

ANALISA LAJU PRODUKSI KRITIS MENGGUNAKAN METODE CHIERICI DALAM EVALUASI TERJADINYA WATER CONING PADA SUMUR X LAPANGAN Y PT PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RAMBA

ANALYSIS OF CRITICAL PRODUCTION RATE USING THE METHOD IN THE EVALUATION CHIERICI WATER CONING WELLS X Y PT PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RAMBA

Faula Jenita¹, Syamsul Komar², Bochori³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang-

Prabumulih KM 32, Indralaya, 30662, Indonesia

PT. PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RAMBA, Ramba, Musi Banyuasin, Indonesia.

E-mail: jenitadoyosi@gmail.com

ABSTRAK

Dengan terus meningkatnya kebutuhan akan minyak dan gas bumi memicu PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba yang bergerak di bidang industri minyak dan gas bumi untuk meningkatkan produksi minyak dan gas bumi. Salah satu langkah nyata yang diambil oleh PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba ialah menganalisa sumur produksi kenapa oil recovery nya menurun. Salah satu penyebab penurunan oil recovery disebabkan oleh tingginya kadar air. Ada beberapa faktor penurunan kadar air, salah satunya adalah terjadinya Water Coning. Water Coning adalah problem pergerakan air secara vertikal menyusup ke lapisan produktif. Problem ini dapat terjadi akibat Q actual melebihi Q kritis, sehingga penghisapan secara berlebihan mengakibatkan gradien tekanan alir melebihi gaya gravitasi sehingga terjadi penerobosan lapisan produktif oleh air. Gejala water coning ini dapat dilihat dari permukaan, yaitu terjadinya peningkatan kadar air yang significant diteruskan dengan analisa seberapa besar laju produksi kritisnya dengan metode chiericci dan dianalisis juga perkembangan coningnya. Dari data produksi Q actual pada sumur X-41 sebesar 87 Bopd, X-95 sebesar 131 Bopd, X-98 sebesar 189 Bopd, dan X-99 sebesar 148 Bopd. Hasil dari perhitungan laju produksi kritis menggunakan metode chierici untuk sumur X-41 adalah 0,42 Bopd, sumur X-95 sebesar 1,19 Bopd, sumur X-98 sebesar 18,36 Bopd, dan sumur X-99 sebesar 14,96 Bopd. Hal ini menyatakan bahwa ke empat sumur yang dikaji mengalami water coning karena Q actual dari keempat sumur ini jauh melebihi Q kritis nya. Kemudian dilakukan penentuan penanganan untuk masalah coning tersebut.

Kata Kunci : Water Coning, Laju Produksi Kritis, Chierici.

ABSTRACT

By increasing demand for oil and gas triggeres PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba which enganges in oil and gas industry for increasing oil and gas production. One of concrete steps taken PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba is to analyze the production wells which causes decreased of oil recovery. One cause of the decline of oil recovery is causes by water content is so high. There are afctors of water content decreasing.

Water coning is one of problem of water vertical movement infiltration into the productive layer. It occurs because Q actual bigger than Q critical. So that is through excessive exploration wich cause rate preassure gradient exceeds gravitational force. It occurs productive layer breakthrough by water. Water coning indication can be seen in surface which occurs significant water content increasing carried out by analyze how much critical production rate by using chierici method and also coning development.

In data, Q actual in X-41 well is 87 Bopd, X-95 is 131 Bopd, X-98 is 189 Bopd and X-99 is 148 Bopd. The results of the calculation critical production rate by using chierici method in X-41 well is 0,42 Bopd, X-95 is 1,19 Bopd, X-98 is 18,36 Bopd and X-99 is 14,96 Bopd. It shows that four wells which observation occur water coning are caused by their Q actual is bigger then Q critical and we should determine how to solve coning problem.

Keywords : Water Coning, Critical Production Rate, Chierici.

1. PENDAHULUAN

PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba merupakan jasa hulu migas (*Oil and Gas Company*) yang termasuk salah satu perusahaan minyak terkemuka di Indonesia, jasa hulu migas merupakan *core competency* PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba dimana konsep bisnisnya merupakan pelayanan secara *Total Solution*. Konsep tersebut merupakan ciri unggul PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba dalam menangkap peluang pasar di bidang hulu migas [1].

Nilai ekonomis suatu sumur, tergantung pada seberapa banyak laju minyak yang dapat diproduksi. Hal ini yang memicu untuk mengurangi laju air saat produksi minyak berlangsung. Selain itu semakin meningkatnya kebutuhan akan minyak dan gas bumi memicu PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba untuk meningkatkan produksi minyak dan gas bumi. Salah satu langkah yang nyata yang diambil PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba adalah menganalisa sumur produksi kenapa *oil recovery* nya menurun. Diketahui salah satu penyebab menurunnya *oil recovery* di beberapa sumur pada PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba merupakan tingginya *water cut* (Kadar Air). Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan tingginya kadar air, diantaranya keadaan sumur yang sudah *mature* (tua), faktor *fracturing* (perekahan) dan air bergerak vertikal menyusup ke lapisan produktif [2].

Masalah pergerakan air secara vertikal menyusup ke lapisan produktif ini yang sering disebut dengan istilah *Water Coning*. Masalah *water coning* ini dapat terjadi akibat laju produksi aktual melebihi laju produksi kritis (laju produksi yang diizinkan oleh suatu sumur untuk diproduksi bebas coning), sehingga penghisapan secara berlebihan mengakibatkan gradien tekanan alir melebihi gaya gravitasi akibatnya terjadi penerobosan lapisan produktif oleh air [3]. Gejala dari *water coning* ini dapat dilihat dari gejala permukaan, yaitu terjadinya peningkatan kadar air yang *significant*. Sumur-sumur kajian diduga mengalami *water coning*, hal ini dapat dilihat dari grafik kenaikan kadar air vs waktu, sehingga sumur ini dianalisis lebih lanjut. Berdasarkan pertimbangan hal tersebut pada lokasi ini maka dipilihlah analisa laju produksi kritis sebagai tahapan lanjut dari penelitian ini dengan menganalisa seberapa besar *coning* yang telah terbentuk dan dianalisis juga perkembangan *coning* nya. Kemudian menentukan sistem penanganan untuk masalah *coning* tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap sumur yang diduga mengalami *water coning* menggunakan metode chierici dalam analisa laju kritis nya, melakukan analisa dari evaluasi sumur yang mengalami *water coning* guna mengetahui faktor-faktor penyebabnya dan menentukan sistem untuk mengatasi masalah *water coning* tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mempermudah penelitian ini dalam menentukan masalah *water coning* maka dilakukan pengumpulan data sumur yang akan dikaji. Diawali dengan studi literatur guna mempelajari teori mengenai *water coning*, analisa laju produksi kritis menggunakan metode chierici, rumusan-rumusan, dan data yang berhubungan dengan penelitian ini, orientasi lapangan guna mengetahui tinjauan lapangan penelitian yang akan dilakukan, pengumpulan data berupa data laju produksi fluida, data *reservoir*, data mekanik sumur, dan data pengurasan sumur, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data diawali dengan pembuatan riwayat sumur dengan menggunakan data laju produksi fluida dengan membuat grafik kenaikan kadar air terhadap waktu untuk melihat kenaikan kadar air secara *significant*, setelah itu membuat kurva *Inflow Performance Relationship* guna melihat karakteristik dari reservoirnya dengan menggunakan tekanan vs laju produksi. Hal ini merupakan identifikasi awal dari masalah *water coning*, menghitung laju produksi kritis menggunakan metode chierici untuk mengetahui sumur kajian mengalami masalah *water coning* disertai menghitung *breakthrough time* dan menentukan sistem yang tepat untuk penanganan *water coning* pada sumur yang dikaji yaitu sumur X-41, X-95, X-98, X-99. Persamaan dalam menghitung laju produksi kritis menggunakan metode chierici adalah sebagai berikut [4].

$$Q_{oc} = 0,003073 \times h^2 \left(\frac{(\rho_w - \rho_o)(k_h)\psi}{Bo \mu_o} \right) \quad (1)$$

Persamaan dalam menghitung waktu *cone* mencapai puncak perforasi (*breakthrough time*) sebagai berikut :

$$t_{BT} = \frac{\mu_o \phi h F k (tD)_{BT}}{0,00137(\rho_w - \rho_o) (k_h) (1 + M^c)} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi Sumur

Evaluasi sumur merupakan salah satu langkah dalam mengidentifikasi serta mengetahui suatu sumur mengalami masalah *water coning* dengan cara mengevaluasi produktivitas formasi, mengevaluasi laju produksi kritisnya, mengevaluasi *breakthrough time* (waktu yang dibutuhkan oleh kerucut air dapat menerobos zona produksi), serta mengevaluasi *water cut* (kadar air) dari keempat sumur yang dikaji.

Productivity Index (PI) merupakan besaran yang digunakan untuk menyatakan tingkat produktivitas suatu formasi[5]. Dari hasil perhitungan IPR menggunakan metode Vogel pada sumur X-41, X-95, X-98, dan X-99 memiliki PI yang berbeda-beda yaitu 2,93, 4,67, 4,93, 1,56. Hal ini dipengaruhi tekanan alir sumur, tekanan statis dan laju produksi. Semakin besar nilai dari PI semakin tinggi kemampuan formasi untuk menghasilkan minyak. Jika dilihat dari nilai PI, formasi X-98 termasuk formasi yang memiliki PI yang tinggi, sehingga kemampuan formasi ini untuk menghasilkan hidrokarbon sangat besar. Hal ini dapat dijadikan acuan untuk memilih metode sembur buatan (*artificial lift*).

Evaluasi laju produksi kritis dimaksudkan untuk mengevaluasi besarnya laju produksi yang tidak menyebabkan *coning*. Pemilihan metode Chierici dalam perhitungan laju produksi kritis ini berdasarkan penyesuaian dari asumsi-asumsi (anggapan) yang ada pada metode Chierici. Pada kondisi sumur X-41, X-95, X-98, X-99 dianggap cocok dengan asumsi-asumsi yang ada pada metode Chierici. Hal ini dapat dilihat pada parameter-parameter sumur X-41, X-95, X-98, X-99 yang sesuai dengan anggapan yang ditetapkan oleh metode Chierici yaitu *reservoir* pada sumur X-41, X-95, X-98, X-99 homogen, fluida bersifat inkompresible, pada kondisi statis hubungan antar muka adalah horizontal, pengaruh tekanan kapiler diabaikan, ukuran akuifer terbatas dan tidak menambah tenaga reservoir, dan pengembangan gas-cap lambat sehingga gradien potensial diabaikan. Hal yang memperjelas penyesuaian dalam perhitungan laju produksi kritis dengan pemilihan metode Chierici ini adalah data *reservoir* dari masing-masing formasi yang dimiliki oleh sumur-sumur kajian (X-41, X-95, X-98, X-99), diawali dengan melihat data well per layer (Tabel 4.1) untuk mengetahui bahwa sumur memiliki layer terproduksi yang berbeda. Pada tabel dapat dilihat bahwa pada sumur X-41 memiliki formasi Talang Akar – C1, sumur X-95 memiliki formasi Talang Akar – B dan C, sumur X-98 memiliki formasi Talang Akar – C SAND dan Lemat Formation Sand, kemudian pada sumur X-99 memiliki formasi Talang Akar – B, C, dan F[6].

Evaluasi *Breakthrough Time* dalam evaluasi ini menghitung waktu yang dibutuhkan kerucut menerobos zona produksi (zona minyak) pada masing-masing sumur yang dikaji yaitu sumur X-41, sumur X-95, sumur X-98 dan sumur X-99. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang ditempuh oleh *cone* mencapai perforasi dengan metode Sobocinsky and Corneliuss.

Water cut atau kadar air adalah parameter pertama yang dapat dianalisa apakah sumur mengalami *coning* atau tidak. Sumur yang mengalami *coning* akan terjadi kenaikan kadar air yang tinggi dalam waktu yang *significant*. Pada sumur X-41, X-95, X-98, dan X-99 terjadi gejala tersebut.

3.2. Analisa Evaluasi Masalah Water Coning

Pada dasarnya *water coning* adalah suatu masalah pada *reservoir* yang berhubungan dengan pergerakan air menuju lubang perforasi. Atas dasar itu pengevaluasian terhadap masalah ini lebih kepada hal-hal yang berhubungan dengan parameter-parameter yang berkaitan dengan pergerakan air pada *reservoir* dan juga dengan mengevaluasi kadar air dalam kurun waktu tertentu. Parameter-parameter tersebut adalah laju produksi kritis, pertumbuhan *cone*. Evaluasi masalah *water coning* ini meliputi 4 sumur pada lokasi lapangan Y PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba diantaranya adalah sumur X-41, sumur X-95, sumur X-98, dan sumur X-99.

Berdasarkan data dari performance produksi X-98 mempunyai *water cut* yang rendah pada awal produksi, yaitu 14% dengan *gross* 273 bfpd dan *nett* 235 bopd dan naik drastis dalam kurun waktu kurang dari 2 tahun hingga 75% dengan *gross* 453 bfpd dan *nett* 133 bopd. Kenaikan *water cut* yang cukup *significant* ini merupakan gejala permukaan terjadinya *water coning*.

1. Evaluasi Laju Produksi Kritis Dan *Water Breakthrough*

Laju produksi kritis merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi *water coning*. Hasil perhitungan laju produksi kritis menggunakan metode Chierici pada sumur kajian (sumur X-41, X-95, X-98, X-

99) maka didapat hasil laju produksi kritis yang berbeda pada setiap masing-masing sumur, kemudian nilai laju produksi kritis tersebut dibandingkan dengan laju produksi aktualnya (Tabel 1). Jika pada suatu sumur laju produksi aktual lebih besar dari pada laju produksi kritisnya maka sumur tersebut telah mengalami masalah *water coning*.

Dari (Tabel 1) dapat dilihat bahwa sumur X-41, X-95, X-98, dan X-99 menghasilkan laju produksi kritis dibawah laju produksi aktual nya. Hal ini menandakan bahwa ke empat sumur tersebut telah mengalami *water coning*, terlihat pada perbandingan besarnya laju produksi aktual yang sangat jauh melampaui nilai maksimum dari laju produksi agar tidak terjadi coning nya. Perbedaan hasil dari perhitungan laju produksi kritis ini dipengaruhi oleh parameter-parameter penyusun pada setiap masing-masing sumur (Tabel 1), yaitu ketebalan, radius pengurasan sumur, interval perforasi, Jarak WOC (*Water Oil Contact*) ke *bottom* perforasi, permeabilitas vertikal dan permeabilitas horisontal.

Pada sumur X-41 diketahui memiliki ketebalan 7,47 m (24,51 ft), radius pengurasan 805,79 ft, interval perforasi 7 m (22,967 ft), jarak WOC ke *bottom* perforasi hanya 4 m (13,124 ft). Ketebalan pada sumur X-41 termasuk rendah sehingga menyebabkan letak interval perforasi dekat dengan jarak WOC [7]. Selain itu radius pengurasan pada sumur ini besar, apabila suatu luasan dikuras oleh sebuah sumur saja, maka untuk mendapatkan laju produksi tertentu umumnya mengharuskan sumur tersebut berproduksi diatas laju produksi kritisnya. ini berarti diperlukannya *preassure drawdown* yang besar untuk maksud tersebut sehingga problem *water coning* tidak dapat dihindarkan. Pada sumur X-95 memiliki ketebalan 6,7 m (21,99 ft), radius pengurasan 1068,6 ft, interval perforasi 4,1 m (13,45 ft), jarak WOC ke *bottom* perforasi hanya 13 m (42,7 ft). Ketebalan pada sumur ini termasuk rendah sehingga menyebabkan letak interval perforasi dekat dengan jarak WOC. Selain itu radius pengurasan pada sumur ini besar [8], apabila suatu luasan dikuras oleh sebuah sumur saja, maka untuk mendapatkan laju produksi tertentu umumnya mengharuskan sumur tersebut berproduksi diatas laju produksi kritisnya. Ini berarti diperlukannya *preassure drawdown* yang besar untuk maksud tersebut sehingga problem *water coning* tidak dapat dihindarkan lagi. Pada sumur X-98 memiliki ketebalan 14,49 m (47,55 ft), radius pengurasan 402,38 ft, interval perforasi 10 m (32,81 ft), jarak WOC ke *bottom* perforasi 53 m (179,893 ft). Pada sumur ini ketebalan yang dimiliki lebih besar dibandingkan dengan sumur X-41, X-95 oleh karena itu sumur ini mempunyai keleluasaan dalam menempatkan interval perforasi nya. Hasil dari perhitungan laju produksi kritis menggunakan metode chierci 18,36 Bopd didukung oleh jarak dari WOC ke *bottom* perforasi cukup jauh yaitu 173,893 ft. Kemudian pada sumur X-99 diketahui bahwa radius pengurasan kecil dibandingkan dengan radius pada sumur X-41, X-95, X-98 yaitu 289,378 ft dan jarak WOC ke *bottom* perforasi adalah 278,88 ft. Sehingga laju produksi kritis sebesar 14,96 Bopd.

Tabel 1. Perbandingan Q actual dan Q critical

METODE	Sumur	Qcritical	Qactual	Keterangan
Chierici	X-41	0,42 Bopd	87 Bopd	Water Coning
	X-95	1,19 Bopd	143 Bopd	Water Coning
	X-98	18,36 Bopd	189 Bopd	Water Coning
	X-99	14,96 Bopd	148 Bopd	Water Coning

Tabel 2. Faktor Pengaruh Nilai QOC

Parameter	Sumur			
	X-41	X-95	X-98	X-99
Ketebalan, ft	24,51	21,99	47,55	24,91
Radius Pengurasan, ft	805,75	1068,6	402,88	289,378
Interval Perforasi, ft	22,967	13,45	32,81	9,843
Jarak WOC ke <i>Bottom</i> Perforasi, ft	13,124	42,7	173,893	278,88
Permeabilitas Vertikal dan Horisontal, mD	159	159	159	159

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Breakthrough Time*

Sumur	<i>Breakthrough Time</i>
X-41	1 days
X-95	3 days
X-98	21 days
X-99	4 days

Tabel 4. Perbandingan *Q actual* dan *Q Critical* serta *Breakthrough Time*

Sumur	<i>Qcritic</i>	<i>Qactual</i>	<i>Breakthrough Time</i>
X-41	0,42 Bopd	87 Bopd	1 days
X-95	1,19 Bopd	143 Bopd	3 days
X-98	18,36 Bopd	189 Bopd	21 days
X-99	14,96 Bopd	148 Bopd	4 days

Selain parameter laju produksi kritis, parameter waktu pertumbuhan *cone* juga menjadi parameter penting dalam mengevaluasi *water coning* [9]. Parameter ini merupakan parameter yang memperjelas bahwa pada suatu sumur mengalami *water coning* yang ditunjukkan pada waktu seberapa lama *cone* menerobos zona produksi (Tabel 3). Hasil perhitungan *water breakthrough* pada sumur-sumur tersebut.

Diketahui bahwa waktu *cone* mencapai lubang perforasi adalah pada sumur X-41 adalah 1 hari, X-95 adalah 3 hari, X-98 adalah 21, dan X-99 adalah 4 hari. Waktu yang sangat logis jika dilihat dari produksi actual yang sangat jauh melampaui produksi kritisnya (Tabel 4) dengan melihat perbandingan yang disertakan hasil dari *breakthrough timenya*.

3.3 Mengatasi Masalah Water Coning

Setelah mengetahui sumur-sumur mengalami masalah *water coning*, dilanjutkan dengan analisa pemilihan sistem (metode) penanganan yang tepat dalam mengatasi masalah *water coning*. Penanganan masalah water coning dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu[10] :

1. Penurunan Laju Produksi
2. Rekompleksi Sumur
3. Penambahan Sumur Infil
4. Injeksi Minyak
5. *Artificial Barrier*,
6. Peningkatan Produktivitas Formasi,
7. Penutupan Sumur Sementara.

Dari setiap sistem penanganan, perlu diketahui bahwa masing-masing sistem penanganan ini mempunyai parameter yang berbeda sesuai dengan tujuan dari sistem penanganan tersebut. Penentuan sistem penanganan berdasarkan dari kriteria yang cocok pada masing-masing sumur dengan melihat hasil dari perhitungan laju produksi kritisnya dan data reservoir (parameter sumur) yang dimiliki oleh setiap sumur. Terdapat lima parameter sumur yang mempengaruhi laju produksi kritis sumur tersebut, yaitu:

1. Ketebalan (h), ft
2. Radius Pengurasan (r_c), ft
3. Interval Perforasi (h_p), ft
4. Jarak WOC (*Water Oil Contact*) ke *Bottom* Perforasi (h_c), ft
5. Permeabilitas Vertikal dan Horisontal, mD

Parameter-parameter ini yang berpengaruh terhadap penentuan sistem penanganan yang akan dipakai dalam mengatasi masalah *water coning* dengan cara menganalisa parameter sumur terhadap parameter yang dimiliki oleh sistem penanganan. Metode yang dipilih adalah metode yang cocok dan sesuai pada kondisi sumur tersebut.

1. Penentuan penanganan pada sumur X-41

Kenaikan kadar air yang secara *significant* pada sumur ini menandakan bahwa sumur X-41 mengalami gejala *water coning*. Hal ini dipertegas oleh hasil dari evaluasi laju produksi kritis pada sumur X- 41 didapat $Q_{oc} =$

0,42 stb/day, Q_{actual} nya sebesar = 87 stb/day. Hasil ini menandakan bahwa sumur 41 mengalami *water coning* dengan *breakthrough time* 1 hari. Hal ini dapat dilihat dari $Q_{actual} > Q_{kritis}$ yaitu 87 stb/day $>$ 0,42 stb/day dan waktu cone mencapai perforasi adalah 2 hari merupakan waktu yang sangat logis jika dilihat dari produksi aktual yang sangat jauh melampaui produksi kritis.

Sistem penanganan yang tepat untuk sumur X-41 ini adalah Rekompleksi Sumur. Pemilihan ini berdasarkan jika melihat kecilnya laju produksi kritis dari sumur X-41 yaitu 0,42 stb/day, maka disarankan agar penanganan pada sumur ini dengan cara rekompleksi sumur dimana rekompleksi sumur dilakukan dengan mengatur kembali jarak dan posisi interval perforasi terhadap water level statisnya sehingga menghasilkan laju produksi kritis yang lebih besar. Diketahui juga bahwa jarak dari *water oil contact* kebottom perforasi sangat dekat yaitu 4 m (14,124 ft).

2. Penentuan penanganan pada sumur X-95

Analisa laju produksi kritis pada sumur X-95 ini menunjukkan bahwa sumur X-95 mengalami *problem water coning* karena didapat hasil dari $Q_{oc} = 1,19$ stb/day dan Q_{actual} nya sebesar 143 stb/day. Dimana $Q_{actual} > Q_{kritis}$ yaitu 143 stb/day $>$ 1,19stb/day dengan *breakthrough time* nya selama 3 hari. Penanganan yang tepat untuk sumur X-95 ini adalah penambahan sumur infil. Dimana diketahui pada sumur ini radius pengurasan sumur cukup besar yaitu 1068, 6 ft.apabila suatu luasan dikuras oleh sebuah sumur saja, maka untuk mendapatkan laju produksi tertentu umumnya mengharuskan sumur tersebut berproduksi diatas laju produksi kritisnya. Sehingga diperlukannya *preassure drawdown* yang besar untuk dalam memproduksi nya, sebagaimana kita ketahui bahwa apabila tekanan *drawdown* lebih besar dari beda tekanan gravitasi maka *coning* dapat terjadi.

3. Penentuan penanganan pada sumur X-98

Dari hasil perhitungan laju produksi kritis, pada sumur ini didapat $Q_{oc} = 18,36$ stb/day dan Q_{actual} nya = 189 stb/day dengan *breakthrough time* selama 21 hari. Hasil ini menandakan bahwa sumur X-98 mengalami *problem water coning*. Dampak buruk dari terjadinya masalah *water coning* ini mengharuskan untuk merencanakan sistem penanganan yang tepat untuk sumur ini agar sumur ini tetap bernilai ekonomis. Penanganan yang dipilih disarankan kepada sistem penanganan yang tepat. Menurut saya sistem penanganan yang tepat adalah pembuatan *artificial barrier*, dimana pembuatan *artificial barrier* merupakan penghalang yang sengaja dibuat untuk mencegah ikut mengalirnya air bersama minyak kedalam lubang sumur akibat *water coning*. Penghalang buatan tersebut berupa penghalang padat maupun berupa fluida yaitu berupa plastik, bitumen dan semen dapat membantu untuk mencegah terjadinya *water coning* jika bahan bahan tersebut menekan formasi untuk jarak yang sesuai sebagai *artificial barrier* sistem.

4. Penentuan penanganan pada sumur X-99

Hasil dari perhitungan laju produksi kritis pada sumur X-99 ini didapat $Q_{oc} = 14,96$ stb/day, $Q_{actual} = 148$ stb/day. Jelas bahwa sumur X-99 juga mengalami *water coning* yang ditunjukkan oleh Q_{actual} jauh lebih besar dibandingkan dengan hasil Q_{kritis} nya yaitu 148 stb/day $>$ 14,96 stb/day dengan diikuti *breakthroughtime* nya selama 4 hari. Penanganan yang disarankan pada sumur ini adalah sistem penanganan Peningkatan Produktivitas Sumur. Pemilihan metode ini dikarenakan metode ini dilakukan untuk menurunkan gradien tekanan aliran dasar lubang sumur yang diperlukan untuk memperoleh laju produksi yang sama. Dengan demikian, ketinggian puncak *water cone* yang mengalir kearah dasar lubang sumur dapat diperkecil dan akan memperbesar harga laju produksi kritisnya. Produktivitas sumur biasanya dinyatakan dengan produktivity index (PI). Diketahui bahwa *Produktivty Index* pada sumur X-99 ini adalah 1,56 bfpd/psi.

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian tugas akhir yang dilakukan pada PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba, disimpulkan bahwa :

1. Evaluasi masalah *water coning* menggunakan metode chierici pada sumur menghasilkan sumur X-41 : 0,42 Bopd, sumur X-95 :1,19 Bopd, sumur X-98 : 18,36 Bopd, sumur X-99 : 14,96 Bopd. Hal ini menunjukkan bahwa keempat sumur yang dikaji mengalami masalah *water coning*.
2. Besarnya nilai laju produksi kritis pada suatu sumur dipengaruhi oleh beberapa dari parameter-parameter sumur yaitu ketebalan *reservoir*, sifat fisik batuan dan fluidanya, jarak WOC (Water oil Contact) ke bottom perforasi dan perbedaan densitas minyak dan densitas air.
3. Sistem penanganan yang tepat untuk keempat sumur kajian ini adalah :
 - a. Sumur X-41 : Rekompleksi Sumur,
 - b. Sumur X-95 : Penambahan Sumur Infil,

- c. Sumur X-98 : *Artificial Barrier*, dan
- d. Sumur X-99 : Peningkatan Produktivitas Sumur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA, Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., Bochori, ST, MT.,
2. Bapak Danto Prihandono dan Bapak Stenly Loupatti selaku pembimbing di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.
3. Dr. Ir. H. Syamsul Komar selaku pembimbing pertama dan Bochori, ST, MT., selaku pembimbing kedua skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PEP,. (2008). *File Sejarah Singkat PT.Pertamina EP Asset 1Field Ramba*.Jakarta :PT Pertamina EP.
- [2] Beggs,D, H.(1991). *Production Optimization*.Tulsa : Oil and Gas Consultant International Inc,.
- [3] Brown, Kermit E. (1984). *The Technology Of Artificial Lift Methods*. Tulsa Oklahoma:PennWell Publishing Company.
- [4] Rukmana, D, dan Kristanto, Dedi. (2011). *Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi*.Yogyakarta :Pohon Cahaya.
- [5] Inikori, O, S., (2002).*Numerical Study Of Water Coning Control With DWS Well Completion In Vertical And Horizontal Well*.
- [6] PEP,. (2008). *File Geologi Lapangan PT.Pertamina EP Asset 1Field Ramba*.Jakarta :PT Pertamina EP.
- [7] PEP,. (2013). *File Data Produksi Lapangan Bentayan* . Ramba : PT.Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.
- [8] De Silva, T. (1995). *Manual On The Essential Oil Industry Viena*. United Nations Industrial Development Organisation.
- [9] Ahmed, T. (1989). *Reservoir Engineering Handbook*, Second Edition page 570-672.
- [10] Joshi, S, D. (1991). *Horizontal Well Technology*. Tulsa Oklahoma : PennWell Publishing Company.