

PERHITUNGAN KECEPATAN GELOMBANG AKUSTIK REFLEKSI DALAM ANALISA PERFORMANSI SUMUR MINYAK MENGGUNAKAN WELL ANALYZER ECHOMETER BERBASIS TOTAL WELL MANAGEMENT (TWM)

Nandang Taryana

Jurusan Teknik Elektro ITENAS Bandung
vanztar17@gmail.com

INTISARI

Well Analyzer adalah system akuisisi data dan sistem diagnostik buatan terintegrasi yang memungkinkan operator untuk memaksimalkan produksi minyak dan gas dan meminimalkan biaya operasi. Produktivitas sumur, tekanan reservoir, efisiensi secara keseluruhan, beban peralatan kinerja sumur diturunkan dari kombinasi pengukuran tekanan permukaan, acoustic liquid level, dynamometer, daya dan respon transien tekanan. Sistem portabel ini didasarkan pada analog to digital converter presisi yang dikendalikan oleh komputer notebook dengan aplikasi berbasis Windows. Well Analyzer mengakuisisi, mencetak, memproses, menampilkan dan mengelola data pada site baik untuk memberikan analisis langsung dari kondisi operasi sumur. Informasi tentang data sumur ini dapat diperoleh dengan menggunakan gas gun sebagai sumber gelombang bunyi yang ditembakkan ke sumur Hasil refleksi dari dalam sumur direkam dalam bentuk grafik yang direkam di komputer. Refleksi yang kuat (down kick) dari gelombang bunyi tercatat pada 14.827 detik yang mengindikasikan puncak cairan berada di kedalaman 9161.24 feet dari permukaan. Tekanan casing terukur sebesar 33.8 psig masih lebih rendah dibandingkan tekanan pump intake hasil perhitungan sebesar 486 psig sehingga tekanan casing tersebut tidak mengganggu produksi sumur. Analisa pantulan akustik tubing collar rata rata of 31.19 ft tiap tubing, dan kecepatan gelombang bunyi gas pada annulus sebesar 1236 ft/sec, dan dapat diketahui bahwa kecepatan gelombang gas di annulus berhubungan langsung dengan densitas gas. Aplikasi Well Analyzer dari Echometer membantu melihat peluang peningkatan produksi lebih lanjut seperti dengan menganalisa tinggi puncak cairan pada sumur yang datanya terlihat di komputer.

Kata kunci: Gelombang Akustik, refleksi, performansi sumur, Well Analyzer

1. PENDAHULUAN

Teknik pemantulan suara untuk mengetahui efek pemantulan suara dari sumur telah dikenal selama 50 tahun untuk tujuan analisa sumur pompa. Pada awalnya , penggunaannya terbatas hanya untuk mengetahui adanya cairan di anulus di atas pompa. Jika cairan di temukan di atas pompa maka operator tahu bahwa produksi dapat di tingkatkan, jika mengganti pompa yang lebih besar, atau jika pompa tidak bekerja secara bagus, maka pompa seharusnya di ganti dan di perbaiki. Kemudian setelah pengembangan instrument ini, beberapa operator dapat membuat interpretasi dari record (catatan data). BHP dapat dihitung dari jumlah tekanan casing di permukaan di tambah tekanan hidrostatik kolom gas dan tekanan hidrostatik kolom cairan. Adanya asumsi pengetahuan tentang densitas dan distribusi minyak dan air di kolom cairan khusus dalam kasus ini sumur kondisi tertutup ,dimana tinggi kolom cairan dapat di ketahui. Gradien cairan gas di hitung dengan membagi perubahan tekanan di puncak kolom gas cairan dengan penurunan yang tercatat di liquid level. Gradien ini di gunakan untuk menghitung BHP. Jika setting katup back pressure sampai puncak kolom cairan gas stabil di sekitar pump intake, dimana umumnya dekat perforasi, maka BHP produksi dapat ketahui/perkiraan lebih akurat oleh kontribusi tekanan hidrostatik dari kolom cairan gas yang berhubungan dengan casing head pressure, dan kesalahan perkiraan gradien tidak akan berpengaruh signifikan/nyata terhadap hasil total tekanan. Dengan menggunakan laptop digital seorang operator dapat menghitung secara otomatis level cairan dan pengukuran tekanan permukaan termasuk BHP.

Empat keuntungan menggunakan mikro komputer. Pertama, komputer dapat menggunakan digital processing data akustik untuk menghitung lebih akurat dalamnya level cairan, otomatis. Kedua, perhitungan BHP dari pengukuran level cairan akustik, tekanan permukaan, dan properti dari cairanyang terproduksi secara otomatis dapat di gunakan. Ketiga, komputer beroperasi secara otomatis dimana dapat di program sesuai kinerja well sounding dan menghitung pengukuran tekanan casing sesuai perintah tanpa pengawasan operator. Keempat, data sumur dapat

tersimpan dan di kelola secara efisien dan akurat. Ini sesuai dengan analisa kinerja sumur, tekanan transient dan kinerja pompa

Well Analyzer adalah suatu instrumen produk *Echometer Company* yang umum dipakai untuk pengambilan data sumur-sumur. *Well Analyzer* berfungsi untuk membantu operator menganalisa kinerja (*performance* sumur) menggunakan semua data yang dianggap perlu. Sasaran ini dapat terpenuhi dengan menggunakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang secara khusus digunakan untuk pengukuran tertentu dengan sistem Konfigurasi dari *Well Analyzer System*. Aplikasi dan interpretasi pengukuran yang dibuat dengan *Well Analyzer* dapat membantu menjawab sejumlah pertanyaan yang berhubungan dengan produksi sumur.(Guntur, 2011)

Aplikasi dan interpretasi pengukuran yang dibuat dengan *Well Analyzer* dapat membantu menjawab sejumlah pertanyaan yang berhubungan dengan produksi sebagai berikut:

Dari *Acoustic Surveys* : Apakah ada cairan di atas pompa? Puncak kolom cairan ada di kedalaman berapa? Apakah ada gas flowing ke anulus? Jika ya, berapa laju alirnya? Berapakah tekanan di *Casing Head*? Adakah perubahan terhadap waktu? Berapa persen cairan di kolom fluida? Berapa tekanan di perforasi? Berapa persen laju alir minyak maksimum yang mengalir pada saat produksi berlangsung? Berapa laju alir maksimum yang dapat diproduksi dari sumur? Berapa kecepatan suara di annulus gas? Berapa rata rata berat jenis gas di annulus? Apakah ada anomali (kelainan) di anulus diatas *lequid level*?

Dari *Survey Pressure Transient* : Seberapa bagus perkiraan tekanan reservoirnya? Berapa *BHP flowing*/sewaktu produksi? Berapa laju tekanan *build up*? Adakah aliran gas/liquid ketika sumur di tutup? Apakah terdapat kerusakan sumur/*wellbore damage*? Apakah sumur sudah di *fract*? Sesuaikah sumur dengan analisa tekanan transient ?

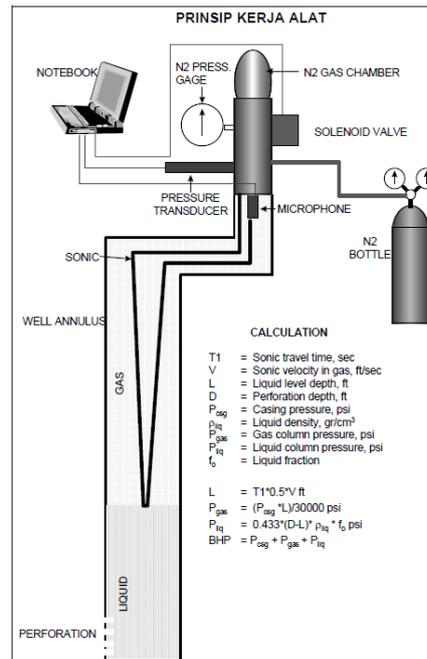
Pada penelitian ini *Well Analyzer* dengan *Total Well Management (TWM)* dari *Echometer* digunakan untuk menganalisa sumur minyak melalui pengukuran kecepatan gelombang akustik sebagai data untuk analisa sumur. Hasil pengukuran diharapkan bisa digunakan untuk penentuan efisiensi produksi sumur, berapa rata-rata berat jenis gas di annulus dan apakah ada anomali(kelainan) di annulus di atas *liquid level*.(Amperianto,1999)

1. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metoda dengan menggunakan peralatan *Well Analyzer* tipe *Total Well Management (TWM)* dari *Echometer*. Dari analisa *Total Well Management* ini dapat diketahui tekanan casing, tinggi kolom cairan pada saat operasi, tekanan yang masuk ke dalam pompa, tinggi kolom cairan diatas pompa, dan potensi maksimal di sumur.(Guntur, 2011)



Gambar 1 Tampilan *TWM Echometer*



Gambar 2. memperlihatkan peralatan dan prinsip kerja peralatan serta perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan tekanan bawah permukaan.

Prinsip Kerja alat ini adalah sebagai berikut:

1. Gas Gun dipicu untuk menimbulkan bunyi yang kemudian merambat di annulus dan dipantulkan oleh permukaan cairan. Pantulan (selama proses berlangsung bunyi direkam secara terus menerus) akan diterima oleh mikrofon dan komputer akan menghitung waktu yang dipergunakan bunyi untuk merambat dari permukaan, dipantulkan oleh permukaan cairan sampai kembali ke permukaan.
2. Untuk menghitung jarak dari permukaan ke permukaan liquid level digunakan rumus:

$$L = T_1 \times 0.5 \times v \quad (1)$$

dimana :

L = Jarak dari wellhead ke permukaan cairan, feet

T_1 = Waktu tempuh ulang-alik dari wellhead ke permukaan cairan, detik

v = Kecepatan bunyi, feet/detik

seperti diterangkan di atas, waktu telah diukur dan dicatat oleh komputer sehingga tinggal mencari kecepatan bunyi. Kecepatan bunyi ditentukan oleh jenis dan kepadatan media. Di annulus media yang mengisinya adalah gas hidrokarbon. Dengan data *specific gravity* dari gas dan data tekanan pada casing dapat dihitung kecepatan bunyi di annulus. Untuk menghitung tekanan di bawah permukaan (*Bottom Hole Pressure = BHP*) digunakan rumus:

$$BHP = P_{csg} + P_{gas} + P_{liq} \quad (2)$$

dimana :

BHP = Tekanan Bawah Permukaan, psi

P_{csg} = Tekanan Casing, psi

P_{gas} = Tekanan yang diakibatkan oleh adanya kolom gas dianulus, psi

P_{liq} = Tekanan yang diakibatkan oleh adanya kolom cairan dianulus, psi

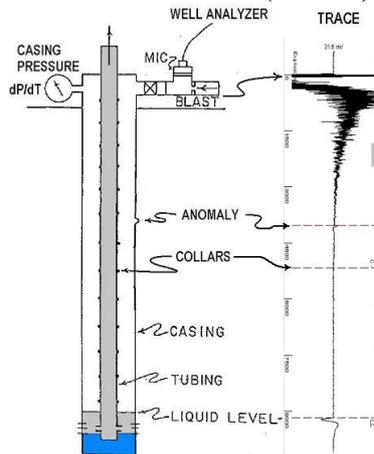
$P_{gas} = (P_{csg} \times L) / 30000$

$P_{liq} = 0.433 \times (D-L) \times \rho_{liq} \times f_o$

L = Kedalaman cairan, feet

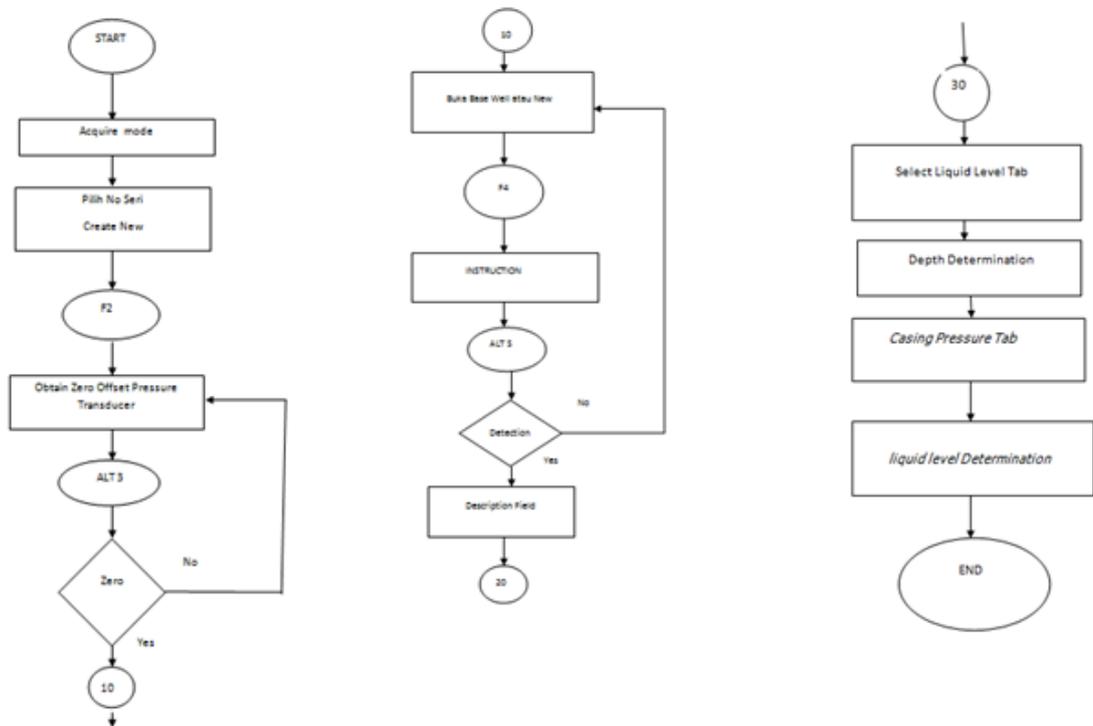
D = Kedalaman formasi, feet
 f_o = Fraksi cairan
 ρ_{liq} = Densitas liquid gr/cm³

Perhitungan BHP didasarkan pada pengukuran tekanan kepala sumur, penentuan kedalaman interface gas/cairan dan perhitungan gradien cairan annular. Supaya mencapai keakuratan maksimum dalam menghitung BHP, perangkat lunak Well Analyzer disiapkan dalam berbagai variasi temperatur dan variasi kecepatan bunyi bertujuan untuk mengubah dalam komposisi fluida cairan disebabkan variasi tekanan selama test transient. (Collins, 1983)



Gambar 3 Proses Pengukuran Liquid Level

Langkah-langkah pengukuran Liquid Level dengan Well Analyzer TWMEchometer disajikan seperti dalam flowchart seperti Gambar 4. (Echometer Company, 2004)



Gambar 4 Flowchart Langkah-langkah Dasar untuk Pengukuran Liquid Level

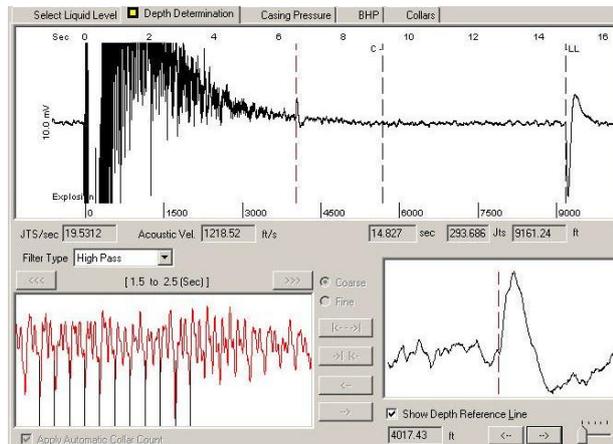
Langkah-langkah Dasar untuk Pengukuran Liquid Level yang ditampilkan pada flowchart Gambar 4. dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Start TWM. Pilih Acquire Mode.
2. Pilih nomor seri yang terdapat pada pressure transducer. Gunakan *Create New*, apabila nomor seri tidak ada pada daftar. Yakinkan semua coefficients diisi sesuai dengan label pada transducer dan isikan juga Gun Parameters di bawah.
3. Mulai untuk kalibrasi *transducer* dengan memilih *Obtain Zero Offset* atau tombol (Alt-3). lebih dahulu baca tampilan pada *Present Zero Offset* setelah stabil tekan *Update Zero Offset* dengan tombol *Present Reading* untuk menyimpan data tersebut.
4. Buka Base Well File dari sumur yang akan diambil datanya. Gunakan *New* untuk membuat *Base Well File* apabila di daftar belum ada, masukan data pompa terbaru dan kedalaman formasi.
5. Dari tombol "F4" pilih jenis Test pada tampilan dan klik *Acoustic Tab* untuk memulai pengambilan data *acoustic*.
6. Persiapan menembak dengan mengikuti langkah langkah pada panel INSTRUCTIONS:
Pertama : Isi *Gas Gun*, Kedua : Tutup *bleed valve* pada *gas gun*, Ketiga : Buka *casing valve* antara *gas gun* dan sumur, Keempat : tutup *casing valve* yang menuju *flowline*. Pada tahap ini terlihat gambar background noise.
7. Penembakan dengan cara menekan tombol (Alt-S) *FIRE SHOT* Gambar akan hilang pada saat TWM siap membuka katup solenoid pada *Remote Fire Gun*. Jika menggunakan *Compact Gas Gun*, Tariklah pin ketika TWM menampilkan pesan *Automatic Gun has Been Fired, If present.* Bersamaan dengan tanda bunyi *BEEP* panjang.
8. Pesan "*Shot PULSE was Detected from Gun*" terlihat setelah gun ditembak. Kemudian data tembakan diambil untuk menghitung lamanya pengukuran yg ditentukan berdasarkan pada kedalaman formasi yg diisikan. Catatan: Jika pantulan tidak dapat terdeteksi setelah *gun* ditembak tekan tombol *Abort (Stop acquisition of shot data)*, isi kembali chamber dengan tekanan yang lebih tinggi, kembali lagi ke langkah 6.
9. Setelah penembakan akan tampak kotak dialog. Pada saat itu data akan disimpan atau diganti dengan data penembakan yg lain. komentar singkat dapat dimasukan pada *description field*. Cara lain, hanya dengan menekan Enter (press OK) untuk menyimpan set data. Catatan :Setelah data disimpan selanjutnya TWM akan mengambil data tekanan casing setiap 15 detik untuk maksimum 15 menit atau sampai dengan dihentikan secara manual.
10. Bila data telah disimpan TWM, secara otomatis tampilan akan berpindah ke *SelectLiquid Level Tab* pada bagian analisis. Catatan, TWM akan menghitung dan memilih pantulan yang terbaik. Gunakan tombol β *Left and Right* untuk menempatkan dan memilih dari pantulan. gambar dibagian kanan bawah menampilkan pembesaran dari pantulan.
11. Selanjutnya menuju tombol "*Depth Determination*" disini TWM menampilkan hasil perhitungan kedalaman pada pantulan yang terpilih, kedalaman dihitung menggunakan *acoustic velocity* yang ditentukan dengan *automatic spreader analysis*. seperti terlihat pada gambar kiri bawah. Catatan ,*Filter Type, Analysis Method*, dan bagian yang disorot (kotak abu-abu) yang digunakan untuk *spreader analysis*.
12. Pada *Casing Pressure Tab*, TWM menampilkan data tekanan setiap 15 detik. Tekan tombol *End Buildup* untuk menghentikan pengambilan data jika data telah membentuk garis lurus.
13. Terakhir, menuju "*BHP Tab*". Disini TWM menampilkan hasil akhir penentuan liquid level, pengambilan data *casing pressure*, dan *well file*. Silahkan, mengacu pada Manual Echometer untuk membicarakan lebih lanjut mengenai hasil analisis dan perhitungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

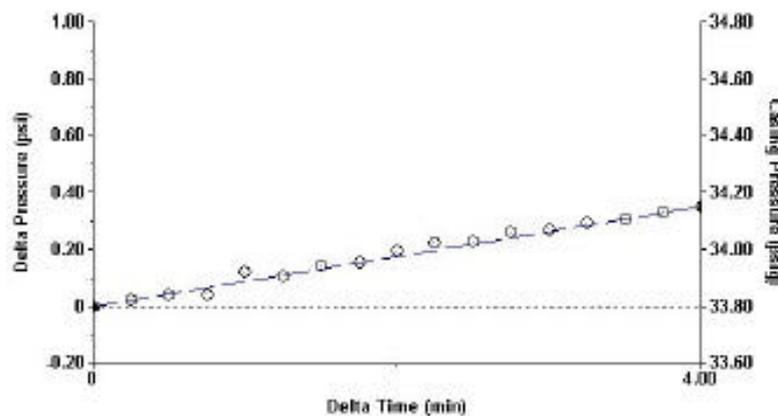
Gambar 7 adalah hasil pengukuran yang dilakukan untuk satu kali tembakan(shoot) yang menggambarkan perambatan gelombang bunyi dan kedalaman saat mengalami refleksi, seperti pada gambar bagian atas, sedangkan gambar bagian kiri bawah menjelaskan variasi kecepatan gelombang bunyi yang dihasilkan, dan gambar bagian kanan bawah adalah bentuk gelombang yang paling besar amplitudonya yang menjelaskan dimana refleksi terjadi. Berikut ini adalah hasil Survey

Acoustic yang dikumpulkan dari sumur pada tanggal 12/10/14 11:07:35: di sumur milik Pertamina EP Subang, seperti pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5 Bentuk denyut acoustic dari *chamber remote fire gas gun*

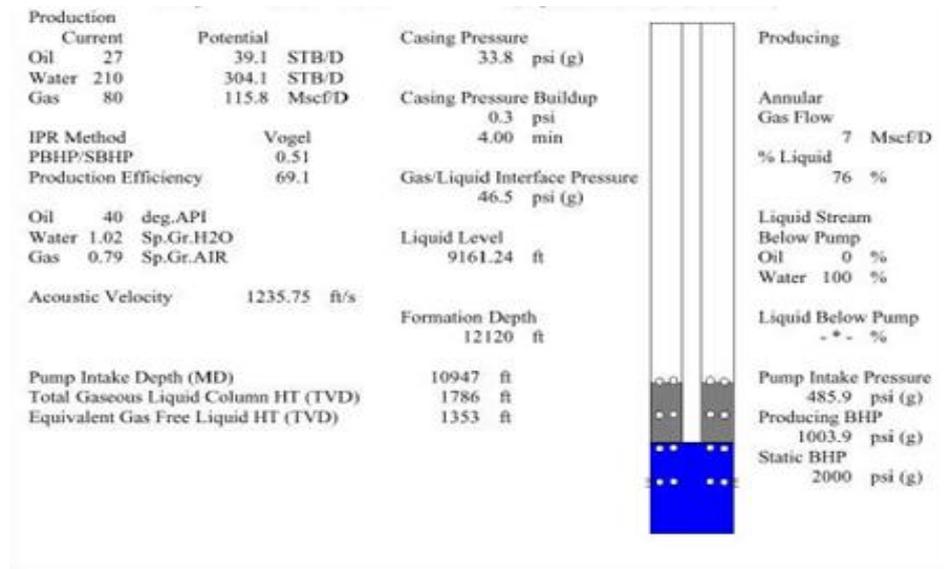
Terlihat pada Gambar 5 permukaan denyut akustik dihasilkan dengan melepaskan gas tekanan tinggi secara tiba-tiba ke dalam anulus dari *chamber remote fire gas gun*. Selama denyut akustik merambat turun pada anulus, perubahannya di refleksikan dengan sinyal akustik ke mikrofon yang terpasang pada gas gun. Refleksi yang kuat (*down kick*) dari denyut akustik tercatat pada 14.827 detik mengindikasikan puncak cairan berada di kedalaman 9161.24 feet dari permukaan. Tekanan casing hasil terukur 33.8 psig masih lebih rendah di banding tekanan *pump intake* hasil perhitungan sebesar 486 psig dan tekanan casing tersebut tidak mengganggu produksi sumur. Analisa pantulan akustik tubing collar rata rata of 31.19 ft tiap tubing, diperoleh kecepatan gelombang bunyi gas pada annulus sebesar 1236 ft/sec. kecepatan gelombang bunyi gas di annulus dipengaruhi langsung oleh densitas gas, tekanan dan temperatur, sementara SG gas hidrokarbon di annulus kurang lebih 0.79



Gambar 6 Bentuk perubahan casing pressure terhadap perubahan waktu

Perhitungan produkstifitas sumur didasarkan pada metoda IPR Vogel. Asumsi bahwa tekanan *PBHP/producing botom hole pressure* (1004 psi) dapat di *draw down* sampai 0 psig pada kedalaman formasi 12120 ft and tekanan reservoir statik (*SBHP*) sekitar 2000 psig, maka laju produksi maksimum rata rata sumur 39.1 STB/D minyak, 304.1 STB/D air, dan 115.8 Mscf/D gas. Adanya gangguan di sumur diindikasikan dengan efisiensi produksi sebesar 69.1%. Tinggi cairan di annulus di atas *pump intake*/dasar interval produksi mengganggu produksi sumur. Secara umum,

PBHP seharusnya lebih rendah 10 % dari SBHP untuk menjamin 95% laju produksi maksimum sumur. Secara lengkap data hasil perhitungan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7 Data lengkap dari well analyzer TWM

4. KESIMPULAN

Dari proses Well Analyzer dengan metoda Gelombang Akustik menggunakan TWM Echometer, pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan Gelombang Akustik beserta sifat refleksinya sangat efektif dalam mendapatkan data sumur.
2. Penggunaan Gelombang Akustik sebagai salah satu metoda uji kinerja sumur telah memberikan data representatif baik data kuantitatif maupun kualitatif seperti grafik gambar 7
3. Aplikasi perangkat lunak well analyzer dari echometer, sebagai alat untuk Sonolog Tes membantu melihat peluang peningkatan produksi lebih lanjut seperti dengan menganalisa tinggi puncak cairan pada sumur.
4. Penggunaan Gelombang Akustik dengan mengaplikasikan perangkat lunak *Well Analyzer* dari Echometer, membantu melihat peluang peningkatan produksi dengan redesain pompa maupun diversifikasi metoda pengangkatan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amperianto Agus, 1999, Digital Well Analyzer Sebagai Inovasi Pengukuran Fluid Level Untuk Mendukung Program Optimasi Produksi, UPN "Veteran" Yogyakarta
- Brian Macke, 2004, Frutitland Coal Infill Well Pressure Data Requirement, *Oil And Gas Conservation Commission, Colorado*
- Echometer Company, 2004, Basic Steps to Acquire Data Using Total Well Management : Wichita Falls, New York
- Eugene Collins, 1983, Petroleum Production Engineering, *The Conventional Energy Training Project*, Boston
- Juniawan Rahmat Guntur, 2011, Re-Optimasi Berdasarkan Analisa Sonolog Pada Pompa Sucker Rod Sumur X Lapangan Y, UPN Yogyakarta