01/01/2015	2485.4	5.12	0.00077	0.1			Medium	Edit
01/01/2016	2431.8	6.64	0.001	0.14			Medium	Edit
01/01/2017	2366.1	8.08	0.00121	0.16			Medium	Edit
01/01/2018	2302.2	9.43	0.00142	0.19			Medium	Edit
01/01/2019	2252.4	10.71	0.00161	0.22			Medium	Edit
01/01/2020	2191.6	11.92	0.00179	0.24			Medium	Edit
01/01/2021	2132.5	13.06	0.00196	0.27			Medium	Edit
01/01/2022	2097.7	14.14	0.00212	0.29			Medium	Edit
01/01/2023	2041	15.15	0.00227	0.31			Medium	Edit
01/01/2024	1985.9	16.11	0.00242	0.33			Medium	Edit

Gambar 2. Output MBAL Software di Lapangan “NATA”

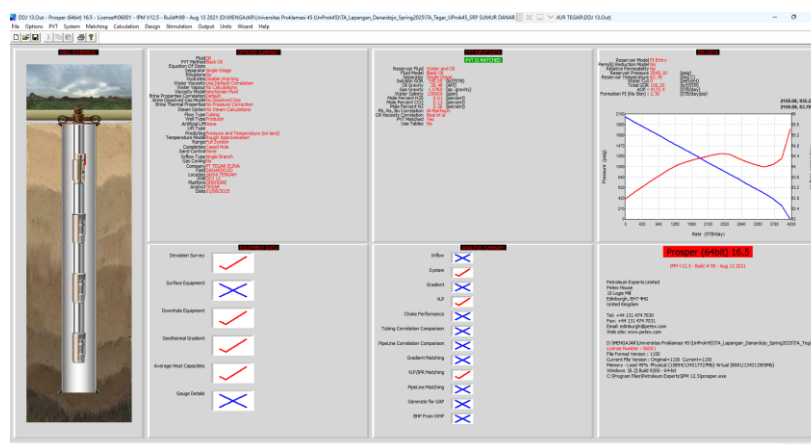
Software MBAL digunakan dalam perencanaan produksi gas. Analisa IPR menggunakan *software prosper* untuk mendapatkan *tank data* yang akan dimasukkan ke dalam *software MBAL*. [10]. Hasil dari MBAL dalam bentuk file akan diinputkan kedalam GAP.

Software Prosper telah berkembang menjadi standar industri untuk pemodelan sumur dan pipa karena kemampuan model yang unik [9]. Tujuan dari *software Prosper* ini untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas oprasional minyak dan gas. Pada penginputan data *sistem summarey* fluida Pada lapangan NATA yaitu oil dan water, menggunakan metodologi black oil, separator yang di gunakan singgel stage separator.Data yang di input seperti *solution* GOR, *oil grafty*, *water salinity*. Setelah PVT terinput lalu dilakukan matching. Pada IPR model ini penginputan data yang di perlukan yaitu memilih *Reservoir model*, *PI Entry*, *Vogel*, *Darcy*, dan menginput data *Reservoir prasurre*, *Reservoir temperature*, *Water cut*, GOR dan PI. Grafik IPR di dapatkan setelah menginput data IPR dengan cara di plot dilihat pada Gambar 3. Data yang di input dalam *Deviation survey* yaitu MD dan TVD yang mana kedua data ini dapat digunakan oleh prosper untuk menghitung sudut kemiringan pada setiap kedalaman. Sama halnya dengan *Deviation Survey*, dapat mendeskripsikan peralatan sumur yang diperlukan untuk menghitung VLP pada sumur. Temperatur formasi disetiap kedalaman sumur dapat dihitung Prosper dengan menggunakan gradien panas bumi (*geothermal*). Pada saat input data *Georhermal Gradient* Nilai *overall heat transfer*

coefficient digunakan untuk menghitung *heat loss* pada pipa yang berada di atas atau di bawah permukaan. *Overall heat transfer coefficient* yang diinput pada *geothermal gradient* digunakan untuk menentukan *heat exchange* pada *downhole equipment* (*X-mas* ke bawah). Nilai *overall heat transfer coefficient* yang dimasukkan akan digunakan pada seluruh model saat menjalankan perhitungan Sistem, Gradien, VLP, dan VLP *matching*. Selama proses VLP/IPR *matching*, nilai *overall heat transfer coefficient* disetel agar sesuai dengan profil temperatur. Hasil output prosper dapat dilihat pada Gambar 4.

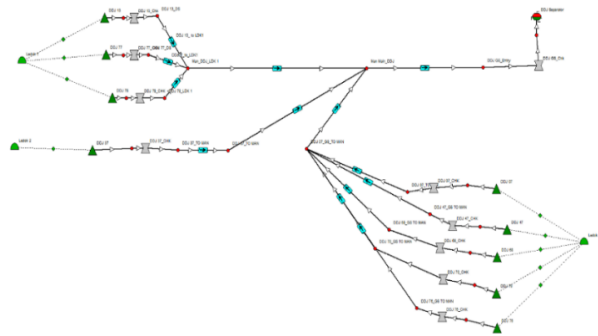


Gambar 3. Hasil *VLP/IPR Matching*



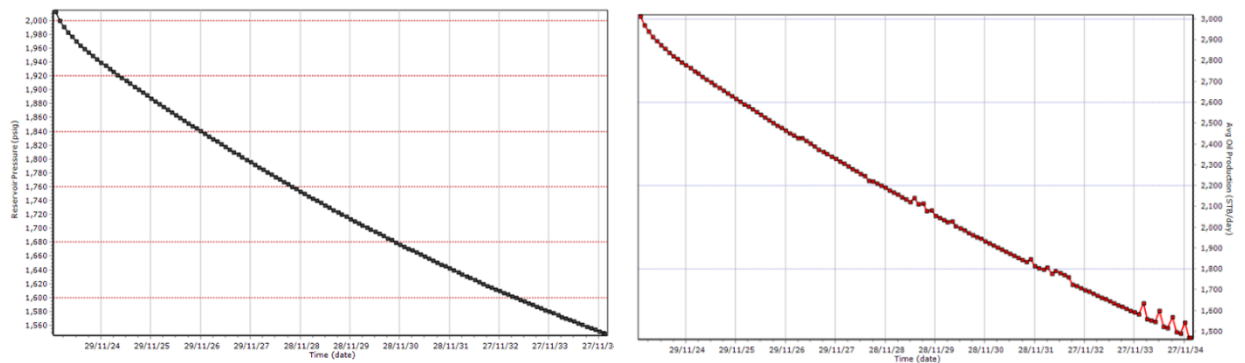
Gambar 4. *Output PROSPER*

Salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk analisis dan optimasi fasilitas permukaan adalah GAP (*Gas and Production*) dari *Petroleum Experts (PETEX)*. GAP adalah perangkat lunak optimasi jaringan aliran multifase yang memungkinkan insinyur untuk memodelkan dan menganalisis sistem produksi secara menyeluruh, dari sumur hingga fasilitas pengolahan. Pemodelan lapangan NATA dengan *software* GAP memiliki tiga *reservoir* dan sembilan sumur. Gambar 5. model *surface facilities* Lapangan “NATA”



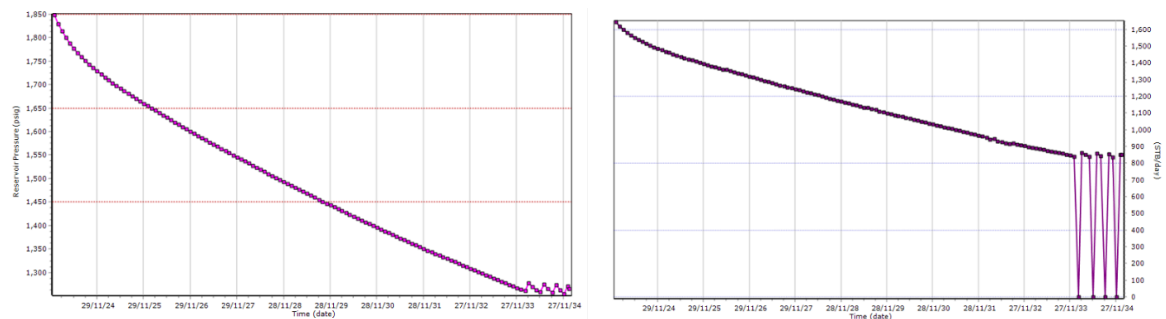
Gambar 5. Model *Surface Facilities* Lapangan “NATA”

Prediksi *reservoir* N-1 dengan melakukan *running* 10 tahun yang akan datang yang mana akan menunjukkan *reservoir pressure* dan *oil prediction*, terlihat pada gambar 6.



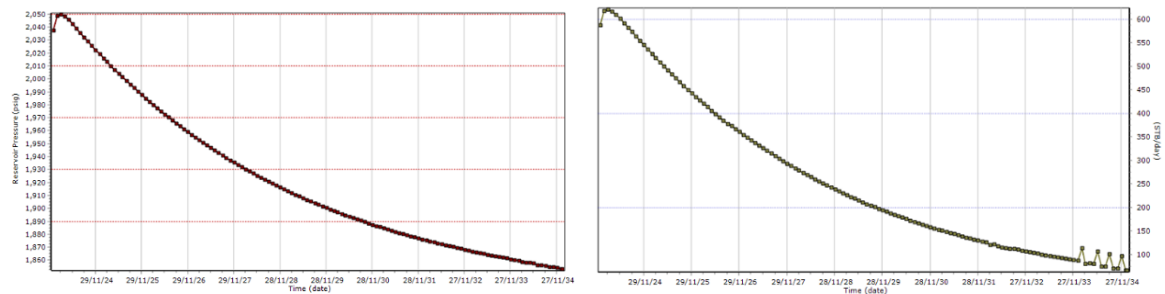
Gambar 6. *Reservoir Pressure* dan *Oil Production* Reservoir N-1

Prediksi Reservoir N-2 selama 10 tahun yang akan datang yang mana akan menunjukkan *Reservoir Prassure* dan *oil prediction*, terlihat pada gambar 7. Nilai oil production di akhir tahun 2023 cenderung turun kemudian naik lagi dipengaruhi oleh tekanan yang terus menurun.



Gambar 7. *Reservoir Pressure* dan *Oil Production* Reservoir N-2

Prediksi *reservoir* N-3 selama sepuluh tahun ditunjukkan *Reservoir Prassure* dan *oil prediction*, terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. *Reservoir Pressure* dan *Oil Production* Reservoir N-3

Software MBAL (Material Balance) yang di input pada *system options* yaitu jenis *Reservoir Fluid* yang digunakan *Oil*, *Tank* model *single Tank*, *PVT* model *Simple PVT*, *Production history by Tank*, selanjutnya menginput data *PVT* yang didapat dari lapangan GOR 150 scf/STB, oil Gravity 28,48 API, Gas gravity 1,076, *Water salinity* 130000, H_2S 0.01, CO_2 0.12, N_2 0.26, jenis separator yang digunakan *Single Stage*. *Oil viscosity* Beal et al, setelah menginput data tersebut dapat terhitung leh *MBAL* dan mengisi data temperatur 145 °F dan tekanan 2917 psig, selanjutnya malakukan *input tank data*, yang harus di *input* yaitu *tank parameters*, *water influx*.

Pada *Software PROSPER (Production System Performance)* dapat digunakan untuk melakukan permodelan sumur yang dapat digunakan untuk model lapangan dimasa yang akan datang. *Software GAP* dan *PROSPER* yang telah terkalibrasi dengan kondisi lapangan aktual dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Hasil *Software Prosper* Sembilan Sumur Lapangan “NATA” tahu 2024

Well Name	Measured Liquid Rate (STB/D)	Calculated Liquid Rate (STB/D)	Solution Node (psig)
DDJ-13	642.2	634.5	1729.1
DDJ-77	873.1	851.9	1524.0
DDJ-78	846.2	841.7	1632.6
DDJ-37	1062.2	1063.6	1493.2
DDJ-07	314.7	310.6	1795.0
DDJ-47	366.6	369.6	1834.8
DDJ-68	190.8	187.8	1930.7
DDJ-70	268.6	275.5	1624.1
DDJ-76	884.6	886.4	1577.1

Nilai-nilai tersebut dinyatakan bahwa permodelan sumur menggunakan *software PROSPER* tidak berbeda jauh dengan laju produksi di lapangan yang sesungguhnya. *GAP* dapat digunakan untuk membuat permodelan jaringan atau lapangan, yang mana hasil dari *software MBAL* dan *software PROSPER* dapat ditransfer ke dalam *software GAP* yang beruna untuk melakukukan permodelan lapangan. Dalam melakukan *input software GAP* dilakukan *input* hasil output *software MBAL* sebagai *reservoir* dan *output software PROSPER* sebagai sumur di lapangan NATA, setelah menyatukan tiga *software* tersebut

maka didapatkan model lapangan pada *software GAP*. Hasil *software GAP* dapat dikatakan valid ketika hasil *software GAP* dan kondisi aktual di lapangan sudah tidak mempunyai perbedaan yang signifikan

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Hasil GAP dengan Aktul di Sembilan Sumur Lapangan “NATA” tahun 2024

<i>Well Name</i>	<i>Measured Reservoir Pressure</i> <i>psig</i>	<i>Measured IPR Offset dP</i> <i>psi</i>	<i>Measured Manifold Pressure</i> <i>psig</i>	<i>Measured Liquid Rate</i> <i>STB/day</i>	<i>Measured WCT</i> <i>percent</i>	<i>Measured GOR</i> <i>scf/STB</i>
DDJ 07	2160.48	0	265	314.7	62.6	163.1
DDJ 13	2005.1	0	353	642.2	0	150.2
DDJ 37	1852.6	0	243	1062.2	32	250
DDJ 47	2193.5	0	250	366.6	66.8	99.8
DDJ 68	2193	0	280	190.8	90.9	99.8
DDJ 70	2128.9	0	237	268.6	12.5	99.8
DDJ 76	2163.6	0	264	884.6	10.7	138.2
DDJ 77	2071.45	0	338	873.1	0.8	150.7
DDJ 78	2068.8	0	336	846.2	1.7	146.2

Software GAP dapat memprediksi lapangan “NATA” selama 10 tahun kedepan Hasil running *software GAP* sampai tahun 2034 dapat dilihat pada gambar 6,7 dan 8 menggambarkan penurunan laju produksi pada setiap reservoir Separator yang digunakan menerima produksi Q oil sebesar 6032.1 STB/day, Q water sebesar 1469.6 STB/day, Q liquid sebesar 7501.7 STB/day, Q gas sebesar 0.951 MMscf/day dengan tekanan separator yang digunakan sebesar 145 psig.

KESIMPULAN

1. Permodelan sumur pada *software* dikatakan valid ketika sudah terkalibrasi dan perbedaan laju produksi yang di dapat oleh *software* tidak berbeda jauh dengan lapangan yang sebenarnya, Lapangan “NATA” memiliki tiga reservoir dan sembilan sumur, pada N-1 mengalirkan fluida dalam tiga sumur yaitu DDJ 13, DDJ 77, DDJ 78, pada N-2 mengalirkan fluida dari satu sumur yaitu DDJ 37, pada N-3 mengalirkan fluida dari lima sumur yaitu DDJ 07, DDJ 47, DDJ 68, DDJ 70, DDJ 76.
2. Setiap sumur memiliki laju produksi yang berbeda-beda yang mana pada Reservoir N-1 sumur DDJ 13 memiliki Qoil sebesar 1042.6 STB/day, pada sumur DDJ 77 memiliki Qoil sebesar 1363.9 STB/day, pada sumur DDJ 78 memiliki Qoil sebesar 1222.7 STB/day, pada reservoir N-2 memiliki laju produksi pada sumur DDJ 37 memiliki Qoil sebesar 673.9 STB/day, pada Reservoir N-3 memiliki laju produksi pada sumur DDJ 07 memiliki Qoil sebesar 195.6 STB/day, pada sumur DDJ 47 memiliki Qoil sebesar 172.6 STB/day, pada sumur DDJ 68 memiliki Qoil sebesar 28.0 STB/day, pada sumur DDJ 70 memiliki Qoil sebesar 253.9 STB/day, pada sumur DDJ 76 memiliki Qoil sebesar 1078.8

- STB/day. Pemodelan lapangan “NATA” memiliki satu separator yang memiliki *pressure* 145 psig, dimana dapat menerima laju produksi Qoil sebesar 6032.1 STB/day.
3. Skenario pengabangan selama 10 tahun sampai tahun 2034 sumur yang layak untuk dikembangkan yaitu sumur yang memiliki aliran dari reservoir N-1 karena produksinya masih tinggi.
 4. Reservoir N-3 memiliki hasil untuk laju produksi selama 10 tahun kedepan sampai 2034, *reservoir N- 1* memiliki 3 sumur didapatkan dengan *reservoir pressure* 1560 psig, *oil production* 1500 STB/day *liquid production* 1600 STB/day, *water production* 108 STB/day. Pada *reservoir N- 2* memiliki 1 sumur didapatkan hasil, *reservoir pressure* 1300 psig, *oil production* 850 STB/day, *liquid production* 890 STB/day, *water production* 21 STB/day. Pada *reservoir N-3* memiliki 5 sumur didapatkan hasil, *reservoir pressure* 1860 psig, *oil production* 100 STB/day, *liquid production* 200 STB/day, *water production* 100 STB/day.
 6. Skenario pengembangan Lapangan “NATA” dengan IPM didapatkan *reservoir* yang prospek untuk dikembangkan yaitu *reservoir N-1* yang masih memiliki laju produksi yang tinggi.

REFERENSI

- [1]. J. Wosowei and C. Shastry, Oilfield Performance Prediction using Integrated Modeling and Simulation (MBAL) Suite, iJournals: International Journal of Software & Hardware Research in Engineering (IJSHRE), vol 9 issue 8, pp. 78 -85 Agustus, 2021.
- [2]. A. Fattahanisa, Lestari, H.K Oetomo, Kolaborasi Metode Material Balance Dan Software IPM Untuk Menentukan Kemampuan Reservoir, PETRO : Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan, vol 9, no 4, pp. 184- 189 Desember, 2020.
- [3]. P. Varun, C. Palaschak, O. Martinez, J. Hudson, J. Ita, F. Saaf, H. Cotrim, J. Segundo, Solving the Challenges of Short and Long-Term Production Forecasting and Uncertainty Using a Fully-Coupled Implicit Integrated Production Modelling System. Paper SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dubai, UAE, September, 2020.
- [4]. Hoffmann, Arnaud, M. Stanko, D. González. Optimized production profile using a coupled reservoir-network model. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, Vol 9 ,pp 2123–2137, Januari, 2019.
- [5] N.M. Nor, Z Adi Putra, MR Bilad, N Nordin, MDH Wirzal, SAZ Abidin, WRW Daud, Well Connection Optimization in Integrated Subsurface And Surface Facilities: An Industrial Case Study, Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, Vol 9, pp 2921-2926, Mei, 2019.
- [6]. T.T. Nguyen, T Van Nguyen, TH Trieu, Research on the Application Of Artificial Intelligence Tools To Predict The Operating Temperature And Pressure Of The Pipeline Transportation System At The Hai Thach-Moc Tinh Field. Journal of Mining and Earth Sciences, Vol 65, Issue 4, pp. 31-41, July, 2024

- [7]. I.Widiyaningsih, Penentuan Current Recovery Factor dan Cadangan Sisa Sumur “Alpha” Pada Lapisan “A” Dan Lapisan “B”, Jurnal OFFSHORE, Vol 3 , No 2, pp 56-66, Desember, 2019.
- [8]. R.K. Gunawan, Pengaplikasian Hasil Analisa Pressure Build Up Test Untuk Peramalan Produksi, Jurnal Eksakta Kebumian Vol 1, No 1, pp 15-20, November, 2020
- [9]. A. Sagita, Analisis Pengaruh Number of Stages dan Pump Setting Depth pada Pompa ESP Sumur Y Menggunakan Simulator Prosper, Universitas Islam Riau, November, 2022.
- [10]. P.E. Limited, Integrated Production and Injection Networks, Wired, 31 March 2025, [Online]. Tersedia :
https://www.petex.com/pe-engineering/ipm-suite/gap/?utm_source [Diakses: 1 Mei 2025].