

# ***Sonolog Test Sumur Minyak menggunakan Alat Total Well Management Echometer sebagai Well Analyzer Sumur di Pertamina EP Subang***

**NANDANG TARYANA**

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung  
e-mail :yanztar17@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Metoda Sonolog Tes adalah metoda dengan menggunakan sifat refleksi gelombang bunyi, digunakan untuk analisa sumur. Metoda Sonolog Tes menggunakan alat Total Well Management (TWM) sebagai Well Analyzer yang digunakan untuk memperoleh data keperluan analisa performance 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 pada Metoda Sonolog Tes, membantu melihat peluang peningkatan produksi lebih lanjut seperti dengan menganalisa tinggi puncak cairan pada sumur yang datanya terlihat di komputer.*

**Kata kunci :** *Gelombang bunyi, acoustic, Sonolog Test, Total Well Management, Well Analyzer*

## **ABSTRACT**

*Sonolog Test Method is a method using reflection properties of sound waves, is used for the analysis of the well. Sonolog Test Method using a Total Well Management (TWM) as Well Analyzer is used to obtain data for analysis of performance well. Information on well data can be obtained by using a gas gun as a source of sound waves that were fired into the well. Results reflection of the well recorded in the form of graphs recorded in the computer. Strong reflection (kick down) from the sound waves recorded on 14 827 seconds indicating fluid peak at a depth of 9161.24 feet from the surface. Casing pressure of 33.8 psig measured is lower than the pump intake pressure of 486 psig calculation results so that the casing pressure does not interfere with the production wells. Analysis of acoustic tubing collar reflection average of 31.19 ft each tubing, and a sound wave velocity of gas in the annulus of 1236 ft / sec, and it can be seen that the wave velocity in the annular gas directly related to the density of the gas. Well Analyzer of Echometer on Sonolog Test Method, helped see further opportunities to increase production as by analyzing the peak height of fluid in the well for which data is visible on the computer.*

**Keywords:** *sound waves, acoustic, Sonolog Test, Total Well Management, Well Analyzer*

## 1. PENDAHULUAN

Gelombang Bunyi(Acoustic) adalah gelombang mekanik yang merambat dalam medium padat, cair maupun udara. Gelombang bunyi memiliki sifat-sifat gelombang seperti refraksi, refleksi, interferensi dan sifat gelombang lainnya. Berapa energi yang direfraksikan dan yang direfleksikan saat gelombang bunyi dirambatkan pada medium tergantung sifat-sifat mediumnya. Bentuk amplitudo gelombang yang dipantulkan bisa memberikan informasi tentang medium yang dilaluinya terutama sifat fisis medium dan kedalaman mediumnya diukur dari sumber gelombang. (Amperianto,1999)

Teknik pemantulan gelombang bunyi untuk mengetahui efek pantulannya dari sumur telah dikenal selama 50 tahun untuk tujuan analisa sumur. Pada awalnya, penggunaannya terbatas hanya untuk mengetahui adanya cairan di annulus di atas pompa. Kemudian setelah pengembangan teknik pemantulan gelombang bunyi, beberapa operator dapat membuat interpretasi dari *record* (catatan data).

Sonolog Tes adalah teknik analisa sumur dengan menggunakan sifat pantulan gelombang bunyi. Sonolog bekerja dengan peralatan acoustic yang menggunakan peralatan penghasil gelombang bunyi (*acoustiuc pulse generator*). Prinsip bekerjanya adalah sebagai berikut: Ekspansi gas dari volume chamber/tabung ke sumur menghasilkan gelombang akustik. Dalam banyak kasus, CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> yang telah di mampatkan dan terkandung di volume chamber, akan memberi beban tekanan lebih besar dari pada tekanan sumur. Katup yang terpasang pada *wellhead* dibuka dengan cepat, manual atau elektrik, menghasilkan gelombang tekanan pada casing annulus. Gelombang kemudian di refleksikan melalui gas (*liquid interface*) pada kedalaman *liquid*. Pantulan gelombang bunyi yang kembali ke permukaan sumur dideteksi oleh mikropon dan terbaca oleh grafik *chart* khusus atau pada peralatan digital langsung terlihat oleh layar laptop.

*Well Analyzer* adalah suatu instrumen produk *Echometer Company* yang umum dipakai untuk pengambilan data sumur-sumur meliputi data Sonolog Tes. Seiring dengan kemajuan teknologi maka pekerjaan Sonolog Tes menjadi lebih mudah dan cepat serta hasilnya dapat dibaca langsung pada layar monitor laptop atau *computer*. (Collins,1983)

*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 secara umum 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)

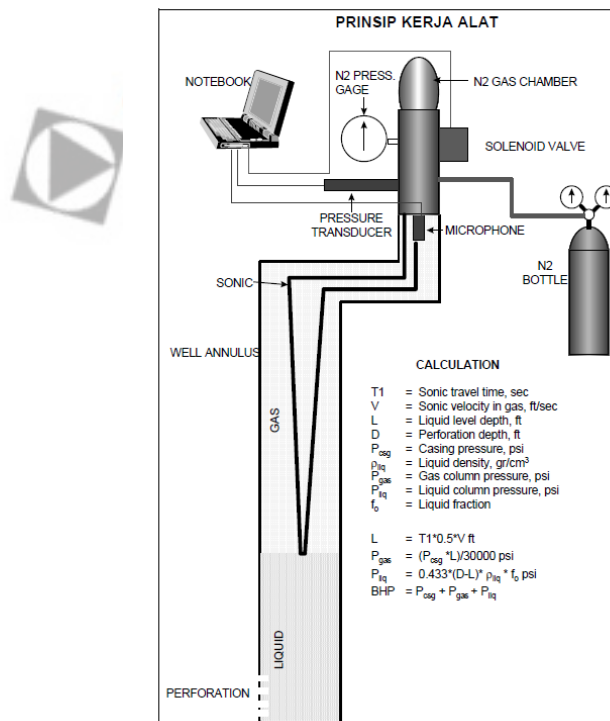
Pada penelitian ini Sonolog Tes digunakan untuk menganalisa sumur minyak melalui pengukuran kedalaman dan tekanan bawah permukaan ( BHP) sebagai data untuk analisa sumur. Hasil pengukuran diharapkan bisa digunakan untuk penentuan efisiensi produksi sumur. Efisiensi produksi sumur juga bisa ditentukan kecepatan gelombang bunyi di annulus gas, berapa rata-rata berat jenis gas di annulus dan apakah ada anomali(kelainan) di annulus di atas liquid level. (Amperianto,1999)

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metoda Sonolog Tes 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. 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:

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

Keterangan :

- $L$  = 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:

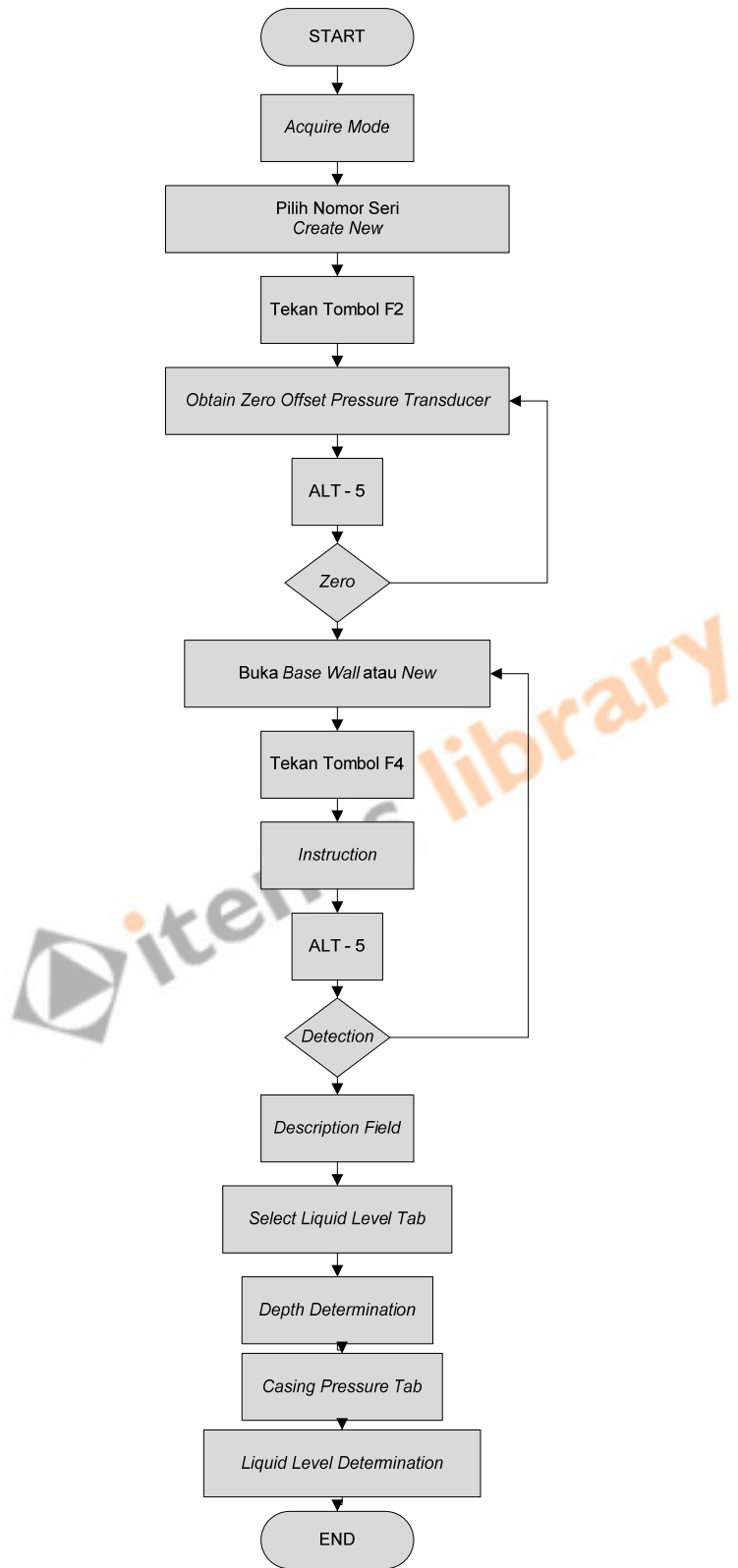
$$BHP = P_{csg} + P_{gas} + P_{liq} \quad (2)$$

Keterangan :

- $BHP$  = 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 )  
 $P_{gas} = (P_{csg} \times L)/30000$   
 $P_{liq} = 0.433 \times (D-L) \times \rho_{liq} \cdot f_o$   
 $L$  = Kedalaman cairan ( feet )  
 $D$  = Kedalaman formasi ( feet )  
 $f_o$  = Fraksi cairan  
 $\rho_{liq}$  = Densitas liquid ( gr/cm<sup>3</sup> )

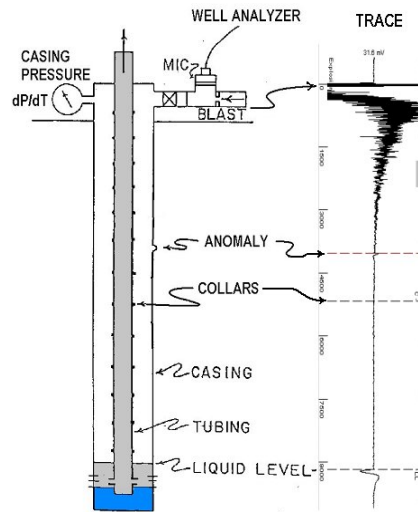
Perhitungan BHP didasarkan pada pengukuran tekanan kepala sumur, penentuan kedalaman interface gas/cairan dan perhitungan gradien cairan annular. Supaya mencapai keakuratan maksimum dalam menghitung BHP, perangkat lunak *Well Analyzer* disiapkan dalam berbagai variasi temperatur dan variasi kecepatan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

Nandang Taryana



Gambar 3. *Flowchart* Langkah-langkah Dasar untuk Pengukuran Liquid Level

Sonolog Test Sumur Minyak menggunakan Alat *Total Well Management Echometer* sebagai *Well Analyzer* Sumur di Pertamina EP Subang



Gambar 4. Proses Pengukuran Liquid Level

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

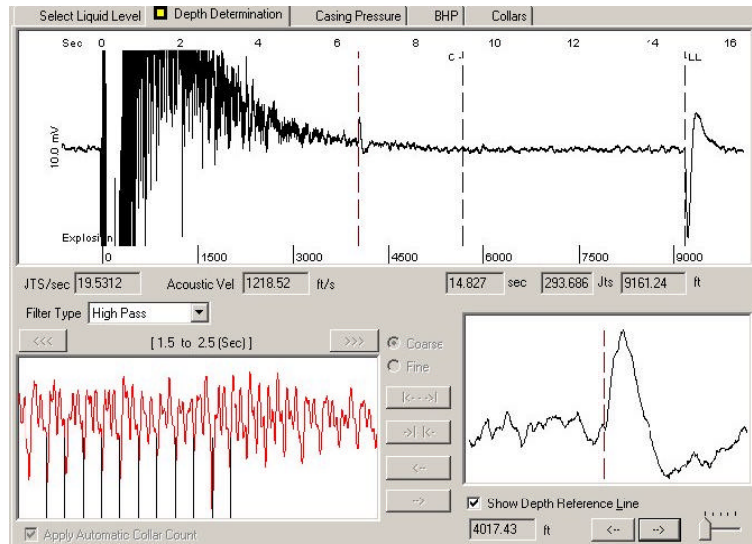
7. Penembakan dengan cara menekan tombol (Alt-S) *FIRE SHOT* Gambar akan hilang pada saat TWM siap membuka katup solenoid pada *Remote Fire Gun*. Jika menggunakan *Compact Gas Gun*, Tariklah pin ketika TWM menampilkan pesan *Automatic Gun has Been Fired, If present.* Bersamaan dengan tanda bunyi *BEEP* panjang.

8. Pesan "*Shot PULSE was Detected from Gun*" terlihat setelah gun ditembakkan. Kemudian data tembakan diambil untuk menghitung lamanya pengukuran yg ditentukan berdasarkan pada kedalaman formasi yg diisikan. Catatan: Jika pantulan tidak dapat terdeteksi setelah *gun* ditembakkan 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 dimasukkan 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 *Select Liquid 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

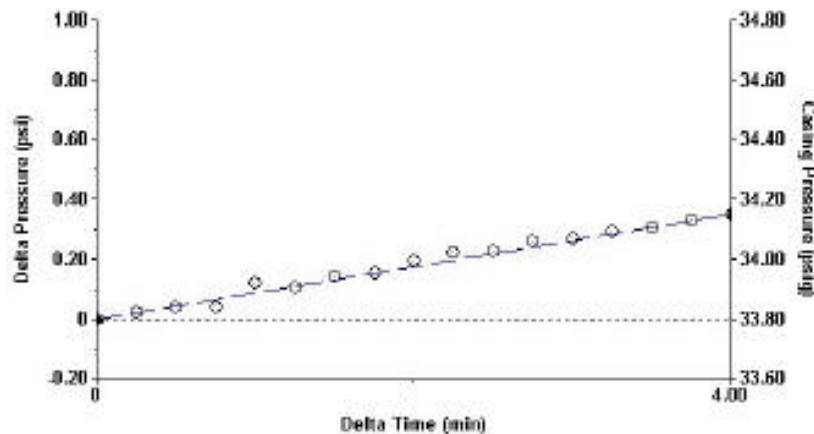
Gambar 7 adalah hasil pengukuran yang dilakukan untuk satu kali tembakan (shoot) yang menggambarkan perambatan gelombang bunyi dan kedalaman saat mengalami refleksi, seperti pada gambar bagian atas, sedangkan gambar bagian kiri bawah menjelaskan variasi kecepatan gelombang bunyi yang dihasilkan, dan 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.

Sonolog Test Sumur Minyak menggunakan Alat *Total Well Management Echometer* sebagai *Well Analyzer* Sumur di Pertamina EP Subang



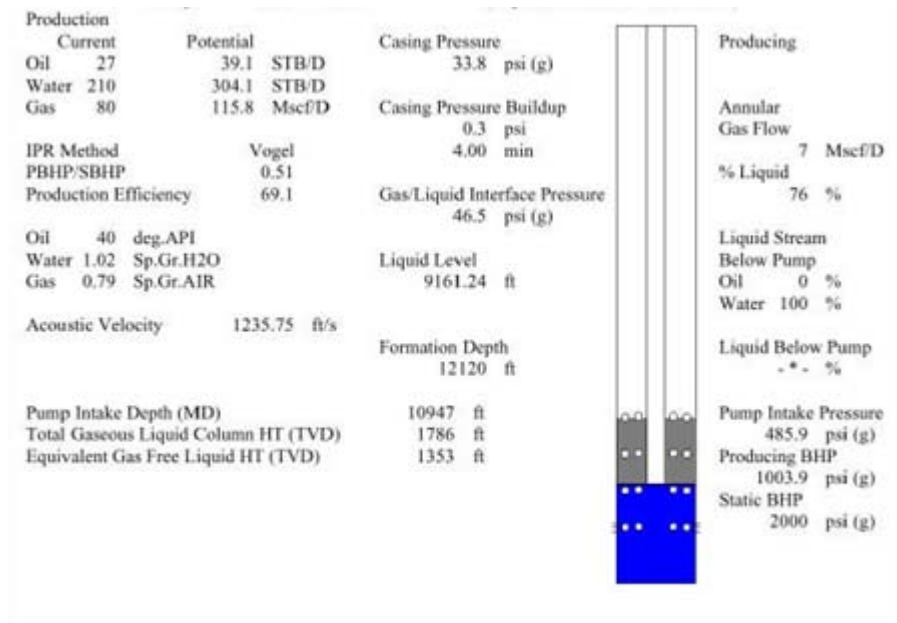
Gambar 5. Bentuk denyut acoustic dari *chamber remote fire gas gun*

Terlihat pada Gambar 5 permukaan denyut acoustic 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





Gambar 7. Data lengkap dari well analyzer TWM

Perhitungan produktifitas 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.

#### 4. KESIMPULAN

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

1. Penggunaan Gelombang Bunyi beserta sifat refleksinya sangat efektif dalam mendapatkan data sumur pada pelaksanaan Sonolog Tes.
2. Sonolog Tes 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. Sonolog Tes dengan mengaplikasikan perangkat lunak *Well Analyzer* dari Echometer, membantu melihat peluang peningkatan produksi dengan redesain pompa maupun diversifikasi metoda pengangkatan buatan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini dapat dituliskan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian.

1. Departemen Pendidikan dan Pelatihan Pertamina EP Subang yang telah memfasilitasi pengambilan data dari salah satu sumur milik Pertamina EP Subang.
2. Bapak Afandi Karyawan Pertamina EP Subang yang telah meminjamkan Alat TWM Echometer.
3. Bapak Odang dan Bapak Abadi yang telah memberikan tunjangan Dana untuk penelitian ini.

### DAFTAR RUJUKAN

Amperianto Agus. (1999). *Digital Well Analyzer* Sebagai Inovasi Pengukuran *Fluid Level* Untuk Mendukung Program Optimasi Produksi. Yogyakarta : UPN Veteran Yogyakarta

Juniawan Rahmat Guntur. (2011). Re-Optimasi Berdasarkan Analisa Sonolog Pada Pompa Sucker Rod Sumur X Lapangan Y. Yogyakarta : UPN Yogyakarta

Echometer Company.(2004). *Basic Steps to Acquire Data Using Total Well Management*. New York : Wichita Falls

Eugene Collins. (1983). *Petroleum Production Engineering*. Boston : The Conventional Energy Training Project.

Brian Macke. (2004). *Fruitland Coal Infill Well Pressure Data Requirement*. Colorado : Oil And Gas Conservation Commission