

PROSIDING SISTEM 2019

“PERSIAPAN TEKNOLOGI DAN SDM DALAM MENYONGSONG REVOLUSI INDUSTRI 4.0”

ISSN : 2541-6987

Hak Cipta © 2019
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Jember

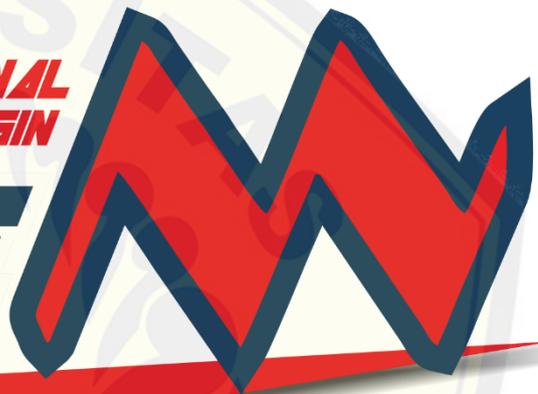
Dilarang memproduksi, mendistribusikan bagian dari publikasi ini dalam segala bentuk maupun media tanpa seijin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik - Universitas Jember

Dipublikasi dan didistribusikan oleh
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto
Jember 68121
INDONESIA

Telp. (0331) 484977
Fax. (0331) 339029
Website : www.mesin.teknik.unej.ac.id
Email : sistem@unej.ac.id

**SEMINAR NASIONAL
TEKNIK MESIN**

SISTEM



 sistem.teknik.unej.ac.id

 facebook.com/sistem.unej

 [@sistemunej](https://twitter.com/sistemunej)

 [@sistemunej](https://www.instagram.com/sistemunej)

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM) adalah acara tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Jember. Dari hasil seminar diharapkan dapat memberikan dampak secara luas kepada masyarakat, sehingga topik yang konkrit dan terbaru selalu diusung menjadi tema utama seminar. Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM) kali ini mengusung tema “Persiapan Teknologi Dan SDM Dalam Menyongsong Revolusi Industri 4.0”.

Kualitas penelitian yang baik dalam bidang Teknik Mesin memiliki kontribusi yang besar dalam meningkatkan daya saing dan inovasi industri. Melalui Seminar Nasional Teknik Mesin ini, karya-karya penelitian yang telah terkumpul diharapkan memberikan solusi efektif, efisien, dan ramah lingkungan terhadap masalah-masalah untuk menunjang keberhasilan Revolusi Industri 4.0, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing bangsa melalui penelitian dan inovasi pada bidang teknologi dan manajemen sumber daya manusia.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sebab hanya oleh karena rahmat dan anugerah-Nya maka acara Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM) dapat terselenggara. Ruang lingkup makalah pada Seminar Nasional Teknik Mesin (SISTEM) dikelompokkan menjadi empat bidang, yaitu: Konversi Energi, Manufaktur, Desain, Metalurgi dan Material. Lebih lanjut, kualitas makalah dijaga dengan baik melalui proses review yang ketat.

Akhir kata kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan prosiding SISTEM ini. Terlepas dari segala kekurangan yang ada, kiranya segenap upaya yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi kemajuan, penguasaan ilmu pengetahuan & teknologi di Indonesia dan menjadi pendorong untuk menghasilkan karya-karya penelitian lanjutan yang lebih baik.

Jember, 21 Desember 2019

Tim Editor

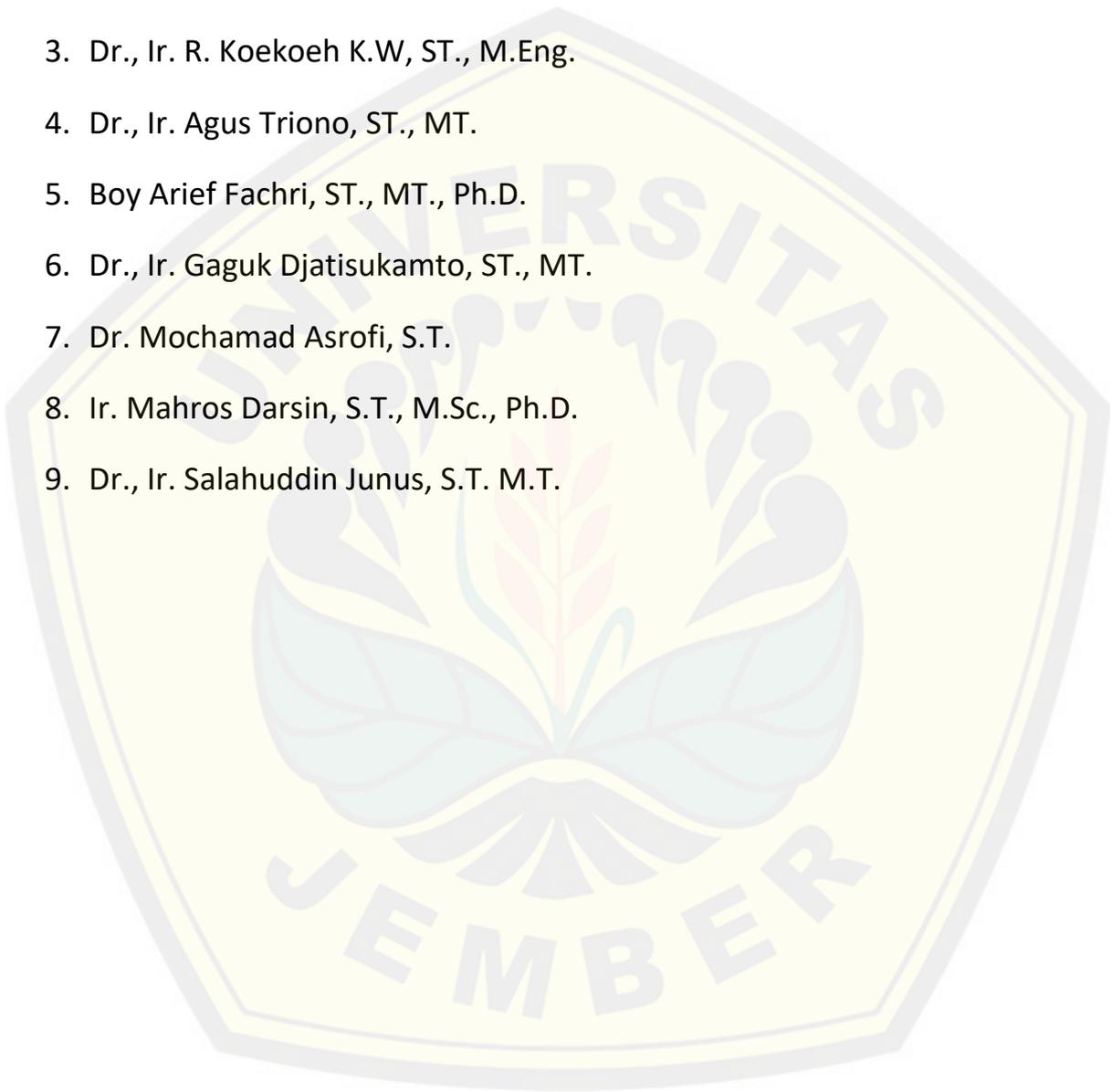
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
REVIEWER	iv
PANITIA PELAKSANA	v
INTEGRASI BAHAN BERUBAH FASE (<i>PHASE CHANGE MATERIAL</i>) UNTUK SISTEM PASIF PADA BANGUNAN	1
I M Astika ^{1*} , I N S Winaya ¹ , I D G Ary Subagia ¹ , I K G Wirawan ¹ , I G N Nitya Santhiarsa ¹ , I K Suarsana ¹ , I G N Priambadi ¹ , I G K Dwijana ¹	1
PELAPISAN (<i>ELECTROPLATING</i>) KROM KERAS PADA BAJA St.60 TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN LAPISAN	8
K Suarsana ^{1*} , I M. Astika ¹ , D.N.K Putra Negara ¹ , Putu Wijaya Sunu ²	8
RANCANG BANGUN <i>PROBE BOBBIN DIFFERENTIAL</i> UNTUK PEMERIKSNAAN TUBE 1,5 INCHI PADA EDDY CURRENT TESTING	13
Suroso ^{1*} , Anggi Sania Putri ¹ , Tasih Mulyono ¹	13
TEKSTUR PERMUKAAN KARBON AKTIF YANG DIAKTIVASI MENGGUNAKAN ASAM POSPAT DENGAN VARIASI SUHU AKTIVASI	19
Dewa Ngakan Ketut Putra Negara ^{1*} , Tjocorda Gde Tirta Nindhia ¹ , I Made Astika ¹ , Cokorda Istri Putri Kusuma Kencanawati ¹	19
ANALISA PERBANDINGAN HASIL UJI UNJUK KERJA MESIN <i>HEAVY DUTY</i> DENGAN BAHAN BAKAR EURO 4 DAN CAMPURAN EURO 4 DENGAN 30% BIODIESEL	24
Mokhtar ^{1*} , Ade Kurniawan ¹	24
ANALISA PERFORMA DAN DURABILITY THERMOELEKTRIK COOLER TYPE TEC1-12703, TEC1-12705, TEC1-12706, TEC1-12710 DAN THERMOELEKTRIK GENERATOR TYPE SP1848 27145 SA	29
Azamataufiq Budiprasojo ^{1*} , Fahrur Rosy ¹	29
PENGARUH SISTEM TEKNOLOGI MESIN PENGADUK GULA MERAH BERBASIS <i>CONTROL SYSTEM</i> DENGAN SISTEM PENGADUK MANUAL TERHADAP KAPASTITAS DAN KUALITAS GULA MERAH DI DESA REJOAGUNG KAB. BANYUWANGI	33
Chairul Anam ^{1*} , Sandryas Alief Kurniasanti ¹ dan Dian Ridlo Pamuji ¹	33
PERBANDINGAN BEDA TEKANAN FILTER (<i>DELTA PRESSURE</i>) BAHAN BAKAR B20 DAN B30 SETELAH PENYIMPANAN PADA TEMPERATUR RENDAH	36
Ihwan Haryono ^{1*} , Hari Setiapraja ¹ , Budi Rochmanto ¹ , Sigit Tri Atmaja ¹	36
KARAKTERISTIK ALIRAN DUA FASE (UDARA-AIR) MELALUI PIPA <i>SCALLOPED GROOVE HORIZONTAL</i>	42
Gufron Saiful Bachri ^{1*} , Rudy Soenoko ² , Denny Widhiyanuriyawan ²	42
KESETIMBANGAN CAIR-CAIR SISTEM TERNER DIETIL KARBONAT + ISOBUTANOL + H₂O PADA TEMPERATUR 303.15 K PADA TEKANAN ATMOSFER	46
Bagus Rizky Pratama Budiajih ^{1*} , Arina Ulfa S ¹ , Prof.Dr.Ir.I Gede Wibawa M.Eng. ²	46
ANALISIS EFEKTIFITAS HHO CARBON CLEANING DENGAN METODE PENGOLAHAN CITRA DIGITAL	50
Azamataufiq Budiprasojo ^{1*} , Abdul Ghofur Maliki ¹	50
PENGARUH PENAMBAHAN FRAKSI MOL KARBON AKTIF PADA CAIRAN JERUK NIPIS TERHADAP RESPON TEGANGAN	56

Muhammad Agung Amiruddin ^{1*} , I.N.G. Wardana ² , Yudy Surya Irawan ²	56
PERANAN VARIASI DIAMETER LUBANG NOZZLE TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN SPRAY BODIESEL MINYAK JELANTAH	60
Wigo Ardi Winarko ^{1*} , M. Asif ¹ , Dony Perdana ²	60
ANALISA KELAYAKAN INVESTASI USAHA PRODUKSI MINYAK KELAPA DI KABUPATEN ACEH SINGKIL	65
Darwin Hendri ^{1*} , Herdi Susanto ²	65
PROTOTYPE <i>INFANT INCUBATOR SYSTEM</i>-PEMANFAATAN PANAS LUARAN KOMPRESOR AC SPLIT UNTUK INKUBATOR BAYI TABUNG	71
Yudhy Kurniawan ^{1*} , Kusnandar ¹ , Tofik Hidayat ² , Rizky Fathurohman ²	71
PEMBUATAN GRAPHENE OXIDE + POLIMER UNUTK BAJA TAHAN KOROSI	77
Ardy Nur Hidayat ^{1*} , Dr.Prantasi Harmi Tjahjanti ²	77
APLIKASI TEKNOLOGI <i>DOWNHOLE WATER LOOP (DWL)</i> UNTUK PRODUKSI MINYAK BERAT	81
Hadziqul Abror ^{1*} , Eriska Eklezia Dwi Saputri ¹ , Amega Yasutra ²	81
INVESTIGASI GEOMETRI DIFFUSER BULAT-PERSEGI EMPAT PADA TURBIN AIR BANKI BERBASIS CFD	86
Sirojuddin ^{1*} , Muhammad Sena I. ²	86
PENGARUH JARAK CELAH UDARA GENERATOR MAGNET PERMANEN FLUKS AKSIAL <i>MULTISTAGE</i> PUTARAN RENDAH	91
Yusuf Ismail Nakhoda ^{1*} , Choirul Soleh ¹ , Eko Yohanes Setyawan ²	91
PENGARUH PENCAMPURAN BODIESEL MINYAK NYAMPLUNG DAN MINYAK KELAPA DENGAN BIOSOLAR TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR NYALA API	99
Tri Vicca Kusumadewi ^{1*}	99

REVIEWER

1. Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM.
2. Dr. Ir. Nasrul Ilminnafik, ST., MT.
3. Dr., Ir. R. Koekoeh K.W, ST., M.Eng.
4. Dr., Ir. Agus Triono, ST., MT.
5. Boy Arief Fachri, ST., MT., Ph.D.
6. Dr., Ir. Gaguk Djatisukamto, ST., MT.
7. Dr. Mochamad Asrofi, S.T.
8. Ir. Mahros Darsin, S.T., M.Sc., Ph.D.
9. Dr., Ir. Salahuddin Junus, S.T. M.T.



PANITIA PELAKSANA

Pelindung	Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember
Penanggungjawab	Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember
Ketua Panitia	Dr. Salahuddin Junus, S.T., M.T.
Sekretaris	Danang Yudistiro, S.T., M.T.
Anggota	Wellayaturromadhona, S.Si., M.Sc. Rahma Rei Sakura, S.T., M.T. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si. Eriska Eklezia Dwi Saputri, S.T., M.T. Tri Vicca Kusumadewi, S.T., M.Sc.

AUDS-2019-006

APLIKASI TEKNOLOGI *DOWNHOLE WATER LOOP* (DWL) UNTUK PRODUKSI MINYAK BERAT

Hadziqul Abror^{1*}, Eriska Eklezia Dwi Saputri¹, Amega Yasutra²

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

²Teknik Perminyakan, FTMM, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No. 10, Bandung, 40132

Email: *hadziqulabror@unej.ac.id

ABSTRAK

Untuk memproduksi migas non konvensional dibutuhkan strategi dan teknologi khusus yang berbeda dengan migas konvensional. Salah satu bentuk reservoir non konvensional adalah reservoir minyak berat, minyak yang memiliki viskositas dan densitas besar. Tantangan dalam memproduksi minyak berat adalah karena sifat dari fluida itu sendiri yang sulit mengalir pada media berpori. Selain itu, jika reservoir tersebut bertenaga pendorong air maka proses produksinya akan lebih kompleks dengan adanya *water coning*. Terdapat dua teknologi dasar dalam memproduksikannya, yaitu berbasis cold dan thermal recovery. Pengaplikasian thermal recovery sudah sangat banyak, misalnya huff and puff, injeksi uap, dan lain-lain. Pada penelitian ini dilakukan studi terkait pengaplikasian teknologi downhole water loop untuk memproduksi minyak berat. Teknologi ini terbukti ampuh dalam meningkatkan recovery factor pada produksi minyak ringan. Untuk itu, teknologi ini perlu diuji untuk aplikasi produksi minyak berat. Pada penelitian ini, besar peningkatan produksi minyak (recovery factor) dengan metode DWL sebesar 11.54% dibandingkan dengan cara konvensional dengan menggunakan satu kompleks. Selain itu, diberikan pula rekomendasi-rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: minyak berat, *downhole water loop*, *recovery factor*

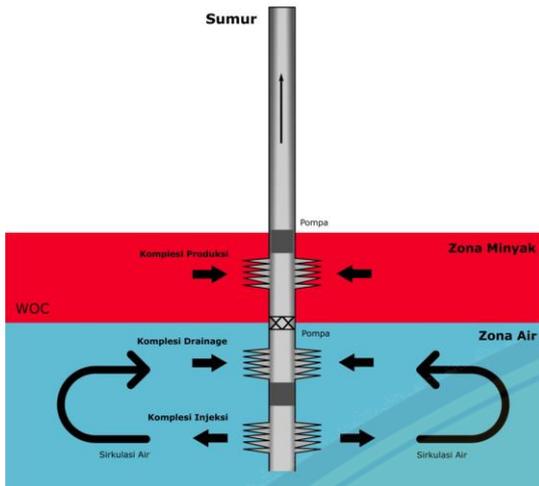
PENDAHULUAN

Minyak berat merupakan jenis crude oil yang memiliki karakteristik viskositas dan densitas yang tinggi (API gravity yang rendah) sehingga memiliki kemampuan mengalir yang rendah. Padahal cadangan minyak berat di dunia sangat besar dari cadangan minyak dunia yang ada. Untuk memproduksikannya diperlukan strategi-strategi khusus dan biaya yang lebih besar daripada minyak ringan. Hal ini karena minyak berat memiliki viskositas dan densitas yang tinggi. Minyak jenis ini memiliki kemampuan untuk mengalir pada media berpori sangat rendah.

Kesulitan memproduksi minyak jenis ini semakin meningkat ketika karakteristik dari reservoir minyak berupa *water drive reservoir*, yaitu reservoir dengan tenaga pendorong berupa air, adanya *bottom aquifer*. Masalah utama untuk reservoir dengan *bottom aquifer* adalah *water coning*, yaitu peristiwa timbulnya kerucut air yang dapat menghalangi aliran minyak ke sumur produksi. *Water coning* ini bisa terjadi karena adanya tekanan yang hilang akibat produksi minyak sehingga mengakibatkan air mengalir naik membentuk semacam kerucut air (*water cone*)

sampai ke perforasi dan akhirnya ikut terproduksi. Untuk mengantisipasi ini, maka dilakukan beberapa strategi untuk meminimalisir terjadinya *water coning* diantaranya dengan menempatkan perforasi jauh dari batas kontak minyak-air dan produksi di bawah laju alir kritis.

Selain itu, terdapat juga metode *Downhole Water Loop* (DWL) yaitu dengan memproduksi dengan minyak dan air dengan kompleks yang berbeda. Bagian utama dari sistem DWL adalah adanya tiga kompleks. Ketiga kompleks tersebut adalah kompleks atas pada zona minyak yang berfungsi memproduksi minyak (kompleks produksi), kompleks tengah pada zona air (kompleks *drainage*), yang berfungsi mengalirkan air dari reservoir ke kompleks injeksi, serta kompleks injeksi yang berfungsi menginjeksikan air kembali ke reservoir dengan tujuan menjaga tekanan reservoir (*pressure maintenance*).



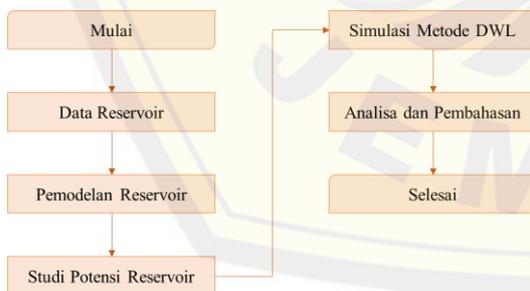
Gambar 1. Skema downhole water loop

Dalam sistem ini, dipasang sebuah *packer* pada kompleks antara zona minyak dan air untuk mengurangi air yang ikut terproduksi melalui tubing sampai ke permukaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaplikasian teknologi *downhole water loop* pada reservoir minyak berat dengan tenaga pendorong air serta mempelajari seberapa besar peningkatan produksi minyak ketika teknologi ini diterapkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi simulasi reservoir dengan karakteristik reservoir minyak berat dengan tenaga pendorong air. Reservoir dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak Eclipse, yaitu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk proses simulasi reservoir dan juga untuk membangun *simple grid model*. Alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 2. Alur penelitian

Model fluida yang digunakan adalah *black oil* dengan karakteristik batuan dan fluida sebagai berikut:

- Permeabilitas vertikal 5625 mD
- Permeabilitas horizontal 7500 mD
- Porositas 35%
- API Gravity < 22

- Viskositas vs temperature dengan korelasi Kartoatmojo
- Kompresibilitas minyak 5×10^{-6} /psi
- Densitas air 6.23 lbm/ft³
- Densitas gas 7.52×10^{-2} lbm/ft³
- Temperatur reservoir 125 °F
- Kedalaman datum 1505 ft
- Referensi tekanan datum 677 psi
- Koordinat kartesian dengan grid 40x40x20
- Jumlah block 32.000
- Kedalaman batas air-minyak 1605 ft
- Kedalaman batas gas-minyak 1505 ft

Asumsi dari model ini adalah homogen dan isotropis. Homogen artinya porositas memiliki nilai yang sama di semua *grid block*, sedangkan isotropis berarti besar nilai permeabilitas sama di semua *grid block*.

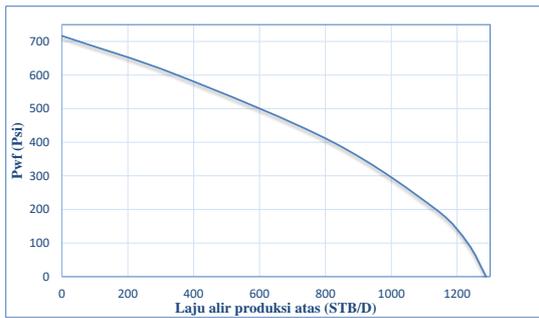
Setelah model terbentuk, maka dilakukan studi potensi reservoir yang meliputi *initial oil in place* (IOIP) serta berapa besar potensi minyak yang dapat diproduksi dengan menggunakan kurva *inflow performance relationship* (IPR).

Studi simulasi yang dilakukan adalah membandingkan produksi minyak antara sumur konvensional dan sumur dengan sistem DWL. Dari hasil simulasi, kemudian dilakukan analisa dan pembahasan terkait potensi reservoir, peningkatan perolehan minyak serta faktor water coning yang memiliki kontribusi signifikan dalam memproduksi minyak pada *water drive reservoir*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi Potensi Reservoir

Besarnya *initial oil in place* (IOIP) dari model reservoir adalah 18.645 MMRB. Salah satu indikator untuk mengetahui potensi produksi dari suatu sumur adalah *productivity index* (PI), yaitu perbandingan antara laju produksi yang dihasilkan oleh suatu sumur pada suatu harga tekanan alir dasar sumur tertentu dengan perbedaan tekanan dasar sumur pada keadaan statik (P_r) dan tekanan dasar sumur pada saat terjadi aliran (P_{wf}). Besarnya PI ini merupakan suatu perhitungan kuantitatif, sedangkan untuk merencanakan skenario produksi sumur dipergunakanlah kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR), yaitu sebuah kurva yang menghubungkan antara tekanan alir di dasar sumur (P_{wf}) terhadap laju alir (Q). Sebagai pendekatan untuk mengetahui potensi sumur, digunakan kurva IPR Vogel. Kurva IPR dari sumur produksi dalam simulasi ini adalah sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Kurva IPR sumur produksi

Dari hasil simulasi didapatkan batas maksimum laju alir yang dapat diproduksi sebesar 1280 STB/D. Namun demikian, besar laju alir yang direkomendasikan biasanya berkisar antara 40%-60% dari laju alir maksimumnya, atau dalam kasus ini sekitar 512 STB/D – 760 STB/D.

Produksi minyak dalam jumlah besar, lebih besar dari laju alir kritis, menimbulkan masalah *water coning* yang dapat mengurangi perolehan minyak. Untuk itu, perlu diuji perilaku *water cut* (WC) dari sumuran tersebut. Pada simulasi ini, dilakukan produksi dengan laju alir sebesar 600 STB/D selama lima tahun yang menghasilkan profil WC sebagaimana Gambar 4.

Didapatlah hasil dari simulasi tersebut, pada hari ke-38, besar *water cut* naik secara signifikan. Ini menandakan bahwa air dari *aquifer* sudah masuk ke perforasi produksi minyak. *Water coning* terjadi dengan sangat cepat, hal ini karena kuatnya gaya dorongan air dari *aquifer*. Dari sini terlihat bahwa masalah *water coning* menjadi masalah yang serius dari produksi minyak berat dengan tenaga pendorong air dari *aquifer*.



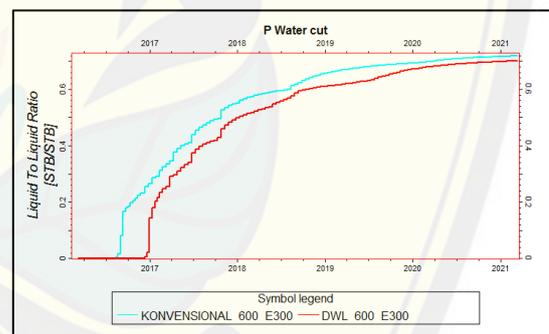
Gambar 4. Profil WC sumur konvensional

Hasil Uji Sumur Konvensional dan DWL

Jin dan Qojtanowicz telah mengaplikasikan metode DWL untuk reservoir minyak ringan dengan tenaga pendorong air. Metode DWL ini adalah menggunakan tiga buah kompleks, yaitu kompleks atas untuk memproduksi minyak, kompleks tengah untuk mengalirkan alir, dan kompleks bawah untuk menginjeksikan air kembali ke *aquifer*. Ketika sumur diproduksi dengan kompleks atas, maka terjadi penurunan tekanan di

daerah sekitar kompleks atas. Akibatnya batas air-minyak akan naik dan menjadi tidak stabil. Sesuai dengan prinsip bahwa fluida mengalir dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah, maka air dari *aquifer* akan naik sampai ke perforasi produksi di kompleks atas. Dengan metode DWL, ada mekanisme pengurasan air di bawah batas air-minyak. Dengan adanya pengurasan ini, maka tercipta suatu penurunan tekanan tandingan di bawah batas air-minyak. Dengan adanya penurunan tekanan tandingan ini, maka batas air-minyak lebih stabil sehingga *water coning* dapat diminimalisir. Dengan adanya proses injeksi kembali, gangguan tekanan dapat diminimalisir dan mekanisme pengontrolan *water coning* dapat dipelihara [4].

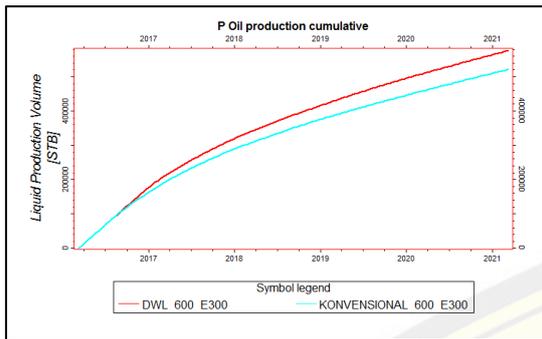
Pada penelitian ini, metode DWL diaplikasikan untuk memproduksi minyak berat pada reservoir dengan tenaga pendrong air. Dilakukan simulasi metode DWL dengan laju alir produksi sebesar 600 STB/D (50% dari laju alir potensial). Untuk besar laju alir pengurasan pada kompleks *drainage* diatur agar tidak menimbulkan masalah *reverse coning*, yaitu ikut terproduksikannya minyak dari oil zone ke kompleks *drainage*. Hasil simulasi produksi dengan metode DWL tersebut dibandingkan dengan sumur konvensional dengan laju alir produksi sebesar 600 STB/D.



Gambar 5. Perbandingan *water cut* antara metode DWL dengan sumur konvensional

Berdasarkan profil *water cut* Gambar 5 di atas, maka dengan metode DWL menunda terjadinya *water coning*, pada kasus ini menunda *water coning* selama tiga bulan. Penundaan ini diakibatkan karena adanya penurunan tekanan di bawah batas air-minyak yang disebabkan oleh pengurasan air di kompleks *drainage*. Ketika produksi sudah sampai pada Januari 2017, penurunan tekanan tandingan oleh kompleks *drainage* lebih kecil daripada penurunan tekanan pada kompleks produksi, akibatnya batas air-minyak menjadi tidak stabil dan air *aquifer* naik sampai ke perforasi produksi (*breakthrough*). Ketika sudah terjadi *breakthrough*, dengan mobilitas air yang lebih besar daripada mobilitas minyak, maka laju alir air pada kompleks produksi

naik secara signifikan. Pada Februari 2018, *water cut* lebih dari 50%.



Gambar 6. Perbandingan produksi minyak pada sumur konvensional dan DWL

Dengan penurunan *water cut* tersebut, maka produksi minyak akan lebih besar. Selain itu, metode DWL dapat mengurangi produksi air sehingga dapat mengurangi kapasitas fasilitas permukaan untuk proses *water treatment* serta biaya konstruksinya.

Dengan laju alir yang sama, yaitu 600 STB/D, produksi minyak menggunakan cara konvensional sebesar 520.000 STB/D sedangkan dengan metode DWL produksi minyaknya sebesar 580.000 STB/D. Ini berarti besar peningkatan produksi minyak (*recovery factor*) akibat diterapkannya metode DWL adalah sebesar 11,54%. Besar peningkatan tersebut terjadi karena dengan metode DWL dapat memperkecil *water cut* dan mengurangi produksi air. Sehingga dengan pengaturan laju alir yang sama ($Q=600$ STB/D) menghasilkan produksi minyak kumulatif yang lebih besar.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian aplikasi teknologi *downhole water loop* (DWL) untuk produksi minyak berat dengan tenaga pendorong air maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode DWL dapat diaplikasikan untuk mengurangi besar *water coning* serta meningkatkan perolehan minyak untuk reservoir minyak berat dengan tenaga pendorong air. Besarnya peningkatan produksi minyak (*recovery factor*) dengan menggunakan metode DWL dibandingkan dengan metode konvensional sebesar 11,54%.

SARAN

Saran yang dapat diusulkan untuk penelitian selanjutnya adalah dengan adanya proses pemanasan sepanjang pipa produksi (tubing), penambahan panas saat injeksi ke reservoir, pengontrolan laju alir dan *scheduling* waktu produksi, serta perlu dilakukan optimasi produksi terintegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Salam, D. D., Gunardi, I., dan Yasutra, A. 2015. *Production optimization strategy using hybrid genetic algorithm*, Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, Abu Dhabi, UAE, SPE-177442, 5 - 7.
- [2] Yasutra, A. 2013. *Metoda Optimisasi Secara Kontinu Terintegrasi Sistem Subsurface dengan Batasan Fasilitas Permukaan Untuk Pengembangan Lapangan Migas*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Jin, L., dan Wojtanowicz, A. K. 2011. *Minimum produced water from oil wells with water-coning control and water loop installations*, SPE Americas E&P Health, Safety, Security and Environmental Conference, Houston, Texas, USA, SPE 143715, 1 - 4.
- [4] Wojtanowicz, A.K., dan Qin, W. 2010. *Improved heavy oil recovery with bottom water using downhole water sink (DWS) technology*, Journal of Louisiana State University, 467 - 483.
- [5] Qin, W., dan Wojtanowicz, A.K. 2007. *Well performance analysis for heavy oil with water coning*. Petroleum Society's 8th Canadian International Petroleum Conference (58th Annual Technical Meeting), Alberta, Canada, 162.
- [6] Astutik, W. 2007. *Studi tentang teknologi downhole water sink (DWS): desain DWS yang optimum untuk sumur vertical dengan mempertimbangkan beberapa parameter reservoir*, Tugas Akhir Program Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- [7] Marhaendrajana, T. dan Alliyah, I. 2006. *Oil production enhancement using bottomhole water sink: a Guideline for optimum design application*, Proseding Simposium Nasional dan Kongres IX Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia, Jakarta, Indonesia, IATMI 2006-TS-27.
- [8] Albooudwarej, H., Felix, J., Taylor, S. 2006. *Highlight heavy oil*, Oil field review summer 2006, 34 - 53.
- [9] Ju, B., Dai, S., Fan, T., Wang, X., dan Wu, H. 2005. *An effective method to improve recovery of heavy oil reservoir with bottom water drive*, International Petroleum Technology Conference, Doha, Qatar, IPTC 10521, 1 - 4.
- [10] Arslan, O., White, C. D., dan Wojtanowicz, A. K. 2004. *Nodal analysis for oil wells with downhole water sink completions*, The Petroleum Society's 5th Canadian International Petroleum Conference (55th Annual Technical Meeting), Calgary, Alberta, Canada, 2004-242.
- [11] Shirman, E. I., dan Wojtanowicz, A. K. 2004. *More oil using downhole water sink*

- [12] *technology a feasibility study*, The 1998 SPE Annual Technical Conference and Exhibition, New Orleans, Louisiana, SPE 66532, 234 – 240.
- [13] Kartoatmodjo, R.S.T., dan Schmidt, Z. 1991. *New correlations for crude oil physical properties*, SPE Technical Publication, SPE 23556.

- [14] Sobocinski, D. P., dan Cornelius, A. J. 1965. *A correlation for predicting water coning time*, Journal of Petroleum Technology, 234, 594 – 600.

