

**PENERAPAN METODE KIRCHHOFF PRE STACK DEPTH MIGRATION
PADA DATA SEISMIC MARINE UNTUK MENGGAMBARAKAN STRUKTUR
BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN NIAS
SUMATERA UTARA**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana



Oleh:

FIKRIANA WIDYAWATI

NIM.08021181722051

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN METODE KIRCHHOFF PRE STACK DEPTH MIGRATION
PADA DATA SEISMIC MARINE UNTUK MENGGAMBARAKAN STRUKTUR
BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN NIAS
SUMATERA UTARA**

Skripsi

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

**Oleh:
FIKRIANA WIDYAWATI
NIM.08021181722051**

Inderalaya, Januari 2022

Menyetujui,

Pembimbing I



M. Yusup Nur Khakim Ph.D

NIP.197203041999031002

Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi. M. S

NIP.196109151989031003

Mengetahui,

Sekretaris Jurusan



Dr. Supardi, S.Pd., M.Si

NIP.197112112002121002

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang Bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fikriana Widyawati
Nim : 08021181722051
Prodi : Fisika (S1)
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)

Menyatakan bahwa benar skripsi saya yang berjudul “**Penerapan Metode Kirchhoff Pre Stack Depth Migration pada Data Seismik Marine Untuk Menggambarkan Struktur Bawah Permukaan Cekungan Nias Sumatera Utara**” adalah benar merupakan hasil karya tulisan saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Indralaya, 17 Februari 2022

Yang Menyatakan,



Fikriana Widyawati
NIM. 08021181722051

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan dengan judul **“Penerapan Metode Kirchhoff Pre-Stack Depth Migration Pada Data Seismik Marine Untuk Menggambarkan Struktur Bawah Permukaan Cekungan Nias Sumatera Utara”** dengan baik dan lancar, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini telah dilaksanakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi kelautan Jl.Dr.Djunjunan No.236 Pasteur-Bandung.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan, kekurangan dan gaya bahasa dalam penulisan oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini. Dalam pelaksanaan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini banyak pihak yang terlibat baik itu dalam bentuk kontribusi ilmiah, dukungan moril dan materil. Bersama dengan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kelancaran kepada penulis hingga dapat terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
2. Teruntuk kedua orang tua inak dan bapak, yang telah memberikan dukungan baik moril dan materil serta do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak M. Yusup Nur Khakim Ph.D, selaku dosen pembimbing pertama yang telah membagi ilmu dan memberikan bimbingan, arahan serta saran sehingga dapat terselesaikannya penelitian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Azhar Kholiq Affandi. M. S, selaku dosen pembimbing ke dua yang juga telah memberikan banyak sekali arahan dan saran-saran serta masukan demi perbaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Subarsyah, S.Si.,MT selaku pembimbing teknis di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan Bandung (P3GL) yang telah sabar meluangkan waktu, ilmu serta bimbingan dan kepeduliannya terhadap penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Oha yang telah membantu menyelesaikan persyaratan administrasi sehingga penulis dapat melakukan Tugas Akhir di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) Bandung.
7. Ketua jurusan Fisika, seluruh dosen serta karyawan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala bantuan yang telah saya dapatkan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, saya berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak yang membacanya.

Indralaya, 08 September 2021



Fikriana Widyawati
NIM.08021181722051

**PENERAPAN METODE KIRCHHOFF PRE STACK DEPTH MIGRATION
PADA DATA SEISMIK MARINE UNTUK MENGGAMBARKAN STRUKTUR
BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN NIAS SUMATERA UTARA**

**Fikriana Widyawati
NIM.08021181722051**

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan proses pengolahan data seismik menggunakan software ProMAX, dimulai dari input raw data sampai tahap akhir berupa migrasi. Tipe migrasi yang dipilih adalah tipe *Pre-Stack Time Migration* (PSTM) dan *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM) dengan metode kirchhoff. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil survei seismik di Cekungan Nias Sumatera Utara, yang diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung. Tujuan penelitian ini yaitu memberikan gambaran struktur geologi bawah permukaan cekungan Nias dengan menerapkan metode migrasi kirchhoff. Data yang digunakan untuk proses migrasi PSTM adalah CDP gather hasil *preprocessing* dan model kecepatan RMS dari hasil analisa kecepatan, sedangkan data input dari migrasi kirchhoff PSDM adalah *time migration gather* hasil PSTM dan model kecepatan interval hasil transformasi Dix. Dari hasil proses pengolahan data seismik terlihat migrasi kirchhoff PSDM lebih mampu menekan efek difraksi dan reflektor miring dengan kontinuitas dan resolusi vertikal yang lebih baik sehingga gambaran penampang seismik yang dihasilkan lebih akurat dibandingkan dengan migrasi PSTM. Hasil dari migrasi PSTM penampang seismik pada time 3000-4500 ms masih menunjukkan adanya reflektor semu akibat dari efek difraksi yang belum mampu dihilangkan. Setelah proses migrasi PSDM terlihat bahwa struktur cekungan Nias merupakan struktur stratigrafi dalam bentuk sembulan batugamping (build-up).

Kata Kunci: Analisa Kecepatan, Cekungan Nias Sumatera Utara, *Kirchhoff Pre-Stack Time Migration*, *Kirchhoff Pre-Stack Depth Migration*.

Inderalaya, Januari 2022
Menyetujui,

Pembimbing I



M. Yusup Nur Khakim Ph.D
NIP.197203041999031002

Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi. M. S
NIP.196109151989031003

Mengetahui,
Sekretaris Jurusan

Dr. Supardi, S.Pd., M.Si
NIP.197112112002121002

**APPLICATION OF THE KIRCHHOFF PRE STACK DEPTH MIGRATION
METHOD IN MARINE SEISMIC DATA TO DESCRIBE THE SURFACE
STRUCTURE OF THE NIAS BASIN NORTH SUMATRA**

**Fikriana Widyawati
NIM.8021181722051**

ABSTRACT

In this study, seismic data processing has been carried out using ProMAX software, starting from raw data input to the final stage of migration. The selected migration types are Pre-Stack Time Migration (PSTM) and Pre-Stack Depth Migration (PSDM) using the Kirchhoff method. The data used are secondary data from a seismic survey in the Nias Basin of North Sumatra, which were provided by the Center for Research and Development of Marine Geology (PPPGL) Bandung. The objective of this research is to provide an overview of the subsurface geological structure of the Nias basin by applying the Kirchhoff migration method. The input data for the PSTM migration process is the CDP gather preprocessing and the RMS velocity models from the velocity analysis. Mean while the input data for the PSDM Kirchhoff migration is the PSTM time migration gathers and the interval velocity models from the Dix transformation. From the results of the seismic data processing and analysis, it can be clearly seen that the Kirchhoff PSDM migration successfully suppressed the effects of diffraction and moved dipping reflectors to the true subsurface position with better continuity and vertical resolution. Therefore the PSDM migration are more accurate than the PSTM migration at 3000-4500 ms of the section from PSTM pseudo reflectors due to the diffraction effect can not be removed. After the PSDM migration the structure of the Nias basin is more clearly imaged as a stratigraphic structure in the form of limestone build-up.

Keywords: *Velocity Analysis, North Sumatra Nias Basin, Kirchhoff Pre-Stack Time Migration, Kirchhoff Pre-Stack Depth Migration.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN UMUM LOKASI PENELITIAN	
2.1 Geologi Regional Perairan Nias	4
2.1.1 Aluvium	5
2.1.2 Formasi Gunungsitoli.....	5
2.1.3 Formasi Gomo.....	5
2.1.4 Formasi Lelematua.....	5
2.1.5 Kompleks Bancuh	5
2.2 Sedimentasi dan Stratigrafi Cekungan Nias	6
2.2.1 Pre-Neogen.....	6
2.2.2 Miosen.....	7
2.2.4 Pliosien-Plestosen	7
2.3 Sistem Petroleum Daerah Penelitian	7
2.3.1 Batuan Induk	7
2.3.2 Batuan Reservoir	8
2.3.3 Batuan Tudung	8
2.3.4 Perangkap Hidrokarbon	8

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Metode Seismik Refleksi.....	9
3.2 Pengolahan Data Seismik.....	9
3.2.1 Input Data	10
3.2.2 Geometri	10
3.2.3 Preprocessing	10
3.2.4 Dekonvolusi	11
3.2.5 Analisa Kecepatan	11
3.3 Difraksi Gelombang Seismik	12
3.5 Multipel	12
3.4 <i>Normal Move Out</i> (NMO)	13
3.5 CMP Gather.....	14
3.6 Migrasi Seismik.....	14
3.7 <i>Kirchoff Pre-Stack Time dan Depth Migration</i>	15
3.9 Kecepatan RMS dan Kecepatan Interval.....	17

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	18
4.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
4.2.1 Perangkat keras (Hardware).....	18
4.2.2 Perangkat lunak (Software)	19
4.2.3 Data.....	19
4.3 Metode dan Tahap Pengolahan Data.....	19
4.3.1 Persiapan Data Seismik	19
4.3.2 Preprocessing	20
4.3.4 <i>Kirchhoff Pre-Stack Time Migration</i> (PSTM).....	22
4.3.5 <i>Kirchhoff Pre-Stack Depth Migration</i> (PSDM).....	23

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Input Raw Data dan Geometri	25
5.2 Analisa Parameter-Parameter Preprocessing	28
5.2.1 Band Pass Filter	28
5.2.2. <i>True Amplitudo Recovery</i> (TAR).....	31
5.2.3 Dekonvolusi	33

5.3 Analisa Kecepatan	36
5.4 Kirchhoff <i>Pre-Stack Time Migration</i>	40
5.5 Kirchhoff <i>Pre-Stack Depth Migration</i>	42
5.5 Perbandingan Hasil Penampang Seismik PSTM dan PSDM.....	44
BAB VI PENUTUP	
7.1 Kesimpulan.....	47
7.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen-elemen Tektonik Cekungan Nias (Karig, et. Al., 1980)	4
Gambar 2.2 Stratigrafi Umum Cekungan Nias (Beaudry & Moore1985.....	6
Gambar 3.1 Fenomena Difraksi (Sukmono, 1999).	12
Gambar 3.2 Contoh Difraksi (Sukmono,1999)..	12
Gambar 3.3 Ilustrasi Multipel Sederhana (Badley, 1985).....	13
Gambar 3.4 Konfigurasi Bentangan Kabel Off-end Spread.....	14
Gambar 3.5 Efek migrasi (a) sebelum migrasi (b) setelah migrasi (Gadallah & Fisher, 2009).....	15
Gambar 3.6 Ilustrasi migrasi kirchoff (Margrave, 2006).	16
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian	18
Gambar 4.2 Area Menu Kerja ProMAX	19
Gambar 4.3 Flow Dari Proses Input Raw Data.	20
Gambar 4.4 Flow dari Proses Geometri	20
Gambar 4.5 <i>Flow</i> Dari Proses <i>Preprocessing</i>	21
Gambar 4.6 Pembuatan Gate untuk Proses Dekonvolusi.....	21
Gambar 4.7 <i>Flow</i> Dari Proses Analisa Kecepatan.	22
Gambar 4.8 Flow dari proses PSTM.....	22
Gambar 4.9 <i>Flow</i> dari proses PSDM.....	23
Gambar 4.10 Diagram Alir Pengolahan Data.....	23
Gambar 5.1 Hasil input data seismik (a) Lintasan L-08 (b) X-08.....	26
Gambar 5.2 Hasil input data seismik yang telah memiliki geometri (a) lintasan L-08 (b) X-08.	27
Gambar 5.3 Gelombang langsung dan gelombang refleksi yang saling berhimpitan .	28
Gambar 5.4 Lintasan L-08 uji frekuensi bandpass filter (a) 5-10-60-80, (b) 10-30-60-80, (c) 5-10-80-100 (d) 10-40-80-100.	30
Gambar 5.5 Lintasan X-08 uji frekuensi bandpass filter (a) 5-10-60-80, (b) 10-30-60-80, (c) 5-10-80-100 (d) 10-40-80-100.	30
Gambar 5.6 Parameter TAR yang diujikan pada data L-08	32
Gambar 5.7 Parameter TAR yang diujikan pada data X-08.....	32
Gambar 5.8 Fungsi autokorelasi.....	34

Gambar 5.9 Lintasan L-08 <i>wiggle trace</i> hasil (a) <i>minimum phase prediktif</i> (b) <i>minimum spiking</i>	35
Gambar 5.10 Lintasan X-08 <i>wiggle trace</i> hasil (a) <i>minimum phase prediktif</i> (b) <i>minimum spiking</i>	35
Gambar 5.12 Lintasan X-08 <i>interactive spectral analysis</i> hasil (a) <i>minimum phase prediktif</i> (b) <i>minimum spiking</i>	36
Gambar 5.12 Lintasan X-08 <i>interactive spectral analysis</i> hasil (a) <i>minimum phase prediktif</i> (b) <i>minimum spiking</i>	36
Gambar 5.13 Brute stack hasil preprocessing (a) L-08 (b) X-08.	37
Gambar 5.14 Proses analisa kecepatan pada (a) L-08 (b) X-08.	38
Gambar 5.15 Model Kecepatan Hasil <i>Stacking Semblance</i> (a) L-08 (b) X-08.	39
Gambar 5.16 Penampang seismik (a) <i>brute stack</i> L-08 (b) L-08 setelah diterapkan migrasi PSTM.....	40
Gambar 5.17 Penampang seismik (a) <i>brute stack</i> X-08 (b) X-08 setelah diterapkan migrasi kirchhoff PSTM.....	41
Gambar 5.18 Model kecepatan interval (a) L-08 (b) X-08	41
Gambar 5.19 Penampang hasil kirchhoff PSDM pada (a) L-08 dan (b) X-08.....	41
Gambar 5.20 Lintasan L-08 Perbandingan Penampang Seismik Hasil proses (a) <i>Pre-Stack Time Migration</i> (b) Proses <i>Pre-Stack Depth Migration</i>	44
Gambar 5.21 Lintasan L-08 perbandingan penampang seismik hasil proses (a) <i>Pre-Stack Time Migration</i> (b) proses <i>Pre-Stack Depth Migration</i>	45
Gambar 5.22 Lintasan X-08 perbandingan penampang seismik hasil proses (a) <i>Pre-Stack Time Migration</i> (b) proses <i>Pre-Stack depth migration</i>	45

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Parameter geometri untuk lintasan L-08 dan X-08.	26
Tabel 5.2 Uji parameter band dan hasilnya terhadap data seismik.	29

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Survei 2D seismik dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Geologi Kelautan untuk mendapatkan informasi dan gambaran geologi bawah permukaan cekungan Nias dengan target eksplorasi hidrokarbon berupa gas biogenik. Cekungan Nias terletak dibagian Barat Laut Pulau Sumatera dan berarah Barat Laut – Tenggara dari subduksi Sunda (Beaudry & Moore, 1985). Metode seismik merupakan salah satu metode geofisika aktif yang menggunakan pulsa seismik dalam bentuk gelombang elastis merambat melewati batuan (Yanuar & Santosa, 2014). Dalam suatu eksplorasi seismik untuk mencari keberadaan hidrokarbon terdiri dari proses akuisisi data seismik, pengolahan data seismik dan interpretasi data seismik. Pengolahan data seismik menjadi salah satu tahapan penting untuk mendapatkan penampang seismik yang bisa menggambarkan kondisi sebenarnya di bawah permukaan. Pengolahan data seismik dimulai dari tahap preprocessing sampai tahap akhir berupa migrasi.

Pada reflektor horizontal, hidrofona akan merekam data yang berasal dari titik tengah antara sumber dan penerima namun, pada reflektor miring titik pantul bawah permukaan akan bergeser ke arah atas akibatnya posisi titik reflektor tidak berada pada posisi sebenarnya terlebih lagi dengan adanya struktur bawah permukaan yang kompleks menyebabkan terjadinya efek difraksi yang menghasilkan reflektor semu dan pengurangan energi akibat menghantam bidang ketidakaturan seperti bidang perlapisan yang tersesarkan dan perubahan tajam dari jenis batuan. Efek reflektor miring dan efek difraksi tersebut dapat diatasi dengan teknik pengolahan data seismik yang benar dan migrasi (Sukmono, 1999).

Cekungan Nias berada di Perairan Nias dan diapit oleh jalur Sunda Trench dan sesar Sumatera serta dipotong oleh beberapa sesar besar lainnya. Pergerakan dari struktur mayor tersebut menghasilkan struktur-struktur geologi yang terdapat dalam Cekungan Nias. (Aritonang, 2013) Berdasarkan tipenya migrasi dibagi menjadi dua yaitu tipe migrasi *pre-stack* yang melakukan migrasi sebelum stack dan tipe migrasi yang dilakukan setelah data di stack. Struktur geologi cekungan Nias berupa lapisan karbonat kompleks dan adanya anomali dari struktur stratigrafi build-up (sembulan) dan juga reflektor yang tidak kontinu, sehingga jika dilihat dari struktur geologinya tipe

migrasi *pre-stack* akan lebih cocok digunakan. Dibandingkan dengan migrasi *post-stack*, proses migrasi sebelum stacking menghasilkan gambaran yang akurat dari penampang bawah permukaan sehingga dapat diinterpretasi lebih mudah. *Post-stack* dan *pre-stack* migration dapat dilakukan dengan domain waktu dan kedalaman. *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM) merupakan suatu metode yang memberikan hasil peningkatan kualitas penampang seismik pada daerah kompleks dimana terjadi variasi kecepatan lateral yang signifikan (Sonya & Nainggolan, 2013).

Ada beberapa metode dalam proses migrasi, namun dalam penelitian ini hanya digunakan metode kirchhoff yang didasarkan pada prosedur penjumlahan kurva difraksi. Menurut (Hua & McMechan, 2003) dan (Nainggolan & Subarsyah, 2014) migrasi kirchhoff dapat menunjukkan penampang yang jauh lebih baik daripada penampang stacking konvensional lainnya. Penampang seismik dari kirchhoff PSTM belum cukup baik hasilnya seperti gather yang belum flat, multipel, pola difraksi belum tereduksi dengan baik dan kenampakan reflektor yang kurang jelas sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *pre-stack kirchhoff depth migration*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara memilih dan menganalisis parameter paling optimal yang akan digunakan sebagai inputan dalam proses *preprocessing* sehingga didapatkan data seismik yang belum di *stack* dengan *signal to noise ratio* yang tinggi?
2. Apakah metode migrasi kirchhoff mampu menekan efek difraksi dan efek reflektor miring sehingga dapat menggambarkan struktur geologi bawah permukaan cekungan Nias yang sebenarnya ?
3. Bagaimana perbandingan kualitas penampang seismik (*seismic section*) dari hasil kirchhoff *Pre-Stack Time* dan *Depth Migration* dalam menampilkan perangkat struktur hidrokarbon cekungan Nias?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan dan menganalisa parameter paling optimal yang digunakan sebagai masukan dalam proses *preprocessing* sehingga akan didapatkan data sebelum *stacking* dengan *signal to noise ratio* yang tinggi.

2. Dapat mengetahui bahwa metode migrasi kirchhoff mampu menekan efek difraksi dan reflektor miring sehingga dapat menggambarkan kondisi sebenarnya struktur geologi cekungan Nias.
3. Membandingkan dan menganalisis kualitas penampang seismik (*seismic section*) dari hasil Kirchhoff *Pre-Stack Time* dan *Depth Migration* dalam menampilkan perangkat struktur hidrokarbon cekungan Nias.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini hanya memakai metode migrasi kirchhoff dengan model kecepatan interval hasil konversi V_{RMS} menggunakan transformasi Dix.
2. Dalam survei laut adanya pergeseran dari *Common Mid Point* namun dalam studi kasus penelitian di perairan Nias dianggap konstan dikarenakan kecepatan kapal maximum hanya 4 Knot.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa prodi fisika yang mengambil bidang peminatan geofisika dalam mendalami *processing* data seismik menerapkan metode Kirchhoff PSDM.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, F.M. (2013). *Penerapan Metode Pre-Stack dan Poststack Time Migration Untuk Meningkatkan Kualitas Data Seismik Laut*. 1(1), 32-34.
- Beaudry, D., & G. F. Moore. (1985). *Seismic Stratigraphy and Cenozoic Evolution of West Sumatra Forearc Basin: AAPG Bulletin*, 69(5), 742-759
- Evita, A., & Danusaputro, H. (2014). *Speed Model Processing Using Ray Tracing Method for 2D Depth Domain Migration (Pre-Stack Depth Migration) on the Field "Av."* Jurnal Sains Dan Matematika, 22(4), 113–114.
- Fitri, Y., Afdal., Edwiza, D., & Mualimin. (2015). *Analisis Pre-Stack Time Migration (Pstm) Dan Pre-Stack Depth Migration (Psdm) Metode Kirchhoff Data Seismik 2D Lapangan ' Y ' Cekungan Jawa Barat Utara*. 4(3), 219–227.
- Gadallah, M.R., & Fisher, R. (2009). *Exploration Geophysics*. USA
- Hi Manrulu, R., Jambonada, N., Ashari, A., & Suasdin, J. (2016). *Jurnal Fisika FLUX Studi Pengolah Data (Processing) Seismik dengan Menggunakan Program Promax*. 13(2), 126–132.
- Hua, B., & Mcmechan, G. A. (2003). *Parsimonious 2D Pre-Stack Kirchhoff depth migration*. 68(3), 1043–1051.
- Karig, D. E., M. B. Lawrence, G. E Moore, and J. R. Curray. (1980). *Structural framework of the fore-arc basin, NW Sumatra: Journal of the Geological Society of London*. 137(5), 77-91.
- Khaniani, H. (2015.). *Iterative Multiparameter Elastic Waveform Inversion Using Pre-Stack Time Imaging and Kirchhoff approximation*: Department Of Geosciences Calgary, Alberta.
- Margrave, G. F. (2003). *Exploration Seismology with algorithms in MATLAB*. 225.

- Margrave, G. F. (2006). *Methods of Seismic Data Processing*. 410.
- Nainggolan, T. B., & Subarsyah, S. (2016). *Suppressing Diffraction Effect Using Kirchhoff Pre-Stack Time Migration on 2D Seismic Multichannel Data At Flores Sea*. *Bulletin of the Marine Geology*, 29(2), 71-72.
- Sonya,A.D & Nainggolan, T.,B. (2013). *Quality Improvement of Seismic Image from 2D PSDM (Pre-Stack Depth Migration) Using Tomography for Interval Velocity Model Refinement*. *Jurnal Bulletin of the Marine Geology*. 2(28): 95-102.
- Sukmono,S. (1999).*Interpretasi Seismik refleksi*.Institut Teknologi Bandung
- S.W.Fagin,U.Egozi, *Model Based Depth Imaging*, SEG, 1998
- Tim Lemigas. (2018). *Panduan Pengolahan Data Seismik 2d Menggunakan Promax*.Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi:Jakarta.
- Tim Litbang Energi Migas Kelautan. (2018). *Laporan Akhir Gas Biogenik Cekungan Nias*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan: Sumatera Utara.
- Wiratama, R., Purwanto, C., & Denya, R. (2019). *Application of Pre-Stack Time Migration (PSTM) Using Kirchhoff Method on Marine Seismic Data 2D in Sulawesi Sea Waters*. *Journal of Physics: Conference Series*. 1175(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012015>.
- Yang, C., Sun, C., Liu, W., & Ren, Y. (2005). *Building interval velocity model by multiple Kirchhoff pre-stack depth migrations* .*Journal Spva*. 1.5(1),2253–2257.
- Yanuar,S.C.R., & Santosa,B.J. (2014). *Koreksi efek pull up dengan menggunakan metode horizon based tomography*.*Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 2(3), 69-73.