

Seminar Nasional Kebumian X - 2015

“Peran IPTEK Kebumian Untuk Mendukung Kemandirian dan Ketahanan Energi Nasional”

Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta
Gedung Arie F. Lasut, Telp. (0274) 487813, 487814, Fax. (0274) 487813
Email : semnas_ftm@upnyk.ac.id

Sanksi Pelanggaran Pasal 72 Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 Ayat (1) atau Pasal 9 Ayat (1) dan Ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagai dimaksud pada Ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

PENYUNTING

REVIEWER

Prof. Dr. Ir. C. Danisworo, Msc.
Dr. Ir. Dedy Kristanto, MT.
Dr. Ir. Barlian Dwi Nagara, MT.
Dr. Ir. Suharsono, M.Si
Dr. Ir. Andi Sungkowo, M.Si.

Editor

Ir. Bambang Triwibowo, MT.
Ir. Hasywir Thaib Siri, M.Sc.
Indah Widiyaningsih, ST., MT.
Wiji Raharjo, S.Si, M.Sc.

Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur Yogyakarta
Gedung Arie F. Lasut, Telp. (0274) 487813, 487814, Fax. (0274) 487813
Email : semnas_ftm@upnyk.ac.id

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL..... | iv |
| SAMBUTAN REKTOR UPN “VETERAN” YOGYAKARTA..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| | |
| KELOMPOK ENERGI..... | 1 |
| | |
| 1 PROBLEMA PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG PROGRAM ENERGI LISTRIK 35.000 MW KUSNARYO | 2 |
| 2 KAJIAN INITIAL OIL IN PLACE RESERVOIR X BERDASARKAN DATA RESERVOIR DAN DATA PRODUKSI Dyah Rini RATNANINGSIH, Dedy KRISTANTO, Sindu Fitra Kumara AJI | 9 |
| 3 PENGEMBANGAN STRUKTUR BIMA DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI WIBOWO, Edgie Yuda KAESTI | 20 |
| 4 OPTIMASI PRODUKSI <i>BROWNFIELD</i> LAPANGAN “O” Mia Ferian HELMY | 31 |
| 5 PENINGKATAN KAPASITAS BLOCK STATION DI STRUKTUR GIRI Edgie Yuda KAESTI, HARYADI | 37 |
| 6 PENGGUNAAN TEKNOLOGI <i>MICROWAVE</i> UNTUK <i>COAL UPGRADING</i> Rengga Ade SAPUTRA | 45 |
| 7 GASIFIKASI AWAL PADA BATUBARA PERINGKAT RENDAH TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN MENGGUNAKAN REAKTOR UNGGUN TERFLUIDISASI Edy NURSANTO, Tutik MUJI S., I Gusti S.BUDIAMAN, Gogot HARYONO, Bambang SUGIARTO, Purwo SUBAGYO | 50 |
| 8 PENGGUNAAN INFORMASI TEKNOLOGI SEBAGAI KUNCI KEBERHASILAN KEGIATAN AWAL EKSPLORASI ENERGI PANASBUMI Herry RISWANDI | 55 |
| 9 PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS NIKEL TERHADAP PRODUK GASIFIKASI BATUBARA PERINGKAT RENDAH Agus TRIANTORO | 63 |
| 10 PERCAMPURAN BATUBARA UNTUK MENDAPATKAN BATUBARA PENGOKAS KUALITAS BAIK MELALUI ANALISIS FSI DAN PETROGRAFI Yudho Dwi GALIH , Diana Irmawati PRADANI , Ratih Hardini Kusima PUTRI , Heru DWIRIAWAN | 71 |

PENGEMBANGAN STRUKTUR BIMA DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI

WIBOWO^{1*}, Edgie Yuda KAESTI^{2*}

^{1&2}Program Kajian Teknik Perminyakan, FTM, UPN “Veteran” Yogyakarta

*e-mail: wibowo.ms@gmail.com

edgiepetroleum@gmail.com

Abstrak

Kajian ini dilakukan sebagai upaya peningkatan produksi sumur-sumur di Struktur Bima, yang mencakup optimasi seluruh sistem produksi berdasarkan potensi sumuran, jaringan pipa hingga sistem fasilitas produksi permukaan di Stasiun Pengumpul Bima (SP-BMA). Mengingat adanya perubahan potensi dan karakteristik fluida produksi, telah terjadi peningkatan produksi air dan akan berpengaruh pada rancangan fasilitas pengolah air untuk injeksi (Water Injection Plant - WIP).

Berdasarkan hasil analisa air terproduksi diindikasikan bahwa air terproduksi dari Struktur Bima mempunyai kecenderungan membentuk scale, sehingga fasilitas Water Injection Plant (WIP) dirancang untuk proses pelunakan air terproduksi agar layak sebagai air injeksi.

Berdasarkan kajian, Struktur Bima masih dapat ditingkatkan produksinya dari 10.683 BFPD (nett oil: 1.660 BOPD) menjadi 17.243 BFPD (3.470 BOPD), dengan melakukan reoptimasi 8 sumur dan merubah metode lifting dari gas lift menjadi ESP, reopening 1 sumur “Suspended” dan penambahan tiga sumur baru.

WIP untuk memproses air terproduksi agar layak menjadi air injeksi, diperlukan peralatan Skimmer Tank, Clarifier, Media filter, dan Clean Water Tank dengan softener dan inhibitor untuk menanggulangi scale, bakteri, dan korosi.

Kata kunci : optimasi, network model, metode produksi, Water Injection Plant (WIP)

PENDAHULUAN

Struktur Bima merupakan Struktur penghasil minyak (*crude oil*) yang kondisinya sudah *mature*, yang ditajak sejak bulan Juli 1937 dan pada saat ini memiliki 34 sumur yang terdiri dari 13 sumur aktif berproduksi, 2 sumur injeksi air, dan 19 sumur *suspended*. Untuk menangani produksi fluida yang dihasilkan tersedia fasilitas proses berupa Stasiun Pengumpul Bima (SP-BMA) sehingga dapat dipisahkan antara minyak, gas dan air produksi yang selanjutnya, minyak dikirim ke pengolahan untuk diproses lebih lanjut, gas produksi dimanfaatkan untuk membantu pengangkatan (*lifting*) produksi sumur minyak (*gas lift well*) sisanya digunakan sebagai *utility fuel*, sedangkan produksi air diinjeksikan kembali ke reservoir melalui kedua sumur injeksi air yang ada.

Mengingat potensi cadangan sisa yang ada masih cukup potensial, maka perlu dilakukan upaya peningkatan produksi minyak melalui kajian terhadap potensi produksi sumur yang dimiliki, sistem pemipaan (*pipe network*) dan fasilitas proses (*surface facility*). Namun, mengingat adanya perubahan potensi dan karakteristik fluida produksi, dengan telah terjadinya peningkatan produksi air, maka perlu dibangun fasilitas proses air produksi (Water Injection Plant - WIP) agar materi air yang ada aman untuk diinjeksikan kedalam reservoir.

Kajian ini didasarkan pada evaluasi dan analisis data fluida, data uji sumur, data produksi dan data teknis lainnya, sedangkan optimasi sistem produksi, rancang bangun *surface facilities* dan WIP dilakukan dengan memanfaatkan simulator produksi.



Maksud dan tujuan dari kajian ini adalah :

- Melakukan identifikasi problem produksi, optimasi produksi sumuran berdasarkan *lifting* sesuai potensi formasi dan karakteristik fluida produksi yang dimiliki, evaluasi *surface facility* terpasang, dan *water management* sesuai rencana optimalisasi peningkatan produksi.
- Membuat *re-mapping surface facility* terpasang.
- Membuat skenario pengembangannya seiring dengan rencana optimalisasi produksi minyak dan air pada Struktur Bima.

sehingga dapat dihasilkan peningkatan produksi minyak.

Keluaran dari hasil kajian ini dapat dimanfaatkan untuk menyusun:

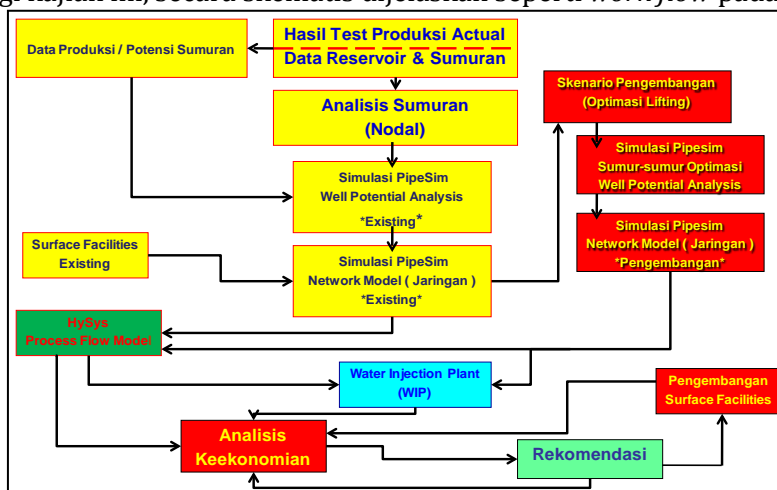
- Strategi pengurusan hidrokarbon dalam bentuk optimasi dan konversi metode *lifting* sesuai potensi sumuran.
- Skenario perancangan jaringan dan penambahan fasilitas produksi Struktur Bima.
- Perancangan *Water Injection Plant* (WIP) yang meliputi *Process Flow Diagram* (PFD), *Plot Plant WIP*, *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID), *One Line Diagram*.
- Prediksi dan analisis *performance* produksi, serta perkiraan kebutuhan fasilitas produksi pengembangan untuk meningkatkan produksi minyak.

METODOLOGI

Mengingat data uji potensi produksi yang tersedia relatif merupakan data lama, maka untuk analisis potensi produksi sumuran menggunakan metode *Nodal analysis* terlebih dahulu harus dilakukan rekonstruksi potensi formasi produktif yang diselaraskan (*matching*) berdasarkan data produksi aktual baik untuk produksi minyak, gas maupun air.

Dengan menggunakan simulator produksi, kesetimbangan massa antara fluida umpan dari sumur-sumur produksi terhadap massa fluida yang keluar baik sebagai fasa gas maupun fasa cair, dapat dianalisis dan disusun rancang bangun sistem proses fluida pada fasilitas produksi permukaan SP Bima, sehingga simulasi total sistem dari dasar sumur hingga ujung pipa keluaran SP Bima dapat dilakukan, untuk selanjutnya hasil optimasi produksi dapat digunakan sebagai dasar rancangan *Water Injeksi Plant* Bima.

Metodologi kajian ini, secara skematis dijelaskan seperti *work flow* pada Gambar 1:



Gambar 1.

Work Flow Penanganan Study Surface Facility Struktur Bima



Berdasarkan data fluida, data potensi formasi produktif, dan data teknis konstruksi sumur dapat dibuat *Single branch model* pada Simulator Produksi untuk analisis Nodal sumuran, kemudian berdasarkan data pemipaan dan semua fasilitas permukaan dibuat *network model* digunakan untuk analisis statis dan dinamis dari dasar sumur hingga *output point* Stasiun Pengumpul, dan berdasarkan data peralatan proses terpasang baik ukuran maupun kondisi kerja peralatan proses dilakukan analisis *process flow diagram* untuk fasilitas produksi permukaan Struktur Bima.

Analisis Nodal sumuran dilakukan untuk mengetahui potensi sumuran dan dilakukan dengan cara rekonstruksi baik *inflow* maupun *outflow* setiap sumur sesuai data produksi rata-rata pada bulan terakhir menggunakan *single branch model* pada simulator produksi.

Analisis *network model* dilakukan untuk mengetahui kemampuan jaringan dan distribusi tekanan alir fluida dari dasar sumur hingga *output point* menggunakan simulator produksi berdasarkan model statis untuk mengetahui kondisi dinamis sesuai kebutuhan pengembangan lapangan.

Analisis model *process flow diagram* dilakukan untuk mendapatkan kesetimbangan massa dan termal, antara aliran massa dari total fluida sumur yang masuk ke stasiun pengumpul dengan massa yang keluar dari sistem jaringan di stasiun pengumpul dengan mempertimbangkan semua proses pemisahan fluida dan termodinamika yang terjadi baik pada kondisi terpasang maupun untuk pengembangan lapangan.

Dalam perancangan WIP, selain diperlukan data laju alir produksi air sebagai keluaran analisis model *process flow diagram*, juga diperlukan data karakteristik air tersebut. Laju alir produksi air akan berpengaruh terhadap ukuran peralatan proses yang diperlukan, sedangkan karakteristik air akan mempengaruhi penentuan jenis peralatan dan teknologi, serta pemilihan *softener* dan *inhibitor* yang diperlukan.

POTENSI SUMURAN

Untuk mencapai tujuan agar mendapatkan peningkatan produksi pada Struktur Bima, langkah awal yang harus dilakukan adalah melakukan identifikasi potensi sumuran sebagai dasar optimasi fasilitas permukaan dan fasilitas proses di SP Bima, untuk digunakan dalam melakukan modifikasi kondisi terpasang. Identifikasi potensi sumur, meliputi analisis terhadap:

- Kemampuan formasi produktif dalam mengalirkan fluida ke dalam sumur produksi umumnya diekspresikan sebagai *formation deliverability*.
- Kelakuan produktifitas formasi sebagai fungsi tekanan dasar sumur diekspresikan dengan kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR).
- Kemampuan sumur mengalirkan fluida dari dasar sumur hingga peralatan pemisah (separator) diekspresikan dengan kurva *Outflow*.

Integrasi dari ke tiga hal diatas dalam suatu sistem analisis disebut Analisis Sistem Nodal, yang menyangkut potensi cadangan reservoir, parameter sifat alir batuan dan fluida reservoir, tekanan reservoir, peralatan dan geometri sumur produksi, pengaturan tekanan kepala sumur dan tekanan separator, akan dapat menggambarkan potensi produksi suatu sumur migas dalam satu sistem dari formasi hingga separator.

Berdasarkan data uji sonolog yang tersedia, dilakukan analisis potensi sumuran menggunakan konsep aliran dua fasa (*two-phase flowing concept*) yang dikembangkan oleh Vogel (1986), yaitu fasa cairan dan gas, mengalir secara bersama-sama pada berbagai kondisi.

Persamaan yang dikembangkan dari konsep dua fasa ini, memungkinkan untuk digunakan pada sumur-sumur minyak dengan kadar air tinggi hingga 97 % (Tarek Ahmed, 2001), dan hasil penyesuaian terhadap kondisi aktual dapat dilihat pada Tabel 1.



Berdasarkan hasil penyelarasan pada Tabel 1, dapat dilakukan rekonstruksi IPR dan dengan mempertimbangkan konstruksi sumuran dan *lifting method* dapat melakukan analisis Nodal pada masing-masing sumur.

Hasil analisis Nodal sumur pada struktur Bima dilakukan dengan pengelompokan sumur-sumur berdasarkan *lifting method* dan Tekanan sumur menuju stasiun pengumpul. Dari 12 sumur yang beroperasi dibagi menjadi 3 *group* aliran produksi yaitu *Group-1* (3 sumur-HP), *Group-2* (4 sumur-MP) dan *Group-3* (3 sumur-LP), selain aliran yang berasal dari ketiga *group* tersebut terdapat aliran fluida produksi dari *Tank On Site* (TOS) sumur BMA-27 dan sumur BMA-03 yang merupakan sumur gas. Produksi gas yang dihasilkan oleh sumur BMA-03 difungsi untuk kebutuhan gas lift pada sumur BMA-25 dan *utilities* SP Bima.

Grouping sumur SP-BMA dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan Gambar 2 hingga Gambar 4 merupakan contoh hasil rekonstruksi analisis Nodal dengan menggunakan simulator produksi.

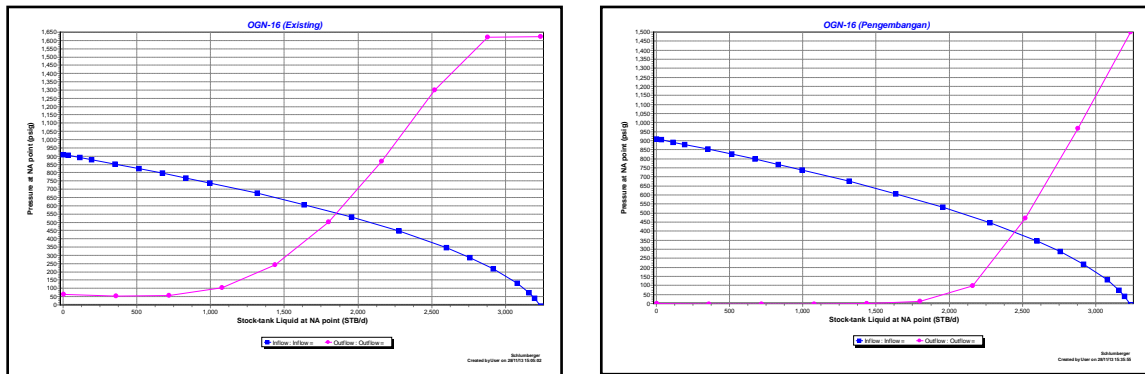
Tabel 1.
Data Hasil Analisis Uji Produksi Bima

| No | Sumur | Layer | Ps | Pwf | Qtes | Qmax | Productivity Index (blpd/psi) | Potensi | | | |
|----|--------|-----------------|----------|--------|----------|-----------|----------------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
| | | | (psia) | (psia) | (blpd) | (STB/day) | | Gross (blpd) | Nett (bopd) | Water Cut (%) | Water (bwpd) |
| 1 | BMA-14 | a0, A3, A31 | 537.00 | 330.00 | 989.00 | 1,720.05 | 4.78 | 989.10 | 39.66 | 96 | 949.45 |
| 2 | BMA-16 | aob | 925.00 | 560.00 | 1,901.00 | 3,245.65 | 5.21 | 1,849.17 | 55.21 | 97 | 1,793.97 |
| 3 | BMA-20 | B | 700.00 | 435.00 | 618.00 | 1,090.38 | 2.33 | 610.00 | 18.00 | 97 | 592.00 |
| 4 | BMA-22 | a0 | 612.00 | 393.00 | 1,061.00 | 1,958.73 | 4.84 | 1,181.14 | 35.43 | 97 | 1,145.71 |
| 5 | BMA-25 | a03, a04, A, A2 | 850.00 | 317.00 | 674.00 | 827.86 | 1.26 | 516.52 | 25.07 | 95 | 491.45 |
| 6 | BMA-27 | B, C | 995.00 | 698.00 | 72.00 | 154.50 | 0.24 | 95.00 | 35.00 | 63 | 60.00 |
| 7 | BMA-28 | a02, a03, A | 618.15 | 439.72 | 368.00 | 812.49 | 2.06 | 380.66 | 11.42 | 97 | 369.24 |
| 8 | BMA-31 | A | 1,266.00 | 598.00 | 2,444.00 | 3,361.60 | 3.66 | 2,375.86 | 593.97 | 75 | 1,781.90 |
| 9 | BMA-32 | A | 1,394.56 | 680.39 | 1,388.00 | 1,949.46 | 1.94 | 1,374.97 | 825.07 | 40 | 549.90 |
| 10 | BMA-33 | A | 1,113.00 | 443.00 | 1,445.00 | 1,820.69 | 2.16 | 1,193.48 | 12.76 | 99 | 1,180.72 |
| 11 | BMA-34 | a01 | 1,072.00 | 321.00 | 232.00 | 267.16 | 0.31 | 173.86 | 19.21 | 89 | 154.66 |

Tabel 2
Grouping Sumuran SP-BMA Existing

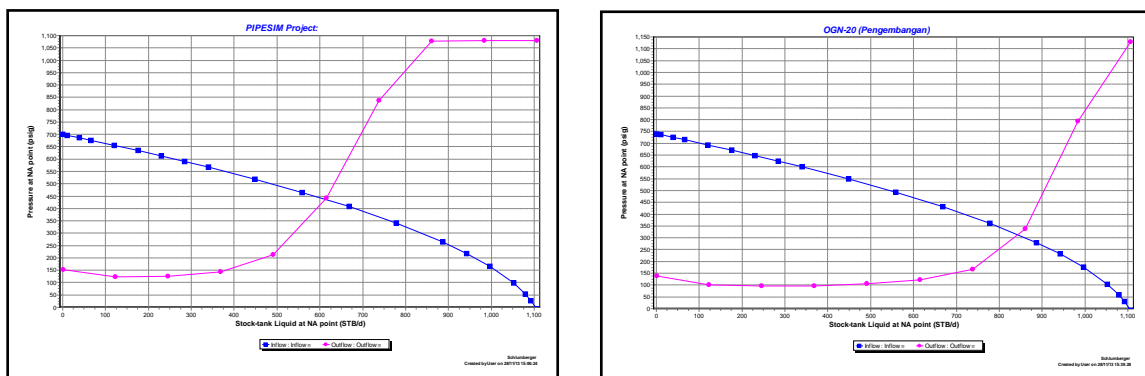
| GROUP | NO. | SUMUR | LIFTING | PWH (psig) | PRODUKSI | | | | |
|-------------------------------------|-----|--------|--------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|
| | | | | | Gross (BFPD) | OIL (BOPD) | WATER (BWPD) | GAS (MMSCFD) | WC (%) |
| GROUP I | 1 | BMA-16 | ESP/IND-1750 | 100 | 1849 | 55 | 1794 | | 97 |
| | 2 | BMA-31 | ESP/TG-2500 | 320 | 2376 | 594 | 1782 | | 75 |
| | 3 | BMA-32 | ESP-IND-2000 | 280 | 1375 | 825 | 550 | | 40 |
| GROUP II | 1 | BMA-14 | ESP/IND-1300 | 140 | 989 | 40 | 949 | | 96 |
| | 2 | BMA-20 | PU | 40 | 610 | 18 | 592 | | 97 |
| | 3 | BMA-28 | PU | 35 | 381 | 11 | 370 | | 97 |
| | 4 | BMA-34 | ESP/TD-1200 | 40 | 174 | 19 | 155 | | 89 |
| GROUP III | 1 | BMA-22 | ESP/TD-1200 | 90 | 1181 | 35 | 1146 | | 97 |
| | 2 | BMA-25 | GLV | 150 | 517 | 26 | 491 | 0.44 | 95 |
| | 3 | BMA-33 | ESP/IND-1300 | 110 | 1193 | 12 | 1181 | | 99 |
| TOS | 1 | BMA-27 | PU | - | 95 | 35 | 60 | | 63 |
| GAS | 1 | BMA-03 | SA | 425 | | | | 1.02 | |
| Total Produksi Struktur Bima | | | | | 10740 | 1670 | 9070 | 1.46 | 84 |





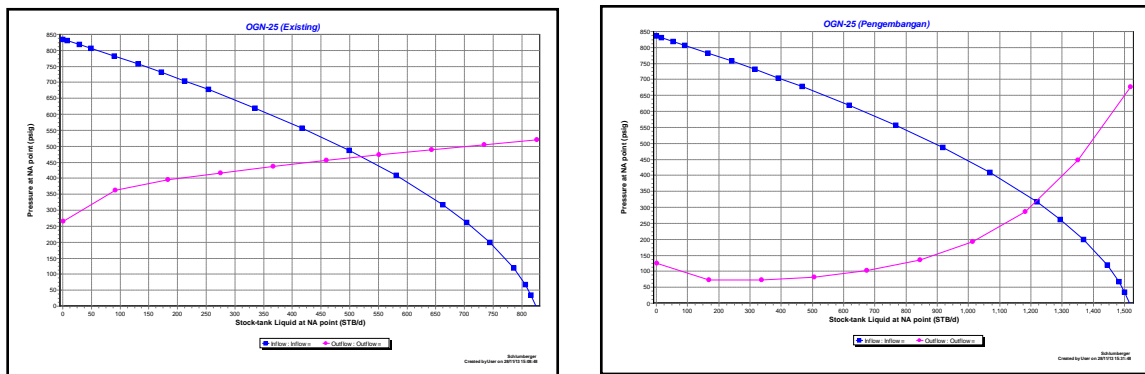
Gambar 2.

Analisis Nodal Sumur BMA-16, Liquid Rate *Base Case* dan Pengembangan–Optimasi *Lifting*



Gambar 3.

Analisis Nodal Sumur BMA-20, Liquid Rate *Base Case* dan Pengembangan–Optimasi *Lifting*



Gambar 4.

Analisis Nodal Sumur BMA-25, Liquid Rate *Base Case* dan Pengembangan–Optimasi *Lifting*

Hasil optimasi 11 sumur di Struktur Bima menggunakan simulasi *single branch model*, dapat dilihat pada Tabel 3.



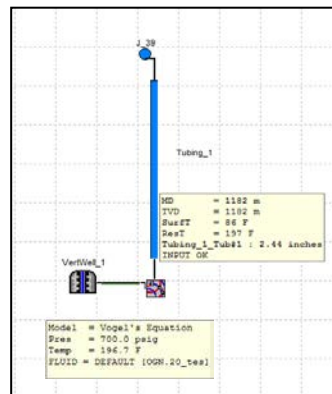
Simulasi Jaringan Fasilitas Produksi Permukaan (Basecase)

Hasil analisis Nodal menunjukkan bahwa sumur-sumur produksi masih memiliki potensi untuk ditingkatkan produksinya, dengan reoptimasi 8 sumur yang ada terdiri dari 5 sumur dengan lifting *Electric Submargible Pump* (ESP) dan 3 sumur dengan lifting *Pumping Unit* (PU) dan secara khusus mengganti *lifting* 1 sumur *gas lift* menjadi ESP.

Tabel 3.
Data Hasil Optimasi Lifting Sumuran

| No | Sumur | Lifting | Operasional | | | | | | | | Optimasi Lifting | Optimasi | | | | | | | | |
|-------|--------|-------------------|--|--------|---------|-------------|-----|--------|-------|------------|---------------------------|--------------|-------------------------------------|--------|---------|-------------|-----|------------|---------|--|
| | | | Freq (Hz) | Stages | SL (in) | ID Plg (in) | SPM | Qg inj | P inj | Power (hp) | | PSD (m) | Freq (Hz) | Stages | SL (in) | ID Plg (in) | SPM | Power (hp) | PSD (m) | |
| 1 | BMA-14 | ESP/IND-1300 | 47 | 219 | | | | | 35 | 1,121.00 | Optimasi lifting existing | 60 | 219 | | | | 60 | 1,121.00 | | |
| 2 | BMA-16 | ESP/IND-1750 | 50 | 185 | | | | | 63 | 1,101.00 | Optimasi lifting existing | 60 | 185 | | | | 110 | 1,101.00 | | |
| 3 | BMA-20 | SRP/C640D-300-120 | | | 72 | 2.75 | 10 | | 49 | 1,000.02 | Optimasi lifting existing | | | 120 | 2.75 | 12 | 68 | 1,000.02 | | |
| 4 | BMA-22 | ESP/TD-1200 | 47 | 190 | | | | | 28 | 1,100.00 | Optimasi lifting existing | 60 | 190 | | | | 56 | 1,100.00 | | |
| 5 | BMA-25 | GLV | | | | | | 0.12 | 420 | - | 1,119.40 | ESP/IND-1300 | 55 | 221 | | | 52 | 1,100.00 | | |
| 6 | BMA-27 | SRP/C228D-200-72 | | | 60 | 1.75 | 5 | | 10 | 1,176.00 | Optimasi lifting existing | | | 60 | 1.75 | 10 | 23 | 1,176.00 | | |
| 7 | BMA-28 | SRP/C640D-300-120 | | | 120 | 2.25 | 7 | | 57 | 852.89 | Optimasi lifting existing | | | 120 | 2.25 | 9 | 65 | 852.89 | | |
| 8 | BMA-31 | ESP/TD-2500 | 46 | 182 | | | | | 48 | 1,100.00 | Optimasi lifting existing | 52 | 182 | | | | 95 | 1,100.00 | | |
| 9 | BMA-32 | ESP/IND-2000 | 53 | 274 | | | | | 68 | 1,200.10 | Optimasi lifting existing | 60 | 163 | | | | 95 | 1,200.10 | | |
| 10 | BMA-33 | ESP/IND-1300 | 49 | 294 | | | | | 35 | 1,154.80 | - | 49 | 294 | | | | 50 | 1,154.80 | | |
| 11 | BMA-34 | ESP/TD-1200 | 35 | 266 | | | | | 19 | 1,279.70 | - | 35 | 266 | | | | 39 | 1,279.70 | | |
| Total | | | 11 sumur (7 sumur ESP, 3 sumur SRP, 1 sumur GLV) | | | | | | | | 412 | | 11 sumur (8 sumur ESP, 3 sumur SRP) | | | | | | 713 | |

Optimasi jaringan fasilitas produksi permukaan dilakukan berdasarkan *total system model* dengan data yang tersedia agar menyerupai kondisi aktual Struktur Bima, yang terdiri dari *single branch model* seperti Gambar 5, untuk sistem sumuran dan *network model* (Gambar 6), untuk sistem jaringan dan proses didalam SP-BMA hingga *output point*. *Single branch* digunakan untuk analisis sumuran berdasarkan profil tekanan dan temperatur, sistem analisis, *flow correlation matching*, dan analisis Nodal, sedangkan *network* model digunakan untuk analisis jaringan (statis). Dalam kajian ini, digunakan pendekatan model *black oil* untuk simulasi produksi minyak, gas, dan air formasi dan dikerjakan menggunakan simulator produksi yang akan menghasilkan *Pipe Flow Diagram* (PFD).

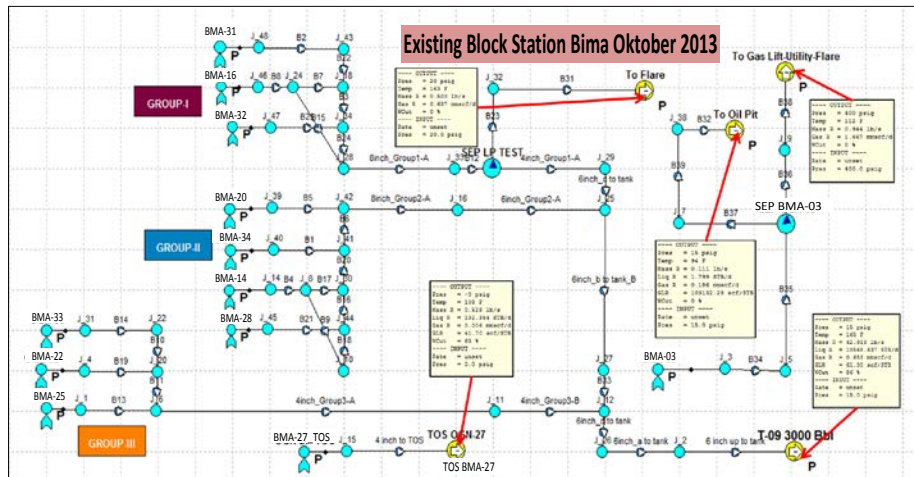


Gambar 5.
Single Branch Model Sumur BMA-20

Pada kondisi Basecase terdapat 12 sumur yang beroperasi (11 sumur minyak + 1 sumur gas), dengan total laju produksi liquid rata-rata ± 10698 BLPD, minyak 1549 BOPD, gas 2.33 MMSCFD. Selanjutnya, fluida akan dipisahkan antara gas, minyak dan air secara gravitasional pada kondisi tekanan sebesar 98 psig dengan Separator, setelah itu liquid dialirkan ke tangki pengumpul T-09 (3000 bbl). Fluida produksi sumur BMA-27 langsung masuk kedalam TOS (Tank On Site) dan dari TOS fluida dikirim ke *oil pit* yang berada di SP Bima menggunakan *truck*.

Setelah pemisahan, air dialirkan menuju *Water Tank* T-03 (500bbl), kemudian dipompakan dan di injeksikan ke sumur BMA-17 dan BMA-21 sebagai *injection/disposal well*. Untuk sumur gas (BMA-03), gas dipisahkan di SEP-03, untuk fluida dari hasil separasi masuk ke dalam *oil pit* dan gas digunakan untuk kebutuhan gas lift BMA-25 dan *utility* SP Bima.

Hasil simulasi *basecase* untuk sumur-sumur Bima dari simulasi produksi dapat dilihat pada Tabel 4.



Tabel 4.
Hasil Simulasi *Network* Struktur Bima: *Basecase*

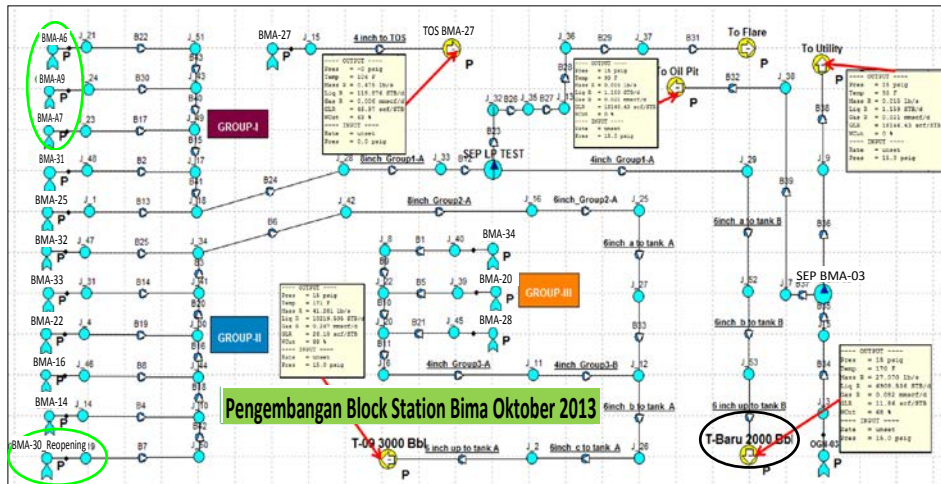
| No. | Header Group | Sumur | Lifting | Simulasi Nodal | | | | | | Simulasi Network | | | | | | | |
|-----|--------------|-------------------|--------------|----------------|-----------|--------------|------------|-------------|--------------|------------------|---------------|-----------|--------------|-------|-------------|--------------|------|
| | | | | Gross | KA | Nett Oil | Gas MMSCFD | Water | Pwh | Liquid | KA | Nett Oil | Gas MMSCFD | Water | Pwh | | |
| | | | | blpd | % | bopd | In | Out | bwpd | psig | blpd | % | bopd | In | Out | bwpd | psig |
| 1 | Group I | BMA-31 | ESP/TG-2500 | 2341 | 75 | 585 | 0 | 0 | 1,756 | 320 | 1,805 | 75 | 451 | 0 | 0 | 1,354 | 148 |
| 2 | | BMA-16 | ESP/IND-1750 | 1817 | 97 | 54 | 0 | 0 | 1,763 | 100 | 2,038 | 97 | 61 | 0 | 0 | 1,977 | 112 |
| 3 | | BMA-32 | ESP/IND-2000 | 1374 | 40 | 824 | 0 | 0 | 550 | 280 | 1,347 | 40 | 808 | 0 | 0 | 539 | 285 |
| 4 | Group II | BMA-20 | PU | 606 | 97 | 18 | 0 | 0 | 588 | 40 | 597 | 97 | 18 | 0 | 0 | 579 | 49 |
| 5 | | BMA-34 | ESP/TD-1200 | 175 | 89 | 19 | 0 | 0 | 156 | 40 | 252 | 89 | 28 | 0 | 0 | 224 | 40 |
| 6 | | BMA-14 | ESP/IND-1300 | 996 | 96 | 40 | 0 | 0 | 956 | 140 | 1,090 | 96 | 44 | 0 | 0 | 1,046 | 34 |
| 7 | | BMA-28 | PU | 385 | 97 | 12 | 0 | 0 | 373 | 35 | 374 | 97 | 11 | 0 | 0 | 363 | 29 |
| 8 | | BMA-25 | GLV | 520 | 95 | 26 | 0.12 | 0.44 | 494 | 150 | 588 | 95 | 29 | 0.12 | 0.48 | 559 | 111 |
| 9 | Group III | BMA-22 | ESP/TD-1200 | 1185 | 97 | 36 | 0 | 0 | 1,149 | 90 | 1,153 | 97 | 35 | 0 | 0 | 1,118 | 55 |
| 10 | | BMA-33 | ESP/IND-1300 | 1199 | 99 | 12 | 0 | 0 | 1,187 | 110 | 1,320 | 99 | 13 | 0 | 0 | 1,307 | 116 |
| 11 | | BMA-27_TOS | PU | 96 | 63 | 36 | 0 | 0 | 60 | - | 132 | 63 | 49 | 0 | 0 | 83 | 1 |
| 12 | | BMA-03 (Gas Well) | SA | 2 | 0 | 0 | 1.93 | 0 | 425 | 2 | 2 | - | 2 | - | 1.85 | - | 421 |
| | | | | 10,696 | 83 | 1,662 | | 2.37 | 9,033 | | 10,698 | 83 | 1,549 | | 2.33 | 9,149 | |

Simulasi Pengembangan Jaringan Fasilitas Produksi Permukaan

Skenario pengembangan Struktur Bima, dilakukan dengan penggantian metode *lifting* pada 1 sumur Gas Lift ke ESP (BMA-25) maupun dengan optimasi metode *lifting existing* (reoptimasi) pada 8 sumur ESP dan PU untuk mendapatkan laju alir optimal ($\pm 80\%$ dari Q_{max}) dengan mempertimbangan potensi sumuran yang ada. Selain itu, dilakukan reaktivasi 1 sumur *suspended* (BMA-30) yang masih berpotensi untuk diproduksi kembali dan juga melakukan pengeboran 3 sumur sumur baru (BMA-A6, BMA-A7 dan BMA-A9) dengan memasang pompa ESP yang tahan terhadap temperatur tinggi $\pm 140 - 300$ °F. Hasil optimasi *lifting* skenario pengembangan untuk sumur-sumur Bima menggunakan simulator produksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Simulasi *network model* pengembangan ditampilkan pada Gambar 7, dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5. Sedangkan contoh hasil analisis Nodal dari masing-masing sumur baik sebelum maupun sesudah di gunakan ESP dapat dilihat Gambar 2 hingga Gambar 4.





Gambar 7.
 Model Network Pengembangan Struktur Bima

Tabel 5.
 Hasil Simulasi Network Pengembangan Struktur Bima

| No. | Header Group | Sumur | Lifting | Simulasi Nodal | | | | | | Simulasi Network | | | | | | | |
|-----|-------------------|--------------|--------------|------------------|-----------|-----------------|------------|-------------|------------------|------------------|------------------|-----------|-----------------|-------|-------------|------------------|------|
| | | | | Gross | KA | Nett Oil | Gas MMSCFD | Water | Pwh | Gross | KA | Nett Oil | Gas, MMSCFD | Water | Pwh | | |
| | | | | blpd | % | bopd | In | Out | bwpd | psig | blpd | % | bopd | In | Out | bwpd | psig |
| 1 | Group I | BMA-A6 | ESP/IND-1300 | 896 | 50 | 449 | 0 | 0 | 448 | 140 | 936 | 50 | 468 | - | - | 468 | 133 |
| 2 | | BMA-A9 | ESP/IND-1300 | 896 | 50 | 449 | 0 | 0 | 448 | 140 | 933 | 50 | 467 | - | - | 467 | 137 |
| 3 | | BMA-A7 | ESP/IND-2000 | 1381 | 55 | 621 | 0 | 0 | 760 | 280 | 1403 | 55 | 631 | - | - | 772 | 269 |
| 4 | Group II | BMA-31 | ESP/TG-2500 | 2648 | 75 | 662 | 0 | 0 | 1986 | 310 | 2422 | 75 | 605 | - | - | 1816 | 305 |
| 5 | | BMA-25 | ESP/IND-1300 | 1215 | 95 | 36 | 0 | 0 | 1178 | 150 | 1213 | 97 | 36 | - | - | 1177 | 154 |
| 6 | | BMA-32 | ESP/IND-2000 | 1516 | 40 | 910 | 0 | 0 | 606 | 280 | 1576 | 40 | 946 | - | - | 630 | 295 |
| 7 | | BMA-33 | ESP/IND-1300 | 1199 | 99 | 12 | 0 | 0 | 1187 | 110 | 1192 | 99 | 13 | - | - | 1180 | 130 |
| 8 | | BMA-22 | ESP/TD-1300 | 1540 | 97 | 46 | 0 | 0 | 1494 | 90 | 1538 | 97 | 46 | - | - | 1492 | 177 |
| 9 | | BMA-16 | ESP/IND-1750 | 2443 | 97 | 73 | 0 | 0 | 2370 | 100 | 2443 | 97 | 73 | - | - | 2370 | 121 |
| 10 | | BMA-14 | ESP/IND-1300 | 1375 | 96 | 55 | 0 | 0 | 1320 | 140 | 1375 | 96 | 55 | - | - | 1319 | 144 |
| 11 | BMA-30 | ESP/IND-1000 | 460 | 96 | 20 | 0 | 0 | 440 | 100 | 469 | 96 | 19 | - | - | 450 | 94 | |
| 12 | Group III | BMA-28 | PU | 538 | 97 | 16 | 0 | 0 | 522 | 35 | 555 | 97 | 17 | - | - | 539 | 38 |
| 13 | | BMA-20 | PU | 842 | 97 | 25 | 0 | 0 | 817 | 40 | 839 | 97 | 25 | - | - | 814 | 54 |
| 14 | | BMA-34 | ESP/TD-1200 | 175 | 89 | 19 | 0 | 0 | 156 | 40 | 232 | 89 | 26 | - | - | 206 | 50 |
| 15 | BMA-27_TOS | PU | 119 | 63 | 44 | 0 | 0 | 75 | 0 | 119 | 63 | 44 | - | - | 75 | 1 | |
| 16 | BMA-03 (Gas Well) | SA | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 440 | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 0 | 418 | |
| | | | | 17,243.10 | 80 | 3,437.51 | | 1.02 | 13,804.46 | | 17,245.68 | 80 | 3,471.64 | | 1.04 | 13,774.04 | |

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada Struktur Bima, dengan dilakukannya reoptimasi pada sumur yang aktif : 5 sumur ESP (BMA-14, BMA-16, BMA-22, BMA-31 dan BMA-32) dan 3 sumur PU (BMA-20, BMA-27, BMA-28), adanya sumur yang di aktifkan kembali (BMA-30), dan penambahan sumur bor baru (BMA-A6, BMA-A7 dan BMA-A9) terjadi peningkatan laju produksi dari 10684 BLPD menjadi 17246 BLPD (61 %) dengan kadar air (KA) rata-rata 80 %. Dari analisa tersebut, maka pula dapat dilihat besarnya kenaikan produksi minyak sebesar 1811 BOPD (48 %) dari 1661 BOPD menjadi 3472 BOPD. Kenaikan produksi air dari 9023 BWPD pada kondisi *Base Case* menjadi 13774 BWPD pada Skenario Pengembangan.

Simulasi Pengembangan Jaringan Injeksi

Pengembangan sistem injeksi Struktur Bima dilakukan dengan menambah 2 sumur-sumur injeksi yaitu sumur BMA-19 dan BMA-29. Kedua sumur injeksi baru ini akan beroperasi pada layer a03b dimana layer injeksi tersebut juga merupakan layer dari sumur injeksi *existing*.



Hasil simulasi jaringan pengembangan ditunjukkan pada Tabel 6., yang menunjukkan bahwa kemampuan pompa pada *setting* tekanan pompa rata-rata 350 psig masih mampu memompakan air dengan total *injection rate* sebesar 12610 bwpd.

Tabel 6.

Hasil Simulasi *Network* Sumur Injeksi Struktur Bima (Pengembangan)

| No | Sumur | Lapisan | Interval Perforasi (m) | Target Injeksi | | Jarak dari SP Ogan (m) | Injektivitas | |
|--------------|--------|---------|------------------------|----------------|--------|------------------------|--------------|--------------|
| | | | | Qinj | Pinj | | Ps | Qmax |
| | | | | (bwpd) | (psig) | | (psia) | (bwpd) |
| 1 | BMA-17 | a03b | 1159.5 - 1164 | 3978 | 350 | 1000 | 1181 | 6,870 |
| 2 | BMA-19 | a03b | 1156 - 1160 | 3980 | 350 | 1300 | 1195 | 6,870 |
| 3 | BMA-21 | a03b | 1164 - 1164.5 | 702 | 350 | 2500 | 1121 | 3,571 |
| | | A | 1172 - 1175 | | 350 | | | |
| 4 | BMA-29 | a03b | 1156 - 1160 | 3950 | 350 | 1600 | 1196 | 6,870 |
| Total | | | | 12610 | | | | 24179 |

Perancangan *Water Injection Plant* (WIP)

Fasilitas *Water Injection Plant* (WIP) dirancang untuk memproses air terproduksi dari Struktur Bima menjadi air layak injeksi. Laju air terproduksi akan berpengaruh terhadap ukuran peralatan proses yang diperlukan, sedangkan karakteristik air akan mempengaruhi penentuan jenis peralatan dan teknologi, serta pemilihan *softener* dan jenis *inhibitor*.

Berdasarkan simulasi pengembangan produksi minyak, Struktur Bima menghasilkan air sekitar 13775 BWPD, sehingga kapasitas WIP Struktur Bima harus dirancang dengan kapasitas 15000 BWPD dengan *Closed System* untuk mengurangi kontak dengan udara.

Data hasil analisa air terproduksi mengindikasikan bahwa air terproduksi dari Struktur Bima mempunyai kecenderungan membentuk *scale* oleh kandungan ion terlarut (*dissolved solid*) Ca^{++} dan Mg^{++} . Oleh karena itu, ion-ion ini perlu dilunakkan dengan mengubahnya menjadi senyawa yang tidak larut, sehingga mudah mengendap sebelum diinjeksikan ke sumur.

Berdasarkan reaksi stoikiometri anion-kation, diperoleh senyawa kimia terlarut dalam air terproduksi seperti pada Tabel 7. Calsium, Magnesium, dan Besi yang terikat dalam senyawa-senyawa karbonat atau non-karbonat akan diubah menjadi senyawa yang tak-larut dalam air, sehingga dapat dipisahkan dengan cara pengendapan.

Tabel 7.

Senyawa Kimia Terlarut dalam Air Terproduksi

| No | Senyawa | mg/l | Fraksi Massa |
|----|---|------------------|---------------|
| 1 | NaCl | 13,651.18 | 0.7187 |
| 2 | Na ₂ CO ₃ | 159.00 | 0.0084 |
| 3 | NaHCO ₃ | 4,596.92 | 0.2420 |
| 4 | Ca(HCO ₃) ₂ | 356.70 | 0.0188 |
| 5 | Mg(HCO ₃) ₂ | 221.92 | 0.0117 |
| 6 | Fe(HCO ₃) ₃ | 3.41 | 0.0002 |
| 7 | Fe ₂ (SO ₄) ₃ | 4.00 | 0.0002 |
| | total | 18,993.14 | 1.0000 |

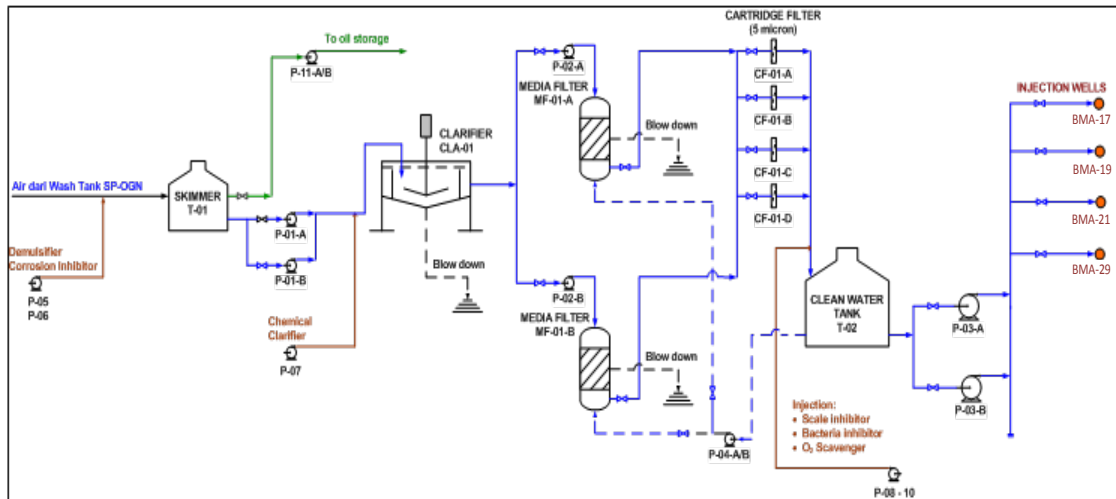
Untuk mengurangi padatan terlarut dalam air, digunakan dua *chemical softener*, yaitu *lime*, Ca(OH)₂. Larutan Ca(OH)₂ dibuat dengan cara melarutkan kapur (CaO) dalam air. Kelarutan CaO dalam air adalah 0.0013 gr/ml, sehingga diperoleh larutan Ca(OH)₂ dengan konsentrasi 0.0232 mol/liter.



Mekanisme pengendapan senyawa-senyawa kimia terlarut dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu pengurangan senyawa-senyawa non-karbonat dan pengurangan senyawa-senyawa karbonat.

Karena masih terdapat material yang terlarut dalam air yang memungkinkan terjadinya korosi (NaCl dan Na₂SO₄), maka diperlukan *corrosion inhibitor*. Beberapa *corrosion inhibitor* yang sering digunakan untuk meminimalkan korosi pada besi dan baja di lingkungan larutan *aqueous* adalah *chromates*, *phosphates* dan *silicates*.

PFD WIP-BMA ditunjukkan pada **Gambar 9**. WIP-BMA dirancang untuk mengolah air terproduksi dari *gun-barrel-tank* SP-BMA dengan kapasitas total 15000 BWPD.



Gambar 9.
Process Flow Diagram (PFD) WIP-BMA

Kebutuhan peralatan proses WIP-BMA ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8.
Kebutuhan Peralatan Proses pada WIP-BMA

| (a) Tangki | | | | | (b) Pompa | | | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------|---------------------------|-----------------------|---------|----|
| No | PERALATAN | Kapasitas 15,000 BWPD | | | No | PERALATAN | Kapasitas 15,000 BWPD | | |
| | | V (Barrel) | D (m) | H (m) | | | Jumlah | Q (gpm) | hp |
| 1 | Skimmer Tank | 3000 | 7.4 | 11.1 | 1 | Pompa Umpan Clarifier | 438 | 20 | 2 |
| 2 | Clarifier | 3000 | 10.1 | 5.1 | 2 | Pompa Umpan Media Filter | 438 | 31 | 2 |
| 3 | Media Filter | 86 | 1.9 | 5.4 | 3 | Pompa Injeksi | 438 | 255 | 2 |
| 4 | Clean Water Tank | 4500 | 8.5 | 12.7 | 4 | Pompa Back Wash | 438 | 26 | 2 |
| (c) Cartridge Filter | | | | | 5 | Pompa Injeksi Demulsifier | 0.01 | 1.50 | 1 |
| No | PERALATAN | Jumlah | | | | | | | |
| 1 | Cartridge 5 micron | 4 unit | | | | | | | |
| 6 | Pompa Injeksi Corrosion Inh. | | 0.01 | 1.50 | 1 | | | | |
| 7 | Pompa Injeksi Chem. Clarifier | | 0.01 | 1.50 | 1 | | | | |
| 8 | Pompa Injeksi Scale Inh. | | 0.01 | 1.50 | 1 | | | | |
| 9 | Pompa Injeksi Bacteria Inh. | | 0.01 | 1.50 | 1 | | | | |
| 10 | Pompa Injeksi O2 Scavenger | | 0.01 | 1.50 | 1 | | | | |
| 11 | Pompa transfer minyak | | 0.58 | 10.00 | 2 | | | | |

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dan simulasi *subsurface, surface facilities*, fasilitas proses SP-BMA, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil simulasi jaringan SP Bima, menghasilkan gain sebesar 1811 BOPD dengan rincian sebagai berikut:



| Resume Hasil Simulasi Pengembangan Bima | | |
|---|-------------|-------|
| Base Case | Gross, blpd | 10683 |
| | Net,bopd | 1661 |
| | Water, bwpd | 9023 |
| | Gas, mmcsfd | 1.50 |
| Pengembangan | Gross, blpd | 17246 |
| | Net,bopd | 3472 |
| | Water, bwpd | 13774 |
| | Gas, mmcsfd | 1.46 |
| Gain | Gross, blpd | 6562 |
| | Net,bopd | 1811 |
| | Water, bwpd | 4751 |

2. Pada skenario pengembangan struktur Bima, dilakukan reoptimasi 8 sumur: 5 sumur ESP (BMA-14, BMA-16, BMA-22, BMA-31, BMA-32) dan 3 sumur PU (BMA-20, BMA-27, BMA-28), dilakukan pergantian *lifting* 1 sumur (BMA-25: konversi *gas lift* ke ESP), reaktivasi 1 sumur (BMA-30: menggunakan ESP) dan sumur pengeboran baru 3 sumur (BMA-A6, BMA-A7 dan BMA-A9: menggunakan ESP).
3. Pengembangan produksi minyak menghasilkan air 13774 BWPD, air terproduksi ini akan digunakan sebagai air injeksi untuk Struktur Bima.
4. Berdasarkan hasil analisis pengembangan produksi minyak, peralatan proses *existing* tidak mampu menampung total produksi pengembangan, sehingga perlu diusulkan tambahan peralatan proses di SP-BMA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmed, Tarek, 2001 :"*Reservoir Engineering Handbook*", Gulf Buterworth-Heinemenn, Texas
2. Allen.T.O and Robert.A.P., 1982 :"*Production Operation Well Completion, Work Over and Stimulation*", Vol 1 dan 2 , second edition, Oil and Gas Consultants International, inc, Tulsa
3. Brown, Kermit E. 1980 :"*The Technology Of Artificial Lift Method*", Vol. 1, Penn Well Book, Tulsa, Oklahoma
4. Craft, B.C., Hawkins, M.F. 1959 :"*Applied Petroleum Reservoir Engineering*", Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
5. Mc. Cain M. D., 1973 :"*The Properties of Petroleum Fluids.*", Penn-Well Publishing Co., New York.
6. Soekarno Pudjo, 1990 :"*Production Optimization with Nodal System Analysis*" PT. Indrilco Sakti, Jakarta

