P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

ANALISA HASIL PENGUJIAN SUMUR DENGAN METODE *MODIFIED ISOCHRONAL TEST* DAN *PRESSURE BUILD UP TEST* DI SUMUR RA-X PT Y

ANALYSIS OF WELL TEST RESULTS USING THE MODIFIED ISOCHRONAL TEST METHOD AND PRESSURE BUILD UP TEST IN THE RA-X WELL OF PT Y

Roni Alida[1)], Azka Roby Antari[2)], Hendra Budiman[3)]
[1,2,3)] Program Studi Teknik Eksplorasi Produksi Migas Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia
Corresponding Author E-mail: *roni@pap.ac.id, azkaroby@pap.ac.id* dan *hendra_budiman@pap.ac.id*

Abstract: Well testing is an activity to obtain the information about reservoir condition and capability to produce. The information obtained from the testing result are formation permeability, skin factor, ΔPs, productivity index, and flow efficiency. If a production well pressure keeps decreasing, it would reduce the production result of the well. The issue often found in the field was related to factors which obstruct the production process. Therefore, testing on one well at PT Y was conducted using Pressure Build Up (PBU) and Modified Isochronal Test (MIT) measurement methods. The results obtained from Pressure Build Up were permeability of 112 mD, skin factor of 43,7, ΔPs of 33,6505 psia and flow efficiency of 0,1862. Meanwhile the result of Modified Isochronal Test (MIT) was the value of AOFP of 11,257 MMSCFD. From the analysis of all testing, it was concluded that the well was not in proper condition.
Keywords: Well Testing, Pressure Build Up, Modified Isochronal Test, Skin, Permeability.

***Abstrak**: Pengujian sumur (well testing) merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi reservoir dan kemampuan reservoir untuk berproduksi. Informasi yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut seperti permeabilitas formasi, faktor skin, ΔPs, produktifitas indeks, dan efisiensi aliran. Jika tekanan suatu sumur produksi terus menurun, akan mengurangi hasil produksi dari sumur tersebut. Masalah yang sering ditemui di lapangan adalah masalah mengenai faktor-faktor yang menghambat proses produksi. Maka dari itu, dilakukan pengujian pada salah satu sumur yang ada di PT Y dengan metode pengukuran Pressure Build Up (PBU) dan Modified Isochronal Test (MIT). Hasil yang diperoleh dari analisa Pressure Build Up adalah permeabilitas 112 mD, faktor skin 43,7, ΔPs 33,6505 psia dan flow efficiency sebesar 0,1862. Sedangkan hasil dari Modified Isochronal Test (MIT) berupa nilai AOFP sebesar 11,257 MMSCFD. Dari analisa semua pengujian diambil kesimpulan bahwa sumur tersebut dalam keadaan yang kurang baik.*
Kata kunci: Pengujian Sumur, Pressure Build Up, Modified Isochronal Test, Skin, Permeabilitas.

1. PENDAHULUAN

Setiap kegiatan yang dilakukan oleh sebuah perusahaan khususnya dibidang migas tentu saja memiliki target untuk bisa mendapatkan hasil produksi optimal dengan pertimbangan efisiensi dalam kegiatan eksplorasi maupun produksi. Disini jelas bahwa salah satu bagian yang menjadi dasar utama untuk mencapai target tersebut adalah kegiatan produksi, maka perlu diperhatikan kemampuan dari setiap sumur yang dimiliki oleh perusahaan yang akan menjadi pertimbangan penting dalam menentukan target kedepannya. Produksi suatu sumur yang terus menurun mengakibatkan pencapaian produksi tidak sesuai target. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang sering dihadapi di lapangan seperti masalah mengenai kecilnya kemampuan batuan untuk mengalirkan fluida, tekanan dasar di reservoir yang terus menurun, dan faktor-faktor lain yang menghambat proses produksi.

Hambatan dalam produksi suatu sumur dapat mengakibatkan kerugian pada perusahaan yang mengelola sumur tersebut, untuk mengatasi hal tersebut perlu dilaksanakan pengujian sumur (*well testing*) untuk mendapatkan diagnosa permasalahan yang terjadi pada proses produksi di sumur tersebut. Prinsip dari pengujian sumur adalah dengan cara memberikan gangguan kesetimbangan tekanan terhadap sumur yang akan diuji dan usaha ini dilakukan dengan menutup sumur dengan laju alir yang konstan.

P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

Metode yang akan dilakukan pada pengujian sumur ini yaitu metode *Horner plot* pada uji *pressure build up* dan metode *modified isochronal test* pada *deliverability test*.

Pressure Build Up merupakan suatu teknik pengujian transien yang dilakukan dengan cara memproduksikan sumur selama selang waktu tertentu dengan laju aliran tetap yang kemudian menutup sumur (biasanya dengan menutup kepala sumur dipermukaan) sehingga tekanan akan menjadi naik. Kenaikan tekanan dicatat sebagai fungsi waktu. Tekanan yang dimaksud biasanya adalah tekanan dasar sumur, pengujian sumur ini penting dilakukan untuk dapat menentukan karakteristik reservoir. Dengan perencanaan, pelaksanaan, dan penganalisaan uji sumur yang benar dan tepat akan membutuhkan informasi seperti viskositas (μ), tebal formasi (h), kompresibilitas total (ct), jari-jari sumur (rw), serta porositas (ϕ) untuk menentukan permeabilitas, faktor skin (s) dan efisiensi aliran (FE).

Deliverability test diperlukan untuk mendapatkan *rate* produksi yang optimum, peramalan produksi, mendapatkan jumlah sumur yang diperlukan untuk pengembangan lapangan, dan evaluasi kerusakan sumur. Metode *modified isochronal test* merupakan pengembangan dari metode *isochronal test*, perbedaannya terletak pada penutupan sumur tidak perlu mencapai kondisi stabil. Melalui analisis MIT tersebut akan didapatkan nilai C dan n, lalu mendapatkan AOFP-nya sehingga karakteristik *inflow performance*-nya bisa diketahui.

Sumur RA-X merupakan salah satu sumur gas dari PT Y. Untuk mengoptimalkan produksi gas di sumur ini maka dilakukan kegiatan optimasi dan monitoring. Salah satu bentuk kegiatan monitoring yang dilakukan adalah melakukan kegiatan well testing. Untuk memperoleh informasi mengenai kondisi sumur dan karakteristik reservoir seperti permeabilitas (k), faktor *skin* (s), *pressure drop skin* (ΔPs) dan *flow efficiency* (FE) dilakukanlah analisa *pressure build up*. Untuk mengetahui kemampuan produksi secara optimal dari sumur tersebut, maka dilakukan *Modified Isochronal Test (MIT).*

2. TEORI DASAR

2.1 *Deliverability Test*

Uji sumur (*well test*) yang digunakan untuk sumur gas menggunakan uji *deliverability*. *Deliverability* merupakan suatu hubungan antara penurunan laju produksi dengan tekanan reservoirnya, sebagai akibat dari berlangsungnya proses *depletion* dari suatu reservoir gas yang diperlukan dalam perencanaan dan pengembangan lapangan. *Deliverability* sumur adalah kemampuan sumur (reservoir) untuk mengalirkan fluida (gas). Dari analisa tes, nantinya akan diperoleh hubungan tekanan dengan rate produksi. Uji *deliverability* dibagi tiga, yaitu:

a. Back Pressure Test

Flow after flow atau *back pressure test*, metode ini pertama kali ditemukan oleh Pierce dan Rawlins (1929) untuk mengetahui kemampuan sumur berproduksi dengan memberikan tekanan balik (*back pressure*) yang berbeda-beda. Prinsip kerjanya dengan menstabilkan tekanan reservoir (Pr) dengan jalan menutup sumur. Selanjutnya sumur akan diproduksikan dengan laju (q) yang berbeda-beda. Setiap penggantian laju produksi, sumur dibiarkan untuk berproduksi hingga mencapai aliran yang stabil. Setiap kali penggantian laju alir tidak didahului terlebih dahulu dengan penutupan sumur. Pada pengujian ini, sangat baik apabila dilakukan pada reservoir dengan permeabilitas tinggi. Apabila permeabilitasnya rendah, maka akan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk mencapai kondisi yang stabil.

b. Isochronal test

Uji sumur dengan cara membuka dan menutup secara bergantian hingga tekanannya stabil pada berbagai macam laju alir dan terakhir dilakukan *extended flow*.

c. *Modified Isochronal Test* (MIT)

Uji sumur yang sama seperti *isochronal test*, bedanya tidak perlu menunggu tekanan hingga stabil, tetapi waktu buka dan tutupnya sama. *Modified isochronal* merupakan suatu metode pengujian dimana

P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

persyaratan untuk penutupan sumur tidak perlu stabil. Tujuan *modified isochronal* yaitu untuk memperoleh kemampuan sumur gas berproduksi dengan memperkirakan penurunan laju produksi seiring dengan berkurangnya tekanan reservoir.

Prosedur uji sumur menggunakan metode MIT sebagai berikut:

1. Memproduksikan sumur secara bergantian
2. Pada selang waktu produksi yang sama untuk periode aliran, begitu saat penutupan selang waktu produktivitasnya sama.
3. Dalam setiap periode aliran dihitung tekanan dasar alir (Pwf) diukur, dan pada akhir periode penutupan dihitung tekanan statik dasar sumurnya.
4. Pada akhir tes, sumur diproduksikan sehingga mencapai kondisi yang stabil, kemudian diukur tekanan alir dasar sumur dan laju alirnya, dimana periode ini disebut dengan *extended flow period*.

Pada analisa konvensional, penentuan *deliverability* menggunakan persamaan empiris yang selaras dengan hasil pengamatan, menyatakan dengan hubungan laju aliran Qsc terhadap Δp^2 pada laju aliran stabil. Analisa *Rawlin-Schellhardt* merupakan metode yang sering digunakan untuk menentukan kinerja produksi dari sumur gas. Garis lurus yang didapat dari plot antara (Pr^2-Pwf^2) vs Qsc pada kertas log-log merupakan kinerja sumur yang sebenarnya. Secara ideal garis lurus tersebut mempunyai *slope* atau kemiringan 45° pada laju produksi rendah dan memberikan slope yang lebih besar pada laju produksi tinggi. Hal ini terjadi akibat dari naiknya turbulensi disekitar lubang bor dan berubahnya faktor *skin* akibat peningkatan laju produksi.

2.2 Pressure Build Up Test

Pressure build up test adalah suatu teknik pengujian transien tekanan yang umum digunakan, yang dilakukan dengan cara memproduksikan sumur dengan laju produksi konstant selama waktu tertentu dan dilanjutkan dengan menutup sumur. Penutupan sumur ini menyebabkan naiknya tekanan yang dicatat sebagai fungsi waktu. Dari data tekanan yang didapat, kemudian dapat ditentukan permeabilitas formasi, daerah pengurasan saat itu, adanya karakteristik kerusakan atau perbaikan formasi, dan batas reservoir.

Memproduksikan sumur pada laju alir yang konstan dengan melakukan penutupan sumur akan menyebabkan naiknya tekanan. Nilai tekanan yang terukur menunjukan kenaikan hingga mendekati keadaan reservoir mula-mula. Akan tetapi, setiap *pressure build up* dilakukan hingga pada kondisi dasar yang mendekati stabil.

Data-data yang diperoleh dari pengujian *pressure build up* adalah berupa data perubahan tekanan dan data waktu tes yang kemudian dianalisa untuk mendapatkan parameter reservoir seperti:

a. Permeabilitas

Permeabilitas adalah sifat dan media berpori dan ukurannya yang menyatakan kemampuan media tersebut (batuan) untuk melewatkan fluida. Semakin besar permeabilitas batuan maka semakin mudah fluida untuk mengalir melalui batuan itu. N

b. Faktor *Skin* (S)

Skin adalah zona di sekitar perforasi yang mengalami penurunan permeabilitas. *Skin* merupakan suatu besaran yang menunjukkan ada atau tidaknya kerusakan formasi di sekitar lubang sumur. *Skin* ini mengakibatkan berkurangnya permeabilitas formasi di sekitar lubang bor disebabkan oleh runtuhnya dinding lubang sumur, terjadinya pengendapan, dan invasi partikel-partikel selama pemboran, completion, dan produksi.

Menurut Hurst (1953), formasi di sekitar lubang sumur mengalami kerusakan. Luas daerah formasi yang mengalami kerusakan ini relatif tipis hanya di sekitar lubang sumur maka disebut *skin*, sehingga aliran dari formasi terhambat mengalir ke luang sumur.

Faktor *skin* digunakan untuk mengetahui apakah formasi mengalami kerusakan atau tidak. Dimana apabila suatu faktor *skin* berharga positif (+), maka diindikasikan bahwa adanya kerusakan di lapisan formasi, sedangkan apabila keadaan faktor *skin* negatif (-), maka diindikasikan adanya perbaikan zona formasi.

P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

c. Kehilangan tekanan akibat *skin* (ΔPs)

Pada perhitungan hasil faktor *skin* dapat dianalisa dengan menunjukan adanya hambatan aliran. Hambatan aliran dianggap sebagai besarnya penurunan tekanan (ΔPs) akibat adanya *skin*.

d. Efisiensi Aliran

Efisiensi aliran merupakan rasio suatu produktivitas indeks pada s uatu kondisi formasi reservoir terhadap kondisi ideal pada saat diproduksikan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisa Perhitungan *Pressure Build Up* dengan Metode P2

Tahap pengolahan data *pressure build up test* dengan menggunakan metode P2, sebagai berikut:

1. Siapkan data pendukung untuk analisa:
   a) Laju aliran (Q_{sc}) (MMSCF/d)
   b) Viskositas gas (μg) (cp)
   c) Kompressibilitas total (ct) (psi^{-1})
   d) Faktor deviasi gas (Z)
   e) Temperatur reservoir (T) (R (Rankine))
   f) Tebal lapisan (h) (ft)
   g) Jari - jari lubang bor (rw) (ft)
   h) Porositas (ϕ) (%)
   i) Specific gravity gas (SG gas)
   j) Tekanan dasar alir (Pwf)
   k) Waktu produksi sebelum sumur ditutup (tp) (hour)
2. Buat tabel Δt, $\frac{tp+\Delta t}{\Delta t}$, P_{ws}, P_{ws}^2, dan (P_{ws}^2 - P_{wf}^2), dimana P_{wf} pada saat $\Delta t = 0$.
3. Plot P_{ws}^2 terhadap log $\frac{tp+\Delta t}{\Delta t}$ pada kertas semilog. Buat garis lurus melalui titik yang bebas dari pengaruh *wellbore storage*. Kemudian tentukan kemiringan (m).
4. Ekstrapolasikan garis lurus, sampai ke harga $\frac{tp+\Delta t}{\Delta t} = 1$, untuk mendapatkan harga dari P*.
5. Menentukan harga permeabilitas pada reservoir yang diteliti.
6. Menentukan nilai *skin* pada test *pressure build up* menjadi parameter yang penting karena dengan melihat nilai *skin* pada tes, maka dapat mengetahui kondisi sumur berproduksi.
7. Menentukan harga ΔPskin.
8. Tentukan harga efisiensi aliran:

3.2 Analisa Uji Deliverabilitas dengan Metode *Modified* Isochronal *Test*

Tahap pengolahan data uji deliverabilitas pada *modified isochronal Test* adalah sebagai berikut:

1. Dapatkan data uji *modified isochronal Test*
   a. Urutkan keadaan sumur selama pengujian.
   b. Lama waktu tutup dan waktu buka sumur. Waktu tutup dan waktu buka sumur harus sama.
   c. Tekanan dasar sumur,
   d. Laju aliran, dan
   e. Laju aliran stabil dan lamanya uji aliran stabil ini dilakukan.
2. Tabulasikan :
   a. Waktu uji
   b. Tekanan dasar statik saat sumur ditutup dan tekanan dasar alir saat sumur kemudian dibuka, dan
   c. Laju aliran.
3. Hitung harga (Ps^2-Pwf^2) berdasarkan Ps dan Pwf yang berurutan, untuk setiap laju aliran. Perhitungan ini tidak perlu dilakukan untuk laju aliran stabil.
4. Plot (Ps^2-Pwf^2) terhadap Qg pada kertas log-log dengan (Ps^2-Pwf^2) sebagai sumbu kordinat dan Qg sebagai sumbu absis.
5. Tarik garis lurus terbaik dengan menggunakan fungsi *trendline* dan keluarkan persamaannya untuk mencari nilai n pada langkah berikutnya.
6. Hitung kemiringan garis dengan menggunakan nilai dari Log 1, Log 10 dan P1 dan P2 dengan persamaan
7. Menghitung konstanta (*C*)
8. Menghitung AOFP (*Absolute Open Flow Potential*). Hasil dari perhitugan AOFP ini akan mengindentifikasikan kemampuan sumur untuk berproduksi sehingga kita dapat mengoptimalkan sumur tersebut dengan sebaik mungkin.
9. Membuat kurva IPR / AOFP hitung qsc. Kemudian dengan membuat kurva IPR dari sumur tersebut, maka dapat melihat kemampuan maksimum dari sumur itu dan

P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

melihat seberapa panjang umur dari sumur tersebut apabila diproduksi terus menerus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan *Pressure Build up Test*

1. Membuat *Horner Plot*

Langkah pertama prosedur pengolahan data pada *pressure build up test* ini adalah dengan mengeliminasikan data rekaman EMR pada *pressure build up* yang merupakan keadaan *build up*. Dari data Sumur RA-X telah diketahui tekanan *reservoir* sumur tersebut <2.000 psi, sehingga metode *Horner* yang digunakan menggunakan pendekatan P^2. Langkah awal dalam menggunakan metode ini adalah dengan mengkuadratkan hasil respon tekanan.



Gambar 4.1 Semilog *Plot Horner Time* vs Pws^2

2. Menentukan Nilai *Slope* (m)

Langkah selanjutnya adalah menentukan *slope* pada 1 *cycle*, Maka didapatkan m = 700 $psia^2$/ *cycle*

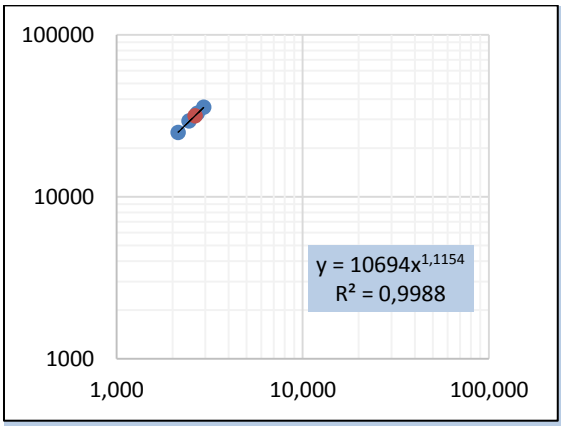
3. Menentukan tekanan dasar sumur (Pwf) pada saat Δt = 1 jam didapat nilai Pwf 1 hr sebesar 158.000 $psia^2$ atau sama dengan 397,49 psia.
4. Menentukan tekanan resevoir P*
   Nilai P* didapatkan = 398,75 psia
5. Menentukan nilai permeabilitas dari reservoirnya (k) = 122,23 mD.
6. Menentukan Nilai *Skin* S = 43,29

Hasil perhitungan *skin factor* yang bernilai positif sebesar 43,29 menunjukkan bahwa sumur mengalami kerusakan formasi (*damage formation*).

7. Menentukan perubahan tekanan akibat skin
   ΔPskin = 162.368 psia
8. Menentukan *Flow Efficiency* (FE)
   FE = 0,1862

4.2 Perhitungan *Modified Isochronal Test*

Sumur RA-X telah dilakukan uji *modified isochronal test* dengan membuka dan menutup sumur dengan waktu yang sama. Langkah pertama adalah dengan menghitung nilai ΔP^2 dan membuat *plot* antara ΔP^2 vs q dalam skala log – log. Dalam hal ini ΔP^2 adalah selisih antara tekanan tutup dan tekanan buka.



Gambar 4.2 log-log *Plot* MIT RA-X

Grafik tersebut menampilkan grafik antara log q terhadap ΔP^2. Selanjutnya menarik garis lurus terbaik yang mewakili titik–titik hubungan antara log Q terhadap ΔP^2 seperti garis berwarna biru. Sedangkan garis berwarna merah menunjukkan laju aliran saat *extended*. Kemudian menghitung kemiringan garis untuk mendapatkan nilai n dengan cara memilih dua titik pada sumbu x yang termasuk dalam 1 *cycle*. Langkah selanjutnya dengan menghitung nilai n dan C untuk mencari nilai AOFP:

1. Menghitung nilai n = 0,8965
2. Menghitung nilai C
   C = 0,000245735
3. Menghitung nilai AOFP (*Absolute Open Flow Potential*) AOFP = 11,257 MMSCFD

Dengan mendapatkan nilai AOFP, maka dapat dilihat kemampuan sumur gas untuk berproduksi. Dari nilai AOFP yang telah

P-ISSN: 2089-5925 E-ISSN: 2621-9328
Jurnal Teknik PATRA AKADEMIKA
Jurnal Teknik Patra Akademika
Volume 16 No. 01 Juli 2025

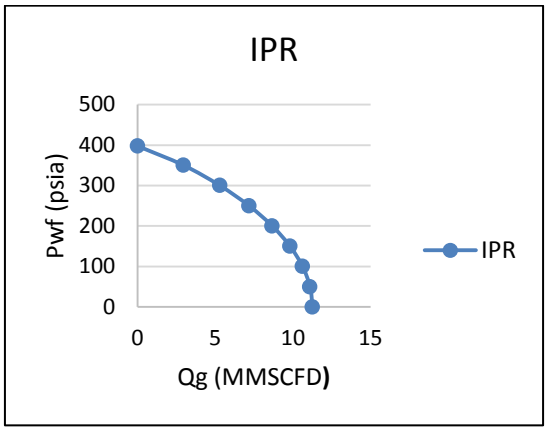
didapat kemudian dibuat kurva IPR untuk mengetahui laju aliran dari fluida gas tersebut.

Membuat kurva IPR untuk sumur gas tersebut dengan Pwf asumsi. Nilai q dicari dengan menggunakan persamaan:

$$Q = C\ (Pr^2 - Pwf^2)^n$$

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan IPR

Pwf (psia)	Qg (MMSCFD)
397,57	0
350	2,95549260
300	5,28894388
250	7,16964461
200	8,66603607
150	9,80927321
100	10,6164371
50	11,0973211
0	11,2570776



Gambar 4.3 Kurva IPR RA-X

4.3 Pembahasan Analisis *Pressure Build Up Test* dan *Modified Isochronal Test*

Hasil yang didapat dengan pengolahan data maka dapat diketahui bahwa Sumur RA-X mengalami kerusakan formasi yang menyebabkan penurunan produksi. Biasanya penyebab utama kerusakan formasi adalah akibat adanya kontak antar formasi dengan fluida yang tidak sesuai sehingga mengakibatkan terbentuknya endapan (*scale*) di sekitar formasi yang dapat menghambat jalannya produksi. Sumber fluidanya sendiri dapat berasal dari fluida lumpur pemboran, fluida kerja ulang atau komplesi, fluida stimulasi atau bahkan fluida reservoir itu sendiri apabila sifat-sifatnya sudah mengalami perubahan oleh sebab tertentu. Cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi kerusakan formasi, yaitu dengan melakukan *matrix stimulation* atau biasa disebut dengan *matrix acidizing*. *Matrix acidizing* adalah kegiatan dengan menggunakan cara menginjeksi acid ke dalam formasi pada tekanan di bawah *fracturing pressure* (tekanan rekah). Sumur RA-X berada pada lapisan Formasi Baturaja dengan batuan karbonat atau *limestone* biasanya reaktif terhadap HCl. Oleh karena itu, untuk mengatasi kerusakan formasi (skin) pada Sumur RA-X, maka akan dilakukan *matrix acidizing* atau menginjeksikan asam dengan konsentrasi tertentu ke formasi.

Analisa *modified isochronal test* pada Sumur RA-X bertujuan untuk mengetahui kemampuan Sumur RA-X untuk berproduksi atau biasa disebut dengan AOFP (*Absolute Open Flow Potential*) sebesar 11,257 MMSCF/D.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan pada sumur RA-X dengan menggunakan metode *modified isochronal test* dan *pressure build up test*, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut ini:

1. Dari hasil analisa *pressure build up test* dapat diketahui nilai dari permeabilitas (k) sebesar 122,23 mD, *skin* (s), *pressure drop skin* (ΔPs) dan *flow efficiency* (FE). Dengan begitu dapat dilihat kondisi sumur pada saat ini mengalami kerusakan.
2. Dari hasil *modified isochronal test* didapatkan nilai *absolute open flow potensial* (AOFP) pada Sumur RA-X sebesar 11,257 MMSCF/D.
3. Dilihat dari kemampuan dan potensi reservoirnya maka dianjurkan melakukan perbaikan sumur dengan mengevaluasi kondisi formasi.

DAFTAR PUSTAKA

Anaperta, Y.M. 2016. *Evaluasi Keserasian (Match Faktor Alat Muat dan Alat Angkut*

Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan Di Pit X PT Y.

Adityanugraha, Alvin Henk. 2018. *Analisa Pressure Build Up dan Modified Isochronal Test dengan Menggunakan Metode Horner Plot dan Software Ecrin*. Universitas Trisakti.

Ahmed, Tarek. 2014. *Reservoir Engineering Handbook*. Texas: Gulf Publishing Coning.

Houze, Olivier. 2008. *Kappa Book*. Stanford University: USA

Hurst, W. 1953. *Establishment of the Skin Effect and Its Impediment to Fluid-Flow Into a Well Bore*.

Jeet Singh, Prakarsa. 2018. *Analisa Pressure Transient dan Deliverability Test Menggunakan Software Ecrin dan Data Manual*. Universitas Trisakti.

Mahenda, A, 2014. *Karakterstik Kurva Pressure Build Up*. Makasar.

Rukman, Dadang, dkk. 2018. *Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi*. Pohon Cahaya; Yogyakarta.

.