

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

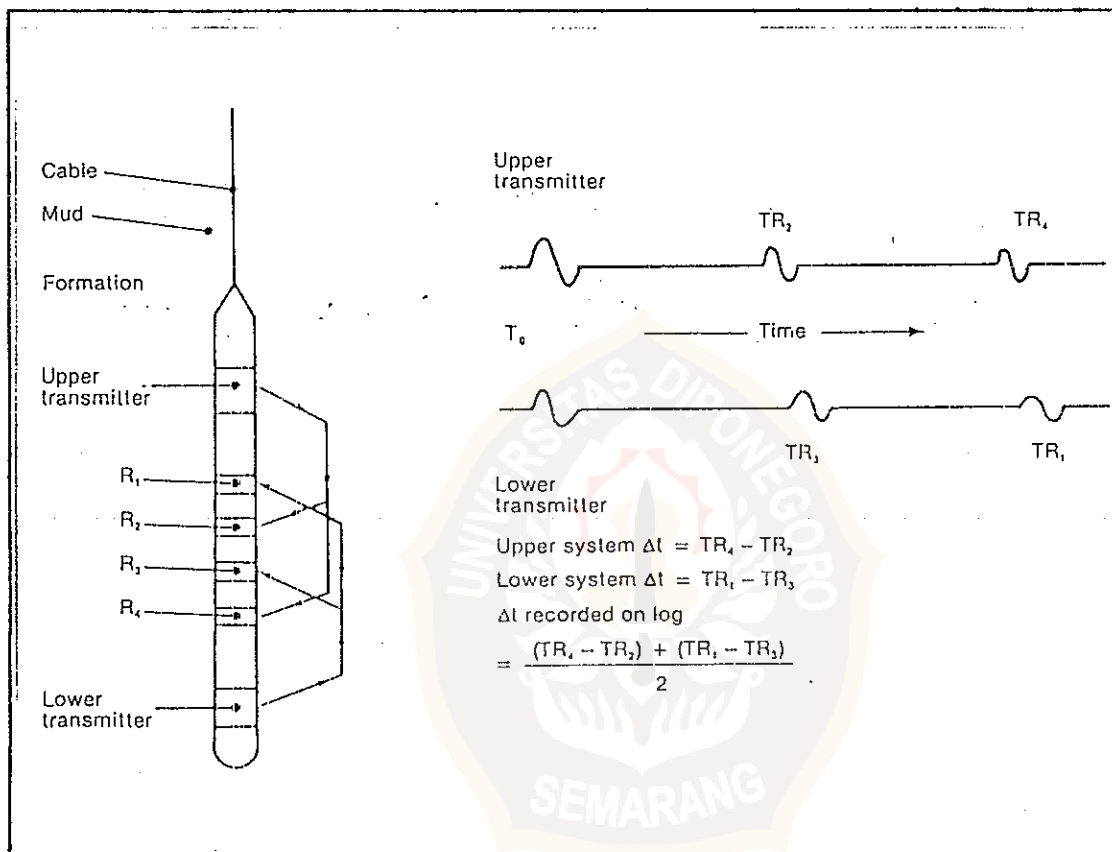
Penelitian ini sebenarnya hanya dilakukan di kantor, karena data-data sumur yang diperlukan semuanya sudah tersedia (ada). Akan tetapi untuk lebih memperjelas bagaimana proses pengukuran kecepatan pada batuan dilakukan maka akan dijelaskan sedikit mengenai cara survei tersebut. Dan selanjutnya akan dijelaskan mengenai urutan kerja penelitian atau metode pengolahan datanya.

3.1 Cara Mengukur Kecepatan Gelombang pada Batuan dalam Sumur Bor

Pengukuran kecepatan gelombang pada batuan dalam lubang bor dilakukan pada sumur yang telah di bor dengan peralatan yang di desain khusus untuk tujuan tersebut. Alat untuk mengukur kecepatan perambatan gelombang dalam batuan atau formasi pada lubang bor ini disebut dengan "*log sonik* atau *log akustik*". Log ini memperlihatkan selang waktu lintas (interval transit time) dari formasi atau batuan yang dilambangkan dengan Δt (delta-t, yang mempunyai satuan mikrodetik/kaki atau mikrodetik/meter). Log sonik ini adalah mengukur kapasitas atau kemampuan batuan untuk melintaskan gelombang akustik, dimana kapasitas ini bervariasi dengan litologi dan tekstur

batuan, khususnya porositas.

Prinsip dasar dari alat logging ini dilukiskan pada gambar-3.1. Alat diturunkan ke dalam lubang bor yang pada ujungnya dihubungkan dengan kabel yang berfungsi sebagai pengontrol alat dan kedalamannya serta meneruskan hasil



Gambar 3.1 : Alat untuk Log Sonik (Bateman, 1988).

rekaman ke permukaan. Alat tersebut terdiri dari dua transmitter E_1 dan E_2 yang menghasilkan gelombang akustik dengan frekuensi tinggi (20 - 40 KHz).

Untuk masing-masing transmiter, terdapat dua penerima (receiver). R_2 dan R_4 akan menerima gelombang yang di transmisi oleh E_1 , sedangkan R_1 dan R_3 akan menerima gelombang yang ditransmisi oleh E_2 . Pada saat transmiter mengirimkan gelombang akustik, gelombang tersebut ditransmisi secara simultan melalui formasi, fluida pemboran dan melalui alat itu sendiri. Kecepatan perambatan gelombang akustik pada formasi lebih tinggi dari pada di dalam fluida pemboran atau pada alat. Gelombang yang pertama datang akan dideteksi oleh penerima-penerima yang bersesuaian setelah melalui formasi geologi di daerah sekitar lubang bor, seperti yang diperlihatkan pada gambar-3.1.

Perbedaan waktu antara gelombang yang pertama kali sampai pada R_2 dan R_4 (atau R_1 dan R_3) akan memberikan waktu perambatan gelombang akustik pada dinding lubang untuk jarak yang sama dengan span antara kedua penerima.

Prinsip untuk menghitung besarnya Δt pada suatu interval formasi atau batuan tertentu yang terukur adalah sebagai berikut :

Apabila E_1 yang mentransmisi pulsa gelombang, maka pulsa tersebut akan di terima oleh penerima R_2 dan R_4 sehingga interval transit timenya adalah (Labo, 1988 hal 202) :

$$\Delta t_1 = \frac{TR_4 - TR_2}{SPAN} \dots\dots\dots (3.1)$$

Sedangkan apabila E_2 yang mentransmisi pulsa gelombang maka akan di terima oleh R_1 dan R_3 sehingga interval transit timenya adalah :

$$\Delta t_2 = \frac{TR_1 - TR_3}{SPAN} \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan SPAN adalah jarak antara dua penerima yang bersesuaian.

Sehingga Δt yang terekam pada log merupakan Δt rata-rata dari Δt_1 dan Δt_2 yaitu sebagai berikut :

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2 \times SPAN} \dots\dots\dots (3.3)$$

Karena jarak span penerima biasanya satu kaki maka SPAN sering tidak ditulis dalam persamaan sehingga persamaan (3.3) diatas dapat ditulis menjadi :

$$\Delta t = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} \dots\dots\dots (3.4)$$

Δt yang terekam pada log diatas, langsung dihitung oleh komputer yang diletakkan di permukaan.

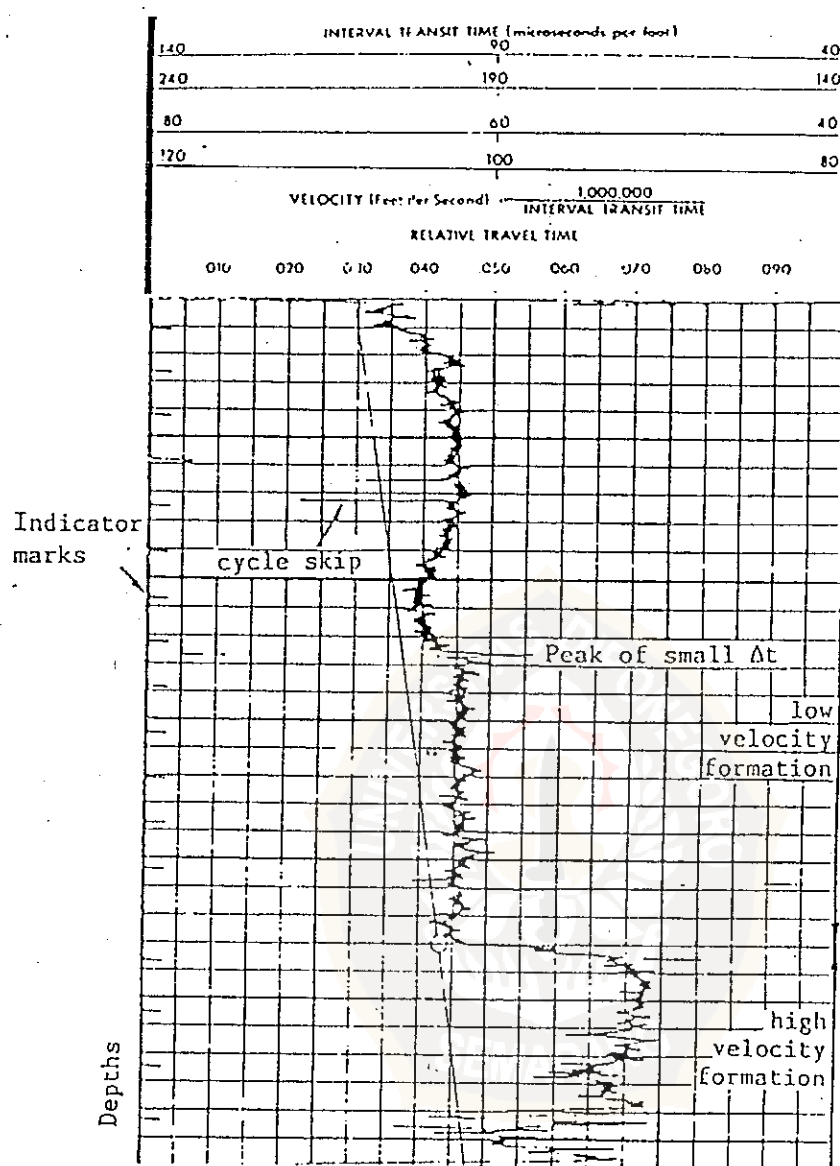
Gambar 3.2 memperlihatkan contoh dari log sonik. Grafik tersebut menggambarkan waktu yang diperlukan oleh gelombang longitudinal untuk lewat melalui satu meter (atau satu kaki) formasi batuan, sebagai fungsi dari kedalaman. Ini dikenal sebagai "waktu lintas" (*transit time*) yang dilambangkan dengan Δt . Satuan yang digunakan adalah meter (atau kaki) untuk kedalaman dan mikrodetik (μs) per meter atau per kaki untuk grafik waktu lintas.

Hubungan antara waktu lintas dengan kecepatan perambatan gelombang adalah sebagai berikut (Cordier, 1985 hal 36):

$$\Delta t = \frac{10^6}{V} \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan Δt dalam mikrodetik/meter atau mikrodetik/kaki dan V dalam meter/det atau kaki/det.

Waktu lintas tersebut terintegrasi secara otomatis yang ditunjukkan oleh tanda indikator yang diperlihatkan pada bagian kiri dari grafik (gambar-3.2). Selang antara tanda-tanda indikator yang kecil menyatakan satu mikrodetik, sedangkan tanda indikator yang besar menyatakan sepuluh mikrodetik. Waktu lintas antara dua interval kedalaman dapat diperoleh dengan menghitung dari tanda-tanda indikator tersebut.



Gambar 3.2 : Contoh hasil rekaman Log Sonik (Cordier, 1985).

Cara untuk menghitung atau memperoleh kecepatan formasi atau batuan ada dengan menggunakan persamaan (3.5) diatas. Sebagai contoh adalah formasi batuan pada gambar-3.2 (di arsir). Formasi batuan tersebut mempunyai selang waktu lintas (Δt) sekitar 95 μ det/kaki. sehingga kecepatan formasi batuan tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan (3.5) adalah 10526 kaki/det atau 3208 m/det. Untuk menghitung kecepatan batuan lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas.

Kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi pada saat pengukuran dengan log sonik adalah sebagai berikut (Cordier, 1985 hal 37):

1. Keadaan sumur bor yang tidak uniform dan mengandung rongga yang besar, sehingga waktu lintas yang terukur mungkin berasal dari gelombang akustik yang berasal dari fluida pemboran. Fenomena ini umumnya akan teramati bila diameter lubang bor cukup besar.
2. Keadaan Formasi disekitar lubang bor dimasuki atau terisi oleh fluida pemboran, khususnya bila keadaan formasinya porous. Efek ini mempengaruhi waktu lintas sehingga menjadi lebih besar atau lebih kecil dari keadaan biasanya.
3. Terjadinya "*Cycle skipping*" atau puncak Δt yang besar. Pada keadaan tertentu, energi gelombang yang pertama

sampai hanya dideteksi oleh penerima pertama yang paling dekat dengan transmiter, sedangkan untuk penerima kedua yang letaknya lebih jauh, gelombang yang datang tersebut akan mengalami atenuasi yang cukup besar, sehingga gelombang ini tidak sampai direkamnya. Penerima kedua ini hanya mendeteksi gelombang-gelombang yang datang selanjutnya yang mempunyai energi yang lebih tinggi sehingga waktu lintas yang terukur akan menjadi terlalu panjang. Atenuasi gelombang yang tinggi ini biasanya terjadi pada formasi atau batuan yang tidak kompak atau mengalami perekahan. Hal tersebut dapat juga diasosiasikan dengan adanya hidrokarbon (gambar 3.2).

4. Puncak dari At kecil, yang merupakan kebalikan dari cycle skipping. Pada keadaan ini gelombang hanya direkam oleh penerima kedua dan sebaliknya tidak direkam oleh penerima pertama. Penerima pertama hanya merekam gelombang-gelombang yang datang selanjutnya.

3.2 Sumber dan Jenis Data

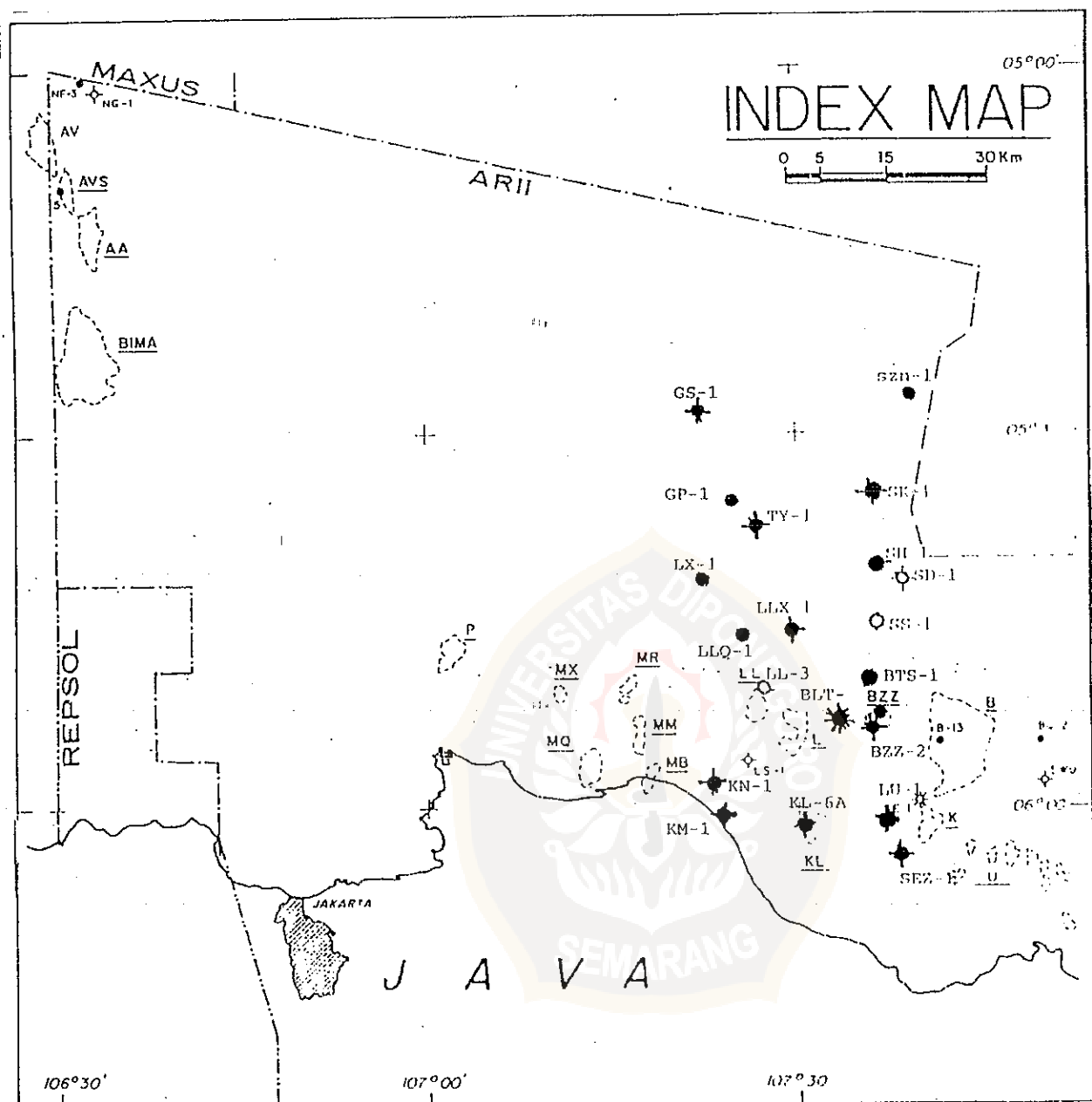
Dalam penelitian ini data-data yang digunakan adalah berupa data sumur bor (Completion Log) yang berjumlah 21 buah sumur. Nama dan peta lokasi dari sumur-sumur yang dievaluasi terdapat pada gambar 3.3 sedangkan Gambar 3.4

merupakan contoh Completin Log yang dipakai untuk evaluasi. Log ini terdiri dari beberapa macam data log diantaranya Log densitas (RHOB), log sonic (DT), Log Potensial (SP, Spontaneous Potential), Log Sinar Gamma (Spectroscopy Gamma Ray), Log Litologi, Log Netron (NPHI), Bit Size (BS), F-Curve (Ro), Laterelog Deep Resistivity (LLD) dan Log Caliper (CALI).

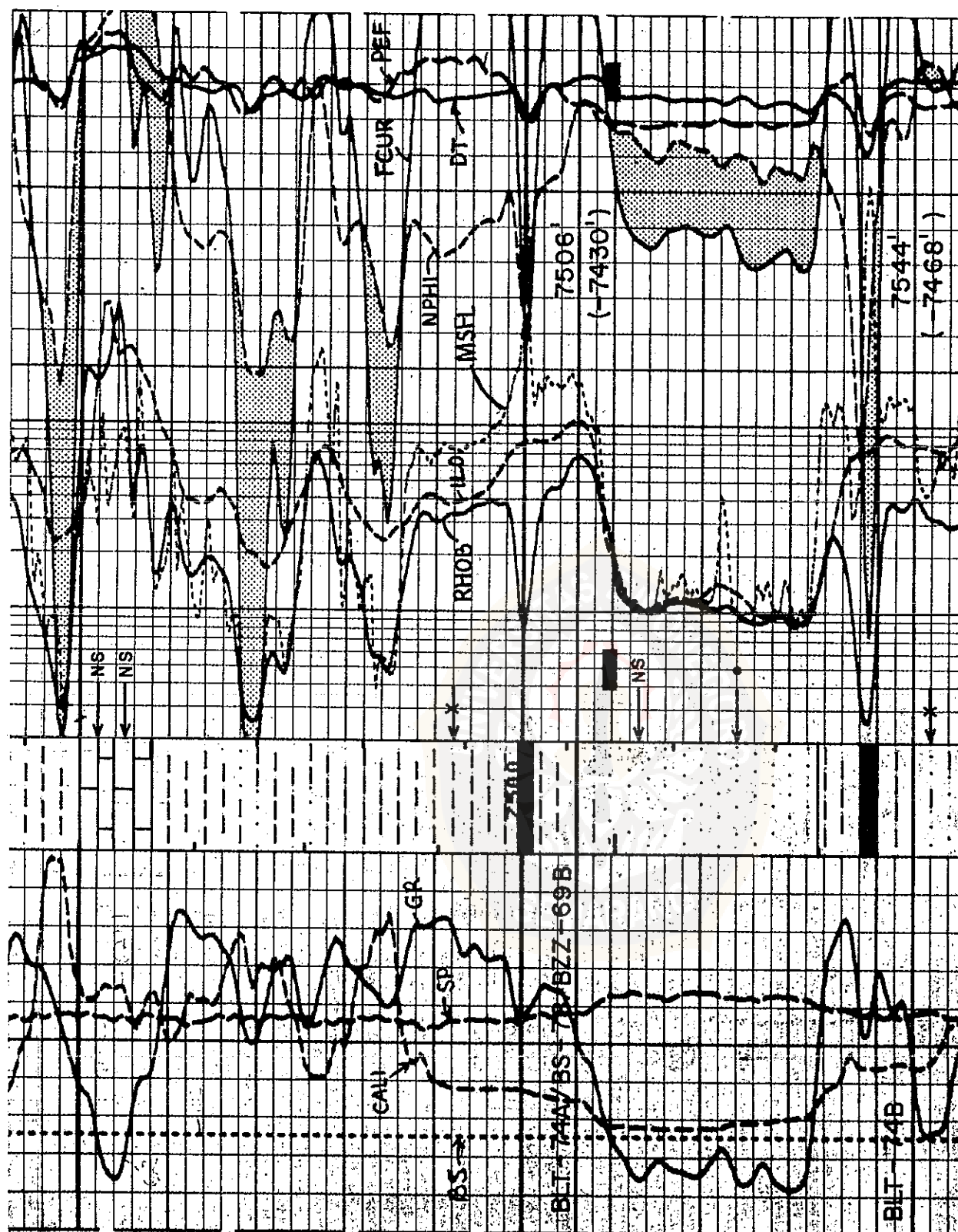
Pada penelitian ini yang dipakai untuk evaluasi hanya log sonik untuk membaca nilai kecepatan batuan dan Log Litologi yang digunakan sebagai referensi utama dalam menentukan batas-batas batuan yang dijadikan sampel evaluasi. Sedangkan log-log lainnya hanya membantu dalam menandai batas-batas dari sampel batuan yang dipilih. Kedalaman batuan dibaca dari top (batas atas batuan) dan bottom (batas bawah batuan). Yang dimaksud dengan kedalaman batuan disini adalah kedalaman letak batuan yang diukur dari dasar laur (sub sea) setelah dikurangi dengan ketinggian rignya (KB, Kelly bussey).

3.3 Tahapan Kerja Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, langkah-langkah kerja yang dilakukan dapat dibagi dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.3h : Nama dan lokasi sumur-sumur sampel



Gambar 3.3. : Contoh completion log dari salah satu sumur yang dievaluasi.

3.3.1 Menyiapkan Data-data Yang Diperlukan

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah memilih dan mempersiapkan sumur-sumur yang akan dievaluasi. Karena sumur yang telah di bor pada cekungan Arjuna ini cukup banyak, maka harus dipilih dahulu sumur-sumur yang akan dijadikan sampel. Untuk memilih sumur-sumur sampel tersebut penulis melihat dan mempelajari peta lokasi cekungan Arjuna.

Dalam memilih sumur ini ada beberapa hal yang diperhatikan yaitu :

- a. Sumur tersebut haruslah lengkap data lognya dan representatif, sehingga dapat mewakili sumur-sumur disekitarnya yang kurang lengkap.
- b. Sumur tersebut mempunyai data Log, dalam hal ini Log sonik (DT).
- c. Sumur tersebut telah mencapai atau menembus Formasi Talang Akar.

3.3.2 Tahap Pembacaan pada Data Log

Setelah memilih sumur-sumur yang akan dievaluasi, maka langkah selanjutnya adalah membaca nilai kecepatan gelombang dan kedalaman batuan pada tiap sumur. Sebelum memulai pembacaan nilai kecepatan gelombang dan kedalaman batuan pada data log, ada beberapa yang dilakukan yaitu :

- a. Menandai top (batas atas) dan bottom (batas bawah) formasi Talang Akar pada setiap sumur. Formasi Talang Akar ini pada batas atasnya berbatasan langsung dengan Formasi Batu Raja sedangkan batas bawahnya berbatasan dengan Basement. Dalam menandai batas atas dan batas bawah formasi langsung menggunakan data log Completion pada tiap sumur yang dievaluasi.
- b. Memilih dan menandai sampel-sampel batuan yang akan dievaluasi. Sampel batuan ini diambil secara acak pada tiap-tiap kedalaman tertentu.
- c. Menandai top dan bottom dari masing-masing batuan yang diambil sebagai sampel dan kemudian membaca nilai kedalaman pada masing-masing batas batuan tersebut. Data kedalaman yang dibaca pada data log ini bukanlah data kedalaman yang sebenarnya, karena belum mempunyai datum referensi yang sama dengan sumur lainnya. Agar supaya data kecepatan ini mempunyai datum referensi yang sama, maka diambil sub-sea level (Permukaan dasar laut), sehingga data kedalaman yang terbaca harus dikurangi nilai KB atau ketinggian rig diatas permukaan air laut.

3.3.3 Tahap Pembacaan Kecepatan pada komputer

Pada tahap kedua ini, langkah kerjanya hampir sama

dengan pada tahap pertama, dimana yang dilakukan adalah menandai top dan bottom dari masing-masing batuan yang dipilih dan secara otomatis setelah menandai batas-batas dari batuan tersebut komputer (work station) akan langsung menampilkan nilai kecepatan beserta kedalaman dari batuan tersebut.

Komputer disini hanya berfungsi sebagai alat bantu semata, agar supaya pembacaan nilai kecepatan dalam batuan lebih cepat jika dibandingkan dengan membaca langsung pada data log asli. Karena sebenarnya Data log pada komputer dengan pada data log asli adalah sama, dimana data log pada komputer tersebut merupakan data log asli yang dimasukan kedalam program komputer.

Dalam menandai top dan bottom dari sampel pada komputer ini tidak terdapat log litologinya, sehingga untuk membantu memudahkan dalam mengidentifikasi jenis sampel batuan yang dipilih dan ditandai maka ditampilkan log densitas (RHOB) dan log Potensial (SP), sehingga pada komputer ada tiga log yang ditampilkan yaitu : log sonik (DT), log Densitas dan log SP.

3.3.4 Tahap Evaluasi dan Koreksi Data

Tahap ketiga ini dilakukan setelah semua pembacaan nilai kecepatan rata-rata pada komputer selesai. Pada

tahap ini adalah untuk melihat hubungan dan pola distribusi antara kecepatan gelombang dengan kedalaman batuan. Setiap sumur ditampilkan grafiknya, dimana semuanya memperlihatkan kecenderungan bahwa semakin dalam letak batuan tersebut akan semakin tinggi nilai kecepatan perambatan gelombangnya, akan tetapi laju kenaikan atau perubahan kecepatan gelombang terhadap kedalaman untuk tiap sumur berbeda-beda.

Pada tahap ini juga dilakukan koreksi terhadap data yang diperoleh. Data-data yang terlalu menyimpang jauh atau deviasinya terlalu besar kemudian dicek kembali pada komputer maupun pada data Log asli, untuk melihat kemungkinan adanya kesalahan pembacaan pada komputer maupun kesalahan dalam menandai sampel pada data Log asli.

3.3.5 Tahap Analisa Data

Pada tahap ini penulis menganalisa hasil-hasil yang diperoleh berupa hasil persamaan regresi polinomial orde 1, 2 dan 3 dengan koefisien determinasinya masing-masing pada tiap sumur. Kemudian membuat kurva hubungan antara kecepatan perambatan gelombang dengan kedalaman batuan dari tiap-tiap sumur yang dievaluasi.

Untuk mencari koefisien regresi dan koefisien determinasi hasil regresi maka penulis menggunakan program PASCAL. Sedangkan untuk membuat plot (kurva) regresi hubungan antara kecepatan perambatan gelombang dengan kedalaman batuan pada tiap sumur, penulis menggunakan paket program ENGRAF. Paket Program ini juga dapat langsung menghasilkan koefisien hasil regresi dibawah kurva regresi yang dihasilkannya.

3.3.6 Menarik Kesimpulan

Pada tahap ini penulis hanya menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh selama melakukan penelitian. Disamping itu ditambahkan pula saran-saran atau rekomendasi dari hasil tersebut.

3.4 Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian selengkapnya terdapat pada tabel-3.1 (Lampiran B).