

SEMINAR NASIONAL KEBUMIAN XII

FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA



PROSIDING

**"Optimalisasi Sumber Daya Mineral dan Energi
Untuk Kemakmuran Bangsa "**

14 September 2017



FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta
Gedung Ari F. Lasut Lt. I Telp. (0274) 487814 email : semnas_ftm@upnyk.ac.id

SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL KEBUMIAN XII
“Optimalisasi Sumber Daya Alam dan Energi untuk Kemakmuran Bangsa”

Penanggung Jawab : Dr. Ir. Suharsono, MT.

Ketua : Dr. Yatini, M.Si.

Wakil Ketua : Dr. Sutarto, MT.

Sekretaris : Ika Wahyuning Widiarti, S.Si., M. Eng.

Bendahara : Ir. Peter Eka Rosadi, MT.

Tim Reviewer

Ketua : Dr. Suranto, ST., MT. (UPN “Veteran” Yogyakarta)

Anggota : 1. Prof. Dr. Sismanto, M.Si. (Universitas Gadjah Mada)

2. Dr. Ir. Prasetyadi, MT. (UPN “Veteran” Yogyakarta)

3. Dr. Ir. Eko Teguh Paripurno, MT. (UPN “Veteran” Yogyakarta)

4. Dr. Ir. Andi Sungkowo, M.Si. (UPN “Veteran” Yogyakarta)

5. Dr. Andi Erwin, ST., MT. (STTNAS)

Editor : Ratna Widyaningsih, ST., M. Eng.

Penyunting : Dewi Asmorowati, ST., MT.

Desain Sampul dan

Tata Letak : Hafiz Hamdaloh, ST., M.Sc.

Penerbit : Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional
“Veteran” Yogyakarta

Redaksi :

Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta

Gd. Arie F. Lasut Lt. 1

Telp : 0274 487814

Email : ftm@upnyk.ac.id

Distributor Tunggal :

Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta

Gd. Arie F. Lasut Lt. 1

Telp : 0274 487814

Email : ftm@upnyk.ac.id

Cetakan Pertama, September 2017

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang Memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Indonesia memiliki potensi Sumber Daya Alam dan Energi berupa minyak bumi, gas alam, batubara, mineral logam, dan mineral lain serta berbagai bahan galian industri yang sangat besar. Sumber daya yang ada belum termanfaatkan secara optimal, hal ini disebabkan oleh banyak faktor. Belum lengkapnya inventarisasi, masih minimnya kebijakan yang memihak atau belum tersosialisasikannya kebijakan baru. Beberapa permasalahan yang terkait dengan penggunaan lahan yang menimbulkan konflik horizontal menjadi kendala lain. Untuk itu peranan perguruan tinggi sebagai agen peneliti dan organisasi profesi menjadi kunci dalam menjalin hubungan dengan dunia industri.

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta sebagai institusi pendidikan tinggi yang sudah banyak menghasilkan pakar dan lulusan bidang kebumian (pertambangan, perminyakan, geologi, geofisika, dan teknik lingkungan kebumian) dengan komitmen dasar Disiplin, Kejuangan, dan Kreatifitas tetap mengendalikan dan menjaga eksistensi keseimbangan bumi dan pengelolaannya dengan landasan sesanti Widya Mwat Yasa. SEMINAR NASIONAL KEBUMIAN sebagai kegiatan rutin tahunan dari Fakultas Teknologi Mineral untuk mewadahi karya para pakar, akademisi, peneliti, dan mahasiswa pascasarjana dalam mempublikasikan karyanya secara nasional. Seminar ini juga sebagai wahana menyampaikan hasil analisis dan pemikiran mengenai teknologi, sistem dan solusi dalam pengelolaan serta pengoptimalan pemanfaatan energi, sumberdaya mineral, dan lingkungan di Indonesia.

Seminar Nasional ke XII yang adakan pada tanggal 14 September 2017 mengusung tema "Optimalisasi Sumber Daya Mineral dan Energi Untuk Kemakmuran Bangsa". Seminar di awali dengan panel dan dilanjutkan dengan sesi paralel. Jumlah seluruh paper masuk sebanyak 101 buah. Paper diterima sebanyak 76 buah, yang terdistribusi pada sesi oral sebanyak 54 buah dan poster 22 buah.

Kepada para panelis, pemakalah, sponsor dan seluruh peserta serta Civitas Akademika UPN "Veteran" Yogyakarta diucapkan terimakasih atas kerjasamanya. Tiada gading yang tidak retak, masukan dan kritik membangun sangat diharapkan.

Yogyakarta, 14 September 2017
Ketua Panitia,

Dr. Yatini, M.Si.

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
PENERBIT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
KUMPULAN MAKALAH	
A. GEOLOGI UMUM	
1. DISTRIBUSI DAN KARAKTERISTIK MANIFESTASI GEOTHERMAL BERDASARKAN DATA MINERAL ALTERASI DAN GEOKIMIA: STUDI KASUS GEDONGSONGO, UNGARAN, JAWA TENGAH	
Petrus Aditya Ekananda, Rizky Pravira Fajar, Nisa Apriliyani, Mukhammad Nurdiansyah, Jundiya Al Haqiqi, Farida Dwi Aryati, Yoga Aribowo	1
2. ANALISA RESERVOIR ROCK TYPE (RRT) BATUPASIR FORMASI HALANG DAERAH BRUNOREJO DAN SEKITARNYA, KECAMATAN BRUNO, KABUPATEN PURWOREJO, JAWA TENGAH	
Teguh Jatmiko, Arif Swastika	9
3. DINAMIKA ENDAPAN MODERN PASIR MELALUI ANALISIS STRUKTUR SEDIMENT DI DAERAH PANTAI GLAGAH, KECAMATAN TEMON, KABUPATEN KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA	
Topan Ramadhan, Miftahussalam	18
4. STUDI AWAL MENGENAI GUNUNG API PURBA DI KECAMATAN NGAWEN, KABUPATEN GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA SERTA APLIKASINYA DALAM MITIGASI BENCANA GUNUNG API PADA MASA SEKARANG	
Muhammad Dzulfikar Faruqi, Faiz Akbar Prihutama, Agus Harjanto	34
5. WONOCOLO-BOJONEGORO SEBAGAI SALAH SATU GEOSITE PETROLEUM GEOHERITAGE YANG PALING INDAH SE-INDONESIA	
Jatmika Setiawan, Dedy Kristanto	44
6. SIKUEN STRATIGRAFI DAN PETROFISIKA RESERVOAR BATUPASIR FORMASI TALANGAKAR, CEKUNGAN SUMATERA SELATAN	
Iqbal Ibnu Sina, Jarot Setyowiyoto, Djoko Wintolo, Jerry Devios Mamesah	52
7. MOBILITAS UNSUR KIMIA BATUAN ALTERASI HIDROTERMAL DI DAERAH PANASBUMI PARANGTRITIS YOGYAKARTA	
DF. Yudiantoro, I. Permata Haty, Siti Umiyatun Ch., Ds. Sayudi, M.I. Nuki Adrian	58
8. KESETARAAN SIKUENSTRATIGRAFI DENGAN LITOSTRATIGRAFI BERDASARKAN DATA SUMUR MINYAK PADA LAPANGAN "WIB" SUB-CEKUNGAN JAMBI	
Bambang Triwibowo	65
9. KONTROL STRUKTUR TERHADAP MODEL URAT KUARSA PEMBAWA MINERAL SULFIDA DI KALI MOJO, PACITAN, JAWA TIMUR	
Fredy, Prasetyadi, Gazali, Reyzananda	73
10. PENENTUAN KETAHANAN BATUAN CLAY SHALE TERHADAP PROSES PENGHANCURAN DI SENTUL, JAWA BARAT	
Revia Oktaviani, Paulus P Rahardjo, Imam A Sadisun	83

DAFTAR ISI

11. SERPENTINISASI PADA OFIOLIT PULAU SEBUKU KALIMANTAN SELATAN Faris Ahad Sulistyohariyanto, Joko Soesilo	90
 <u>B. GEOLOGI EKONOMI</u>	
12. ALTERATION AND MINERALIZATION IN CIDOLOG AREA, SUKABUMI REGENCY, WEST JAVA PROVINCE, INDONESIA Heru Sigit Purwanto, Fredy Herianto Siadari, Adera Puntadewa	96
13. GEOLOGI DAN MINERALISASI URANIUM DI DAERAH KALAN, KABUPATEN MELAWI, KALIMANTAN BARAT Ngadenin, Agus Sumaryanto, Heri Syaeful, I Gde Sukadana	101
14. KAJIAN KORELASI KOMPOSISI LITHOTYPE BATUBARA TERHADAP HASIL ANALISIS MIKROSKOPIS BATUBARA MUARA WAHAU, KALIMANTAN TIMUR Komang Anggayana, Basuki Rahmad, Agus Haris Widayat.....	108
15. ENDAPAN EMAS HIDROTERMAL PADA BATUAN METAMORF DI PEGUNUNGAN RUMBIA, KABUPATEN BOMBANA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA Hasria, Arifudin Idrus, I Wayan Warmada.....	115
16. INTERPRETASI SUMBER DAYA TERINDIKASI ENDAPAN PASIR BESI STUDI KASUS DI DAERAH PANTAI WINI, DESA HUMUSU C, KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA, NUSA TENGGARA TIMUR Louis Hermanus Lamma, Albertus Juvensius Pontus, Christi B. Sirituka	123
17. TEKSTUR URAT DAN KEHADIRAN EMAS PADA URAT ENDAPAN EPITERMAL DAERAH CIPANGLESERAN, DESA CITOREK, KECAMATAN CIBEGER, LEBAK, BANTEN Wahyu Hidayat, Sutarto, a. Betras, Sutanto.....	131
18. MINERALISASI BIJIH TIMAH DAN THORIUM DI KABUPATEN BELITUNG TIMUR, PROVINSI KEP. BANGKA-BELITUNG Sutarto, Ngadenin, Frederikus Dian Indrastomo, Dhatu Kamajati, Putri Rahmawati, Pahlevi Oktavian, Prayoga Adryanto.....	142
19. STUDI MINERAL DAN GEOKIMIA BATUBARA PERINGKAT RENDAH KALIMANTAN TIMUR Agus Winarno, Hendra Amijaya. D, Agung.....	152
20. STUDI ANALISIS PASIR BESI UNTUK MENGETAHUI KUALITAS KANDUNGAN MINERAL LOGAM BESI DALAM PASIR BESI PADA DESA HUMUSU C KECAMATAN INSANA UTARA KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR Albertus Juvensius Pontus, Louis Hermanus Lamma, Christy Mildayani Amtaran	161
 <u>C. GEOLOGI LINGKUNGAN</u>	
21. SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM MENATA KAWASAN PEMUKIMAN TERHADAP BENCANA GEOLOGI DI KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Anggoro Chandra Setiyadi Sofyan, Heru Sigit Purwanto, Eko Teguh Paripurno	169

DAFTAR ISI

22. AREA ZONATION FOR THE APPLICATION OF RAIN HARVESTING METHOD IN STRUCTURAL MITIGATION FLOOD AT THE WATERSHED OF BENGAWAN SOLO BOJONEGORO DISTRICT Arhananta, Joko Purwanto, Keni Christy Manurung, Kenny Lekatompessy, Muhammad Alhafiq Wahyu Nabillah	175
23. EFEKTIFITAS PENGOLAHAN GREYWATER DENGAN MENGGUNAKAN RSF (RAPID SAND FILTER) DALAM MENURUNKAN KEKERUHAN, TSS, BOD, DAN COD Awwal Raafiandy, Aji Marwadi, Hudori	185
24. RENCANA REKLAMASI PADA LAHAN BEKAS PENAMBANGAN PASIR DAN BATU DI PERTAMBANGAN RAKYAT KECAMATAN TURI, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Fairus Atika Redanto Putri, Syari Rahma Yanti, Muhji Alif Lazuardy, Hasywir Thaib Siri	192
25. OPTIMIZATION LAND USE & SOIL'S PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS AT NORTH DISPOSAL AREA FOR RECLAMATION IN PT. MANAMBANG MUARA ENIM, DARMO VILLAGE, DISTRICT OF LAWANG KIDUL, MUARA ENIM REGENCY-SOUTH SUMATERA Toni Tunliu, Indah Reis Bannesi, Kristanto Jiwo S, Albertus J. Pontus.....	204
26. PENGOLAHAN LIMBAH AIR TERPRODUKSI (PRODUCED WATER) DARI KEGIATAN EKSPLOITASI MINYAK DAN GAS BUMI PT. XYZ Yodi Prapeta Dewi, Muhammad Busyairi, Arzano Rohmahendi.....	216
27. KAJIAN TEKNIS PENGENDALIAN KEBISINGAN DAN DEBU DALAM OPERASIONAL TAMBANG BATUBARA DI SAROLANGUN PROVINSI JAMBI DENGAN WATER TRUCK DAN ADMINISTRATIF Yolinsa Mahulette, Mohammad Nurcholis, Margarita Francis, Mariazinha Moniz Sarmento	222
28. ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN AIR TANAH DANGKAL SERTA METODE GEOLISTRIK UNTUK MENGEVALUASI KEADAAN AKUFER AIRTANAH DI WILAYAH PERKOTAAN Puji Pratiknyo, Gneis Desika Zoenir, Bella Wijdani Sakina.....	228
29. PENGKAJIAN FENOMENA AMBLESAN UNTUK MITIGASI BENCANA GEOLOGI DI DESA MANGGIS, KECAMATAN PUNCU, KABUPATEN KEDIRI, JAWA TIMUR Eko Teguh Paripurno, Aditya Pandu Wicaksono, Arif Rianto Budi Nugroho	238
30. PENGARUH INFILTRASI AIR HUJAN TERHADAP TINGKAT KESTABILAN LERENG DAERAH SIDOMULYO DAN SEKITARNYA, KECAMATAN PENGASIH, KABUPATEN KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Agustina Slamet, Puji Pratiknyo, Premonowati	252
31. PENGARUH TAMBANG BATUBARA TERHADAP LINGKUNGAN AIR DAN TANAH PT. SENAMAS ENERGINDO MINERAL, KABUPATEN BARITO TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH Andriano Dwichandra, Peter Eka Rosadi	257
32. KAJIAN PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG DARI STOCKPILE BATUBARA DENGAN MENGGUNAKAN METODE AEROBIC WETLAND Margaritha A Francis, Mohammad Nurcholis, Yolinsa Mahulette, Rio Jecson Gainau..	265

DAFTAR ISI

33. STUDI REKLAMASI DENGAN CARA REVEGETASI PADA AREA LAHAN BEKAS PENAMBANGAN BATUGAMPING DI KECAMATAN PONJONG KABUPATEN GUNUNGKIDUL PROVINSI D.I YOGYAKARTA Mariazinha Moniz Sarmento, Welfy Moniz.....	270
34. PENGARUH NILAI GSI DAN KONTROL LITOLOGI UNTUK MENETUKAN ZONA KRISTIS POTENSI LONGSOR MASSA BATUAN PADA ANALISIS KINEMATIKA DI TAMBANG TERBUKA TUMPANGPITU BANYUWANGI Bimo Prasetyo	276
35. KARAKTERISTIK PERILAKU DEFORMASI LERENG BATUAN EVALUASI KUALITAS LINGKUNGAN TPA MRICAN DI DESA MRICAN, KECAMATAN JENANGAN, KABUPATEN PONOROGO MELALUI PENILAIAN INDEKS RESIKO Wendi Zikri Arma, Suharwanto, Ika Wahyuning Widiarti	283

D. GEOLOGI GEOFISIKA

36. INTERGRASI MODEL GEOLOGI PERMUKAAN DAN BAWAH PERMUKAAN CEBAKAN MINERALISASI SULFIDA TINGGI DI DAERAH KALIREJO, KOKAP, KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Galih Imam Priyadi, Arditiya Tri Yuliwardana, Damas Muharif, Agustinus Katon Antariksa, Fajar Sulistyo.....	291
37. IDENTIFIKASI DAN EVALUASI RESERVOAR BATUPASIR LOW-RESISTIVITY PADA FORMASI GUMAI, SUB-CEKUNGAN JAMBI Rian Cahya Rohmana, Jarot Setyowiyoto, Salahuddin Husein, Yosse Indra, Aldis Ramadhan.....	299
38. ANALISIS DATA SELF-POTENTIAL UNTUK PROSES KOROSI BESI PADA MODEL KOLAM EKSPERIMEN Imam Suyanto, Rentyas Hellis R. S, Yatini.....	305
39. PENDUGAAN LAPISAN PEMBAWA AIRTANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK DAN ANALISIS KUALITAS AIRTANAH SEBAGAI PEDOMAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI DUSUN BLUNYAH GEDE, DESA SINDUADI, KECAMATAN MLATI, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Chatarina Indah Dhamayanti Dan Puji Pratiknyo	315
40. TEKNIK PEMISAHAN SAND, SHALE, DAN COAL PADA RESERVOAR LAPISAN LTAF-A1, A2, DAN A3 BERDASARKAN ANALISA SEISMIK INVERSI AI DAN MULTIATRIBUT GAMMA RAY_INDEX DI CEKUNGAN SUMATERA SELATAN Hafiz Hamdalah, Ardian Novianto, M Noor Alamsyah	320
41. PEMODELAN STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN DATA GRAVITASI PADA AREA SIKIDANG-MERDADA DAN AREA SILERI, KOMPLEKS GUNUNGAPI DIENG Mayang Bunga Puspita, Imam Suyanto, Wahyudi, Agung Harijoko	327
42. STUDI MIKROZONASI UNTUK MENGETAHUI TINGKAT KERENTANAN BATUAN BERDASARKAN INDEKS KERENTANAN SEISMIK (Kg) DAN ANALISA POLARISASI DI DAERAH BERBAH, KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA Putri Devy Permatasari.....	335

DAFTAR ISI

43. MIKROZONASI GEMPA BUMI BERDASARKAN PERCEPATAN GETARAN TANAH MAKSIMUM (PGA) METODE KANAI DI DAERAH BERBAH, YOGYAKARTA Wiji Raharjo, Agus Santoso, Putri Devy Permatasari, Indriati Retno Palupi, Firdaus Maskuri	343
 <u>E. GEOHIDROLOGI</u>	
44. PELACAKAN SISTEM AIR TANAH SEKITARAN GUNUNG API PURBA BATUR BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOLISTRIK DAN PEMETAAN SISTEM SUNGAI BAWAH TANAH KECAMATAN GIRISUBO, KABUPATEN GUNUNGKIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Muh. Ridwan Massora, Y. Kurnia Munandar, Eriant Yosua Crishman S, Jatmika Setiawan, Achmad Rodhi, C. Prasetyadi, Puji Pratiknyo	348
45. MANAJEMEN AIR TANAH PADA TEROWONGAN JALUR GANDA PURWOKERTO-KROYA DI NOTOG, KECAMATAN PATIKRAJA, KABUPATEN BANYUMAS, JAWA TENGAH Pawitra Wijaya, Ahmad Naim Musyafiq, Singgih Saptono	358
46. PELACAKAN SISTEM DAN POTENSI AIR TANAH GUA SNAWI, DESA SUKAJADI, KECAMATAN PSEKSU, KABUPATEN LAHAT, PROVINSI SUMATRA SELATAN Anugrah, Muh. Ridwan Massora, Joko Soesilo, C. Prasetyadi, Sutarto, Supriyanto.....	365
 <u>F. MINYAK DAN GAS BUMI</u>	
47. KARAKTERISTIK DAN PENGELOMPOKAN MINYAK BUMI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CHEMOMETRIC BERDASARKAN DATA GEOKIMIA PADA CEKUNGAN JAWA TIMUR UTARA Khalaksita Amikani Asbella, Donatus Hendra Amijaya, Ferian Anggara, Didi Melkybudiantoro, Lindy F. Rotinsulu.....	375
48. STUDI LABORATORIUM TENTANG PENGARUH INJEKSI SURFAKTAN H DAN B TERHADAP PEROLEHAN MINYAK DARI SUATU KANDUNGAN MINYAK PADA BATUAN KARBONAT Harry Budiharjo S, Leksono Mucharam, Chyntia Bilqish Tenovina	379
49. PENENTUAN KARAKTERISTIK RESERVOIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE PICKETT PLOT UNTUK LAPANGAN Y Bambang Bintarto.....	388
50. PENGARUH TEMPERATUR MINYAK BUMI PADA OIL LOSSES LAPANGAN 'X' SUMATERA SELATAN Hariyadi, Dedy Kristanto	395
51. PERBANDINGAN METODE VELOCITY STRING DAN WELL HEAD COMPRESSOR UNTUK PENANGGULANGAN PROBLEM LIQUID LOADING SUMUR GAS "X" Wibowo, Anas Puji Santoso, Raditya Fajri	402
52. IDENTIFIKASI OVERPRESSURE MENGGUNAKAN DATA SUMUR DI LAPANGAN "JELITA" SUB CEKUNGAN KUTAI BAWAH Ignatius Didi Setyawan, Jarot Setyowiyoto, Djoko Wintolo	410

DAFTAR ISI

53. PENGARUH WAKTU PRODUKSI TERHADAP HASIL PERKIRAAN ORIGINAL OIL IN PLACE MENGGUNAKAN PERSAMAAN MATERIAL BALANCE: STUDI KASUS RESERVOIR PB LAPANGAN PBLB Yosaphat Sumantri, Sunindyo, Indah Widyaningsih, Molensky Julisdayani.....	416
54. ENHANCED OIL RECOVERY BY PLASMA PULSE TECHNOLOGY TO INCREASE OIL EXPLOITATION: THE UPS AND DOWNS IN PETROLEUM PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL SECTOR Sandi Putra Dan Putra Nuramdhana	427
55. PEMANTAUAN LIMBAH AIR TERPRODUKSI (PRODUCED WATER) SISTEM SUMUR INJEKSI DARI KEGIATAN EKSPLORASI MIGAS PT. ABC Muhammad Busyairi, Yodi Prapeta Dewi, Arzano Rohmahendi.....	433
56. PERKEMBANGAN PERMINYAKAN DI BOJONEGORO MULAI ZAMAN BELANDA HINGGA SEKARANG Dedy Kristanto, Jatmika Setiawan, Hariyadi.....	439
57. KARAKTERISASI RESERVOIR GAS PADA LAPANGAN GAS EKSPLORASI DENGAN DATA UJI SUMUR MINIMUM Sudarmoyo	446
58. ANALISA LIQUID LOADING PADA SUMUR BAEL-21 DI DAERAH SUMATERA DENGAN SOFTWARE PROSPER Lufis Alfian Alannafi, Dayanara Surya.....	458

G. ENERGI

59. PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN SAPI SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI BAHAN BAKAR RUMAH TANGGA DI KELURAHAN KAWATUNA PROVINSI SULAWESI TENGAH Dwi Aryanti Ningrum, Frengki Seki Banunaek.....	465
60. ANALISIS TEKNO EKONOMI PANEL SURYA UNTUK MENGEMBANGKAN PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN Ferri Zuffi Rahmad Dan Iwa Garniwa	470
61. KARAKTERISASI BIO-OIL HASIL PIROLISIS CAMPURAN AMPAS TEBU DAN RANTING KAYU RAMBUTAN Ariany Zulkania, Kurnia Emy A, Fairuza Cahyacakti R	477
62. PERAMALAN POTENSI SUMUR-SUMUR PRODUKSI UNTUK MEMBANGKITKAN LISTRIK MENGGUNAKAN SIMULASI RESERVOIR PADA LAPANGAN PANASBUMI DIENG Dyah Rini Ratnaningsih, Eko Widi P	484

H. PENGOLAHAN DAN PRODUKSI TAMBANG

63. EVALUASI KEBUTUHAN ALAT MEKANIS DALA PENGUPASAN LIMONITE PADA PENAMBANGAN BIJIH NIKEL DI PT SINAR KURNIA ALAMPULAU OBI, HALMAHERA SELATAN, MALUKU UTARA Herlando Bubala, Berlin Tandirerung, A.A Inung Arie Adnyano	489
---	-----

DAFTAR ISI

64. OPTIMALISASI PENGAMBILAN BATUBARA PADA DINDING HIGH WALL TAMBANG TERBUKA DENGAN METODE PENAMBANGAN AUGER DI PT KITADIN – EMBALUT KALIMANTAN TIMUR Medi Salpia.....	495
65. KARAKTERISTIK PERILAKU DEFORMASI LERENG BATUAN PADA PENAMBANGAN BATUBARA BERDASARKAN DATA MONITORING RADAR Muhammad Taufik Akbar, Singgih Saptono, Barlian Dwinagara, Patmo Nugroho, Chandra Dwi Wiratno1 Ahmad Fawaidun Nahdliyin	500
66. KAJIAN TEKNIS PRODUKTIVITAS PENGEBORAN LUBANG LEDAK PADA TAMBANG QUARRY BATU GRANIT DAN BATU ANDESIT DI DESA PENIRAMAN PROVINSI KALIMANTAN BARAT Uray Rizky Amri, A.A Inung Arie Adnyano	508
67. PENGARUH KANDUNGAN ABU BATUBARA TERHADAP PEMBAKARAN DAN POTENSI PEMBENTUKAN SLAGGING DAN FOULING BERDASARKAN ABU DASAR PADA PT. KEMASAN CIPTA NUSANTARA DI KIMA MAKASSAR Aji Marwadi, Awwal Raafiandy, Ruth Bunga	515
68. BIOFLOTASI BIJIH TEMBAGA : KADAR MENINGKAT TANPA REAGEN KIMIA (APLIKASI BAKTERI MIXOTROF PENGOKSIDASI SULFUR) Tri Wahyuningsih, Edy Sanwani, Siti Khodijah Chaerun	523
69. STUDI PENGGUNAAN BACKFILL PADA TAMBANG BAWAH TANAH KENCANA PENGARUH TERHADAP LINGKUNGAN PT. NUSA HALMAHERA MINERAL KEC. KAO KAB. HALMAHERA UTARA PROVINSI MALUKU UTARA Saif Ridfan Rumata, Apip Supriatso	529
70. ANALISIS ALIRAN AIRTANAH KE DALAM INFRASTRUKTUR TAMBANG BAWAH TANAH DARI BADAN BIJIH YANG TERHUBUNG HIDRAULIK DENGAN AIR PERMUKAAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA Dwi Tama Nurcahya, Lilik Eko Widodo, Irwan Iskandar.....	536
71. POTENSI PEMANFAATAN BETON GEOPOLIMER UNTUK PENYANGGAN PADA TAMBANG BAWAH TANAH Jance Murdjani Supit, Jacson Victor Morin	544
72. PENENTUAN KEMAMPUGALIAN MATERIAL PADA RENCANA PENAMBANGAN BIJIH EMAS PT. GORONTALO SEJAHTERA MINING DI GUNUNG PANI,KABUPATEN POHUWATU, PROVINSI GORONTALO Kristanto Jiwo S	548
73. EVALUASI TEKNIK CONTROLLED BLASTING DI AREA PELEDAKAN FINAL SLOPE PIT TUTUPAN SELATAN PT. PAMAPERSADA NUSANTARA JOBSITE ADARO INDONESIA Prima Ade Sukrono, A.A Inung Arie Adnyano	554
74. KAJIAN TEKNIS MEKANISME PENIMBUNAN BATUBARA DI STOCKPILE TERHADAP PENGARUH KUALITAS BATUBARA DI PT. INJATAMA KECAMATAN KETAHUN KABUPATEN BENGKULU UTARA PROVINSI BENGKULU Wahyudhy K. Sianipar, A.A Inung Arie Adnyano	562

DAFTAR ISI

<p>75. KARAKTERISTIK ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA DAERAH MADANG DAN SERAKAMAN TENGAH, PULAU SEBUKU, KALIMANTAN SELATAN Yudi Syahputra, Aulia Sabria Damayani</p>	570
76. APLIKASI METODE DIPOLE-DIPOLE UNTUK PERHITUNGAN CADANGAN BAHAN GALIAN STUDI KASUS: BATUGAMPING SEPINGTIANG, SUMATERA SELATAN Bayu Rahmanto, Bella Wijdani Sakina, Joko Soesilo, Sutarto, Achmad Subandrio
	576

PENGARUH WAKTU PRODUKSI TERHADAP HASIL PERKIRAAN ORIGINAL OIL IN PLACE MENGGUNAKAN PERSAMAAN MATERIAL BALANCE: STUDI KASUS RESERVOIR PB LAPANGAN PBLB

Yosaphat SUMANTRI¹, Sunindyo¹, Indah WIDIYANINGSIH¹, Molensky JULISDAYANI²

¹ Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta

² Alumni Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta 55285

e-mail : yos.sumantri@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Bila data tekanan dan produksi cukup lengkap, selain menggunakan metode Volumetrik, harga Original Oil In Place (OOIP) dapat juga dihitung menggunakan metode Material Balance. Hasil metode Material Balance bisa berubah seiring berjalananya waktu. Sampai Desember 2011 Reservoir "PB" telah berproduksi selama 36 tahun. Pada awal produksi terdapat 4 sumur produksi dan menjadi 12 sumur pada puncak produksinya, tetapi pada Desember 2011 hanya berproduksi dari 3 sumur. Penelitian ini bertujuan menganalisa hubungan antara hasil perkiraan OOIP menggunakan metode Material Balance terhadap waktu produksi dan luas daerah reservoir yang terkuras.

Perhitungan OOIP menggunakan persamaan material balance garis lurus Havlena-Odeh dilakukan pada 4 periode waktu produksi, yaitu akhir tahun ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36. Reservoir "PB" bertenaga dorong water drive, sehingga pada masing-masing periode perlu dicari model aquifer dan kombinasi harga konstanta A dan perbandingan radius aquifer terhadap radius reservoir (rD) yang tepat secara coba-coba. Berdasarkan harga A dan rD yang tepat kemudian ditentukan harga OOIP dan konstanta perembesan air (C).

Perhitungan OOIP dengan menggunakan persamaan Material Balance garis lurus Havlena-Odeh pada keempat periode produksi menunjukkan bahwa harga OOIP metode Material Balance semakin mendekati harga OOIP hasil metode Volumetrik seiring dengan semakin luasnya daerah reservoir yang terkuras. Sedangkan, model aquifer yang sesuai untuk Reservoir "PB" adalah model Unsteady State van Everdingen-Hurst dengan finite aquifer.

Kata kunci: OOIP, Material Balance, aquifer

ABSTRACT

When the pressure and production data is adequate, in addition to the Volumetrics method, the Original Oil in Place (OOIP) calculated by the Material Balance method. The results of the Material Balance method may change over time. Until December 2011 the "PB" field has been produced for 36 years. At the beginning of production period there were 4 production wells and 12 wells at the peak of production, but in December 2011 only produced from 3 wells. This study aims to analyze the relationship between OOIP estimation resulted from the Material Balance method toward the production time and the depleted reservoir area.

The OOIP calculation using the straight-line material balance of Havlena-Odeh is done at 4 time periods of production, ie the end of the 10th, 20th, 30th and 36th years. The "PB" field powered by a water drive, so in each period it is necessary to find the aquifer model and the combination of constant A value and the aquifer radius ratio against the appropriate reservoir (RD) radius by trial and error. Based on the correct A value and rD then we can determine the OOIP and the water permeability constant (C).

OOIP calculation using the Havlena-Odeh straight line Material Balance method in the four production periods shows that the results are getting closer to the OOIP calculated by the Volumetrics method as the wider part of the reservoir is drained. Meanwhile, the appropriate aquifer model for the "PB" field is the Unsteady State of the van Everdingen-Hurst model with a finite aquifer.

Keywords: OOIP, Material Balance, aquifer.

I. PENDAHULUAN

Ada dua metode untuk menghitung *Original Oil in Place* (OOIP) dari suatu reservoir, yaitu metode Volumetrik dan metode *Material Balance*. Salah satu kelemahan metode *Volumetric* adalah kemungkinan ketidak-akuratan dalam penentuan harga parameter yang digunakan dalam perhitungan seperti: luas reservoir, ketebalan reservoir, dan sifat fisik batuan (porositas dan saturasi fluida), yang sangat dipengaruhi oleh kualitas dan jumlah data yang diperoleh. Metode *material balance*, selain menggunakan parameter sifat fisik batuan (kompresibilitas dan saturasi fluida), juga menggunakan sifat fisik fluida, data produksi fluida (minyak, gas dan air) dan tekanan reservoir yang merupakan fungsi waktu produksi. Metode *material balance* memiliki kelemahan, yaitu bahwa metode ini didasarkan pada asumsi-asumsi, antara lain:

- 1) Reservoir merupakan satu kesatuan sehingga perhitungan tidak tergantung pada jumlah sumur produksi,
- 2) Keseimbangan tekanan terdapat pada seluruh bagian reservoir,

Pada kenyataan di lapangan, setiap sumur minyak memiliki daerah pengurasan tertentu dan terbatas, sehingga untuk dapat menguras secara optimal suatu reservoir diperlukan sejumlah sumur tertentu. Pada umumnya, masing-masing sumur dibor tidak dalam waktu yang bersamaan, semakin lama umur suatu lapangan semakin banyak jumlah sumurnya. Dengan kata lain, semakin lama umur suatu lapangan maka semakin luas total daerah pengurasan sumur. Disamping itu, sebagai akibat daerah pengurasan setiap sumur terbatas maka penurunan tekanan reservoir yang besar terjadi di daerah-daerah yang telah terkuras oleh sumur, sementara di daerah-daerah yang belum terkuras, tekanan reservoir tidak berkurang.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan perhitungan OOIP reservoir minyak "PB" Lapangan "PBLB" menggunakan metode *Material Balance* sesuai dengan mekanisme pendorong reservoir yang bekerja. Perhitungan OOIP dilakukan pada beberapa periode waktu produksi, kemudian hasil-hasilnya dianalisa dan dibandingkan dengan hasil perhitungan metode Volumetrik. Sedangkan, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pertambahan waktu produksi dan luas daerah reservoir yang terkuras terhadap perbandingan antara OOIP hasil perhitungan metode *Material Balance* bila dengan OOIP hasil perhitungan metode Volumetrik.

II. METODE PENELITIAN

Perhitungan atau perkiraan OOIP dengan metode Volumetrik didasarkan pada persamaan sebagai berikut (Amyx, et. al., 1960; Craft dan Hawkins, 1959):

$$N = \frac{7758 \phi V_b (1 - S_{wi})}{B_{oi}} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Sedangkan, untuk memperkirakan OOIP dengan metode Material Balance perlu diketahui terlebih dahulu jenis mekanisme pendorong yang bekerja pada reservoir berdasarkan harga Drive Index (DI) yang dominan. Sumantri dan Sunindyo (2013) menyarankan bila $P_i \geq P_b$, sehingga $B_{ti} = B_{oi}$, maka harga DI bisa dihitung dengan menggunakan persamaan Craft (Craft dan Hawkins, 1959) sebagai berikut:

a. *Depletion Drive Index* (DDI)

$$DDI = \frac{N(B_t - B_{ti})}{N_p [B_t + (R_p - R_{si})B_g]} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

b. *Segregation Drive Index* (SDI)

$$SDI = \frac{\frac{mNB_{ti}}{B_{gi}} (B_g - B_{gi})}{N_p [B_t + (R_p - R_{si})B_g]} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

c. *Water Drive Index* (WDI)

$$WDI = \frac{(W_e - W_p B_w)}{N_p [B_t + (R_p - R_{si})B_g]} \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

Setelah jenis mekanisme pendorong reservoir diketahui, kemudian dilakukan perkiraan OOIP berdasarkan persamaan *Material Balance*. Persamaan *Material Balance Umum* dapat ditulis sebagai berikut:

$$N = \frac{N_p(B_o + (R_p - R_s)B_g) - (W_e - W_p.B_w)}{(B_o - B_{oi}) + m.B_{oi}\left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1\right) - (R_{si} - R_s)B_g + (1+m)B_{oi}\left(\frac{C_w.S_{wi} + C_f}{1 - S_{wi}}\right)\Delta P} \quad \dots \dots \dots (5)$$

Havlena-Odeh (1963) mengelompokkan parameter-parameter pada Pers. (5) ke dalam term-term: F (*net production*), E_o (*oil expansion*), E_c (*formation and water expansion*), dan E_g (*gas expansion*) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F &= N_p [B_o + (R_p - R_s)B_g] + B_w W_p ; \\ E_o &= (B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s)B_g ; \\ E_c &= (1+m)B_{oi} \left[\frac{C_w S_{wi} + C_f}{1 - S_{wi}} \right] \Delta P ; \text{ dan} \\ E_g &= B_{oi} \left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1 \right) \end{aligned}$$

Sehingga Per. (5) dapat diubah bentuknya dan ditulis menjadi:

$$F = N [E_o + mE_g + E_c] + W_e \quad \dots \dots \dots (6)$$

Perhitungan harga OOIP (N) dengan metode Havlena-Odeh dilakukan pada beberapa periode waktu produksi, seperti pada perhitungan harga *drive index*, yaitu pada akhir waktu produksi tahun ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36. Pada masing-masing periode, dilakukan perhitungan *water influx* dengan beberapa kombinasi harga konstanta waktu tak berdimensi (A) dan jari-jari tak berdimensi (r_D) secara coba-coba untuk mendapatkan harga A dan r_D yang tepat. Dengan harga A dan r_D yang diperoleh kemudian dapat ditentukan besarnya harga OOIP *material balance* dan konstanta perembesan air (C) berdasarkan prosentase kesalahan regresi (V) terkecil.

Dengan semakin besarnya kumulatif produksi suatu sumur, semakin besar radius pengurusan dan luas daerah pengurasa sumur. Radius pengurasan sumur (dalam ft) bisa dihitung dengan persamaan:

$$r_d = \sqrt{\frac{43560(N_p B_o)}{7758\pi h\phi(1 - S_{wi} - Sor)}} \quad \dots \dots \dots (7)$$

Setelah radius pengurasan dapat dihitung, kemudian luas daerah pengurasan sumur (dalam acre) dapat dihitung, yaitu dengan persamaan:

$$A = \pi r_d^2 / 43560 \quad \dots \dots \dots (8)$$

Total luas daerah pengurasan sumur pada suatu saat merupakan luas daerah reservoir yang terkuras sampai saat itu. Dengan demikian, maka dapat dihitung luas daerah reservoir yang bisa terkuras pada sampai akhir tahun produksi ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36. Kemudian, dibuat grafik hubungan antara perbandingan luas daerah yang terkuras dengan luas reservoir terhadap perbandingan antara hasil perhitungan OOIP metode *Material Balance* garis lurus Havlena Odeh dengan hasil perhitungan OOIP metode Volumetrik, pada 4 periode waktu produksi, yaitu pada akhir tahun ke-10, ke-20, ke-30, dan ke-36, sehingga dapat dianalisa hubungan antara waktu produksi, luas daerah reservoir yang terkuras, dan perbandingan antara hasil perhitungan OOIP metode *Material Balance* dengan hasil perhitungan OOIP metode Volumetrik. Secara skematis, metode penelitian digambarkan melalui **Diagram 1**.

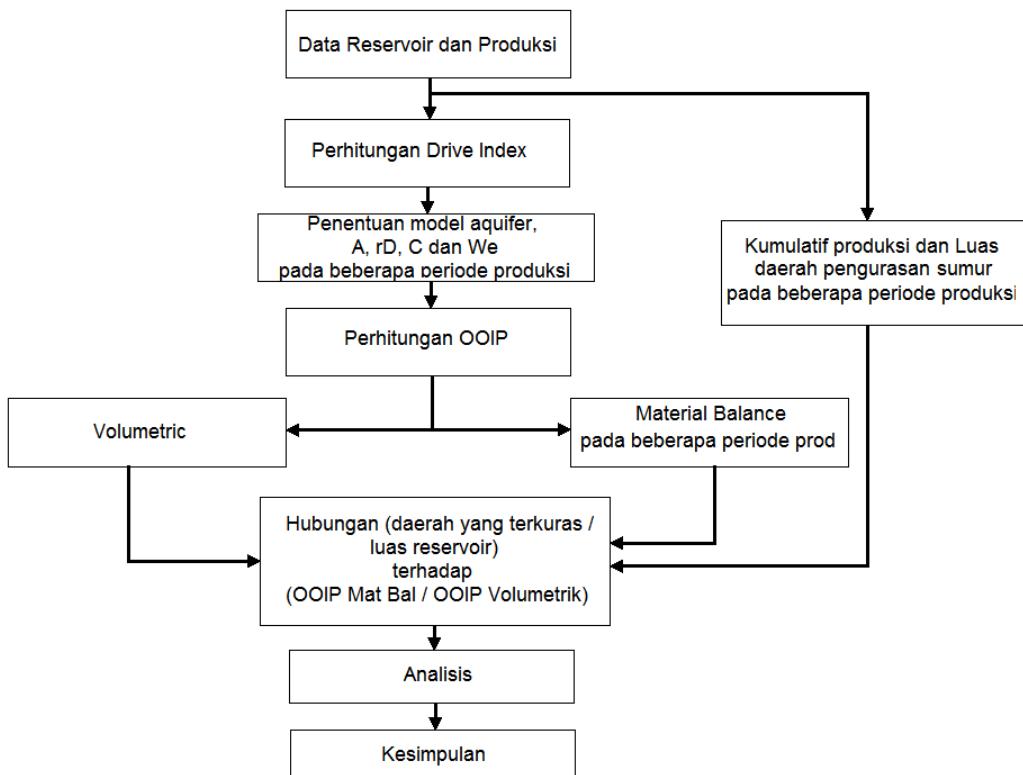


Diagram 1. Metodologi Penelitian

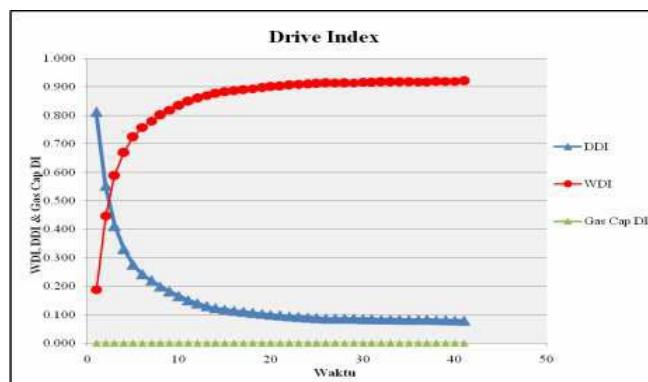
III. HASIL

Perhitungan Volumetrik Reservoir “PB”

Reservoir “PB” tidak mempunyai tudung gas awal dan tekanan awal reservoir = tekanan gelembung minyak, yaitu 2044 psia. Kumulatif produksi fluida sampai dengan Maret tahun 2011 adalah: minyak = 3,074.17 MSTB, air = 11,834.93 MSTB dan gas = 12,992,806.6 MSCF. Berdasarkan perhitungan Volumetrik, Reservoir “PB” memiliki OOIP sebesar 17,866.78 MSTB.

Perhitungan OOIP dengan metode *Material Balance*

Hubungan antara Tenaga Pendorong terhadap Waktu untuk Reservoir “PB” disajikan pada **Gambar 1**. Dapat dilihat bahwa selama 2 tahun pertama, *depletion drive* merupakan tenaga pendorong yang dominan. Namun, setelah itu tenaga pendorong tenaga pendorong air (*water drive*) menjadi dominan dengan *water drive index* yang meningkat terus dan mencapai 92 % pada tahun 2011 (tahun produksi ke 36).



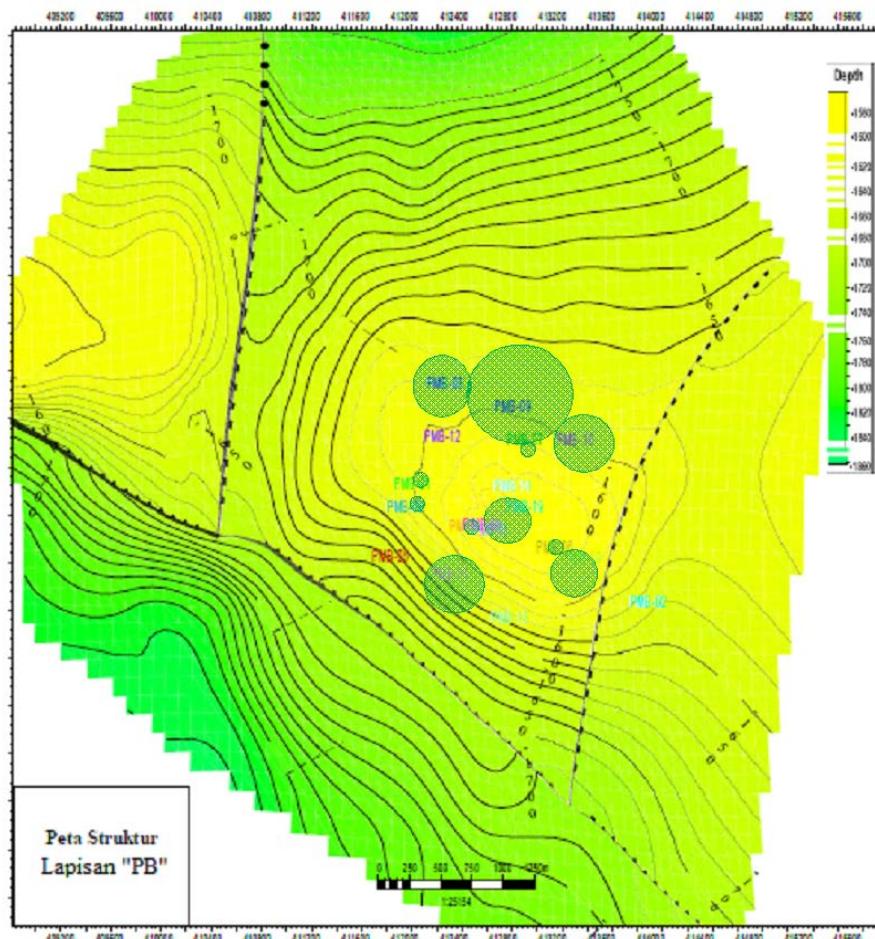
Gambar 1. Plot *Drive Index* Reservoir “PB” terhadap Waktu

Berdasarkan model aquifer aliran tidak-mantap (*unsteady state*) didapat harga N (OOIP) yang berbeda pada setiap periode waktu produksi. Penentuan harga N (OOIP) tersebut berdasarkan *standar deviasi* (V) terkecil yang diperoleh dari hasil perhitungan. Harga OOIP, rD , A dan Cv pada akhir tahun ke-10, ke-20, ke-30, dan ke-36 dapat dilihat pada **Tabel 1**. Terlihat bahwa model perembesan air yang sesuai bagi Reservoir “PB” Lapangan “PBLB” adalah model aliran tidak-mantap (*unsteady state*)-finite acting Van Everdingen-Hurst.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Parameter Aquifer dan OOIP Material Balance

Waktu Produksi (Tahun)	rD	A	V (%)	OOIP _{MBAL} (MSTB)
10	8	9	0.95	9,276
20	8	5	1.53	10,203
30	8	5	1.73	10,546
36	8	7	2.71	11,574

Sedangkan, untuk memberi gambaran luas daerah pengurasan masing-masing sumur di dalam area Reservoir “PB” maka dibuat *Bubble Map* luas daerah pengurasan masing-masing sumur pada akhir tahun ke-36, seperti ditampilkan pada **Gambar 2**. Terlihat bahwa sumur-sumur yang ada memiliki luas daerah pengurasan yang berbeda-beda dan belum bisa menguras seluruh bagian reservoir, yaitu total hanya 60.5 % dari luas reservoir (**Tabel 3**).



Gambar 2. Bubble Map Reservoar “PB” Lapangan “PBLB”

Perhitungan Radius dan Luas Daerah Pengurasan Sumur-Sumur Reservoir “PB”

Berdasarkan data produksi sumur dari Januari 1956 sampai dengan Maret 2011, atau tahun produksi ke-36 (Lampiran-1) dapat dibuat tabel kumulatif produksi sumur-sumur yang pernah berproduksi dari Reservoir “PB” sampai akhir tahun produksi ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36. Kemudian dengan Pers. (7) dapat dihitung dan radius pengurasan masing-masing sumur, seperti disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Produksi Kumulatif dan Radius Pengurasan Sumur Reservoir “PB”

Waktu Produksi (Tahun)	PMB-01		PMB-03		PMB-06		PMB-07		PMB-09		PMB-10		PMB-11		PMB-16		PMB-19		PMB-20	
	Np (STB)	r _d (ft)																		
	10	0	0	154648	302	0	0	2765	40	896124	727	205590	348	312290	429	0	0	0	0	0
20	0	0	183751	329	0	0	2765	40	976250	758	348029	453	312290	429	0	0	0	0	0	0
30	1980	34	183751	329	0	0	2765	40	1082999	798	364622	463	312290	429	0	0	0	0	0	0
36	1980	34	183751	329	2689	40	2765	40	1099186	804	364622	463	312290	429	58037	185	44593	162	3296	44

Berdasarkan harga-harga radius masing-masing sumur pada **Tabel 2**, selanjutnya dapat dihitung total radius, dan dengan menggunakan Pers. (8) dapat dihitung total luas daerah reservoir yang terkuras (*drained area*) sampai akhir tahun produksi ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36, seperti disajikan pada **Tabel 3**. Pada **kolom 5 Tabel 3** ditampilkan juga harga perbandingan Luas Daerah yang Terkuras terhadap Luas Reservoir “PB”. Sedangkan, pada **kolom 7 Tabel 3** disajikan harga perbandingan antara OOIP hasil metode *Material Balance* (OOIP_{MB}) terhadap OOIP hasil metode Volumetrik (OOIP_{Vol}).

Tabel 3. Luas Daerah Reservoir yang Terkuras dan Harga (OOIP_{MB} / OOIP_{Vol}) Reservoir “PB”

Waktu Produksi (Tahun)	Skala Reservoir					
	Np Reservoir (MSTB)	Total Radius Pengurasan (ft)	Luas Daerah yang Terkuras (acre)	(Luas Daerah yang Terkuras/ Luas Reservoir) (%)	OOIP _{MB} (MSTB)	(OOIP _{MB} /OOIP _{Vol}) (%)
10	1571.417	1846,65	245,82	32,24	9276.00	51,92
20	1823.085	2008,98	290,93	38,15	10203.00	57,11
30	1948.407	2093,65	315,97	41,44	10546.00	59,03
36	2073.208	2529,75	461,31	60,50	11574.00	64,78

Berdasarkan harga-harga dari **Tabel 3** juga dapat dibuat tabel hubungan antara prosentase luas daerah reservoir yang terkuras terhadap prosentase perbedaan antara harga OOIP metode Material Balance dengan OOIP metode Volumetrik, seperti disajikan pada **Tabel 4**. Kemudian berdasarkan **Tabel 4** dapat dibuat grafik plot antara prosentase perbedaan antara harga OOIP metode Material Balance dengan OOIP metode Volumetrik (OOIP_{Vol} -OOIP_{MB} / OOIP_{Vol}) terhadap prosentase luas daerah reservoir yang terkuras (Luas Daerah yang Terkuras / Luas Reservoir), seperti disajikan pada **Gambar 4**.

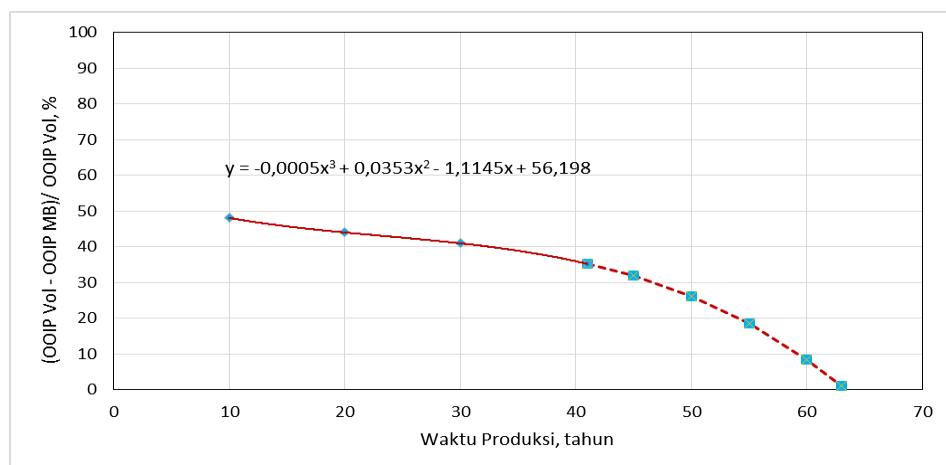
Tabel 4. Luas Daerah Reservoir yang Terkuras dan Harga (OOIP_{Vol} -OOIP_{MB} / OOIP_{Vol})

Waktu Produksi (Tahun)	Skala Reservoir		
	Luas Daerah yang Terkuras (acre)	(Daerah yang Terkuras / Luas Reservoir) (%)	(OOIP _{Vol} -OOIP _{MB} / OOIP _{Vol}) (%)
10	245.82	32.24	48.08
20	290.93	38.15	44.01
30	315.97	41.44	40.97
36	461.31	60.50	35.22

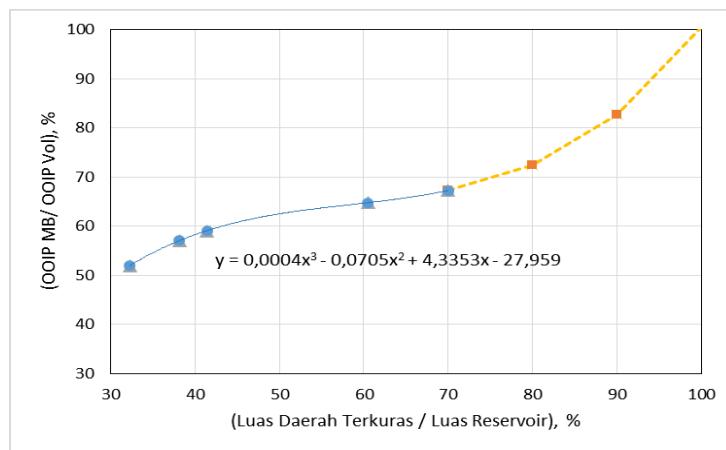
Hubungan Daerah yang Terkuras dengan Perhitungan OOIP Metode Material Balance

Hasil perkiraan N atau *Original Oil In Place* (OOIP) dapat berubah sesuai dengan data yang tersedia saat itu, seiring dengan jumlah data produksi fluida (minyak, air dan gas) dan tekanan reservoir yang semakin bertambah. Pada penelitian ini, harga OOIP dihitung dengan menggunakan persamaan *Material Balance* metode garis-lurus Havlena-Odeh. Perhitungan dilakukan berulang-ulang, yaitu pada akhir tahun produksi ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36 agar dapat dilihat hubungan antara hasil perkiraan OOIP menggunakan metode *Material Balance* terhadap waktu produksi dan perbandingannya dengan hasil perhitungan menggunakan metode Volumetrik.

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dibuat plot antara perbandingan OOIP *Material Balance* dengan OOIP Volumetrik terhadap waktu produksi, seperti diperlihatkan pada **Gambar 2**. Demikian juga, dapat dibuat plot antara perbandingan OOIP *Material Balance* dengan OOIP Volumetrik terhadap perbandingan daerah yang terkuras oleh sumur-sumur dengan total luas reservoir, seperti diperlihatkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Plot (OOIP_{MB}/OOIP_{Vol}) terhadap Waktu Produksi



Gambar 4. Plot (OOIP_{MB}/OOIP_{Vol}) terhadap (Luas Daerah Terkuras/Luas Reservoir)

IV. PEMBAHASAN

Reservoir "PB" telah berproduksi sejak tahun 1956. Meskipun Reservoir "PB" berproduksi sejak Januari 1956, tetapi karena tidak berproduksi secara terus-menerus maka sampai Maret 2011 hanya berproduksi secara efektif selama 36 tahun. Sampai dengan akhir tahun produksi ke-36 Reservoir "PB" menghasilkan kumulatif produksi minyak (Np) sebesar

3.07 MMSTB, kumulatif produksi air (W_p) sebesar 11.84 MSTB, dan kumulatif produksi gas (G_p) sebesar 12.99 BSCF. Reservoir "PB" merupakan reservoir jenuh (*saturated*), dimana $P_i = P_b$, yaitu 2044 psia, dan tidak memiliki tudung gas awal. Tenaga pendorong yang dominan selama 2 tahun pertama adalah *solution (depletion) drive* (**Gambar 1**). Setelah berproduksi selama 3 tahun, tenaga pendorong yang bekerja pada reservoir ini mulai dominan *water drive* dan selanjutnya *water drive index* terus meningkat (**Gambar 1**). *Water Cut* juga meningkat terus (**Lampiran-1**).

Perhitungan *Original Oil In Place* dengan Metode Volumetrik

Perhitungan OOIP secara volumetrik dilakukan sejak awal reservoir diproduksikan berdasarkan data geologi. Parameter yang dipakai dalam persamaan volumetrik (porositas, saturasi air, dan faktor volume formasi awal merupakan data hasil pengukuran di laboratorium yang nilainya bersifat *random variabel* yang harganya memiliki rentang (*range*) tertentu sehingga harus dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan 1 (satu) harga yang mewakili masing-masing parameter. Dengan demikian, perhitungan dengan menggunakan metode Volumetrik sebenarnya masih perlu dievaluasi ulang bila diperoleh data tambahan, misal karena ada pemboran sumur-sumur baru sehingga diperoleh tambahan data ketebalan dan porositas yang bisa megubah harga ketebalan rata-rata dan porositas rata-rata batuan reservoir.

Seiring adanya penambahan sumur yang menghasilkan data sifat fisik batuan, yaitu dengan ditajaknya sumur X-19, maka dilakukan koreksi terhadap luas serta ketebalan batuan Reservoir "PB" dan perkiraan harga OOIP secara volumetrik kembali dilakukan pada Mei 2009 untuk mengoreksi harga OOIP Volumetrik hasil perhitungan sebelumnya. Koreksi tersebut menghasilkan harga OOIP Volumetrik sebesar 17,866.78 MSTB.

Biasanya metode *Material Balance* digunakan sebagai *cross check* terhadap hasil perhitungan dengan metode Volumetrik. Tetapi, dalam penelitian ini dianggap harga OOIP yang dihitung dengan metode Volumetrik sudah benar, sehingga bisa digunakan untuk pembanding terhadap hasil perhitungan OOIP dengan metode *Material Balance*.

Persamaan *Material Balance* yang digunakan untuk Reservoir "PB"

Persamaan material balance mempunyai berbagai asumsi, diantaranya reservoir dianggap sebagai suatu tangki, homogen, isothermal, reservoir merupakan suatu kesatuan, terjadi keseimbangan fasa secara sempurna, dan tidak terjadi reaksi antara fluida reservoir dengan batuan reservoir. Reservoir "PB" Lapangan "PBLB" dianggap sebagai suatu kesatuan, sehingga dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan *material balance* dan di dalam penelitian ini digunakan metode garis-lurus Havlena-Odeh.

Perkiraan harga OOIP dimulai dengan menentukan persamaan *material-balance* yang memenuhi kondisi reservoir yang bersangkutan. Persamaan yang memenuhi kondisi Reservoir "PB" adalah persamaan *material-balance* untuk reservoir tanpa tudung gas awal dan terdapat perembesan air. Langkah perhitungan selanjutnya adalah memastikan bahwa mekanisme pendorong yang bekerja pada Reservoir "PB" merupakan *water drive*. Penentuan mekanisme pendorong ini dapat ditentukan berdasarkan besarnya harga *drive index*. Hasil perhitungan *drive index* menunjukkan bahwa lapisan ini mempunyai tenaga pendorong *water drive* yang dominan setelah berproduksi selama 3 tahun dan *water drive index* meningkat terus sampai mencapai 92 % pada tahun produksi ke-36 (**Gambar 1**).

Menentukan Model Perembesan Air dan OOIP dengan *Material Balance* Metode Havlena-Odeh

Setelah mekanisme pendorong yang bekerja pada Reservoir "PB" diketahui, selanjutnya perhitungan dilanjutkan dengan menentukan model perembesan air yang memenuhi kinerja Reservoir "PB". Pada reservoir *water drive*, jumlah air yang masuk (*water influx*) ke dalam zona minyak tidak diketahui. Hal ini menyebabkan model perembesan air dari *aquifer* ke dalam reservoir, yang mencakup besarnya konstanta perembesan air (C_v) dan perbandingan antara

jari-jari sumur dengan jari-jari *aquifer* (rD) tidak bisa ditentukan dengan tepat. Besaran-besaran tersebut sangat dibutuhkan untuk mendapatkan model *aquifer* yang paling tepat (paling selaras dengan kondisi aktual) untuk diterapkan pada Reservoir "PB".

Metode Havlena-Odeh menghitung secara simultan besarnya OOIP dan besarnya konstanta perembesan air. Model perembesan air yang dicoba digunakan meliputi model *Schilthuis (steady state)* dan model *Van Everdingen-Hurst (unsteady state)*, dengan bentuk *aquifer finite* maupun *infinite*, untuk menentukan model perembesan air dan *Original Oil In Place..*

Berdasarkan proses coba-coba tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa model *aquifer* untuk Reservoir "PB" adalah model *unsteady-state* dengan bentuk aquifer terbatas (*finite acting*) dari *van Everdingen-Hurst* (VEH), dimana didapatkan parameter: konstanta waktu aquifer (A), jari-jari aquifer tak-berdimensi (rD), OOIP serta persen kesalahan regresi terkecil (V) yang diperoleh pada akhir tahun ke-10, ke-20, ke-30 dan ke-36, seperti bisa dilihat pada **Tabel 1**. Harga rD tetap = 8, sedangkan harga A berubah-ubah, yaitu: berharga 9 pada tahun ke-10, 5 pada tahun ke-20 sampai ke-30, dan naik lagi menjadi 7 pada tahun-ke-36.

Hasil perhitungan OOIP dengan metode *Material Balance* garis-lurus Havlena-Odeh semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu produksi, yaitu: 9,275 MSTB pada tahun ke-10, 10,203 MSTB pada tahun ke-20, 10,546 MSTB pada tahun ke-30, dan menjadi 11,574 MSTB pada tahun-ke-36.

Hubungan OOIP Metode *Material Balance* dengan OOIP Metode Volumetrik

Dalam penelitian ini peneliti mencoba untuk membandingkan hasil perhitungan OOIP metode *Material Balance* garis-lurus Havlena-Odeh (OOIP_{MB}) dengan metode Volumetrik (OOIP_{Vol}) pada 4 periode waktu produksi, yaitu: 10 tahun, 20 tahun, 30 tahun dan 36 tahun. Hasil perkiraan OOIP dengan metode volumetrik pada Mei 2009 (17,866.78 MSTB) digunakan sebagai pembanding yang dianggap akurat atau mendekati harga OOIP sebenarnya.

Dari **Tabel 3** dapat diamati bahwa perbandingan hasil perhitungan OOIP metode *Material Balance* garis-lurus Havlena-Odeh dengan metode Volumetrik semakin besar dengan bertambahnya waktu produksi efektif Reservoir "PB". Pada akhir waktu produksi ke-10 tahun harga ($\text{OOIP}_{\text{MB}} / \text{OOIP}_{\text{Vol}}$) adalah 51.92 %, kemudian meningkat menjadi 57.11 % pada akhir tahun produksi ke-20, 59.03 % pada akhir tahun produksi ke-30, dan menjadi 64.78 pada akhir tahun produksi ke-34.

Perubahan yang cukup besar dari tahun ke-0 sampai akhir tahun ke-10 disebabkan ada 7 sumur (PMB-06, PMB-09, PMB-10, PMB-16, PMB-19, dan PMB-20) yang berproduksi pada periode ini. Sedangkan, perubahan yang relatif kecil dari akhir tahun ke-20 sampai akhir tahun ke-30 disebabkan hanya ada 3 sumur yang berproduksi (PMB-01, PMB-09, dan PMB-10) pada periode tersebut. Perubahan yang cukup besar dari akhir tahun ke-30 sampai akhir tahun ke-36 disebabkan ada 5 sumur yang berproduksi (PMB-06, PMB-09, PMB-16, PMB-19 dan PMB-20) pada periode tersebut. Sumur PMB-16, PMB-19, dan PMB-20 adalah sumur-sumur yang baru yang cukup produktif yang dibor pada periode setelah tahun ke-30.

Gambar 3 memperlihatkan secara grafis hubungan ($\text{OOIP}_{\text{Vol}} - \text{OOIP}_{\text{MB}}$)/ OOIP_{Vol} terhadap Waktu Produksi. Berdasarkan titik-titik data dapat dibuat persamaan garis korelasi antara ($\text{OOIP}_{\text{Vol}} - \text{OOIP}_{\text{MB}}$)/ OOIP_{Vol} terhadap Waktu Produksi. Bila ($\text{OOIP}_{\text{Vol}} - \text{OOIP}_{\text{MB}}$)/ OOIP_{Vol} diplot pada Sumbu y dan Waktu Produksi diplot pada Sumbu x, maka persamaan garis korelasinya adalah:

$$y = -0.0005 x^3 + 0.0353 x^2 - 1.1145 x + 56.198 \dots \dots \dots (9)$$

Berdasarkan Pers. (9) ini, bila setelah waktu produksi 36 tahun, atau setelah Maret 2011 laju produksi reservoir dipertahankan tetap (melalui sumur-sumur yang sudah ada atau ditambah sumur-sumur baru), maka harga ($\text{OOIP}_{\text{Vol}} - \text{OOIP}_{\text{MB}}$)/ OOIP_{Vol} akan = 0 pada setelah waktu produksi mencapai 63 tahun, atau sampai April tahun 2038.

produksi = 9,276 MSTB, periode 20 tahun produksi = 10,203 MSTB, periode 30 tahun produksi = 10,546 MSTB, dan periode 36 tahun produksi = 11,574 MSTB.

4. Besarnya prosentase perbandingan OOIP *Material Balance* terhadap OOIP Volumetrik pada periode 10 tahun, 20 tahun, 30 tahun dan 36 tahun masa produksi berturut-turut adalah sebesar: 51.92%, 57.11%, 59.03% dan 64.78%.
5. Besarnya prosentase perbedaan OOIP *Material Balance* terhadap OOIP Volumetrik pada periode 10 tahun, 20 tahun, 30 tahun dan 36 tahun masa produksi berturut-turut adalah sebesar: 48%, 44%, 40% dan 35%.
6. Besarnya prosentase luas daerah reservoir yang terkuras pada periode 10 tahun, 20 tahun, 30 tahun dan 36 tahun masa produksi berturut-turut adalah sebesar: 32.24%, 38.15%, 41.44% dan 60.50%.
7. Semakin lama suatu reservoir berproduksi maka hasil perkiraan OOIP menggunakan metode *Material Balance* semakin mendekati harga OOIP metode Volumetrik, atau harga *Original Oil in Place* sebenarnya.
8. Harga OOIP yang dihitung menggunakan metode *Material Balance* sama dengan harga OOIP yang dihitung menggunakan metode Volumetrik, atau harga OOIP sebenarnya, bila seluruh daerah reservoir dapat terkuras oleh sumur-sumur produksi yang ada.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed Tarek, "**Reservoir Engineering Handbook**", 3rd Ed., Elsevier Inc., 2006.
2. Amyx, J.W., D.M. Bass, Jr. and R.L. Whiting, "**Petroleum Reservoir Engineering-Physical Properties**", McGraw-Hill Book Company, New York- Toronto-London, 1960.
3. Clark, N.J, "**Element of Petroleum Reservoir**", Revision Edition, American Institute of Mining, Metalurgical and Petroleum Engineering, Inc., DallasTexas, 1969.
4. Craft, B. C. and Hawkins, M.F., "**Applied Petroleum Reservoir Engineering**", Prentice Hall, Englewoods Cliffs, New Jersey, 1959.
5. Koesoemadinata, "**Laporan Akhir Jasa Studi Geologi Geofisika Dan Simulasi Reservoir (GG&R) Lapangan "X"**", Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Trisakti, 1980.
6. L.P. Dake, "**Fundamental of Reservoir Engineering Seventeenth Impression**", Amsterdam, The Netherlands, 1998.
7. Slider, H.C., "**Practical Petroleum Reservoir Engineering Methods**", Petroleum Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1976.
8. Sumantri, Y., dan Sunindyo, "**Kemungkinan Kesalahan di Dalam Penggunaan Persamaan Material Balance dan Drive Index**", Semnas Kebumian VIII FTM UPN "Veteran" Yogyakarta, 2013.
9. _____, "**Teknik Reservoir – Perhitungan Cadangan Metode Material Balance**", Hand Book Pertamina, Juli 2003.
10. _____, "**Data Lapangan Minyak & Gas**", PT. PERTAMINA EP REGION SUMATRA.

LAMPIRAN-1

DATA PRODUKSI RESERVOIR “PB”

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res psia	PMB-01			PMB-03		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,0886	1951,15	0,00	0,00	0,00	154648,10	1221556,20	301,98
20	1,0865	1739,71	0,00	0,00	0,00	183750,80	1710663,80	328,85
30	1,0857	1657,63	1980,10	87173,90	34,12	183750,80	1710663,80	328,85
36	1,0851	1602,99	1980,10	87173,90	34,12	183750,80	1710663,80	328,85

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res psia	PMB-06			PMB-07		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,0886	1951,15	0,00	0,00	0,00	2765,10	4821,10	40,38
20	1,0865	1739,71	0,00	0,00	0,00	2765,10	4821,10	40,38
30	1,0857	1657,63	0,00	0,00	0,00	2765,10	4821,10	40,38
36	1,0851	1602,99	2688,80	136143,50	39,75	2765,10	4821,10	40,38

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res psia	PMB-08			PMB-09		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	17130,60	155,00	109,67
10	1,0886	1951,15	0,00	0,00	0,04	896123,90	922097,20	726,91
20	1,0865	1739,71	0,00	0,00	0,04	976250,30	1861193,20	757,98
30	1,0857	1657,63	0,00	0,00	0,04	1082999,40	4924836,80	798,04
36	1,0851	1602,99	0,00	0,00	0,04	1099185,60	5716542,10	803,78

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res psia	PMB-10			PMB-11		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,0886	1951,15	205590,20	26416,80	348,18	312289,70	450911,20	429,12
20	1,0865	1739,71	348028,60	107212,40	452,57	312289,70	450911,20	429,12
30	1,0857	1657,63	364622,20	132205,90	463,06	312289,70	450911,20	429,12
36	1,0851	1602,99	364622,20	132205,90	463,06	312289,70	450911,20	429,12

DATA PRODUKSI RESERVOIR “PB”
(Lanjutan)

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res- psia	PMB-13			PMB-16		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,0886	1951,15	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
20	1,0865	1739,71	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
30	1,0857	1657,63	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
36	1,0851	1602,99	0,00	0,00	0,04	58037,00	549958,00	184,70

Waktu Produksi Tahun	Bo RB/STB	Tek Rata- Rata Res- psia	PMB-19			PMB-20		
			Np STB	Wp STB	r _d ft	Np STB	Wp STB	r _d ft
0	1,2963	2204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1,0886	1951,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	1,0865	1739,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	1,0857	1657,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	1,0851	1602,99	44593,00	354090,00	161,90	3296,00	35624,00	44,01



FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta
Gedung Ari F. Lasut Lt. I Telp. (0274) 487814 email : semnas_ftm@upnyk.ac.id