



**PENDUGAAN LAPISAN POTENSIAL KARBON
DI DAERAH BADAH KALIMANTAN TIMUR
DENGAN METODE SEISMIC REFLEKSI 2D**

OLEH :

WELFRA ANDRIES
94 03 156

Nama	FUNIA HASANUDDIN
Tgl. Keluar	8-2-03
Asal Dari	Fak. MPT
Banyaknya	1 Rtg.
Harga	Gratis
No. Inventaris	070213.033



PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001

**PENDUGAAN LAPISAN POTENSIAL KARBON
DI DAERAH BADAH KALIMANTAN TIMUR DENGAN METODE
SEISMIK REFLEKSI 2D**

OLEH :

**WELFRA ANDRIES
94 03 156**

SKRIPSI

**Untuk melengkapi tugas dan memenuhi
syarat-syarat memperoleh gelar
sarjana geofisika**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**

**PENDUGAAN LAPISAN POTENSIAL KARBON
DI DAERAH BADAK KALIMANTAN TIMUR DENGAN METODE
SEISMIK REFLEKSI 2D**


OLEH :

**WELFRA ANDRIES
94 03 156**

**Disetujui Oleh
Pembimbing Utama**

**(Drs. Arsyad Sumah)
NIP. 130 369 549**

Pembimbing Pertama,


**(Drs. Lantu, M.Eng.Sc,DESS)
NIP. 130 700 605**

Pembimbing Kedua

**(Iman Suropto)
VICO Jakarta**

Pada Tanggal : Agustus 2001

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa penulis ucapkan karena atas izin-Nyalah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana pada Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, moril dan materil.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar – besarnya kepada :

- Bapak **Drs. Arsyad Sumah**, selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan, petunjuk dan dorongan moril mulai saat perencanaan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
- Bapak **Drs. Lantu, M.Eng.Sc**, selaku pembimbing pertama.
- Bapak **Iman Suropto**, selaku pembimbing kedua.

Pada kesempatan ini dengan penuh ketulusan dan kerendahan hati, penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak **Muh. Altin, M.TSURV** dan Bapak **Drs. Sakka M.Sc** selaku ketua jurusan Fisika dan sekretaris Jurusan Fisika F.MIPA Unhas.

2. Seluruh staf dosen dan pegawai pada jurusan Fisika Unhas atas bantuannya baik fasilitas maupun dorongan yang begitu banyak membantu, sejak penulis mulai menuntut ilmu hingga selesai di Unhas. Terutama buat Latief terima kasih atas bantuannya selama ini.
3. Keluarga Harahap, Om dan Tante Rieka juga Agan dan Riri yang telah memberikan bantuan moril dan materil yang tidak ternilai , semoga Tuhan selalu memberkati.
4. keluarga Jonas, Om dan Tante yang telah memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Juga buat adik-adikku Gleen, Carlo, Chosi dan Melda yang telah menemani penulis dalam suka maupun duka .
5. Albert, Novert, Pieter dan Dedy yang telah membantu dan memberikan semangat sehingga skripsi ini dapat selesai. You are the good friends and I never forget.
6. Teman-teman seangkatan 94 terutama Anis, I wish that our friendship will last forever. Buat anak-anak Lt 3 Abang dan Mache Lt 3 Tx atas kopi mix dan sampoernya.
7. Teman-temanku di rumah kak Isak, Lucky, Udin, Chery, Tirsa dan Asil juga buat anak-anak kompleks Redy, Jefry, Landong dan seluruh teman-teman yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu. Salam Rasta.
8. Buat sephiaku Mein semoga tetap menjadi bintang di langit.

Skripsi ini saya persembahkan kepada Papaku semoga bahagia di sana dan Mamaku yang tercinta yang dengan penuh kesabaran dan kasih sayang membimbing dan mendorong penulis menyelesaikan skripsi ini . I love You , Mom.

Tiada imbalan yang pantas penulis berikan kepada semua pihak yang telah membantu selain ucapan terima kasih yang tulus disertai doa semoga Tuhan memberikan limpahan berkat buat anda sekalian. Akhirnya penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini.

Love and Peace

Makassar, 25 Agustus 2001

Penulis

SARI BACAAN

Dilakukan pengolahan dan pendugaan data seismik refleksi terhadap data lapangan hasil akuisisi 2D di daerah Badak Kalimantan Timur. Proses pengolahan meliputi koreksi statik, koreksi residual Statik dan Migrasi.

Hasil koreksi statik menunjukkan adanya lapisan lapuk dengan ketebalan rata-rata 14,7 m dengan koreksi statik rata-rata sebesar 9,5 ms.

Sedangkan hasil koreksi residual statik menunjukkan adanya lipatan antiklin yang terletak di tengah dengan batuan penyusun batu pasir dan lipatan antiklin yang lain yang terletak di atasnya dengan batuan penyusunnya adalah batu serpih.

Hasil F-K Migrasi, P-S Migrasi dan F-D Migrasi menunjukkan kenampakan yang sama dengan penampang lipatan antiklin yang terletak di tengah. Struktur ini utamanya berperan dalam pembentukan perangkap hidrokarbon di daerah ini.

Hasil dari pendugaan lapisan potensial karbon menunjukkan bahwa lapisan potensial karbon berasosiasi dengan batu pasir yang mempunyai kecepatan gelombang P berkisar antara 3777,6 m/det sampai 4487,4 m/det, dengan kecepatan rata-rata horizontal 4116,4 m/det. Kedalaman lapisan potensial karbon yang berasosiasi dengan batu pasir berkisar antara 2891,8 m sampai 4326,6 m dengan kedalaman rata-rata 3597,2 m.

Kata kunci : *Koreksi statik, Koreksi residual Statik dan Migrasi*



ABSTRACT

Exploration data from Badak Region have been processed and interpreted to get the reflection data. The process includes analytical static correction, residual static correction and migration. The process analyzed by software Promax 7.0, the result shows that there is a weathering zone with a mean thickness of 14,7 meters and the mean static correction is 9 ms. The residual static correction and migration show the anticline located at the center side of seismic section. The structures of the anticline are from shale to sandstone. The structures of the anticline are the traps of hydrocarbon in this region. The interpretation of the layer potential carbon is associated with the sandstone with the average velocity horizontal is 4116,4 m/s and the average depth is 3597,2 m.

Key words: *static correction, residual static correction and migration*

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
SARI BACAAN	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SIMBOL	x
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Persamaan Gelombang Seismik	5
II.2 Korelasi	7
II.3 Proses Pengolahan Data Seismik	7
II.3.1 Koreksi Statik	11
II.3.2 Analisis Kecepatan	20
II.3.3 Koreksi Dinamik (NMO)	23
II.3.4 Stack	27

II.3.5 Koreksi Residual Statik	27
II.3.6 Koreksi DMO	28
II.3.7 Migrasi	29
II.4 Lapisan Karbon	33
BAB III METODOLOGI	35
III.1 Proses Pengolahan Data	36
III.1.1 Data lapangan	36
III.1.2 Formating	37
III.1.3 Geometri	37
III.1.4 Pemrosesan Awal	38
III.1.5 Tahap pemrosesan	39
III.1.6 Pemrosesan Akhir	40
III.2 Pendugaan Lapisan Potensial Karbon	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
IV.1 Analisa Koreksi Statik	42
IV.1.1 Waktu Up dan Kecepatan Uphole	42
IV.1.2 Perhitungan Kecepatan First Break Time	43
IV.1.3 Perhitungan Ketebalan lapisan Lapuk	43
IV.1.4 Perhitungan Koreksi Statik	44
IV.2 Koreksi Residual Statik	45
IV.3 Koreksi DMO	46
IV.4 Migrasi	47

IV.5 Pendugaan Lapisan Potensial Karbon	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
V.1 Kesimpulan	53
V.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

- Gambar II.1 Koreksi ketinggian dan koreksi lapisan lapuk
- Gambar II.2 Koreksi ketinggian dengan sumber terletak pada permukaan
- Gambar II.3 Koreksi ketinggian dengan sumber yang dipendam
- Gambar II.4 Survei up hole dan plot data dari survei up hole
- Gambar II.5 Geometri NMO untuk Reflektor datar tunggal
- Gambar II.6 Penerapan koreksi NMO
- Gambar III.7 Diagram alir penelitian secara umum. :

DAFTAR SIMBOL

A	=	amplitudo
D_w	=	kecepatan lapisan lapuk
D_s	=	kedalaman titik tembak
E_s	=	Elevasi sumber
E_d	=	Elevasi datum
t_0	=	Waktu tempuh bolak balik vertikal
t_x	=	Waktu tempu bolak balik pada offsec
V_{NMO}	=	Kecepatan untuk koreksi NMO
V_p	=	Kecepatan penjalaran gelombang kompresi
V_s	=	Kecepatan penjalaran gelombang distorsi
V_n	=	Kecepatan interval
V_{av}	=	Kecepatan rata-rata antara lapisan dengan permukaan
\bar{v}	=	Kecepatan rata-rata
h	=	Kedalaman
V_1	=	Kecepatan pada lapisan lapuk
V_2	=	Kecepatan pada lapisan solid
X	=	Jarak offset (Jarak antara titik tengah dan penerima)
ϕ	=	Potensial dilatasi
φ	=	Potensial distorsi

- ω = Frekuensi sudut
 λ = Panjang gelombang
 ρ = Diskontinuitas lapisan

DAFTAR SINGKATAN

- CDP** = Common Depth Point (kumpulan trace-trace yang menekan posisi reflektor yang sama dibawah permukaan)
- GMG** = Green Montain Geophysics
- NMO** = Normal Move Out
- SEG** = Society Exploration Of Geophysics

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Peta Survei 2D daerah Badak
Lampiran B	Stacking Chart Lintasan 7950
Lampiran C	Tampilan Data lapangan
Lampiran D	Tabel Data Lapangan dan Hasil Perhitungan Koreksi Statik
Lampiran E	Penampang Seismik Hasil Koreksi Statik
Lampiran F	Penampang Seismik Hasil Koreksi residual Statik
Lampiran G	Penampang Seismik hasil Koreksi DMO (Final Stack)
Lampiran H	Tabel Kecepatan Migrasi
Lampiran I	Penampang Seismik hasil F-K Migrasi
Lampiran J	Penampang Seismik Hasil P-S Migrasi
Lampiran K	Penampang Seismik Hasil F-D Migrasi
Lampiran L	Tabel Kecepatan Gelombang P untuk Pendugaan Lapisan Potensial Karbon
Lampiran M	Tabel kecepatan Gelombang P dan Densitas Beberapa Medium

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan bahan yang penting dewasa ini sebagai sumber energi pembangkit listrik selain gas bumi. Perkembangan yang sangat penting dalam pencarian minyak bumi adalah ditemukannya berbagai cara dalam geofisika, yang oleh industri minyak bumi Amerika mulai dipergunakan pada pertengahan tahun dua puluhan. Metode yang pertama kali digunakan ialah metode seismik refraksi yang dikembangkan oleh beberapa ahli Jerman pada tahun 1923 di New Mexico untuk memetakan suatu patahan (zona patahan) tanpa memberikan hasil. Pada tahun 1929 metode seismik refleksi dikembangkan oleh para ahli Amerika ternyata kedalaman tegak yang dapat dijangkau dengan cara ini dapat mencapai beberapa ribuan kaki. Penggunaan cara ini memberikan hasil sangat menajutkan.

Seismik refleksi merupakan metode geofisika yang efektif dalam penyelidikan geologi bawah permukaan karena dapat ditampilkan secara 2D maupun 3D.

Metode seismik refleksi 2D ialah perambatan gelombang akustik ke dalam lapisan bumi kemudian gelombang terambatkan kembali ke permukaan setelah terpantulkan pada batas lapisan. Rambatan gelombang tersebut ditimbulkan secara artificial dapat timbul akibat sumber gerakan tertentu misalnya dinamit, sparker, vibrator, air gun

dan lain sebagainya. Akibat gelombang tersebut akan merambat ke dalam lapisan permukaan, karena adanya perbedaan densitas maka gelombang itu akan dipantulkan kembali ke permukaan dan diterima oleh geophone yang selanjutnya melalui kabel penghubung dilanjutkan ke alat perekaman (pita magnetik).

Tujuan metode seismik refleksi 2D dalam eksplorasi minyak dan gas bumi yaitu mempelajari berbagai jenis dan struktur perlapisan bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat-sifat rambatan gelombang elastik untuk mengetahui letak endapan minyak dan gas bumi. Secara garis besar ada 3 tahapan utama dalam metode ini, dimana setiap tahap saling berhubungan dan sangat menentukan hasil akhir yang akan diperoleh.

Ketiga tahapan tersebut adalah :

- ❖ Tahapan pengambilan data
- ❖ Tahapan pengolahan data
- ❖ Tahapan interpretasi data

Tujuan dari pengolahan data seismik 2D dalam penelitian ini ialah menghasilkan penampang seismik dengan S/N (signal to noise ratio) yang baik tanpa mengubah bentuk kenampakan refleksi, sehingga dapat diinterpretasikan keadaan dan bentuk dari perlapisan di bawah permukaan bumi seperti apa adanya. Dengan demikian mengolah data seismik merupakan pekerjaan untuk meredam noise dan atau memperkuat sinyal.

Pada saat ini penulis akan membahas tentang pengolahan data seismik 2D khususnya koreksi statik, koreksi residual statik, migrasi dan juga melakukan pendugaan lapisan potensial karbon dengan menggunakan penampang seismik hasil migrasi dan kecepatan hasil migrasi.

Penelitian ini dilakukan pada G&G Operations dept. Vico Jakarta dari tanggal 24 Januari sampai 25 Februari 2000.

I.2 Tujuan

Penelitian ini menyangkut proses pengolahan data seismik refleksi 2D dan pendugaan lapisan potensial karbon di daerah Badak Kalimantan Timur.

Yang bertujuan :

1. Melakukan perhitungan koreksi statik untuk menghilangkan pengaruh topografi dan variasi kecepatan gelombang seismik pada lapisan lapuk.
2. Melakukan koreksi residual statik sebagai lanjutan koreksi statik dengan menggunakan metode korelasi autostatik.
3. Melakukan migrasi dengan menggunakan metode domain frekwensi (F-K migrasi), metode pergeseran fasa (P-S migrasi) dan metode beda hingga (F-D migrasi).

4. Melakukan pendugaan lapisan potensial karbon dengan menggunakan penampang hasil migrasi dan kecepatan gelombang P.

I.3 Ruang lingkup

Dalam penelitian ini pembahasan akan dibatasi pada penerapan koreksi statik, koreksi residual statik, dan migrasi pada proses pengolahan data seismik 2D, dimana secara fisis ketiga proses tersebut diatas dapat memberikan parameter dugaan yang dapat membantu proses interpretasi keadaan perlapisan yang sebenarnya di dalam bumi serta melakukan pendugaan lapisan potensial karbon pada daerah Badak Kalimantan Timur.

Pengolahan data seismik 2D pada penelitian ini dilakukan secara manual dan digital tetapi hampir seluruhnya dilakukan dengan sistim digital yaitu dengan menggunakan perangkat lunak ProMax 7.0 dengan sistim Unix dan piranti keras Sun power station.

Proses pengolahan pada pusat pengolahan data merupakan pengolahan 2D (dua dimensi) yang berlokasi di daerah Badak Kalimantan Timur milik Vico. Tepatnya pada lintasan 7950 (Peta Survey 2D dapat dilihat pada lampiran A).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Persamaan Gelombang Seismik

Untuk menentukan persamaan gelombang dalam medium homogen, isotrop dan elastis digunakan prinsip dasar dinamika. Dalam arah x , prinsip dasar dinamika ditulis sebagai :

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial z} = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (2.1)$$

Dengan menggantikan parameter tegangan dengan deformasi dan menggunakan hukum Hooke, maka akan diperoleh persamaan gelombang dalam arah x :

$$\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} + 2\mu \left(\frac{\partial \epsilon_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \epsilon_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \epsilon_{zx}}{\partial z} \right) = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (2.2)$$

yang berarti bahwa

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (2.3)$$

dengan

$$\nabla^2 u = \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2.4)$$

secara umum persamaan diatas dalam arah x,y,z dapat ditulis sebagai :

$$\bar{u} = \bar{\nabla}\bar{\phi} + \bar{\nabla}_x\bar{\varphi} \quad (2.5)$$

dengan :

ϕ = Potensial Dilatasi (Potensial Skalar)

φ = potensial Distorsi (Vektor Potensial dalam koordinat $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$)

dengan demikian akan diperoleh :

$$\begin{aligned} U &= \left(\frac{\partial\phi}{\partial x} + \frac{\partial\varphi_3}{\partial y} - \frac{\partial\varphi_2}{\partial z} \right) \\ V &= \left(\frac{\partial\phi}{\partial y} + \frac{\partial\varphi_1}{\partial z} - \frac{\partial\varphi_3}{\partial x} \right) \\ W &= \left(\frac{\partial\phi}{\partial z} + \frac{\partial\varphi_2}{\partial x} - \frac{\partial\varphi_1}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Jika ϕ dan φ merupakan solusi dari persamaan gelombang, maka :

$$\nabla^2\phi = \frac{1}{V_p^2} \frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} \quad (2.7)$$

$$\nabla^2\varphi_1 = \frac{1}{V_s^2} \frac{\partial^2\varphi_1}{\partial t^2} \quad (2.8)$$

dari persamaan (2.7) menyatakan penjalaran gelombang kompresi dengan kecepatan penjalaran

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (2.9)$$

sedangkan dari persamaan (2.8) menyatakan penjalaran gelombang distorsi dengan kecepatan penjalaran :

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2.10)$$

dalam hal ini V_s selalu lebih kecil dari V_p :

II.2 Korelasi

Korelasi merupakan proses membandingkan dua kelompok data untuk dicari kemiripan yang maksimal dengan cara menggeser salah satu kelompok data tersebut. Kuantisasi dari kemiripan ini dinyatakan dengan koefisien korelasi. Ada dua jenis korelasi yaitu korelasi silang (Cross Corelation) dan Auto korelasi (korelasi dengan dirinya sendiri).

❖ Auto Korelasi

Auto korelasi adalah keadaan khusus dari korelasi dimana kedua kelompok data tersebut sama persis. Hal ini berarti melakukan korelasi dengan dirinya sendiri, sehingga fungsi korelasinya menjadi :

$$\rho_{ff}(s) = \sum_{t=0}^n f_{t+s} f_t \quad (2.11)$$

Fungsi auto korelasi bersifat simetri, karena pergeseran ke kanan sama dengan pergeseran ke kiri sehingga

$$\rho_{ff}(s) = \rho_{ff}(-s) \quad (2.12)$$

untuk fungsi kontinyu

$$\rho_{ff}(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)f(t+s)dt \quad (2.13)$$

II.3 Proses Pengolahan Data

Pengambilan data, pengolahan dan interpretasi adalah tiga kegiatan yang dilakukan dalam eksplorasi seismik. Ketiganya saling mempengaruhi sehingga tidak dapat di pisahkan satu sama lain. Hasil pengamatan yang baik dilapangan akan ditampilkan dengan sebaik-baiknya dengan sarana yang ada dalam pusat pengolahan data, sehingga dapat diinterpretasikan dengan mudah dan benar.

Dalam suatu aktifitas proses pengolahan data 2D, terdapat 3 faktor yang sangat menentukan hasil pengolahan diantaranya : kualitas seorang ahli geofisika, perangkat lunak dan perangkat keras.

Pada pusat pengolahan data, proses pengolahan data seismik 2D dilakukan dengan beberapa tahap, sebagai berikut :

❖ **Pemformatan**

Tahap pertama dari proses pengolahan data seismik 2D merupakan tahap perubahan format data lapangan menjadi format yang dapat diproses pada pusat pengolahan data. Data yang direkam di lapangan memiliki format yang telah ditentukan dari Perhimpunan Ahli Geofisika Eksplorasi. Format ini mempunyai standart penulisan pada pita magnetik dan berdasarkan susunan komponen datanya dapat dibagi atas dua jenis, yaitu :

1. Format data Multipleks
2. Format data Demultipleks

❖ **Pemrosesan Awal**

Tahap pemrosesan awal merupakan tahap kedua yang dilakukan setelah tahap pemformatan. Tujuan dari tahap ini adalah memperbaiki kualitas data yang buruk akibat efek-efek yang tidak diinginkan saat data tersebut diakusisi.

Secara umum tahap ini terdiri atas :

1. Automatic gain Control (AGC)
2. Muting
3. True Amplitudo Recovery (TAR)
4. Dekonvolusi
5. Pemfilteran
6. Koreksi Statik
7. stack I (Elevasi Stack)

❖ **Tahap Pemrosesan**

Tahap pemrosesan merupakan tahap utama dalam pengolahan data seismik. Inti dari tahap ini adalah penentuan kecepatan lapisan-lapisan bawah permukaan. Setelah kecepatan-kecepatan tersebut diidentifikasi dengan baik, penampang seismik diharapkan dapat menggambarkan secara geologis kondisi bawah permukaan dengan akurat.

Tahap ketiga dari proses pengolahan data seismik refleksi 2D ini meliputi :

1. Analisis kecepatan untuk NMO
2. Normal Move Out (NMO)
3. Residual Statik
4. Stack II (Final Stack)

❖ **Pemrosesan Akhir**

Tahap pemrosesan akhir merupakan tahap terakhir yang ditempuh dalam pengolahan data seismik 2D. Proses utama dari tahap ini adalah migrasi.

II.3.1 Koreksi Statik

Kedudukan sumber seismik dan receiver atau geophone di permukaan bumi, pada umumnya sangat bervariasi ketinggiannya. Sehingga gelombang seismik yang merambat melalui lapisan lapuk yang juga bervariasi ketebalannya akan mengakibatkan adanya perbedaan waktu tempuh terhadap suatu datum referensi. Oleh karena itu untuk menyamakannya perlu dilakukan koreksi dengan cara menghilangkan efek dekat permukaan.

Menghilangkan efek dekat permukaan ini perlu agar perubahan waktu reflektor dalam penampang rekaman dapat dianggap seluruhnya dari efek subsurface. Dan agar pada masing-masing trace dalam CDP gather dapat disesuaikan (diluruskan) untuk menjaga sinyal agar tetap utuh pada saat distack.

Koreksi statik dihitung berdasarkan penentuan bidang datum. Satu hal yang harus diingat pada saat perhitungan koreksi statik adalah bidang datum dianggap sebagai bidang nol detik. Disamping itu dibawah datum tidak boleh terdapat lapisan lapuk

lagi, yang berarti material lapuk seolah-olah sudah tergantikan oleh material pengganti dengan kecepatan seismik yang boleh dianggap normal.

Secara garis besar koreksi statik dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

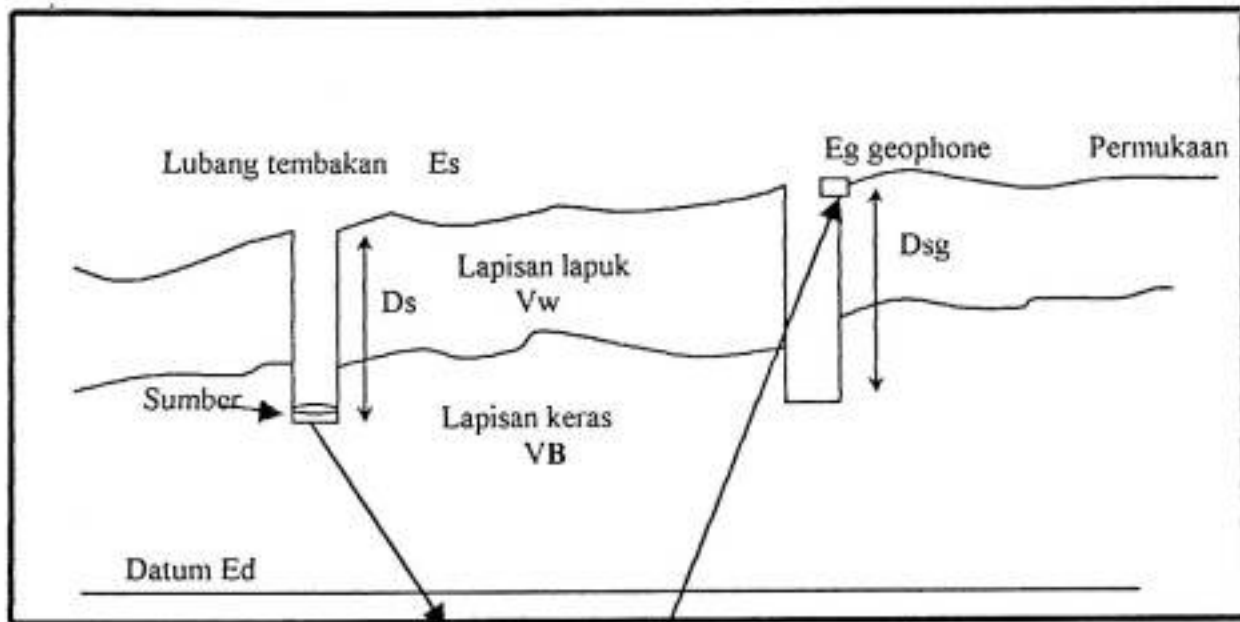
1. Koreksi lapisan lapuk
2. Koreksi ketinggian

❖ **Koreksi Lapisan Lapuk**

Koreksi ini bertujuan untuk menghilangkan sifat fisik lapisan lapuk dan menggantinya dengan lapisan yang lebih padat atau kompak seperti pada lapisan dibawahnya. Cara pengoreksiannya yaitu dengan cara mengurangi waktu tempuhnya karena melewati lapisan lapuk dengan waktu tempuh yang tidak melewati lapisan tersebut.

Salah satu metode yang sering digunakan untuk survei lapisan lapuk ini adalah *Uphole survei* yang dapat menentukan ketebalan, kecepatan gelombang seismik pada lapisan lapuk dan pada lapisan yang berada dibawahnya.

Penggambaran koreksi statik ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar II.1 dibawah ini



Gambar II.1 Koreksi ketinggian dan koreksi lapisan lapuk
 (An Introduction to seismik Interpretation, R.Mc. Quillin, M.Bacon. W Barclay, 1984)

Waktu yang diperlukan untuk gelombang seismik menjalar dari sumber ke datum (gambar II.1) adalah :

$$T_s = \frac{(E_s - D_s - E_d)}{V_B} \quad (2.14)$$

begitu juga waktu yang diperlukan dari datum ke geophone,

$$T_g = T_s + t_{UH} \quad (2.15)$$

Sedangkan koreksi untuk T_0 , waktu penjalaran sumber :

$$T_0 = T_s + T_g = 2 T_s + t_{UH} \quad (2.16)$$

$$= \frac{2(E_s - D_s - E_d)}{V_B} + t_{UH} \quad (2.17)$$

dimana :

D_s = Kedalaman sumber

E_s = Ketinggian titik tembak

E_g = Ketinggian geophone

t_{UH} = Waktu tempuh yang sampai ke geophone

E_d = Elevasi datum

V_B = Kecepatan gelombang pada lapisan keras

Untuk menghitung koreksi statik ini digunakan persamaan (2.17), dengan kondisi peletakan sumber berada di bawah lapisan lapuk. Pada kasus ini referensi datumnya adalah MSL (sejajar dengan permukaan air laut) sehingga harga $E_d = 0$ dan persamaan (2.17) menjadi :

$$\Delta t = \frac{2(E_s - D_s)}{V_H} + t_{uh} \quad (2.18)$$

Tetapi apabila peletakan sumber tidak seluruhnya berada di bawah lapisan lapuk maka perhitungan koreksi statiknya menjadi :

$$\Delta t = \frac{2(E_s - D_s - D_w)}{V_H} + \frac{D_w}{V_w} \quad (2.19)$$

dengan :

E_s = Ketinggian titik tembak

D_s = Kedalaman sumber

D_w = Tebal lapisan lapuk

V_H = Kecepatan lapisan di bawah lapisan lapuk

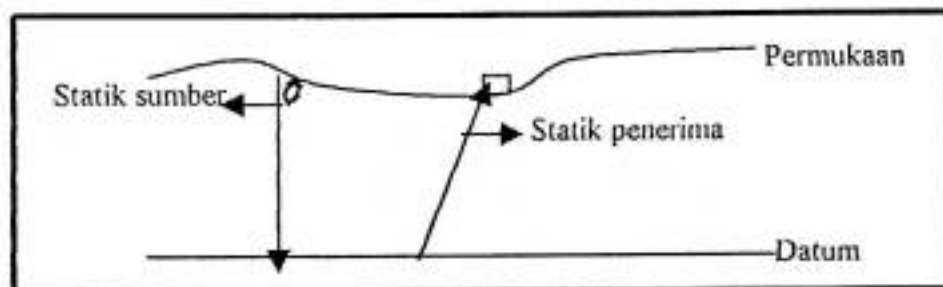
V_w = Kecepatan lapisan lapuk

❖ **Koreksi Ketinggian**

Idealnya, suatu penampang seismik haruslah mempresentasikan konfigurasi bawah permukaan secara akurat. Akibat ketakteraturan topografi dan areal permukaan, tujuan tersebut diatas tidak dapat dicapai dengan mudah. Untuk meningkatkan resolusi data, bidang datum harus ditentukan terlebih dahulu, dengan alasan pemilihan yang tepat, seperti sejajar dengan permukaan laut – MSL (Mean Sea Level), selanjutnya mengoreksi data seismik akibat efek perambatan gelombang diatas datum tersebut. Selisih waktu yang terkoreksi ini akan mengembalikan posisi sumber dan penerima pada bidang yang sebenarnya. Proses waktu inilah yang disebut sebagai koreksi elevasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar II.2 dan II.3.

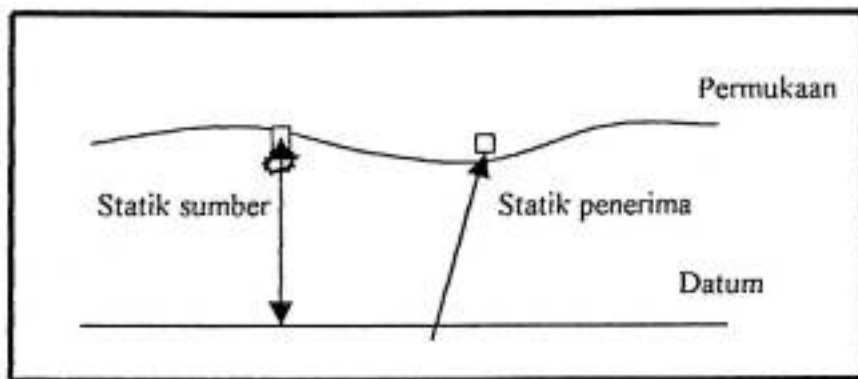
Koreksi datum akan menempatkan data pada bidang nol, artinya tidak ada perbedaan ketinggian antara sumber dan penerima. Proses ini juga disebut sebagai koreksi statik lapangan, karena proses ini akan menghitung secara

langsung data dari lapangan akan ketinggian, kedalaman penanaman sumber, tebal lapisan lapuk dan kecepatan lapisan lapuk



**Gambar II.2 Koreksi ketinggian dengan sumber terletak pada permukaan
(Basic Processing, Exploration Geophysics-IHRDC Library)**

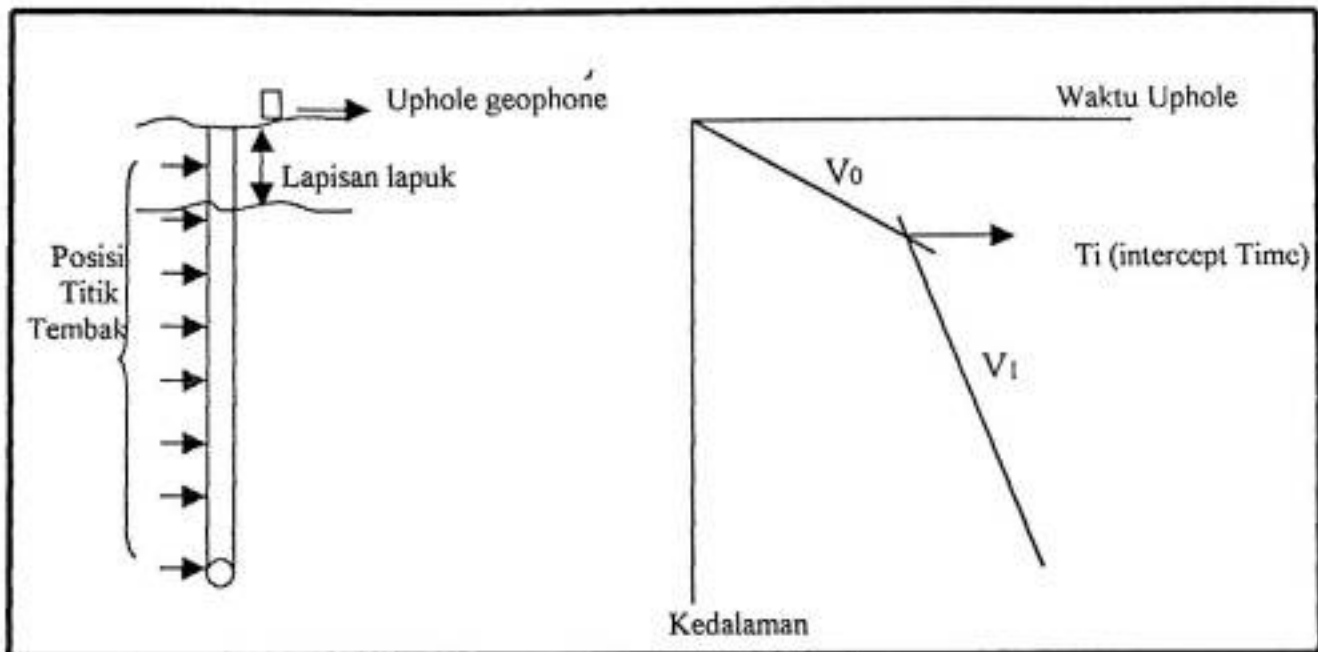
Jadi pada prinsipnya koreksi ini menempatkan titik tembak dan geophone pada datum yang sama, sehingga pengaruh ketinggian yang berbeda antara titik tembak dan geophone dapat dihilangkan. Koreksi datum yang paling sederhana adalah koreksi ketinggian. Tinggi permukaan di atas datum dibagi menjadi kecepatan batuan untuk tiap titik tembak (statik sumber) dan grup geophone (statik penerima). Penjumlahan dari dua besaran ini merupakan statik total dan apabila dikurangkan dari waktu perambatan total untuk menghasilkan waktu rambat di bawah datum.



*Gambar II.3 Koreksi ketinggian dengan sumber yang dipendam
(basic processing, Exploration Geophysics- IHRDC Library)*

❖ Survey Uphole


Survey uphole merupakan salah satu metode terbaik dalam investigasi dekat permukaan dan mencari ketebalan, kecepatan lapisan lapuk serta kecepatan lapisan di bawah lapisan lapuk. Uphole survey diperoleh dari lubang bor yang biasanya diletakan dibawah lapisan lapuk. Sumber ditembakkan di setiap kedalaman lubang itu seperti yang ditunjukkan pada gambar II.4 dimulai dari dasar lubang dilanjutkan sampai sumber mendekati permukaan tanah.



Gambar II.4 *Uphole survei dan plot data dari Uphole survei*
 (Sismanto, 1996, Modul Pratikum Pengambilan, Pengolahan dan Interpretasi data Seismik,
 UGM Yogyakarta)

❖ Waktu Uphole

Waktu Uphole adalah waktu vertikal penjalaran gelombang mulai saat sumber meledak sampai ke permukaan. Pengukuran ini dilakukan bersamaan dengan perekaman seismik, dimana dalam pengukuran tersebut dipergunakan uphole geophone. Uphole geophone yang dipergunakan pada saat pada saat penembakan jumlahnya hanya satu dan dipasang sekitar satu meter dari lubang tembak dan dihubungkan dengan radio untuk mengirimkan first break ke pusat perekaman. Penempatan yang berjarak satu meter ini mencegah uphole geophone terkena imbas ledakan dari sumber.



Dengan mengetahui kedalaman sumber dan waktu tempuh vertikal (uphole time) maka dapat dihitung kecepatan rata-rata dari lapisan antara sumber dengan permukaan, yakni :

$$V_{av} = \frac{r}{t_{uh}} \text{ atau} \\ = \frac{x \cos \alpha}{t_{uh}} \quad (2.20)$$

dimana, r adalah jarak antara sumber ke geophone, dan α sudut yang terbentuk antara arah vertikal sumber dengan arah geophone. Karena α relatif kecil, maka $\cos \alpha = 1$, sehingga dalam perhitungan kecepatannya menjadi :

$$V_{av} = \frac{x}{t_{uh}} \quad (2.21)$$

❖ Kecepatan dari First Break Time

Dalam perekaman data seismik refleksi, gelombang yang berasal dari sumber akan ditangkap dan terekam oleh penerima, baik sebagai gelombang langsung, gelombang terefleksi maupun terefraksi. Gelombang yang pertama kali ditangkap oleh penerima disebut first break, dan waktu penjalaran gelombangnya disebut first break time. First break time ini dapat digunakan mencari kecepatan lapisan lapuk atau kecepatan lapisan solid tergantung peletakan sumbernya.

❖ Ketebalan Lapisan Lapuk

Pada kasus ini peletakan dinamit tidak di permukaan tetapi terpendam dengan kedalaman 90 ft dan penerima (geophone) terletak di permukaan, karenanya dalam perhitungan ketebalan lapisan lapuk digunakan rumus sebagai berikut :

$$z = \frac{t_1}{2} \frac{V_1 V_2}{(V_2^2 - V_1^2)^{1/2}} + \frac{D_s}{2} \quad (2.22)$$

dimana : D_s kedalaman sumber, t_1 adalah intercept time dari grafik waktu – jarak, V_1 adalah kecepatan propagasi gelombang pada lapisan lapuk dan V_2 adalah kecepatan propagasi gelombang pada lapisan keras.

II.3.2 Analisis Kecepatan

Analisis kecepatan pada data seismik refleksi banyak sekali gunanya, karena antara lain memberikan parameter dugaan yang dapat membantu dalam proses interpretasi keadaan perlapisan di bawah bumi. Harga kecepatan yang diperoleh dapat memberikan keterangan tentang jenis batuan, dikombinasikan dengan waktu tempuh gelombang memberikan perkiraan ketebalan masing-masing lapisan dan kedalaman type lapisan pemantul.

❖ Prinsip Umum Analisis Kecepatan

Analisis kecepatan pada proses pengolahan dilakukan bersamaan dengan proses kecepatan stack. Salah satu tujuan dari analisis kecepatan ini adalah untuk mendapatkan fungsi kecepatan yang dibutuhkan untuk memperoleh stack terbaik. Pada beberapa jejak dari suatu titik pantul, sinyal yang dihasilkan akan mengikuti bentuk hiperbola sesuai dengan persamaan berikut :

$$T_x^2 = T_0^2 + \frac{X^2}{V_s^2} \quad \text{dimana} \quad T_0^2 = \frac{4h^2}{V^2} \quad (2.23)$$

dengan :

t_0 = Waktu tempuh bolak-balik vertikal

V_s = kecepatan stack

x = jarak offset (jarak antara sumber dan penerima)

t_x = Waktu tempuh bolak-balik pada offset

Prinsip dari analisa kecepatan pada proses kecepatan stack adalah mencari persamaan hiperbola yang sesuai dengan sinyal yang dihasilkan dan memberikan stack yang maksimum. Analisis kecepatan pada seismik refleksi dilakukan bersama-sama dengan proses kecepatan stack pada pusat pengolahan data, hasil-hasilnya adalah beberapa parameter dugaan seperti kecepatan kuadrat rata-rata, kecepatan interval, kedalaman pemantul dan sebagainya.

❖ Kecepatan Interval

Penentuan kecepatan interval dapat diperoleh dengan menggunakan perumusan Formula Dix. Perumusan dapat diperoleh dengan menghitung kecepatan rata-rata kuadrat.

Dengan menurunkan persamaan (2.23) sebagai berikut :

$$2TdT = \frac{2xdx}{V^2} \quad (2.24)$$

$$V^2 = \frac{x}{T} \frac{dx}{dT} \quad (2.25)$$

dengan $\frac{dx}{dT} = \frac{V_1}{\sin \theta_1}$ (2.26)

Kecepatan semu gelombang pantul yang tiba pada geophone diberikan oleh :

$$x = 2 \sum h_i \tan \theta_i \quad (2.27)$$

Untuk $\theta < 90^\circ$ maka $\tan \theta_i \approx \sin \theta_i$ sehingga persamaan (2.27) dapat ditulis sebagai :

$$x \approx 2 \sum h_i \sin \theta_i \quad (2.28)$$

dengan mendefinisikan kecepatan rata-rata kuadrat sebagai :

$$\bar{V}_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2 T_i}{\sum_{i=1}^n T_i}} \quad (2.29)$$

Dari kecepatan rata-rata dapat dihitung kecepatan interval dari lapisan-lapisan dengan menggunakan formula Dix:

$$V_n^2 = \frac{V_n^2 t_n - V_{(n-1)}^2 t_{n-1}}{t_n - t_{(n-1)}} \quad (2.30)$$

Persamaan (2.30) disebut dengan formula Dix

Tujuan dari analisis kecepatan adalah :

1. Koreksi NMO untuk melakukan CDP stack
2. Pengkonversian waktu dengan kedalaman
3. Untuk melakukan migrasi
4. Untuk penelitian litologi

Kriteria yang harus diketahui untuk menginterpretasikan fungsi kecepatan adalah :

1. kecepatan bertambah besar dengan bertambahnya waktu vertikal
2. kecepatan bertambah besar dengan bertambahnya kedalaman
3. kecepatan bertambah besar dengan bertambahnya kekompakan batuan

II.3.3 Koreksi NMO (Normal Move Out)

Pengetahuan tentang analisa kecepatan adalah penting, karena dengan analisis kecepatan akan diperoleh nilai kecepatan yang akurat untuk menentukan ketebalan, kedalaman, kemiringan (dip) dari suatu reflektor. Namun demikian nilai kecepatan suatu medium banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti litologi batuan, tekanan, suhu, porositas, densitas, ukuran butir, umur batuan, kandungan fluida, dan frekuensi rambatan gelombang sendiri.

Pada umumnya medium yang relatif densitasnya tinggi, kecepatannya akan relatif tinggi pula. Kenaikan densitas disebabkan oleh jenis batuan, tekanan, porositas, ukuran butir, umur batuan dan lain-lain.

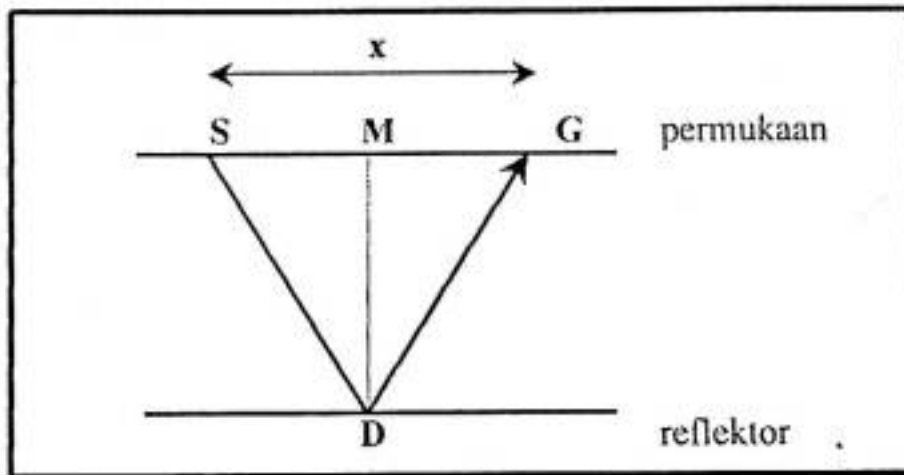
Sesuai dengan namanya koreksi ini ditetapkan untuk mengatenuasi efek perubahan jarak offset setiap pasangan shot-point dan trace ketika semua signal dari satu titik reflektor (CDP) yang direkam oleh sekumpulan trace dikumpulkan (proses CDP gather).

Jarak dari SP ke geophone bertambah secara teratur sehingga energi yang terefleksi akan menempuh lintasan yang lebih panjang dan membutuhkan waktu yang lebih lama dengan bertambahnya offset. Perlambatan waktu terhadap offset nol dari suatu reflektor horizontal disebut *Normal Move Out (NMO)*.

Koreksi NMO diperlukan karena disuatu titik di sub surface akan terekam oleh sejumlah geophone sebagai garis lengkung (hiperbola). Di dalam CDP gather koreksi NMO diperlukan untuk mengoreksi masing-masing CDP-nya agar garis lengkung tersebut menjadi lurus, sehingga pada saat stack diperoleh sinyal yang maksimal.

Tapi kenyataannya tidak demikian karena lintasan S-D-G berbeda-beda seperti pada gambar 11.7 karena NMO menyamakan seluruh jarak tempuh S-D-G yang bervariasi tersebut menjadi sama panjang, yaitu $2 \times MD$ yang berarti posisi S berimpit dengan

posisi G di M. Keadaan dimana S dan G berimpit disebut "Offset Nol" karena offset memang berharga nol.



Gambar II.5 Geometri NMO untuk reflektor datar tunggal
(Sismanto, 1996, Modul pengambilan data, pengolahan dan interpretasi data seismik, UGM Yogyakarta)

$$t(x) \rightarrow \overline{SDG}$$

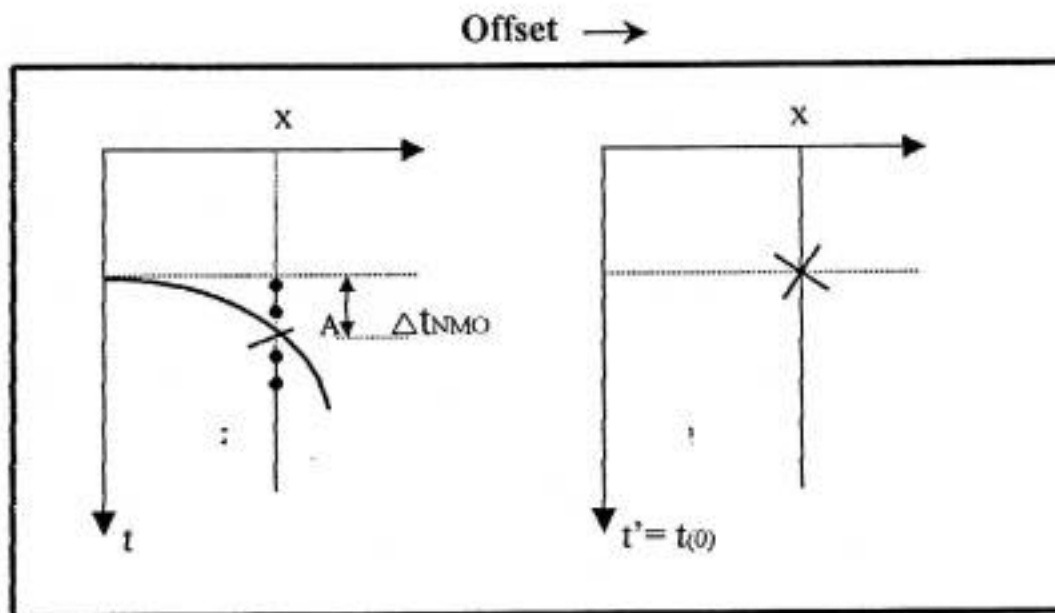
$$t(0) \rightarrow \overline{2MD}$$

$$\Delta t_{NMO} = t(N) - t(0)$$

$$\Delta t_{NMO} = t(0) \left\{ \left[1 + \left(\frac{x}{V_{NMO} t(0)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} - 1 \right\} \quad (2.31)$$

Persamaan diatas menunjukkan perhitungan besarnya koreksi NMO untuk keadaan dimana datum dan bidang pantul adalah datar. Jadi pada dasarnya koreksi NMO adalah koreksi waktu dengan memberi pergeseran pada bagian-bagian seismogram

yang memberi bentuk melengkung pada kurva refleksi seperti yang terlihat pada gambar II.8. Koreksi ini melibatkan parameter kecepatan dari media yang dilalui gelombang seismik.



Gambar II.6 Penerapan koreksi NMO
(Pengantar Pemrosesan data Seismik, Elnusa, 1990)

Perlu diketahui untuk pasangan sumber geophone yang satu dengan yang lainnya berbeda nilai koreksinya, sehingga koreksi NMO ini termasuk koreksi dinamik (non statik).

II. 3.4 Stack

Stack merupakan hasil penjumlahan trace-trace yang bertujuan menaikkan perbandingan S/N karena sinyal yang koheren akan saling memperkuat sedangkan noise yang sifatnya random akan saling menghilangkan. Proses stack juga mengurangi noise yang koheren seperti multiple. Trace-trace yang distack dapat dilakukan berdasarkan CDP, common shot point, maupun common offset, tergantung terhadap tujuan yang hendak dicapai. Dalam terminasi seismik istilah stack tanpa tambahan keterangan diartikan sebagai stack berdasarkan CDP. Stack dilakukan setelah CDP gather, amplitudo recovery, trace editing, dekonvolusi, koreksi statik, mute dan sesudah NMO dengan kecepatan yang diperoleh berdasarkan analisa kecepatan.

II.3.5 Koreksi Residual Statik

Walaupun koreksi statik telah dilakukan sebelum analisa kecepatan, tetapi koreksi tersebut tidaklah sempurna.

Hal ini disebabkan oleh :

- Kesalahan pengukuran elevasi
- Ketidaktelitian membaca Up Hole Time
- Ketidaktepatan pengukuran kecepatan replacement
- Adanya manipulasi kedalaman lubang bor oleh regu bor

- Adanya problema surface inconsistent statik

Hal tersebut di atas mengakibatkan S/N ratio dalam CDP stack belum maksimal. Setelah koreksi statik dan NMO diterapkan pada trace-trace dalam kelompok CDP gather, masih perlu dilakukan koreksi statik lanjutan yang berdasarkan korelasi antara trace dalam suatu kelompok CDP gather dan beberapa tetangganya yang disebut *koreksi residual statik*.

Koreksi residual statik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu

1. Koreksi residual statik berdasarkan CDP, koreksi dihitung dengan berdasarkan data dalam satu atau kelompok CDP saja, tanpa memperhatikan konsistensi terhadap posisi titik tembak dan geophone.
2. Koreksi residual statik berdasarkan permukaan, koreksi dihitung untuk masing-masing posisi titik tembak dan geophone.

II.3.6 Koreksi DMO (Dip Move Out)

Bila bidang geologi yang ingin disurvei oleh seismik adalah curam kemiringannya, maka hasil stack tidak akan bisa mencerminkan keadaan yang sebenarnya. Ini disebabkan dengan sulit diperoleh kecepatan NMO yang benar. Masalah di atas dapat diatasi dengan melakukan Dip Move Out.

Dip Move Out (DMO) sebenarnya diturunkan dari koreksi dinamik dimana bidang refleksinya tidak sejajar dengan datum perekam. Yaitu sebagai berikut:



$$T_x^2 = T_0^2 + \frac{x^2 \cos^2 \theta}{V^2} \quad (2.32)$$

Kemudian dengan mengganti $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta$ maka diperoleh bentuk sebagai berikut

$$T_x^2 = T_0^2 + \frac{x^2}{v^2} - \frac{x^2 \sin^2 \theta}{v^2} \quad (2.33)$$

Bila diperhatikan dua suku pertama disebelah kiri dari persamaan tersebut adalah untuk NMO, yaitu koreksi dinamik yang memandang bidang refleksi sejajar dengan bidang datum perekam. Suku terakhir dari persamaan tersebut adalah DMO. Dari sini dapat disimpulkan bahwa koreksi NMO dapat dilakukan terpisah dengan koreksi DMO yaitu :

$$t^2 DMO = \frac{x^2 \sin^2 \theta}{V^2} \quad (2.34)$$

II. 3.7 Migrasi

Migrasi data seismik adalah suatu proses untuk memetakan suatu penampang yang lain dimana event-event seismik dikembalikan posisinya pada tempat/lokasi dan waktu yang tepat.

Migrasi merupakan tahapan alternatif yang penting dalam pengolahan data seismik dan bertujuan memindahkan reflektor miring ke posisi yang sebenarnya pada penampang seismik. Migrasi juga mampu menghilangkan efek difraksi sehingga

dapat memperjelas struktur gambar detail bawah permukaan. Migrasi juga dipandang sebagai suatu proses yang dapat meningkatkan resolusi spasial penampang seismik.

Apabila terdapat suatu reflektor miring pada penampang seismik yang berordinat kedalaman maka, posisi sesungguhnya dari reflektor tersebut tidaklah berada ditempat itu. Karena penggambaran seismik tersebut menggunakan asumsi gelombang Snellius pada bidang datar. Dengan demikian untuk bidang miring perlu dilakukan koreksi secukupnya yaitu dengan cara migrasi.

Migrasi dibutuhkan pada proses pengolahan data seismik 2D antara lain untuk :

1. Mengembalikan event yang miring pada penampakan ke posisi yang sebenarnya
2. Menghilangkan efek dari reflektor
3. Menghilangkan sekaligus memfokuskan kejadian difraksi
4. Memperbaiki kontinuitas semu, koherensi dan resolusi lateral dari permukaan refleksi
5. Migrasi juga digunakan untuk penentuan kembali struktur geologi yang sebenarnya

Beberapa metode migrasi yang sudah umum digunakan sekarang dalam pengolahan data seismik 2D yaitu :

1. Metode Migrasi Beda Hingga (F-D Migrasi)
2. Metode Migrasi Domain frekwensi (F-K Migrasi)
3. Metode Pergeseran Fasa (P-S Migrasi)
4. Metode Migrasi Kirchoff

❖ **Metode Migrasi Beda Hingga (F-D Migrasi)**

Metode migrasi ini memanfaatkan pemecahan persamaan gelombang dengan menggunakan metode numerik beda hingga. Metode migrasi beda hingga ini disebut juga metode persamaan gelombang. Persamaan gelombang akustik untuk dua dimensi dapat dituliskan secara umum sebagai berikut :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = v^2 \left(\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} \right) \quad (2.35)$$

Dengan P tekanan, t waktu, x dan z jarak horizontal dan vertikal.

Konsep persamaan gelombang menggunakan pemecahan dengan cara pendekatan pada bidang sumber-sumber kearah titik refleksi. Hiperbola akan semakin tajam dan semakin sempit bila didekati. Pada akhirnya hiperbola akan hilang bertemu disuatu titik yaitu refleksi hasil migrasi.

Secara matematika bidang sumber penerima ini sebagai bidang batas metode numerik beda hingga. Perhitungan secara iteratif digunakan untuk menghitung bidang batas baru sampai bidang batas tersebut menyempit disuatu titik.

❖ Metode Migrasi Domain Frekwensi (F-K Migrasi)

Metode dalam domain frekwensi ini, seperti halnya migrasi beda hingga dilakukan dengan pendekatan deterministik melalui persamaan gelombang skalar. Prinsip dasar yang digunakan dalam metode ini adalah transformasi fourier 2 dimensi.

Migrasi F-K menggunakan konsep yang disebut exploding reflektor dimana medan gelombang yang diterima dipermukaan dipandang seakan-akan dibangkitkan dari titik-titik dibidang reflektor. Hal ini dapat digambarkan apabila kita seolah-olah menempatkan sumber gelombang pada bidang reflektor dan penerima dipermukaan. Pada saat $t = 0$ medan gelombang $P(x,z,t=0)$ dibangkitkan dari bidang reflektor, menjalar ke permukaan dan diterima oleh receiver sebagai $P(x,z=0,t)$. Jadi proses yang dilakukan untuk mendapatkan posisi reflektor sesungguhnya (migrasi) adalah melakukan ekstrapolasi medan gelombang $P(x,z=0,t)$ yang diterima di permukaan ke arah bawah (sumbu z) untuk mendapatkan $P(x,z,t=0)$.

Ekstrapolasi ini dilakukan dalam domain frekwensi dan bilangan gelombang. Untuk itu dilakukan transformasi Fourier 2 dimensi terhadap $P(x,z=0,t)$ dalam arah x dan t untuk mendapatkan $P(kx,0,\omega)$, kemudian ekstrapolasi dilakukan dengan memetakan ω terhadap kz serta menerapkan faktor pengali untuk mendapatkan $P(kx,kz,t=0)$ yang melalui inversi transformasi Fourier 2

dimensi diperoleh $P(x,z,t=0)$. Migrasi F-K jenis ini dikembangkan oleh Stolt dengan asumsi kecepatan konstan.

❖ Metode Migrasi Pergeseran Fasa (Migrasi P-S)

Metode migrasi pergeseran fasa adalah jenis lain dari metode migrasi F-K yang dikembangkan oleh Gazdag, dimana ekstrapolasi medan gelombang dilakukan dengan menerapkan pergeseran fasa yaitu dengan cara mengalikan faktor $\exp(i,kz,z)$ terhadap $P(kx,0,\omega)$ untuk memperoleh $P(kx,z,\omega)$ kemudian dengan penjumlahan dalam domain ω untuk mendapatkan $P(kx,z,t=0)$.

II.4 Lapisan Karbon

Pada umumnya lapisan karbonat berasosiasi dengan batu pasir. Biasanya ditemukan batuan karbonat mempunyai impedansi alamiah yang lebih besar dari pada lapisan lainnya. Koefisien pantulan pada lapisan karbonat atas normalnya kuat dan positif, sering ditemukan bahwa batuan karbonat cenderung kurang porus terhadap batu pasir.

Pengalaman menunjukkan bahwa zat cair di dalam pori-pori pada batuan karbonat akan mengakibatkan akustik impedansi batuan karbonatnya menjadi lebih kecil dari pada apabila zat cair tersebut berada pada batu pasir. Namun demikian variasi

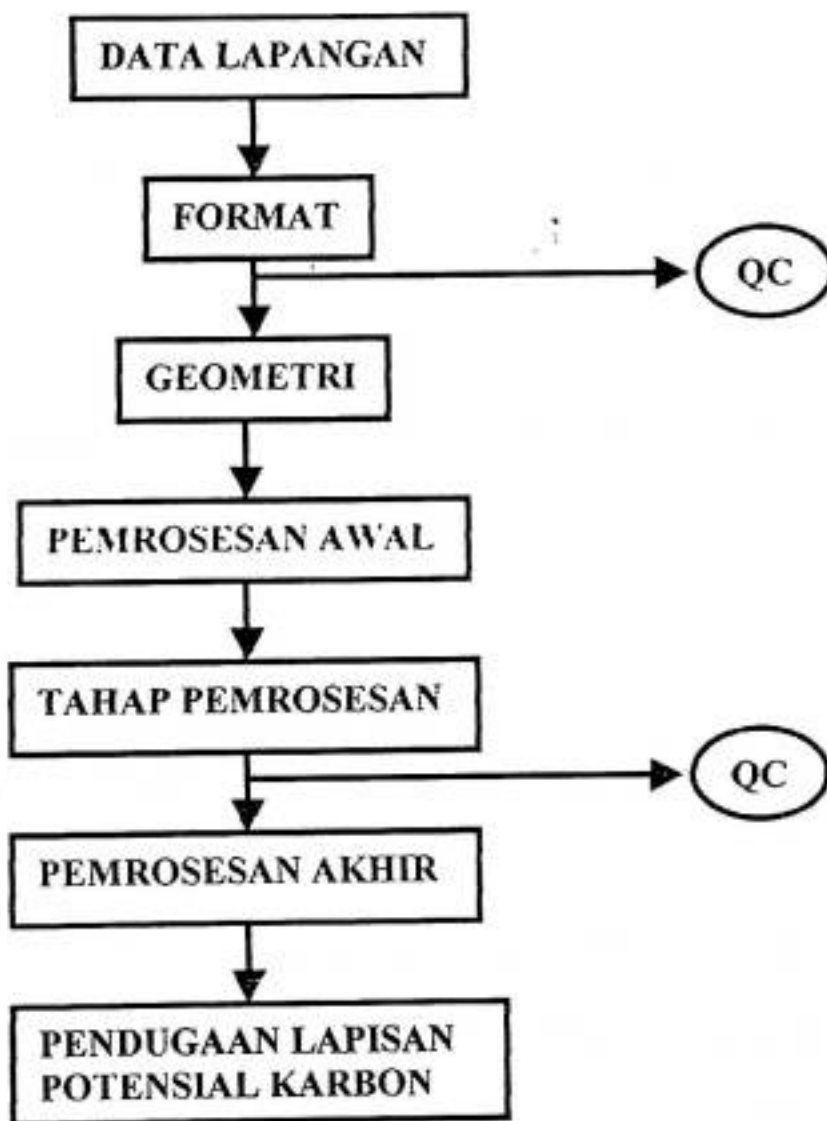
porositas di dalam batuan karbonat relatif lebih besar dari pada batu pasir dan mempunyai pengaruh yang kuat terhadap akustik impedansinya.

Oleh karena itu sering dilakukan korelasi antara variasi impedansi batu pasir terhadap kandungan zat cairnya, agar dapat diperoleh informasi porositas dan perubahan impedansi di dalam batuan karbonat. Karena secara normal impedansi batuan karbonat adalah tinggi dan pengaruh kenaikan porositas dapat mengurangnya. Hal ini dapat dilihat pada dimspot yang amplitudonya melemah akibat adanya akumulasi gas yang cukup besar.

BAB III

METODOLOGI

Adapun Metodologi dalam penelitian ini seperti digambarkan pada diagram alir berikut :



Gambar III.1 Diagram alir penelitian secara umum

Data seismik yang akan diolah dalam penelitian ini adalah data berjenis daerah transisi. Survei pada daerah transisi ini biasanya menghasilkan data yang kurang baik dibandingkan dengan data yang berjenis daerah darat, hal ini disebabkan karena rawa, danau, lautan dangkal atau daerah-daerah transisi lainnya tidak bersifat padat dan lokasi operasi pada daerah daratannya tidak bersifat permanen.

Untuk kasus line 7950 data akuisisi untuk 2D survey seluruhnya berjumlah 96 chanel.

Data akuisisi untuk line 7950 adalah sebagai berikut :

Penembakan dilakukan dengan menggunakan sumber peledak dinamit dengan ukuran 2 LBS. Sumber ditanam pada kedalaman rata-rata 90 ft dengan jarak interval antara titik tembak 120 M. Adapun jenis perekaman yang digunakan adalah geophone dengan jarak antara geophone dalam grup 1,5 M dan jarak antara grup geophone 30 M.

III.1 Proses Pengolahan Data

III.1.1 Data Lapangan

Data hasil akuisisi lapangan tercatat dalam observer report dimana pada observer report ini tercatat keterangan-keterangan tentang apa yang terjadi di lapangan. Juga pada observer report ini terdapat keterangan tentang FFID yang sangat diperlukan pada saat pengolahan data, sebab pada FFID ini mencatat urutan penembakan di lapangan yang sangat berguna di dalam pembuatan geometri pada pengolahan data.

Selain itu juga terdapat keterangan-keterangan tentang pembatalan penembakan pada suatu titik tembak.

III.1.2 Formating

Formating dilakukan untuk mengubah data hasil lapangan ke dalam produk yang diinginkan melalui :

1. Pengubahan data multiplex ke demultiplex
2. Mentranformasikan data demultiplex ke dalam data pemrosesan internal (format SEG ke CGG)

III.1.3 Geometri

Proses geometri adalah pendefinisian setiap identitas setiap trace yang berhubungan dengan titik tembak, posisinya di permukaan, jarak (offset) terhadap titik tembak, dan kumpulan CDP ke dalam suatu format tertentu yaitu format CGG.

Data yang digunakan adalah data yang ada pada observer report.

III.1.4 Pemrosesan Awal

Awal dari proses pengolahan data dilakukan melalui tahap-tahap berikut ini :

1. Membuat AGC yang berfungsi untuk menetapkan gain yang dipakai untuk pengolahan data.
2. Melakukan muting terhadap noise dengan menggunakan Top Muting, Kill trace dan Picking Time gate.
3. Membuat TAR yang berfungsi untuk menguatkan Amplitudo.
4. Melakukan Dekonvolusi pada daerah titik tembak.
5. melakukan pemfilteran dengan menggunakan Band Pass Filter dan F-K filter.
6. Melakukan Koreksi Statik.
7. Melakukan Stacking I (Elevasi Stack)

❖ Koreksi Statik

Koreksi statik dapat dilakukan melalui tahap-tahap berikut ini :

1. Pengukuran Uphole lapangan yang meliputi perhitungan :
 - a) Kedalaman titik tembak yang berkisar 90 ft
 - b) Ketebalan lapisan lapuk
 - c) Kecepatan propagasi gelombang pada lapisan lapuk
2. Menghitung Koreksi Statik dengan menggunakan persamaan (2.19)

III.1.6 Pemrosesan Akhir

Proses utama didalam tahap pemrosesan akhir adalah migrasi. Migrasi ini dilakukan setelah proses DMO (final stack). Untuk kasus line 7950 ini proses migrasi dilakukan dengan metode Migrasi Beda Hingga (F-D Migrasi), Migrasi Domain Frekwensi (F-K Migrasi) dan Migrasi Pergeseran Fasa (P-S Migrasi) dengan menggunakan hasil analisis kecepatan untuk migrasi.

Proses migrasi dilakukan melalui tahap :

1. Proses migrasi dilakukan dengan menggunakan masukan data yang berasal dari final stack dan menggunakan hasil analisa kecepatan untuk migrasi.
2. Dalam proses ini dicari titik pada daerah propagasi gelombang yang dapat dipandang sebagai sumber gelombang yang baru.

III.2 Pendugaan Lapisan Potensial Karbon

Proses pendugaan lapisan potensial karbon dilakukan melalui tahap berikut :

1. Mencari kecepatan perambatan gelombang longitudinal dengan menggunakan Formula DIX (persamaan 2.30)
2. Mencari waktu t_0 dengan menggunakan persamaan (2.23)

3. Mencari kedalaman lapisan potensial karbon dengan menggunakan persamaan (2.23)
4. Mencocokkan hasil kecepatan perambatan gelombang longitudinal dengan literatur (Lampiran M)



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Analisa Koreksi Statik

IV.1.1 Waktu Uphole dan Kecepatan Uphole

Dengan menggunakan perumusan (2.21) maka dapat dihitung kecepatan rata-rata ($V_{average}$) tiap titik tembak. Dari perhitungan tersebut dihasilkan kecepatan rata-ratanya antara 1269,9 m/det sampai 2539,9 m/det (perhitungan kecepataannya dilakukan dengan pembulatan sampai satu angka dibelakang koma), data hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran D. Dengan nilai rata-rata dari kecepataannya adalah 1881,4 m/det, dari hasil perhitungan kecepatan menunjukkan atau mengindikasi adanya variasi ketebalan lapisan lapuk pada daerah tersebut (dengan asumsi kecepatan horizontal pada suatu lapisan adalah sama). Sedangkan dari nilai kecepatan rata-ratanya (V_{mean}) yang hampir mendekati dari nilai kecepatan maksimumnya ini mengindikasikan bahwa beberapa titik, kedalamannya telah melampaui batas dari lapisan lapuk ini.

Data perhitungan ini tidak bisa menunjukkan adanya dua lapisan pada lapisan lapuk, kecepatan masing-masing lapisan atau ketebalan lapisan lapuk, tetapi data ini dapat digunakan kembali untuk mencari ketebalan lapisan lapuk setelah nilai kecepatan lapisan lapuk dan nilai kecepatan lapisan solid diketahui.

IV.1.2 Perhitungan Kecepatan First Break Time

Seperti yang telah dijelaskan dalam bab II, perhitungan kecepatan ini dapat didekati dengan memplot kembali titik first break time terhadap offsetnya dalam bentuk sebuah grafik T-X, kemudian dihitung gradien dari grafik tersebut dengan menggunakan pendekatan regresi linier kuadrat terkecil.

Pengolahan dan perhitungan ini dilakukan dengan bantuan software GMG (Green Mountain Geophysical) tentang refraksi statik. Yang kemudian dari 100 titik contoh, diperoleh nilai kecepatan lapisan lapuk adalah 350 m/s dan nilai kecepatan lapisan yang solid atau lapisan dibawah lapisan lapuk adalah 2400 m/s.

IV.1.3 Perhitungan Ketebalan Lapisan Lapuk

Setelah mengetahui nilai kecepatan lapisan lapuk dan nilai kecepatan lapisan solid, maka dengan menggunakan persamaan (2.22) ketebalan lapisan lapuk dapat ditentukan.

Perhitungan yang dilakukan adalah penentuan ketebalan lapisan lapuk dengan menggunakan kecepatan rata-rata lapisan lapuk ($V_0 = 350$ m/det) dan kecepatan rata-rata lapisan solid ($V_1 = 2400$ m/det). Hasil yang diperoleh adalah ketebalan lapisan lapuk bervariasi dari 1,77 m sampai 17 m dengan rata-rata 14,7 m.

Dari nilai kecepatan rata-rata yang melewati lapisan lapuk maka dapat diindikasikan bahwa material yang terkandung pada lapisan lapuk adalah humus.

Data hasil perhitungan ketebalan lapisan lapuk dapat dilihat pada lampiran D.

IV.1.4 Perhitungan Koreksi Statik

Dari hasil perhitungan ketebalan lapisan lapuk diketahui bahwa ketebalannya melebihi dari kedalaman peletakan sumber pada beberapa titik tembak, sehingga perhitungannya menggunakan persamaan (2.19)

Perhitungan koreksi statik ini menggunakan kecepatan dan ketebalan lapisan lapuk rata-rata yaitu 350 m/det dan 14,7 m. Kecepatan untuk lapisan solid yaitu lapisan yang dibawah lapisan lapuk juga menggunakan kecepatan rata-rata yaitu 2400 m/det.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan ini berkisar dari 3,6 ms sampai 12,8 ms dengan rata-rata koreksi statik sebesar 4,5 ms. Dalam perhitungan yang dilakukan ini disesuaikan dengan perhitungan komputasi dalam pemrosesan data seismik 2D karenanya ketebalan dan kecepatannya digunakan nilai yang rata-rata. Hal ini dikarenakan dalam pemrosesan seismik 2D lebih lanjut dilakukan koreksi statik sisa akibat ketidakaturan permukaan yang masih timbul setelah dilakukan koreksi statik. Data lapangan dan hasil koreksi statik dapat dilihat pada lampiran D.

IV.2 Koreksi Residual Statik

Pengamatan data setelah koreksi residual statik tidak terlepas dari data stack setelah koreksi statik. Dengan mengamati data setelah koreksi statik maka dapat diuraikan hasil pemrosesan.

Koreksi residual statik yang dilakukan yaitu berdasarkan CDP. Sebagai masukan data untuk koreksi residual statik ini yaitu data hasil koreksi statik kemudian diberikan AGC (automatic gain control) dan menggunakan Band pass filter dengan frekwensi 5-10-40-50. Kemudian untuk kalkulasi residual statik digunakan autokorelasi dengan menggunakan kecepatan hasil koreksi statik. Sesudah kalkulasi residual statik langkah selanjutnya adalah membuat eigen stack yang berguna untuk menampakkan event-event pada tampilan koreksi residual statik.

Tampilan yang dihasilkan pada proses ini terlihat pada Lampiran E. Tampilan hasil residual statik ini sangat berbeda dengan tampilan hasil koreksi statik. Hasil residual statik ini telah tampak event-event yang sudah membentuk suatu lipatan antiklin, hal ini sangat berbeda dengan hasil stack koreksi statik yang belum menampakkan event-event. Event-event yang sudah membentuk suatu lipatan antiklin ini dapat terlihat pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms.

Selain itu tampilan hasil residual statik ini tampak terbentuk struktur lipatan antiklin yang lain yaitu dari waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms, akan tetapi ujung-ujung dari lipatan ini tampak terputus-putus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa batuan

yang membentuk lipatan ini adalah batuan tak kompeten (biasanya batu serpih), cenderung mengalir dan menggeser sepanjang bidang perlapisan menghasilkan berbagai variasi ketebalan dalam jarak yang relatif pendek.

Sedangkan dari waktu 500 ms sampai waktu 1400 ms nampak bahwa event yang ditampilkan adalah merupakan multipel yaitu event yang mengalami pemantulan lebih dari satu kali (berulang-ulang) sebelum kembali ke permukaan. Event ini tidak terlalu diperhatikan karena multipel tergolong dalam noise di dalam seismik refleksi. Selanjutnya hasil dari koreksi residual statik ini akan diproses lebih lanjut pada koreksi DMO (Dip Move Out).

IV. 3 Koreksi Dip Move Out (DMO)

Tampilan yang dihasilkan pada koreksi DMO ini dapat dilihat pada lampiran G. Hasil dari koreksi DMO ini bila dibandingkan dengan hasil koreksi residual statik tidak tampak perubahan yang berarti hanya perbandingan S/N semakin baik. Lipatan antiklin yang terbentuk pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms sudah semakin kelihatan curam kemiringannya, karena koreksi DMO ini sebenarnya dikhususkan pada bidang geologi yang curam dimana pada proses sebelumnya bidang geologi yang curam ini diasumsikan sebagai bidang datar.

Hasil dari koreksi DMO ini biasanya disebut dengan final stack. Akan tetapi kedudukan titik-titik refleksi yang membentuk lipatan antiklin ini belum berada pada

posisi yang sebenarnya, hal ini akan dikoreksi lagi pada proses migrasi sehingga dapat dikembalikan pada posisi sebenarnya.

IV.4 Migrasi

Pengamatan data yang telah dimigrasi tidak terlepas dari pengamatan data hasil DMO. Dengan mengamati perubahan yang terjadi pada data setelah migrasi terhadap data hasil DMO, maka dapat diuraikan hasil pemrosesan. Bahasan dibawah ini ditekankan pada bentuk struktur yang ada dan perubahan kurva-kurva difraksi. Untuk memudahkan pembahasan diasumsikan bahwa basement terletak pada daerah waktu 4000 ms ke atas.

Berikut secara bertahap dapat dilihat perubahan yang terjadi pada tampilan stack melalui metode migrasi F-K, metode migrasi PS (Phase Shift) dan metode migrasi F-D (Finite difference) yang digunakan dibawah ini.

❖ Migrasi F-K

Pada proses migrasi F-K ini menggunakan hasil analisa kecepatan untuk migrasi F-K, dan masukannya berasal dari stack hasil koreksi DMO. Keluaran yang dihasilkan pada proses ini dapat dilihat pada Lampiran J, memiliki tampilan yang cenderung melemahkan jejak yang berkoefisien refleksi kecil, sehingga event-event yang berkoefisien refleksi kecil akan terlihat kabur didalam tampilan. Sebaliknya event yang berkoefisien refleksi besar akan

terlihat jelas. Hal ini menyebabkan tampilan pada proses ini tidak dapat secara detail menampilkan struktur perlapisan batuan.

Lipatan antiklin yang terbentuk dari waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms saat pemrosesan kurva difraksinya ditarik ke puncak kurva sehingga struktur bidang perlipatan akan terlihat lebih jelas. Tetapi bagian ujung kiri dari lipatan mengalami proses penaikan, hal ini disebabkan karena pemakaian kecepatan yang relatif tinggi sehingga mengalami *over migrasi*.

Sedangkan lipatan antiklin yang lain yaitu dari waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms masih tampak terputus-putus sehingga makin kuat dugaan bahwa lipatan ini terbentuk dari batuan yang tak kompeten.

❖ **Migrasi P-S (Phase Shift)**

Pada proses migrasi P-S ini menggunakan hasil analisa kecepatan untuk migrasi P-S dan masukan juga berasal dari stack hasil koreksi DMO. Tampilan yang dihasilkan pada proses ini dapat dilihat pada Lampiran I. Keluaran phase shift migrasi ini tampilannya tak jauh berbeda dengan tampilan hasil F-K migrasi, karena pada dasarnya prinsip phase shift migrasi tidak jauh berbeda dari F-K migrasi hanya phase shift migrasi ini ekstrapolasi medan gelombang dilakukan dengan menerapkan pergeseran fasa.

Tampilan pada phase shift ini menunjukkan bagian tengah dari perlipatan antiklin pada waktu 3000 ms sampai pada waktu 4000 ms semakin tajam dan terlihat semakin jelas. Hal ini disebabkan karena pada saat pemrosesan kurva difraksinya ditarik ke puncak. Bagian ujung kiri dari perlipatan tidak mengalami proses penaikan seperti pada F-K migrasi, sehingga dapat dikatakan bahwa pemakaian kecepatan untuk proses phase shift migrasi ini sudah tepat.

Selain itu juga pada tampilan tampak lipatan antiklin yang lain yaitu dari waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms, akan tetapi ujung-ujung dari perlipatan tersebut tampak terputus-putus sehingga dugaan bahwa batuan yang membentuk lipatan ini adalah batuan tak kompeten (serpih) semakin kelihatan. Pada bagian bawah tampilan yaitu dari waktu 4000 ms sampai waktu 5000 ms tampak mengalami pengapusan menjadi bentuk reflektor yang terputus-putus. Daerah ini merupakan bagian dari basement yang terlihat tanpa diikuti bising-bising yang berarti, walaupun demikian daerah ini tidak terlalu dipandang penting sebab kecil kemungkinan untuk menghasilkan minyak.

❖ Migrasi F-D (Finite Difference)

Pada proses migrasi F-D ini menggunakan hasil analisa kecepatan untuk migrasi F-D dan masukannya berasal dari stack hasil koreksi DMO. Tampilan yang dihasilkan pada proses ini dapat dilihat pada Lampiran K . Keluaran F-D migrasi ini tampilannya sudah jauh lebih baik bila dibandingkan dengan tampilan F-K migrasi dan tampilan P-S migrasi.



Tampilan pada F-D migrasi ini menunjukkan bagian tengah dari perlipatan antiklin yang berada pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms semakin tajam dan terlihat semakin jelas. Hal ini disebabkan karena pada waktu pemrosesan bidang sumber-sumber semakin didekatkan ke arah titik refleksi. Selain itu juga pada ujung-ujung perlipatan antiklin ini tidak mengalami penarikan sehingga dapat dikatakan bahwa pemakaian kecepatan untuk migrasi F-D ini sudah tepat.

Pada tampilan juga terdapat lipatan antiklin yang lain yang dimulai dari waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms, tetapi bagian akhir dari perlipatan ini tampak terputus-putus sehingga dapat dikatakan bahwa batuan penyusun perlipatan ini adalah batuan tak kompeten. Sedangkan pada tampilan dari waktu 500 ms sampai waktu 1400 ms nampak bahwa event yang ditampilkan adalah multipel, sehingga event ini tidak terlalu diperhatikan karena multipel tergolong noise dalam seismik refleksi.

Dari hasil ketiga migrasi tersebut maka dapat dilihat bahwa hasil tampilan migrasi F-D lebih baik dibandingkan dengan hasil tampilan migrasi F-K dan migrasi P-S. Hal ini disebabkan karena pada tampilan migrasi F-D sudah dapat memperlihatkan struktur perlipatan antiklin yang jelas. Struktur ini utamanya berperan dalam pembentukan perangkap hidrokarbon di daerah ini. Hasil dari

migrasi F-D ini akan dipakai untuk melakukan pendugaan lapisan potensial karbon.

IV.5 Pendugaan Lapisan Potensial Karbon

Pendugaan lapisan potensial karbon disini menggunakan penampang seismik hasil Migrasi Beda Hingga (F-D Migrasi). Pada penampang seismik hasil Migrasi Beda Hingga tampak bahwa terbentuk lipatan antiklin pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms yang merupakan jebakan hidrokarbon di daerah ini.

Pendugaan lapisan potensial karbon disini ditekankan pada lipatan antiklin yang terdapat pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms, karena lapisan karbon yang biasanya berasosiasi dengan batu pasir biasanya terdapat pada daerah lipatan antiklin yang merupakan jebakan hidrokarbon.

Dengan menggunakan Formula Dix (persamaan 2.30) kecepatan gelombang longitudinal pada waktu 3000 ms sampai 4000 ms dapat dihitung. Dari hasil perhitungan diperoleh kecepatan gelombang longitudinal berkisar antara 3777,6 m/det sampai 4487,4 m/det (Lampiran L).

Kecepatan rata-rata horizontal V_n diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai kecepatan horizontal dengan menggunakan persamaan (2.29), sehingga diperoleh kecepatan rata-rata horizontal adalah 4116,4 m/det. Apabila dicocokkan dengan tabel kecepatan gelombang longitudinal (Lampiran M) bahwa material yang

terkandung berupa batu pasir , sehingga dapat dikatakan bahwa lapisan potensial karbon disini berasosiasi dengan batu pasir.

Kedalaman lapisan potensial karbon yang berasosiasi dengan batu pasir dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.23) sedangkan waktu yang digunakan adalah $t_0/2$ karena analisa dengan menggunakan penampang hasil migrasi hanya memakai gelombang yang merambat ke atas saja (Up Going Wave).

Dari hasil perhitungan didapatkan kedalaman lapisan potensial karbon yang berasosiasi dengan batu pasir adalah 2891,8 m sampai 4326,6 m, dengan kedalaman rata-rata 3597,2 m.

Dari hasil pendugaan diatas dapat dituliskan bahwa lapisan potensial karbon didaerah ini berasosiasi dengan batu pasir yang sangat berperan dalam eksplorasi minyak dan gas bumi di Daerah Badak Kalimantan Timur.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan pendugaan lapisan potensial karbon dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan koreksi statik berkisar antara 3,6 ms sampai 12,8 ms dengan rata-rata koreksi statik sebesar 9,5 ms. Harga koreksi statik yang cukup besar ini diperoleh karena adanya kesalahan yang mungkin berasal dari kesalahan pembacaan waktu Uphole dan ada beberapa titik tembak tidak berada di bawah lapisan lapuk. Sehingga stack dari koreksi koreksi statik ini belum menampakkan event-event yang berarti. Hasil dari koreksi statik ini akan diperbaiki pada koreksi residual statik.
2. Dari hasil koreksi residual statik diperoleh penampang seismik yang sudah menampakkan lipatan antiklin pada bagian tengah yaitu berkisar dari waktu 3000 ms sampai 4000 ms dan adanya perbaikan S/N.
3. Penampang seismik hasil migrasi menampakkan struktur geologi bawah permukaan berupa lipatan antiklin terlihat pada bagian tengah dari penampang seismik. Yaitu berkisar dari waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms dan dari waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms. Akan

tetapi lipatan antiklin yang terlihat pada waktu 2000 ms sampai waktu 2900 ms tampak ujung-ujung dari lipatan itu terputus-putus sehingga dapat dituliskan bahwa batuan yang membentuk lipatan ini adalah batuan tak kompeten (batu serpih). Sedangkan lipatan antiklin yang terlihat pada waktu 3000 ms sampai waktu 4000 ms terbentuk dari batuan kompeten (batu pasir). Struktur lipatan antiklin ini cukup penting dalam eksplorasi minyak dan gas bumi pada daerah Badak Kalimantan Timur.

4. Dari hasil pendugaan lapisan potensial karbon diperoleh lapisan potensial karbon pada daerah Badak berasosiasi dengan batu pasir. Hal ini ditandai dengan kecepatan gelombang P yang dihasilkan berkisar antara 3777,6 m/det sampai 4487,4 m/det dengan kecepatan rata-rata horisontal 4116,4 m/det. Kedalaman lapisan potensial karbon yang berasosiasi dengan batu pasir berkisar antara 2891,8 m sampai 4326,6 m dengan kedalaman rata-rata 3597,2 m.

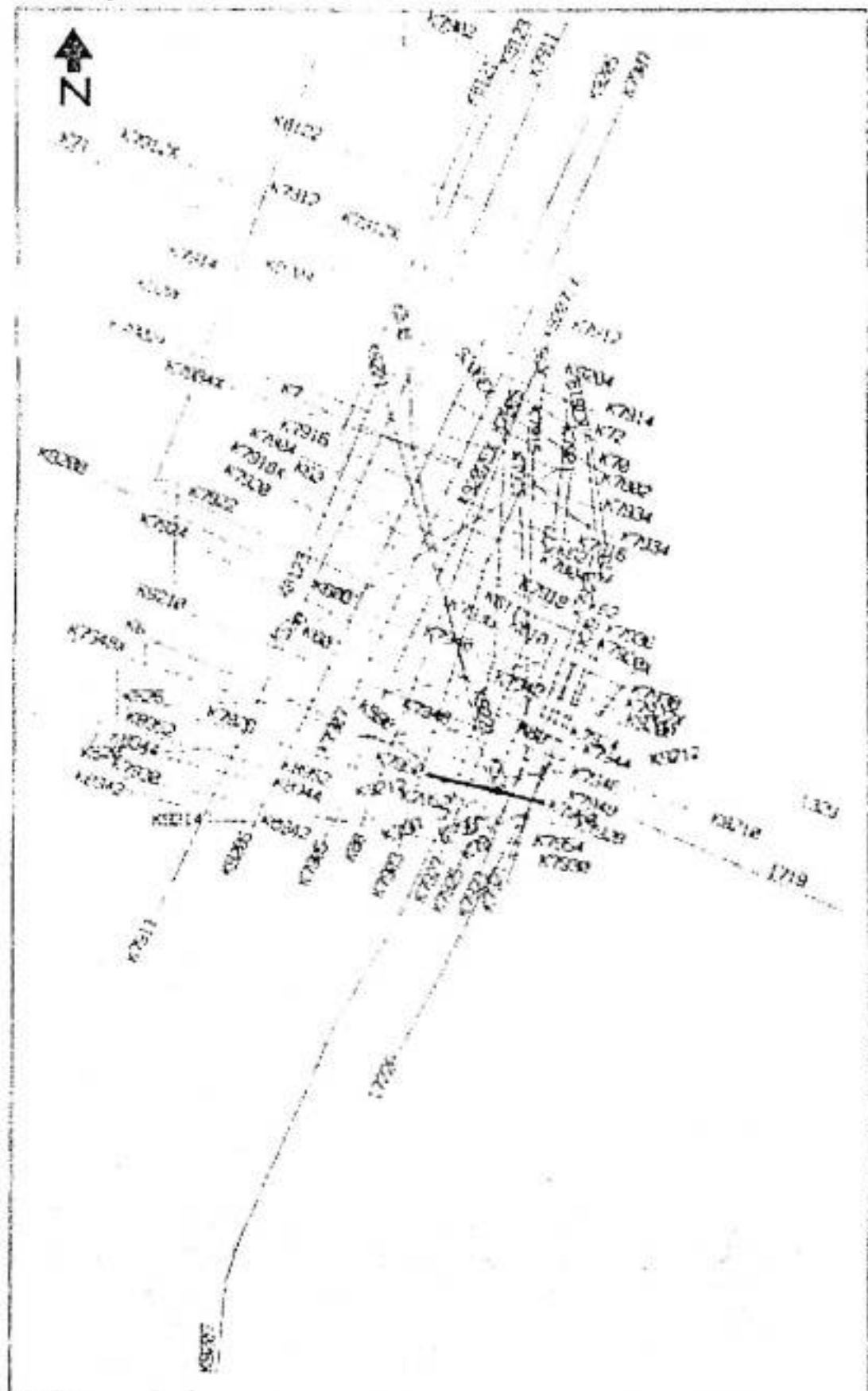
V.2 SARAN

Analisis kecepatan yang dilakukan sebaiknya berkali-kali sehingga dapat menghasilkan kualitas akhir yang lebih baik karena apabila kurang tepat di dalam menganalisis kecepatan dapat mengakibatkan diperkuatnya gangguan yang dapat menyesatkan (misalnya multiple dan efek difraksi).

DAFTAR PUSTAKA

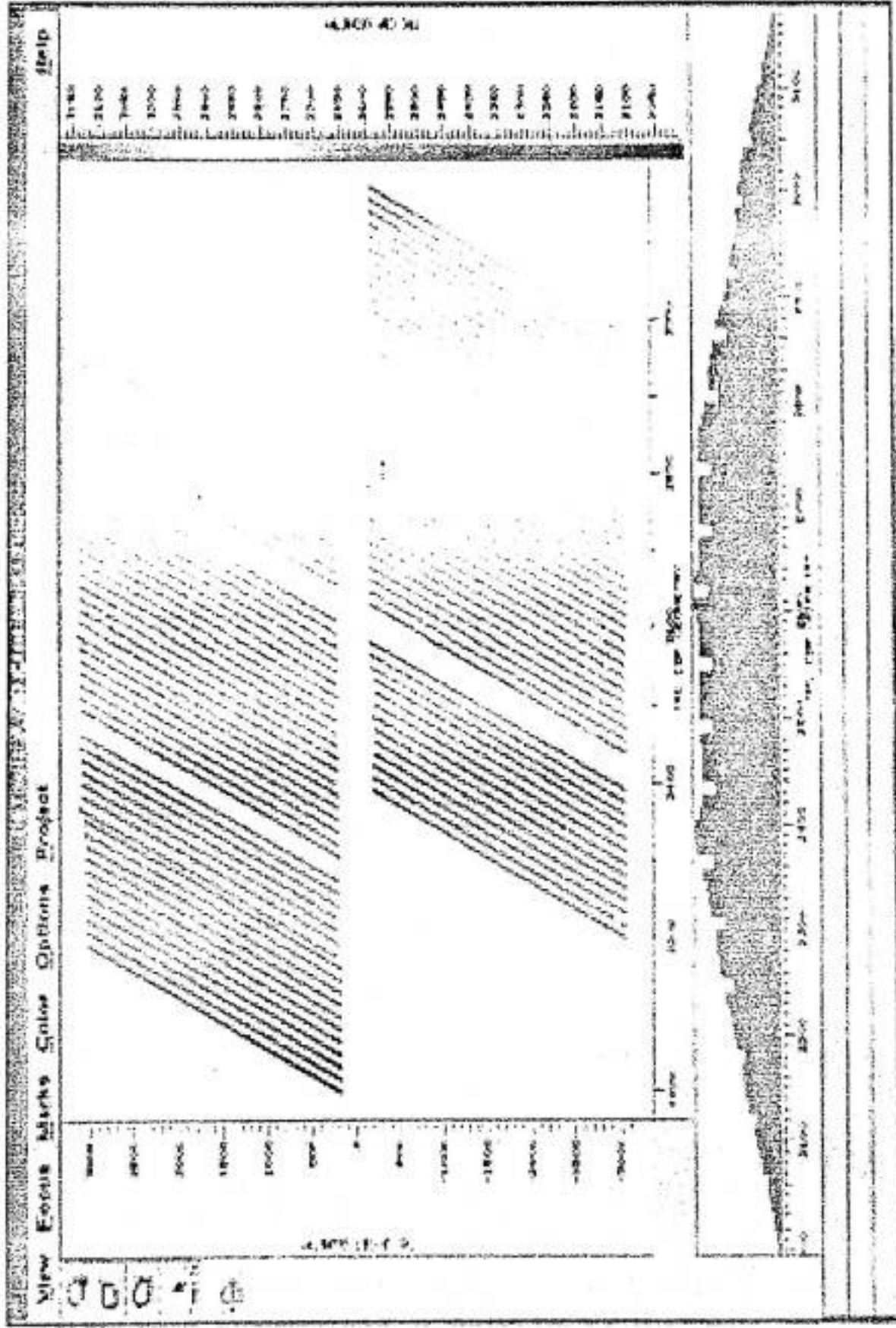
- E.S.Sobdinow, "Basic Processing", Exploration Geophysics-IHRDC Library, Boston
- Landmark Graphics Corporation, 1997, "ProMax 2D User Training Manual", Landmark Jakarta
- Nurlina Abdullah, 1999, "Skripsi : Koreksi statik, Analisis Kecepatan dan Migrasi pada Proses Pengolahan Data Seismik Refleksi", Ujung Pandang
- Ozdogan Yilmaz, 1987, "Seismik Data processing", Society of Exploration Geophysicist
- Quilin, R. Mc Bacon, M Barelay. W, "An Introduction to Seismic Interpretation, Reflection Seismic In Petroleum Exploration", Second Edition, 1986, Graham and Trotman Ltd., Oxford
- Rahmawati, 1994, "Skripsi : "Penggunaan Formula Dix dalam Analisis Kecepatan Seismik Refleksi", Ujung Pandang
- Sheriff R.E and Geldart L.P, 1995, "Exploration Seismologi", Second edition, Cambridge University Press
- Sismanto, 1996, "Modul Praktikum Pengambilan, Pengolahan Data dan Interpretasi Data Seismik" UGM Yogyakarta
- Sri Jayati, 1999, "Mengenal ProMax 2d", Elnusa Geosains, Jakarta
- Technical Team GDP, 1990, "Pengantar Pemrosesan Data Seismik 2D", Elnusa Geodata Processing, Jakarta

Lampiran A



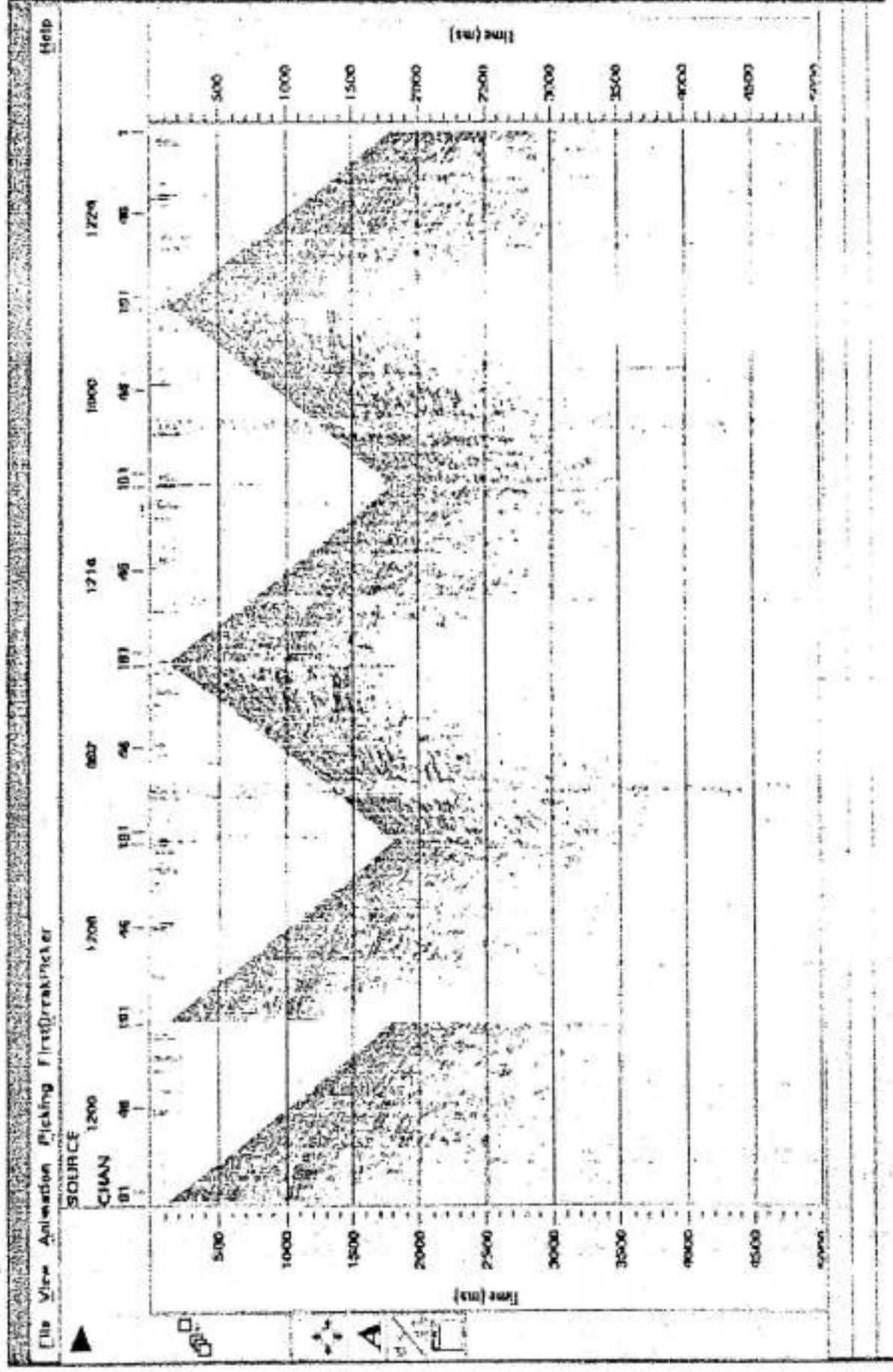
Peta Survei 2D Daerah Badak

Lampiran B



Stacking Chart Lintasan 7950

Lampiran C



Tampilan Data Lapangan

Tabel Data Lapangan dan Hasil Perhitungan Koreksi Statik

No	Titik Tembak Depan	Titik Tembak Belakang	Waktu Uphole (ms)	Kedalaman Titik Tembak (m)	Keccepatan Rata-Rata (m/det)	Ketinggian (m)	Ketebalan Lapisan Lapuk (m)	Koreksi Statik (ms)
1.	1200		30	27.4	914.4	5	15.5	12.6
2.	1208		30	27.4	914.4	4.8	15.5	12.5
3.		992	10	21.3	2133.6	4	12.4	10.7
4.	1216		30	30.5	1016.0	4.6	17.0	12.9
5.		1000	26	27.4	1055.1	4	15.5	11.8
6.	1224		30	27.4	914.4	4	15.5	11.8
7.		1008	25	30.5	1219.2	4	17.0	12.4
8.	1232		30	30.5	1016.0	4	17.0	12.4
9.		1016	15	9.1	609.6	3.8	6.3	8.4
10.	1240		30	27.4	914.4	3.6	15.5	11.5
11.		1024	25	30.5	1219.2	3	17.0	11.5
12.	1248		22	30.5	1385.5	3	17.0	11.5
13.		1032	25	30.5	1219.2	3	17.0	11.5
14.	1256		18	30.5	1693.3	3	17.0	11.5
15.		1040	25	30.5	1219.2	3	17.0	11.5
16.	1264		14	30.5	2177.1	3	17.0	11.5
17.		1048	25	30.5	1219.2	3	17.0	11.5
18.	1272		16	29.0	1809.7	3	16.2	11.3
19.		1056	30	29.0	965.2	3	16.2	11.3
20.	1280		25	27.4	1097.3	3	15.5	11.0
21.		1064	20	27.4	1371.6	3	15.5	11.0
22.	1288		25	30.5	1219.2	3	17.0	11.5
23.		1072	2	1.5	762.0	3	2.5	6.4
24.	1296		30	25.9	863.6	2.8	14.7	10.5
25.		1080	18	29.0	1608.7	2	16.2	10.4
26.	1304		20	0.0	0	2	1.8	5.2
27.		1088	20	30.5	1524.0	2	17.0	10.7
28.	1312			0.0	0		1.8	3.6
29.		1096	25	30.5	1219.2	2.6	17.0	11.2

Lampiran D

Tabel Data Lapangan dan Hasil Perhitungan Koreksi Statik

No	Titik Tembak Depan	Titik Tembak Belakang	Waktu Uphole (ms)	Kedalaman Titik Tembak (m)	Kecepatan Rata-Rata (m/det)	Ketinggian (m)	Ketebalan Lapisan Lapuk (m)	Koreksi Statik (ms)
31.	1328	1104	20	25.9	1295.4	2	14.7	9.9
32.	1328	1112	15	30.5	2032.0	2	17.0	10.7
33.	1336	1112	15	27.4	1828.8	2	15.5	10.1
34.	1336	1120	10	29.0	2895.6	2	16.2	10.4
35.	1344	1120	28	30.5	1088.6	2	17.0	10.7
36.	1344	1128	22	30.5	1385.5	2.8	17.0	11.4
37.	1352	1136	22	27.4	1246.9	2	15.5	10.1
38.	1352	1136	12	30.5	2540.0	2	17.0	10.7
39.	1360	1144	0	0.0	0	2	1.8	5.2
40.	1360	1144	20	27.4	1371.6	2	15.5	10.1
41.	1368	1152	1	1.5	1524.0	2	2.5	5.5
42.	1368	1152	20	29.0	1447.8	2	16.2	10.4
43.	1376	1160	18	30.5	1693.3	2.8	17.0	11.4
44.	1376	1160	12	22.9	1905.0	2	13.2	9.3
45.	1384	1168	15	29.0	1930.4	2	16.2	10.4
46.	1384	1168	8	22.9	2857.5	2	13.2	9.3
47.	1392	1176	0	29.0	0	2	16.2	10.4
48.	1392	1176	15	19.8	1320.8	2	11.7	8.8
49.	1400	1184	10	30.5	3048.0	2	17.0	10.7
50.	1400	1184	16	30.5	1524.0	2	17.0	10.7
51.	1408	1192	20	29.0	1809.7	2	17.0	10.4
52.	1408	1192	16	30.5	1219.2	2	16.2	10.4
53.	1416	1200	25	27.4	1828.8	1	17.0	9.9
54.	1416	1200	15	29.0	1447.8	1	15.5	9.3
55.	1424	1208	20	30.5	1524.0	2	16.2	10.4
56.	1424	1208	20	29.0	762.0	2	17.0	10.7
57.	1432	1208	38	29.0	13716.0	2	16.2	10.4
58.	1432	1208	2	27.4	1016.0	2	15.5	10.1
			30	30.5		2	17.0	10.7

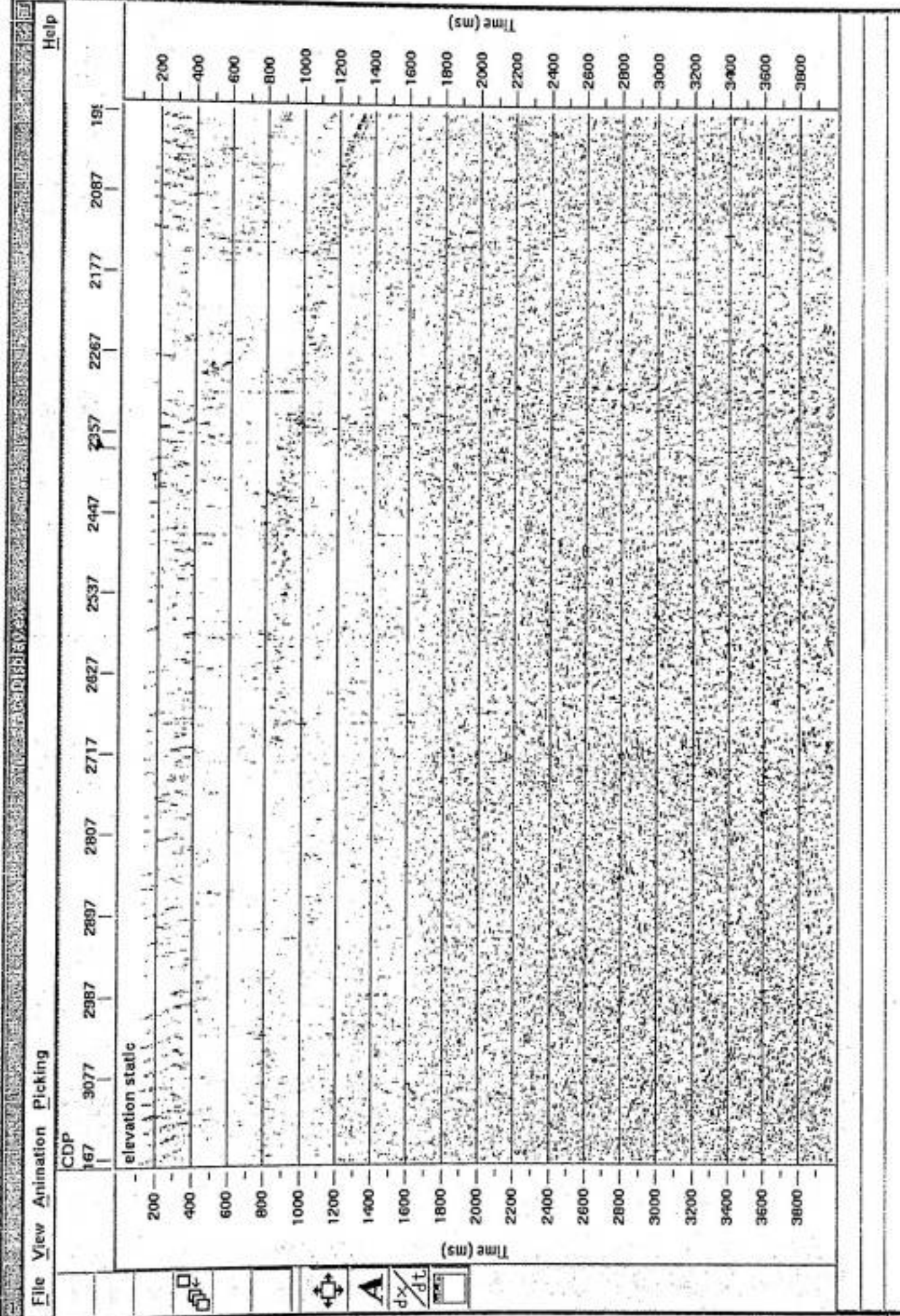
Tabel Data Lapangan dan Hasil Perhitungan Koreksi Statik

No	Titik Tembak Depan	Titik Tembak Belakang	Waktu Uphole (ms)	Kedalaman Titik Tembak (m)	Kecepatan Rata-Rata (m/det)	Ketinggian (m)	Ketebalan Lapisan Lapuk (m)	Koreksi Statik (ms)
59.	1440	1216	25	30.5	1219.2	1	17.0	9.9
60.	1440	1216	15	30.5	2032.0	1	17.0	9.9
61.	1448	1224	30	27.4	914.4	1	15.5	9.3
62.	1448	1232	4	4.9	1219.2	1	4.2	5.3
63.	1472	1256	30	27.4	914.4	1	15.5	9.3
68.	1472	1256	15	29.0	1930.4	0	16.2	8.8
69.	1480	1256	15	29.0	1930.4	0	16.2	8.8
70.	1480	1264	14	27.4	1959.4	0	15.5	8.5
71.	1488	1272	25	30.5	1219.2	0	17.0	9.0
72.	1488	1272	16	27.4	1714.5	0	15.5	8.5
73.	1496	1280	25	30.5	1219.2	0	17.0	9.0
74.	1504	1288	20	0.0	0	0	1.8	3.6
75.	1504	1288	20	30.5	1524.0	0	17.0	9.0
76.	1512	1296	18	30.5	1693.3	0	17.0	9.0
77.	1512	1296	30	27.4	914.4	0	15.5	8.5
78.	1520	1304	30	27.4	1930.4	0	16.2	8.8
79.	1528	1312	15	29.0	863.6	0	14.7	8.2
80.	1528	1312	30	25.9	1828.8	0	15.5	8.5
81.	1536	1320	15	27.4	0	0	1.8	3.6
82.	1536	1320	12	29.0	2413.0	0	16.2	8.8
83.	1544	1328	16	0.0	0	0	1.8	3.6
84.	1544	1336	16	27.4	1714.5	0	15.5	8.5
85.	1552	1344	15	30.5	2032.0	0	17.0	9.0
86.	1552	1344	15	30.5	2286.0	-1	15.5	7.6
87.	1560	1344	12	27.4	1828.8	0	15.5	8.5
88.	1560	1344	15	27.4	1828.8	0	15.5	8.5
89.	1560	1344	15	29.0	1930.4	-1	16.2	7.9
90.	1560	1344	18	30.5	1693.3	1	17.0	9.9
91.	1560	1344	20	30.5	1524.0	-1	17.0	8.2

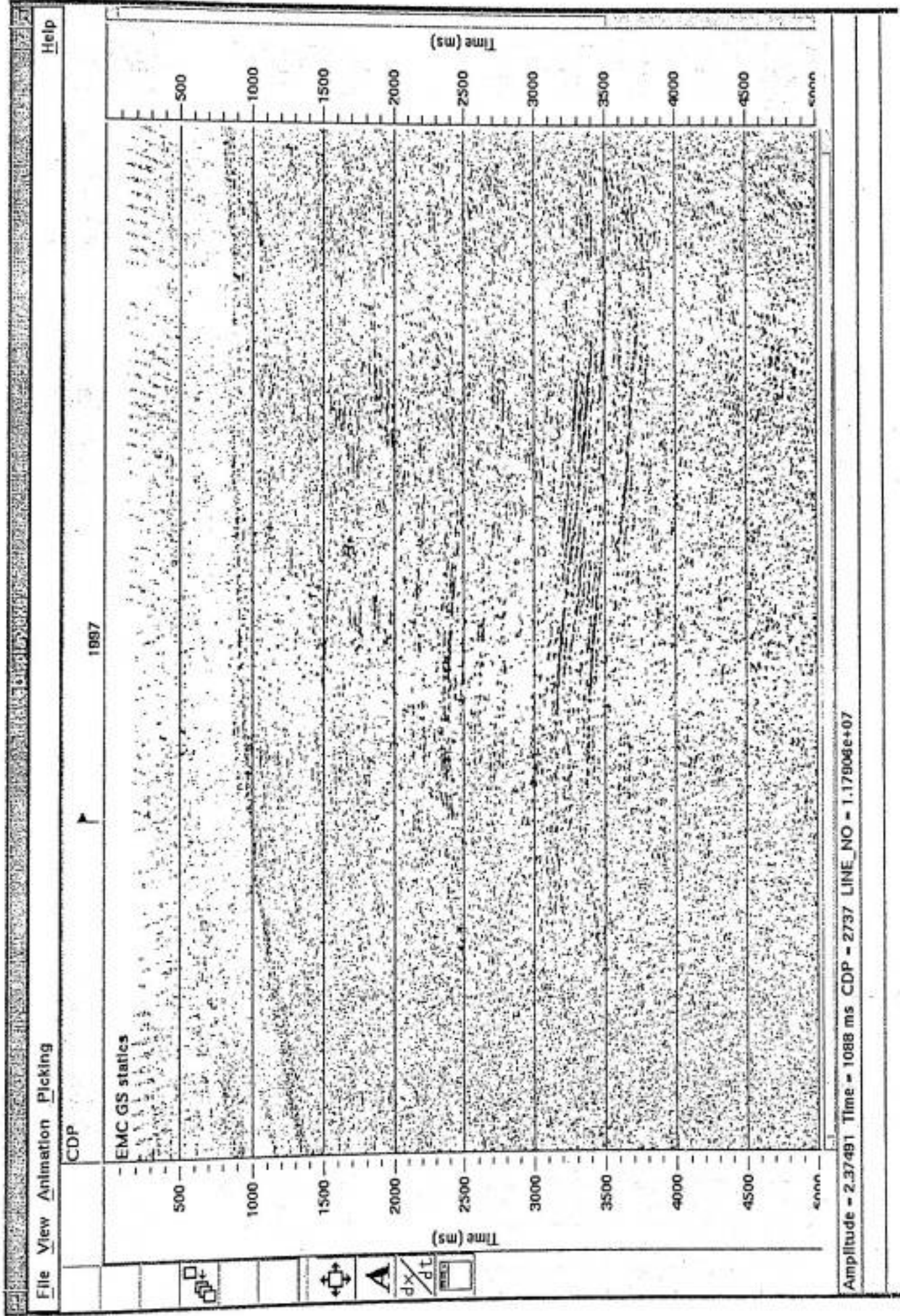
Tabel Data Lapangan dan Hasil Perhitungan Koreksi Statik

No	Titik Tembak Depan	Titik Tembak Belakang	Waktu Uphole (ms)	Kedalaman Titik Tembak (m)	Kecepatan Rata-Rata (m/det)	Ketinggian (m)	Ketebalan Lapisan Lapuk (m)	Koreksi Statik (ms)
92.	1568		12	30.5	2540.0	0	17.0	9.0
93.		1352	12	30.5	2540.0	0	17.0	9.0
94.	1576		24	30.5	1270.0	-2	17.0	7.4
95.		1360	20	29.0	1447.8	0	16.2	8.8
96.	1584		15	27.4	1828.8	1	15.5	9.3
97.		1368	20	.. 30.5	1524.0	0	17.0	9.0
98.	1592		15	27.4	1828.8	0	15.5	8.5
99.		1376	10	22.9	2286.0	0	13.2	7.7

Lampiran E



PENAMPANG SEISMIK HASIL KOREKSI STATIK



PENAMPANG SEISMIK HASIL RESIDUAL STATIK

Lampiran G



Penampang Seismik Koreksi DMO (Final Stack)

Lampiran H**Tabel Kecepatan F-K Migrasi**

No	CDP	t (ms)	V RMS (m/det)
1.	1996	100	1638.7
2.	1996	300	1685.3
3.	1996	500	1820.4
4.	1996	700	1968.2
5.	1996	900	2133.9
6.	1996	1100	2276.6
7.	1996	1300	2432.8
8.	1996	1500	2596.9
9.	1996	1700	2768.9
10.	1996	1900	2942.7
11.	1996	2100	3112.6
12.	1996	2300	3274.5
13.	1996	2500	3426.8
14.	1996	2700	3571.9
15.	1996	2900	3710.8
16.	1996	3100	3845.6
17.	1996	3300	3977.6
18.	1996	3500	4107.6
19.	1996	3700	4232.7
20.	1996	3900	4350.1
21.	1996	4100	4457.4
22.	1996	4300	4554.8
23.	1996	4500	4642.7
24.	1996	4700	4724.2
25.	1996	4900	4802.7
26.	1996	5100	4881.2
27.	1996	5300	4959.6
28.	1996	5500	5038.1
29.	1996	5700	5116.6
30.	1996	5900	5195
31.	1996	6100	5273.5
32.	1996	6300	5351.9
33.	1996	6500	5417.3
34.	1996	6700	5469.6

Tablei Kecepatan P-S Migrasi

No	CDP	t (ms)	V _{int} (m/det)
1.	1996	0	1511.0
2.	1996	30	1511.0
3.	1996	60	1511.0
4.	1996	90	1512.1
5.	1996	120	1525.5
6.	1996	150	1538.9
7.	1996	180	1552.3
8.	1996	210	1565.7
9.	1996	240	1579.1
10.	1996	270	1592.5
11.	1996	300	1605.9
12.	1996	330	1619.3
13.	1996	360	1632.7
14.	1996	390	1646.1
15.	1996	420	1659.5
16.	1996	450	1672.9
17.	1996	480	1686.3
18.	1996	510	1699.7
19.	1996	540	1713.1
20.	1996	570	1726.5
21.	1996	600	1739.9
22.	1996	630	1753.3
23.	1996	660	1766.7
24.	1996	690	1780.1
25.	1996	720	1793.5
26.	1996	750	1806.9
27.	1996	780	1820.3
28.	1996	810	1833.7
29.	1996	840	1847.1
30.	1996	870	1860.5
31.	1996	900	1873.9
32.	1996	930	1887.3
33.	1996	960	1900.7
34.	1996	990	1914.1
35.	1996	1020	1927.5
36.	1996	1050	1940.9
37.	1996	1080	1954.3
38.	1996	1110	1967.7

Tabel Kecepatan P-S Migrasi

No	CDP	t (ms)	Vint (m/det)
39.	1996	1140	1981.1
40.	1996	1170	1994.5
41.	1996	1200	2007.9
42.	1996	1230	2021.3
43.	1996	1260	2034.7
44.	1996	1290	2048.1
45.	1996	1320	2061.5
46.	1996	1350	2074.9
47.	1996	1380	2088.3
48.	1996	1410	2101.7
49.	1996	1440	2115.1
50.	1996	1470	2128.5
51.	1996	1500	2141.9
52.	1996	1530	2155.3
53.	1996	1560	2168.7
54.	1996	1590	2182.1
55.	1996	1620	2195.5
56.	1996	1650	2208.9
57.	1996	1680	2222.3
58.	1996	1710	2235.7
59.	1996	1740	2249.1
60.	1996	1770	2262.5
61.	1996	1800	2275.9
62.	1996	1830	2289.3
63.	1996	1860	2302.7
64.	1996	1890	2316.1
65.	1996	1920	2329.5
66.	1996	1950	2342.9
67.	1996	1980	2356.3
68.	1996	2010	2369.7
69.	1996	2040	2383.1
70.	1996	2070	2396.5
71.	1996	2100	2409.9
72.	1996	2130	2423.3
73.	1996	2160	2436.7
74.	1996	2190	2450.1
75.	1996	2220	2463.5
76.	1996	2250	2476.9

Tabel Kecepatan P-S Migrasi

No	CDP	t (ms)	V _{int} (m/det)
77.	1996	2280	2490.3
78.	1996	2310	2503.7
79.	1996	2340	2517.1
80.	1996	2370	2530.5
81.	1996	2400	2543.9
82.	1996	2430	2557.3
83.	1996	2460	2570.7
84.	1996	2490	2584.1
85.	1996	2520	2597.5
86.	1996	2550	2610.9
87.	1996	2580	2624.3
88.	1996	2610	2637.7
89.	1996	2640	2651.1
90.	1996	2670	2664.5
91.	1996	2700	2677.9
92.	1996	2730	2691.3
93.	1996	2760	2704.7
94.	1996	2790	2718.1
95.	1996	2820	2731.5
96.	1996	2850	2744.9
97.	1996	2880	2758.3
98.	1996	2910	2771.7
99.	1996	2940	2785.1
100.	1996	2970	2798.5
101.	1996	3000	2811.9
102.	1996	3030	2825.3
103.	1996	3060	2838.7
104.	1996	3090	2852.1
105.	1996	3120	2865.5
106.	1996	3150	2878.9
107.	1996	3180	2892.3
108.	1996	3210	2905.7
109.	1996	3240	2919.1
110.	1996	3270	2932.5
111.	1996	3300	2945.9
112.	1996	3330	2959.3
113.	1996	3360	2972.7
114.	1996	3390	2986.1

Tabel Kecepatan P-S Migrasi

No	CDP	t (ms)	V _{int} (m/det)
115.	1996	3420	2999.5
116.	1996	3450	3012.9
117.	1996	3480	3026.3
118.	1996	3510	3039.7
119.	1996	3540	3053.1
120.	1996	3570	3066.5
121.	1996	3600	3079.9
122.	1996	3630	3093.3
123.	1996	3660	3106.7
124.	1996	3690	3120.1
125.	1996	3720	3133.5
126.	1996	3750	3146.9
127.	1996	3780	3160.3
128.	1996	3810	3173.7
129.	1996	3840	3187.1
130.	1996	3870	3200.5
131.	1996	3900	3213.9
132.	1996	3930	3227.3
133.	1996	3960	3240.7
134.	1996	3990	3254.1
135.	1996	4020	3267.5
136.	1996	4050	3280.9
137.	1996	4080	3294.3
138.	1996	4110	3307.7
139.	1996	4140	3321.1
140.	1996	4170	3334.5
141.	1996	4200	3347.9
142.	1996	4230	3361.3
143.	1996	4260	3374.7
144.	1996	4290	3388.1
145.	1996	4320	3401.5
146.	1996	4350	3414.9
147.	1996	4380	3428.3
148.	1996	4410	3441.7
149.	1996	4440	3455.1
151.	1996	4500	3481.9
152.	1996	4530	3495.3
153.	1996	4560	3508.7

Tabel Kecepatan P-S Migrasi

No	CDP	t (ms)	V _{int} (m/det)
154.	1996	4590	3522.1
155.	1996	4620	3535.5
156.	1996	4650	3548.9
157.	1996	4680	3562.3
158.	1996	4710	3575.7
159.	1996	4740	3589.1
160.	1996	4770	3602.5
161.	1996	4800	3615.9
162.	1996	4830	3629.3
163.	1996	4860	3642.7
164.	1996	4890	3656.1
165.	1996	4920	3669.5
166.	1996	4950	3682.9
167.	1996	4980	3696.3

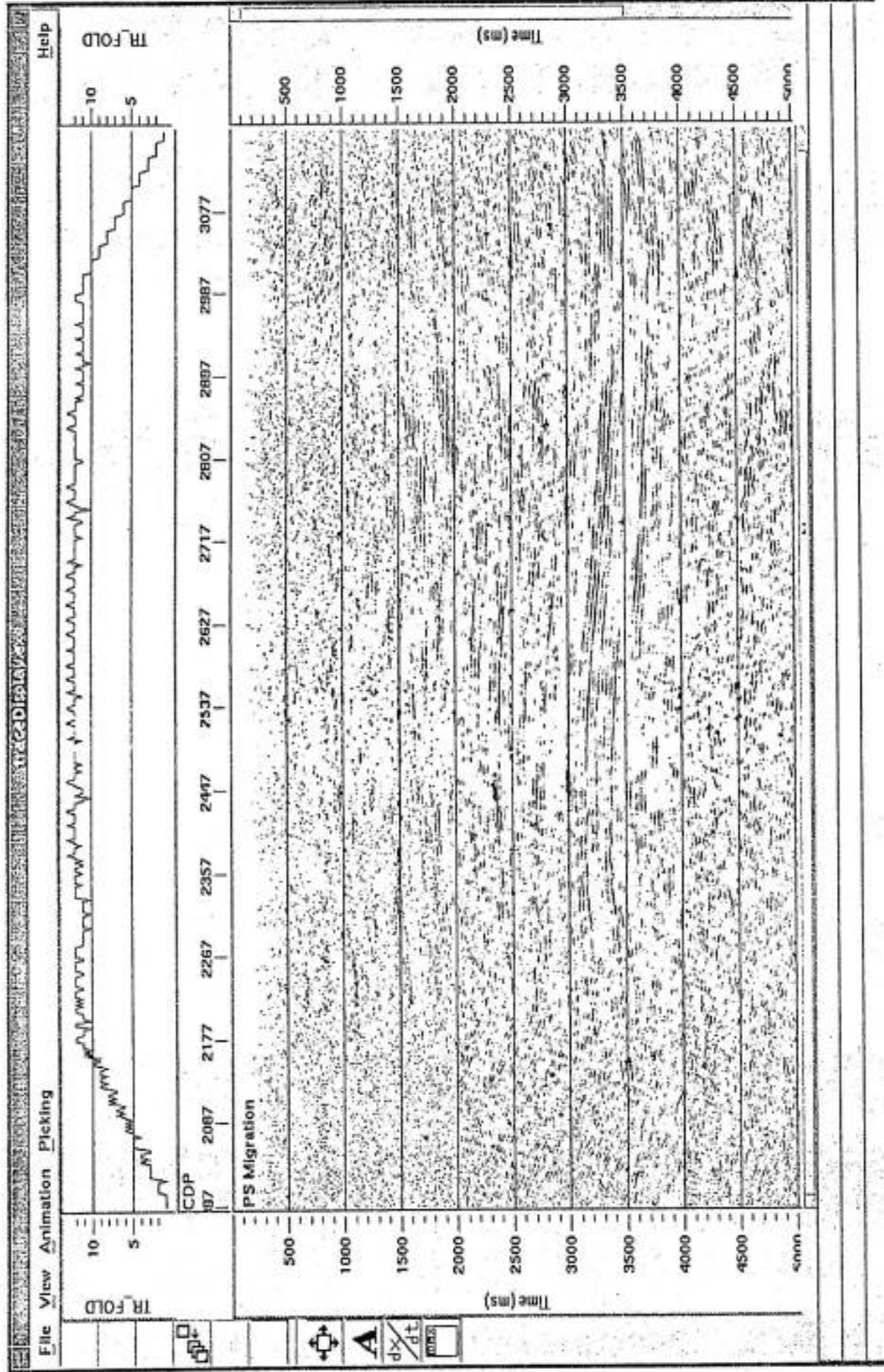
Tabel Kecepatan F-D Migrasi

No	CDP	t (ms)	Vint (m/det)
1.	1996	0.0	1638.7
2.	1996	87.5	1638.7
3.	1996	175.0	1668.0
4.	1996	262.5	1773.9
5.	1996	350.0	1930.2
6.	1996	437.5	2064.1
7.	1996	525.0	2175.0
8.	1996	612.5	2308.5
9.	1996	700.0	2474.9
10.	1996	787.5	2625.9
11.	1996	875.0	2723.2
12.	1996	962.5	2794.6
13.	1996	1050.0	2901.0
14.	1996	1137.5	3039.2
15.	1996	1225.0	3184.3
16.	1996	1312.5	3331.0
17.	1996	1400.0	3478.6
18.	1996	1487.5	3626.7
19.	1996	1575.0	3774.3
20.	1996	1662.5	3920.0
21.	1996	1750.0	4062.3
22.	1996	1837.5	4193.9
23.	1996	1925.0	4314.9
24.	1996	2012.5	4427.9
25.	1996	2100.0	4534.3
26.	1996	2187.5	4633.1
27.	1996	2275.0	4723.5
28.	1996	2362.5	4808.5
29.	1996	2450.0	4895.4
30.	1996	2537.5	4983.7
31.	1996	2625.0	5069.4
32.	1996	2712.5	5151.7
33.	1996	2800.0	5235.3
34.	1996	2887.5	5323.0
35.	1996	2975	5412.5

Tabel Kecepatan F-D Migrasi

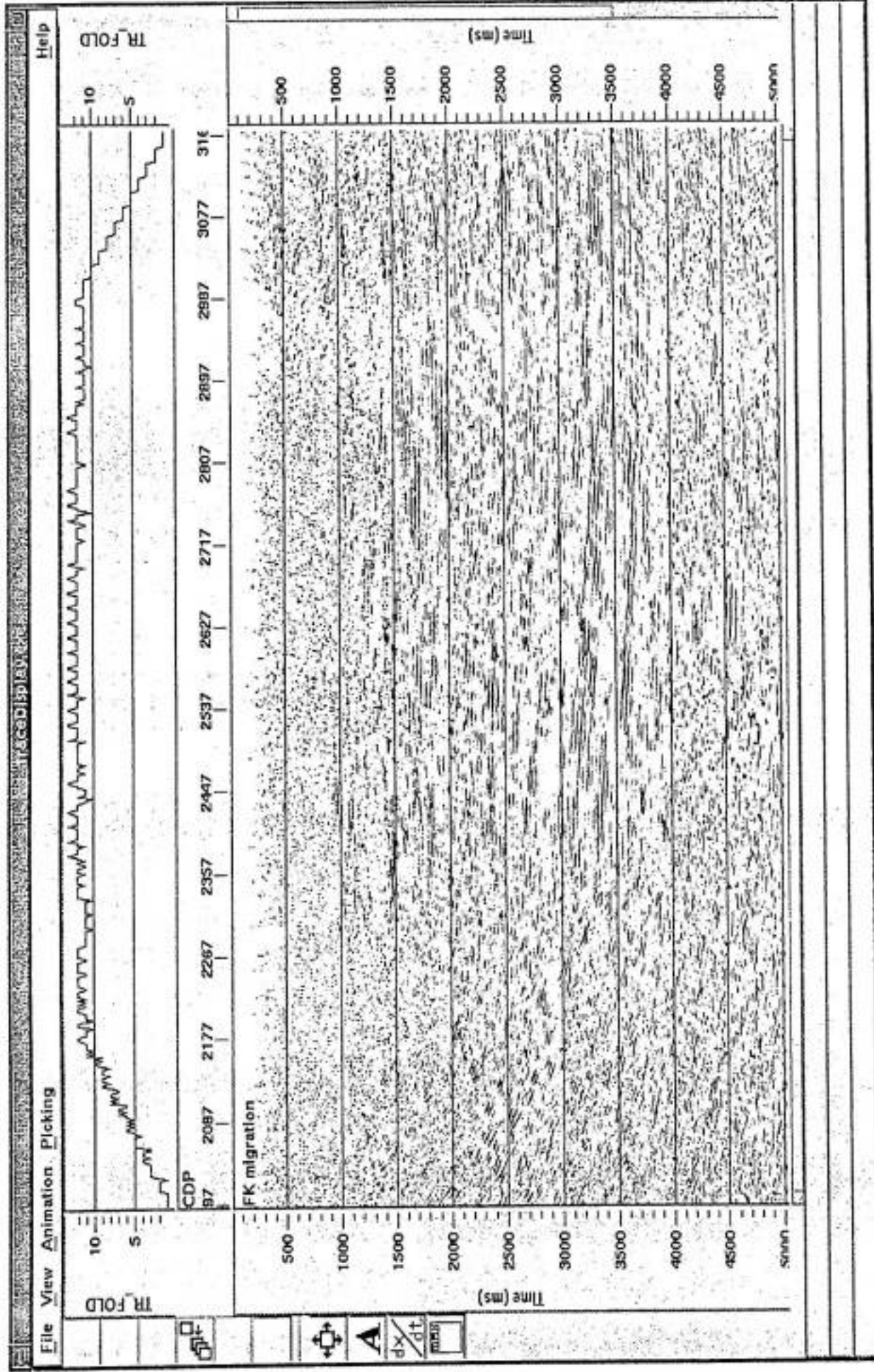
No	CDP	t (ms)	Vint (m/det)
36.	1996	3062.5	5500.2
37.	1996	3150.0	5587.3
38.	1996	3237.5	5679.3
39.	1996	3325.0	5775.7
40.	1996	3412.5	5864.1
41.	1996	3500.0	5940.5
42.	1996	3587.5	6007.1
43.	1996	3675.0	6065.9
44.	1996	3762.5	6115.5
45.	1996	3850.0	6150.9
46.	1996	3937.5	6173.5
47.	1996	4025.0	6193.6
48.	1996	4112.5	6213.3
49.	1996	4200.0	6227.2

Lampiran I



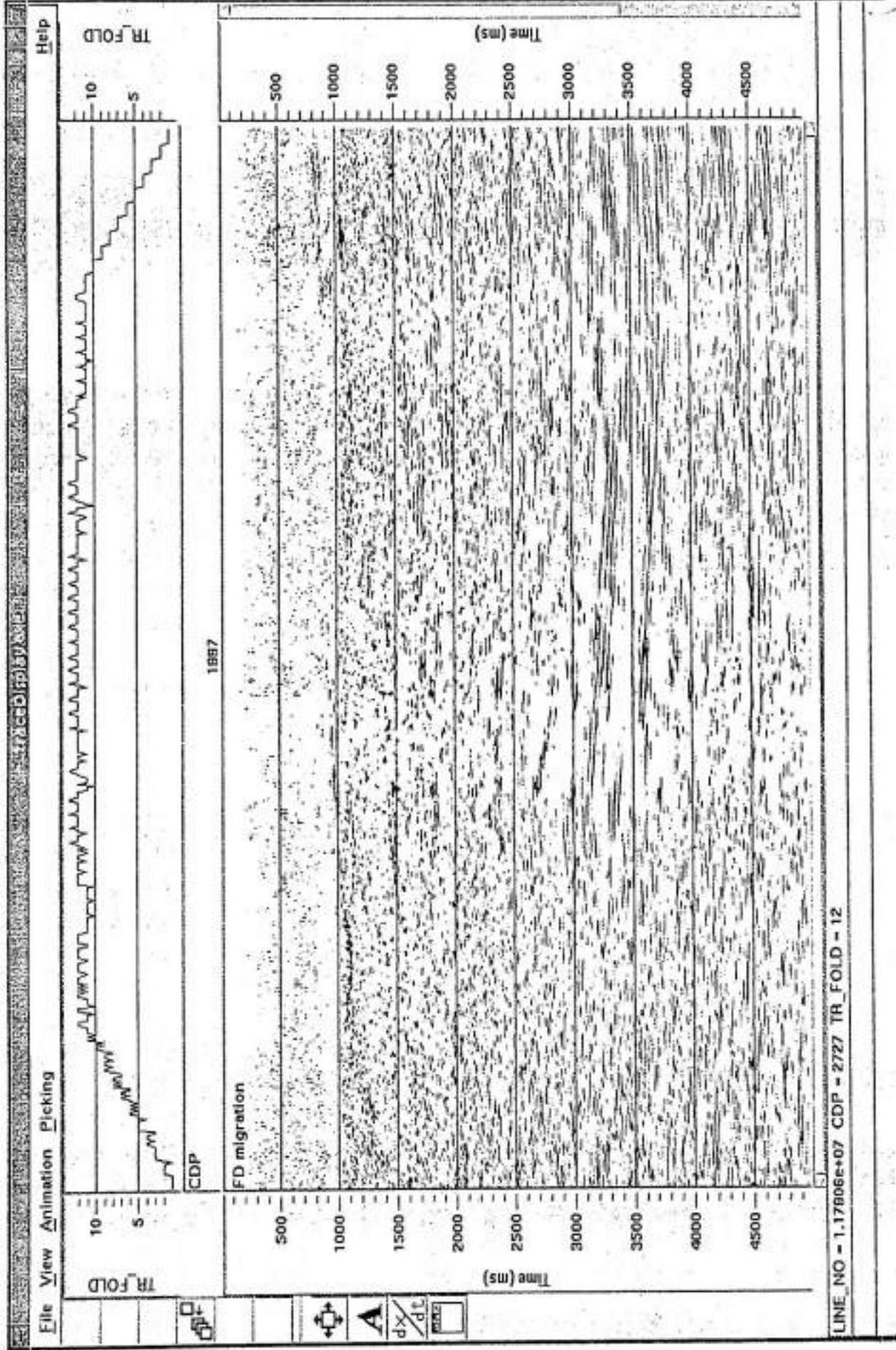
Penampang Seismik P-S Migrasi

Lampiran J

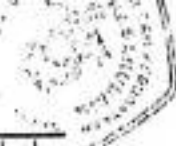


Penampang Seismik F-K Migrasi

Lampiran K



Penampang Seismik F-D Migrasi



Lampiran L

Tabel Kecepatan Penjalaran Gelombang P untuk Pendugaan Lapisan Potensial Karbon

CDP	t (ms)	t ₀ (ms)	V (m/s)	X (m)	t ₀ /2 (ms)	H (m)
1996	0	0	0	195	0	0
1996	87.5	0	1638.7	195	0	0
1996	175	129.1	1651	195	0.1	53.3
1996	262.5	235.9	1692.2	195	0.1	99.8
1996	350	331.9	1756.2	195	0.2	145.7
1996	437.5	424.2	1821.9	195	0.2	193.2
1996	525	514.7	1885.3	195	0.3	242.6
1996	612.5	604.3	1951.4	195	0.3	294.8
1996	700	693.3	2024.2	195	0.3	350.9
1996	787.5	782.0	2099.4	195	0.4	410.4
1996	875	870.4	2169.9	195	0.4	472.2
1996	962.5	958.5	2230.5	195	0.5	534.5
1996	1050	1046.6	2293.9	195	0.5	600.2
1996	1137.5	1134.5	2359.6	195	0.6	669.2
1996	1225	1222.4	2427.8	195	0.6	741.9
1996	1312.5	1310.2	2498.2	195	0.7	818.3
1996	1400	1397.7	2420	195	0.7	845.6
1996	1487.5	1485.3	2421.8	195	0.7	899.3
1996	1575	1573.0	2450.6	195	0.8	963.7
1996	1662.5	1660.7	2549.1	195	0.8	1058.3
1996	1750	1748.4	2645.4	195	0.9	1156.3
1996	1837.5	1836.1	2739.1	195	0.9	1257.3
1996	1925	1923.8	2829.8	195	1.0	1361.0
1996	2012.5	2011.4	2917.5	195	1.0	1467.1
1996	2100	2099.0	3002	195	1.0	1575.3
1996	2187.5	2186.6	3083.8	195	1.1	1685.7
1996	2275	2274.2	3162.6	195	1.1	1798.1
1996	2362.5	2361.7	3238.5	195	1.2	1912.1
1996	2450	2449.3	3311.9	195	1.2	2028.0
1996	2537.5	2536.8	3383.3	195	1.3	2145.7
1996	2625	2624.4	3452.8	195	1.3	2265.4
1996	2712.5	2711.9	3520.4	195	1.4	2386.8
1996	2800	2799.5	3586.4	195	1.4	2510.0

Lampiran L

Tabel Kecepatan Penjalaran Gelombang P untuk Pendugaan Lapisan Potensial Karbon

CDP	t (ms)	t ₀ (ms)	V (m/det)	X (m)	t _w /2 (ms)	H (m)
1996	2887.5	2887.0	3651.2	195	1.4	2635.3
1996	2975	2974.5	3714.9	195	1.5	2762.5
1996	3150	3149.6	3839.4	195	1.6	3023.1
1996	3237.5	3237.1	3900.5	195	1.6	3156.6
1996	3325	3324.6	3961.2	195	1.7	3292.4
1996	3412.5	3412.2	4021.2	195	1.7	3430.2
1996	3500	3499.7	4080.2	195	1.7	3569.8
1996	3587.5	3587.2	4188.7	195	1.8	3756.4
1996	3675	3674.7	4243.1	195	1.8	3898.0
1996	3762.5	3762.2	4295.9	195	1.9	4040.5
1996	3850	3849.7	4346.8	195	1.9	4183.5
1996	3937.5	3937.3	4395.6	195	2.0	4326.6
1996	4025	4024.8	4442.4	195	2.0	4469.9
1996	4112.5	4112.3	4487.4	195	2.1	4613.4

Lampiran M

Tabel Kecepatan Penjalaran Gelombang P dan Densitas Untuk Beberapa Medium

No	Jenis Medium	Kecepatan, Vp (m/s)	Densitas (gr/cm)
1.	Udara	330	0.0013
2.	Humus	300 – 700	1.7 - 2.4
3.	Pasir Kering	400 – 1200	1.5 - 1.7
4.	Pasir Basa	1500 – 4000	1.9 - 2.1
5.	Tanah Liat	1100 – 2500	2.0 - 2.9
6.	Kapur	2000 – 3000	2.1 - 2.4
7.	Kerikil	3000 – 4500	2.1 - 2.4
8.	Batu Kapur	3500 – 6000	2.4 - 2.7
9.	Garam	4500 – 5500	2.1 - 2.3
10.	Anhydrite	4000 – 5500	2.9 – 3
11.	Granit	4500 – 6000	2.5 - 2.7
12.	Basalt	5000 – 6000	2.7 - 3.1
13.	Hidrokarbon	2200 – 2700	1.3 - 1.8
14.	Air	1400 – 1590	0.98-1.01
15.	Es	3400 – 3800	0.9
16.	Minyak	1200 – 1275	0.6 - 0.9
17.	Batu Gamping	3400 – 7000	2.58 - 2.80
18.	Pualam	3750 – 6940	2.75
19.	Batu Pasir	2100 – 4500	2.15 - 2.70
20.	Batu Serpih	2700 – 4800	2.41 - 2.81



VICCO Indonesia

Kami Menyerahkan Bahwa

WELFRA ANDRIES

Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS HASANUDDIN

Fakultas / Jurusan : MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM-GEOFISIKA

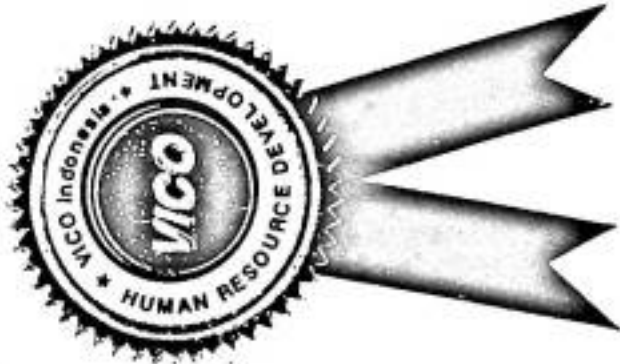
Telah berhasil menyelesaikan ~~xxxxxxx~~ Tugas Akhir /

Dengan Judul : PENGOLAHAN DATA SEISMIK 2 DIMENSI LINE UNHAS I

Pada Perusahaan kami

Dari 24 JANUARI 2000 sampai dengan 25 FEBRUARI 2000

Jakarta, 25 FEBRUARI 2000



[Handwritten Signature]

INDRA HARDJONO

Manager

125/2