APLIKASI TRANSFORMASI *RADIAL TRACE* UNTUK MEREDUKSI *NOISE* LINIER (*GROUND ROLL*) PADA DATA DARAT 2 DIMENSI

SKRIPSI

oleh:
SANIA CAHYA MAULIDA
105090300111019

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2014

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

APLIKASI TRANSFORMASI *RADIAL TRACE* UNTUK MEREDUKSI *NOISE* LINIER (*GROUND ROLL*) PADA DATA DARAT 2 DIMENSI

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

oleh:
SANIA CAHYA MAULIDA
105090300111019

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2014

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
APLIKASI TRANSFORMASI *RADIAL TRACE* UNTUK MEREDUKSI *NOISE* LINIER (*GROUND ROLL*) PADA DATA DARAT 2 DIMENSI

2.

oleh :

SANIA CAHYA MAULIDA
105090300111019

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal 7 Juli 2014
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. Adi Susilo., M.Si., Ph.D.	**Bambang Aviantara, MT.**
NIP. 196312271991031002	

Mengetahui
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo., M.Si., Ph.D.
NIP. 196312271991031002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SANIA CAHYA MAULIDA
NIM : 105090300111019
Jurusan : FISIKA
Penulis skripsi berjudul :

APLIKASI TRANSFORMASI *RADIAL TRACE* UNTUK MEREDUKSI *NOISE* LINIER (*GROUND ROLL*) PADA DATA DARAT 2 DIMENSI

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka TA ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi TA saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 30 Juni 2014
Yang menyatakan,

(SANIA CAHYA MAULIDA)
NIM. 105090300111019

APLIKASI TRANSFORMASI *RADIAL TRACE*
UNTUK MEREDUKSI *NOISE* LINIER (*GROUND ROLL*)
PADA DATA DARAT 2 DIMENSI

3. ABSTRAK

Transformasi *radial trace* merupakan transformasi yang dianggap efektif dan sederhana untuk mereduksi noise koheren. *Ground roll* merupakan *noise* yang tergolong *noise* koheren dengan pola linier. Penelitian ini mengenai pereduksian *noise* linier *(ground roll)* melalui transformasi radial trace dilakukan melalui dua tahap yaitu, transformasi *forward radial trace* dan *inverse radial trace*. Hasil dari tahap transformasi *forward radial trace* adalah data dengan domain RT(t-v), pada domain RT (t-v) dilakukan filter, filter yang digunakan merupakan filter *low cut*. Dalam tahap ini filter yang dilakukan ada dua perlakuan yaitu filter dengan daerah tanpa pembatasan daerah yang difilter *(noselect)* dan filter dengan daerah pembatasan daerah yang difilter *(select)*. Tahap selanjutnya adalah transformasi *inverse radial trace* bertujuan untuk mengembalikan data yang telah diproses dalam domain t-v (RT) menjadi domain t-x sehingga hasil dari perlakuan transformasi *radial trace* dapat dibandingkan dengan input data. Transformasi *radial trace* mampu mereduksi adanya noise linier (*ground roll*) dengan cara mengidentifikasi komponen-komponen sinyal pada domain RT (t-v). Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, dengan hanya melakukan filter sedehana yaitu filter *low cut*, dapat mereduksi adanya *noise* linier (*ground roll*) dengan tetap mempertahankan adanya sinyal data.

Kata Kunci : *Radial trace*, *noise* linier, *ground roll*, filter *low cut*, domain RT (t – v).

RADIAL TRACE TRANSFORM APPLICATION FOR ATTENUATE LINIER NOISE (GROUND ROLL) IN 2D LAND

ABSTRACT

Radial trace (RT) transform is an effective and simple method to attenuate coherent noise. Ground roll is one type of coherent noise with linear pattern. This research is about to attenuate linier noise ground roll by using two phase of radial trace transform, forward radial trace and then inverse radial trace. In forward radial trace transform, input data will be transformed in to t-v (traveltime-velocity) domain it is called RT domain. In RT-domain, ground roll can be indentified and separated more efficient than in T-X domain. Identified ground roll in RT domain removed by using low cut filter. Inverse radial trace transform performed to return RT domain back to T-X (traveltime-offset) domain. The result of inverse radial trace transform compared with input data origin. Complete RT transform proved as simple and efficient method for ground roll attenuation, and it can be applied with another attenuation method.

Key words : radial trace, linier noise, ground roll, low cut filter, RT domain(t-v).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan kasih sayang dan nikmat serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya sekaligus sebagai pertanggungjawaban kepada PT. Elnusa Tbk.

Laporan ini berjudul " **Aplikasi Transformasi *Radial Trace* untuk Mereduksi *Noise* Linier (*Ground roll*) pada Data Darat 2 Dimensi**", di dalamnya menjelaskan bahwa melalui transformasi *radial trace, noise* linier yaitu *ground roll* dapat tereduksi dengan optimal. Harapan dari penulis semoga hasil penelitian bermanfaat bagi pengembangan pengolahan data seismik refleksi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi dalam bentuk apapun pada pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, diantaranya kepada :

1. Bapak dan Ibu, adik – adik, serta keluarga penulis, atas dukungan dan doa yang senantiasa diberikan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Adi Susilo selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Brawijaya sekaligus pembimbing I yang telah memberikan ilmu, dukungan dan doa kepada penulis selama pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Bapak Bambang Avianthara selaku Manager Seismic Data Processing PT.Elnusa Tbk sekaligus pembimbing II yang telah memberikan izin, fasilitas, dan ilmu kepada penulis untuk melaksanakan tugas akhir.
4. Bapak Gunarto, atas waktu, kesempatan dan ilmu yang diberikan kepada penulis telah memberikan pengaruh besar dalam terlaksananya penelitian ini di PT. Elnusa Tbk Geoscience Division.
5. Mbak Erhan, atas waktu, ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis saat pelaksanaan tugas akhir.
6. Mas Ajin, atas ilmu, masukan, kritikan serta waktu yang diluangkan kepada penulis selama pelaksanaan tugas akhir.
7. Rizky Gustiansyah, atas dukungan, doa, waktu, ilmu, tenaga, serta kesabaran yang diberikan pada penulis selama pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir.

8. Rina, Kiki, Bagus teman seperjuangan tugas akhir di PT. Elnusa Tbk, sukses selalu.
9. Mas Panji, Mbak Heni, Mbak Neri, Mbak Ikhtri, Mbak Nilam, Mbak Iil, Mbak Komang, Mas Galih, Mas Opi, Pak Marsuji beserta teman-teman, Mas wowo beserta teman-teman, terima kasih atas semua perhatian dan dukungan kepada penulis selama penulis melaksanakan tugas akhir.
10. Dzaril, Fina, Amanda, Ulfah, Riva, Prima Hanif serta teman-teman fisika angkatan 2010 yang selalu memberikan dukungan dan perhatian kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga semoga kebaikan yang telah diberikan pada penulis dibalas berlipat ganda oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Sehingga, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk pengembangan penelitian ke depannya. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN iii
LEMBAR PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 2
1.4. Tujuan Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Gelombang Seismik 5
2.2. Wavelet 7
2.3. Seismik Refleksi 8
2.3.1. Reflektivitas Gelombang 9
2.3.2. *Trace* Seismik 14
2.3.3. Data dan Noise 18
2.4. Pengolahan Data Seismik 19
2.5. Interpolasi Spline 21
2.6. Filter 22
2.7. Transformasi Radial *Trace* 23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 29
3.1. Waktu dan Tempat 29
3.2. Alat yang Digunakan 29
3.3. Data Penelitian 29
3.4. Pengolahan Data 30
3.4.1. Input data 30
3.4.2. Tes Parameter 31
3.4.3. Transformasi Forward *Radial Trace* 34
3.4.4. Filter menggunakan *Low Cut Filter* 36
3.4.5. Transformasi Inverse Radial Trace 37
3.5. Diagram alir 39
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 41
4.1. Analisis Hasil Tes Parameter 41
4.1.2. Jumlah Radial Trace 43
4.1.3. Kecepatan Semu 51
4.2. Analisis Hasil Transformasi *Forward Radial trace* 61
4.3. Analisis Hasil Filter *Low cut* 66
BAB V PENUTUP 97
5.1. Simpulan 97
5.2. Saran 97
DAFTAR PUSTAKA 99
GLOSARIUM 101

6.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pergerakan partikel pada gelombang P , S, Love, dan Rayliegh. 6

Gambar 2.2. Refleksi dan transmisi gelombang P untuk sudut datang tidak sama dengan nol. 9

Gambar 2.3. Sketsa survei seismik : model lapisan, berkas sinar seismik. 10

Gambar 2.4. Geometri penjalaran gelombang seismik pada satu lapisan. 11

Gambar 2.5. Geometri penjalaran gelombang seismik multi lapisan. 12

Gambar 2.6. Pembentukan *trace* seismic. 14

Gambar 2.7. *Off-end.* 15

Gambar 2.8. *Symetrical* Split *Spread.* 16

Gambar 2.9. Respon sinyal yang diterima berdasarkan pengelompokan sinyal seismik 17

Gambar 2.10. Tampilan pola sinyal refraksi, gelombang udara, sinyal refleksi data, dan *Ground roll noise* pada shot gather 19

Gambar 2.11. Tahap utama pengolahan data seismik refleksi. 20

Gambar 2.12. Proses penjumlahan trace – trace seismik dalam stack 21

Gambar 2.13. Pendekatan dengan interpolasi spline kubik . 22

Gambar 2.14. Macam filter. 23

Gambar 2.15. Skema penarikan garis-garis kecepatan semu *(apparent velocity)* pada domain t-x. 24

Gambar 2.16. Pencuplikan *seismic* traces dari domain t-x ke domain t-v. Nomor *trace* 1-5 akan ditransformasi ke dalam domain t-v 25

Gambar 2.17. Hasil transformasi RT dari domain t-x pada gambar 2.15 26

Gambar 2.18. Data yang tersampling adalah data yang dilewati oleh garis merah dengan batasan kecepatan minimal dan maksimal 27

Gambar 3.1. Input data dalam bentuk *shot point gather*, arah horizontal merupakan koordinat jarak (*offset*) dan arah vertikal merupakan koordinat waktu (*time*). 31

Gambar 3.2. Penentuan parameter inisial kecepatan semu dengan menggunakan *velocity calculator*..... 32

Gambar 3.3. Diagram alir tes parameter jumlah radial traces. 33

Gambar 3.4. Diagram alir tes parameter kecepatan. 34

Gambar 3.5. Parameter pada transformasi *forward radial trace.* 35

Gambar 3.6. Alur proses transformasi *forward radial trace* pada *software.* 35

Gambar 3.7. Alur untuk pemrosesan filter *low cut*..... 36

Gambar 3.8. Proses penginputan filter *low cut*..... 37

Gambar 3.9. Alur pemrosesan transformasi *inverse radial trace*. 38

Gambar 3.10. Diagram alir penelitian..... 40

Gambar 4.1. Hasil tes parameter yang diharapkan 42

Gambar 4.2. Hasil parameter jumlah *radial trace* 500 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. 44

Gambar 4.3. Hasil parameter jumlah *radial trace* 750 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. 45

Gambar 4.4. Hasil parameter jumlah *radial trace* 900 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s. 46

Gambar 4.5. Hasil parameter jumlah *radial trace* 1.000 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s. 47

Gambar 4.6. Hasil parameter jumlah *radial trace* 1.100 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. 48

Gambar 4.7. Hasil parameter jumlah *trace* 917 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. 50

Gambar 4.8. Hasil parameter kecepatan semu -1 900 m/s dan 1.900m/s dengan jumlah *trace* 1.000. 53

Gambar 4.9. Hasil parameter kecepatan semu -2.100 m/s dan 2.100 m/s dengan jumlah *trace* 1.000. 54

Gambar 4.10. Hasil parameter kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s dengan jumlah *trace* 1.000. 55

Gambar 4.11. Hasil parameter kecepatan semu -2.500 m/s dan 2.500 m/s dengan jumlah *trace* 1000. 56

Gambar 4.12. Hasil parameter kecepatan semu -2.700 m/s dan 2.700m/s dengan jumlah *trace* 1.000. 57

Gambar 4.13. Jumlah *radial trace* 1.000 dan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s pada *shot point gather*1. 59

Gambar 4.14. Jumlah *radial trace* 1.000 dan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s pada *shot point gather*57..... 60

Gambar 4.15. Spektrum analisis input data tanpa transformasi *radial trace* (merah) dan input data melalui perlakuan transformasi *radial trace* dengan parameter yang telah sesuai (biru). 61

Gambar 4.16. Proses penyamplingan dari domain t-x ke domain t-v. 62

Gambar 4.17. Tampilan input data sebelum dan sesudah dilakukan transformasi *forward radial trace*. 63

Gambar 4.18. Komponen sinyal seismik pada domain t-x. . 64

Gambar 4.19. Identifikasi komponen sinyal seismik pada domain t-v (domain RT). 65

Gambar 4.20. Spektrum analisis *input data*. 68

Gambar 4.21. Hasil dari filter *low cut* dengan tanpa membatasi daerah yang difilter *(noselect)*. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 10 Hz pada domain t-v. 69

Gambar 4.22. Tampilan data sebelum dan sesudah d ikenai filter *low cut* 10 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*. 70

Gambar 4.23. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 9 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*. 71

Gambar 4.24. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*. 72

Gambar 4.25. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 7 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*. 73

Gambar 4.26. Spektrum analisis input data dan hasil filter *low cut* (*noselect*) pada domain t-x..... 75

Gambar 4.27. Hasil Filter *Low cut* membatasi daerah tertentu *(select)*. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 10 Hz (*select*) pada domain t-v. 76

Gambar 4.28. Indikasi daerah *ground roll* pada domain RT (t-v) dan spektrum analisis pada daerah indikasi ground roll 77

Gambar 4.29. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 9 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace* 78

Gambar 4.30. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.* 79

Gambar 4.31. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.* 80

Gambar 4.32. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 7 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.* 81

Gambar 4.33. Spektrum Analisis input data dan hasil filter *low cut select* pada domain t-x. 82

Gambar 4.34. Spektrum Analisis input data dan hasil filter *low cutselect* dan *noselect* pada frekuensi 8 Hz. 83

Gambar 4.35. Penurunan sinyal filter *low cut noselect* dan *select* dengan frekuensi 8 Hz. 84

Gambar 4.36. Tampilan input data dan hasil filter dikenai filter langsung *low cut* 8 Hz (*select*)..... 86

Gambar 4.37. Spektrum Analisis input data, hasil filter *low cut* transformasi *radial trace noselect* 8 Hz, hasil filter *low cut* transformasi *radial trace select* 8Hz, hasil filter langsung 8Hz. 87

Gambar 4.38. Spektrum analisis *stack* keseluruhan. 90

Gambar 4.39. Spektrum Analisis *stack* bagian..... 91

Gambar 4.40. Spektrum Analisis *stack* bagian bawah..... 92

Gambar 4.41. Spektrum Analisis *stack* bagian bawah..... 93

Gambar 4.42. Perbandingan *shot point gather* (domain t-x) hasil filter melalui transformasi *radial trace* dan melalui filter langsung dengan filter *low cut* 8 Hz. 94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Stack Input Data 103

Lampiran 2. Stack Transformasi *Radial trace* Filter *Low cut* 8 Hz *(noselect)*. 104

Lampiran 3. Stack Hasil Transformasi *Radial trace* Filter *Low cut* 8 Hz *(select)*. 105

Lampiran 4. Stack Hasil Filter *Low cut* 8 Hz secara Langsung tanpa melalui Transformasi *Radial trace*. 106

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan data seismik merupakan tahap terpenting dalam metode seismik, selain tahap akuisisi data dan interpretasi data. Pengolahan data seismik bertujuan untuk menghasilkan penampang bawah permukaan bumi dengan kualitas yang baik. Pada pengolahan data seismik untuk memperoleh kualitas baik perlu dilakukan berbagai tahap yaitu *reformatting*, *preprocessing*, *velocity analysis*, koreksi residual serta migrasi. Beberapa tahap ini merupakan perlakuan yang dilakukan terhadap sinyal seismik agar diperoleh penampang bawah permukaan yang sesuai dengan kondisi geologi. Salah satu tahap dalam pengolahan data seismik adalah *preprocessing*. Pada tahap *preprocessing* terdapat perlakuan untuk mereduksi *noise* yang terkandung dalam data seismik, yang biasa disebut dengan tahap *denoising*. Pada tahap *denoising* dilakukan pereduksian *noise*, perlakuan ini dilakukan karena adanya *noise* yang tercampur dengan data. Salah satu *noise* pada data seismik adalah *ground roll* yang merupakan *noise* dengan pola linier atau biasa disebut dengan *noise* linier.

Ground roll merupakan salah satu *noise* yang cukup menganggu sinyal data seismik, karena keberadaan *ground roll* yang sulit dipisahkan dari sinyal data seismik. Keberadaan *ground roll* yang tidak direduksi dapat menggangu proses pengolahan data yang dapat berakibat pada hasil penampang bawah permukaan bumi dengan kualitas citra yang buruk dan dapat menutupi adanya reflektor. Pada pengolahan data seismik refleksi, permasalahan *ground roll* merupakan permasalahan klasik yang selalu muncul dalam pengolahan data darat. Oleh karena itu, banyak metode dan berbagai transformasi digunakan untuk menghilangkan atau setidaknya mereduksi adanya *noise ground roll*. Salah satu transformasi yang dapat digunakan untuk mereduksi *noise* linier adalah transformasi *radial trace*.

Transformasi *radial trace* menurut David Henley (2003), merupakan "transformasi yang dianggap sebagai transformasi yang fleksibel dan efektif dalam mengatenuasi koheren *noise"*. Transformasi *radial trace* menurut Morgan Brown dan Jon

Claerbout (2000), "transformasi *radial trace* merupakan metode atau alat yang atraktif dalam memisahkan gelombang seismik melalui frekuensi semu yang lebih rendah seperti *ground roll(apparent frequency)* menjadi lebih mungkin untuk dihilangkan melalui filter sederhana *(bandpass)* pada domain RT(*radial trace*)".

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan adanya penelitian mengenai transformasi *radial trace* dalam mereduksi *noise* linier yaitu *ground roll* pada data darat 2 dimensi. Transformasi *radial trace* digunakan untuk mengetahui keberadaan *ground roll* yang bercampur dengan data. Penelitian mengenai transformasi *radial trace* ini digunakan dalam pengolahan data seismik refleksi untuk membuktikan bahwa dengan menggunakan transformasi *radial trace noise* linier *ground roll* dapat tereduksi dengan baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana cara kerja dari transformasi *radial trace* ?
2. Bagaimana mekanisme transformasi *radial trace* dalam mereduksi *noise* linier yaitu *ground roll* ?
3. Apa saja parameter yang berpengaruh dalam pereduksian *noise* linier melalui transformasi *radial trace*?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Hasil dari akuisisi data diasumsikan baik.
2. Data input merupakan data yang telah dilakukan *reformattting* dan geometri.
3. Analisis hasil mengenai transformasi *radial trace* terfokus pada aplikasi transformasi *radial trace* dalam pengolahan data seismik, tidak menganalisis formulasi matematis secara detail.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis cara kerja dari transformasi *radial trace*.

2. Untuk mengetahui mekanisme transformasi *radial trace* dalam mereduksi *noise* linier yaitu *ground roll*.
3. Untuk menentukan parameter apa saja yang mempengaruhi pereduksian noise linier yaitu *ground roll*.

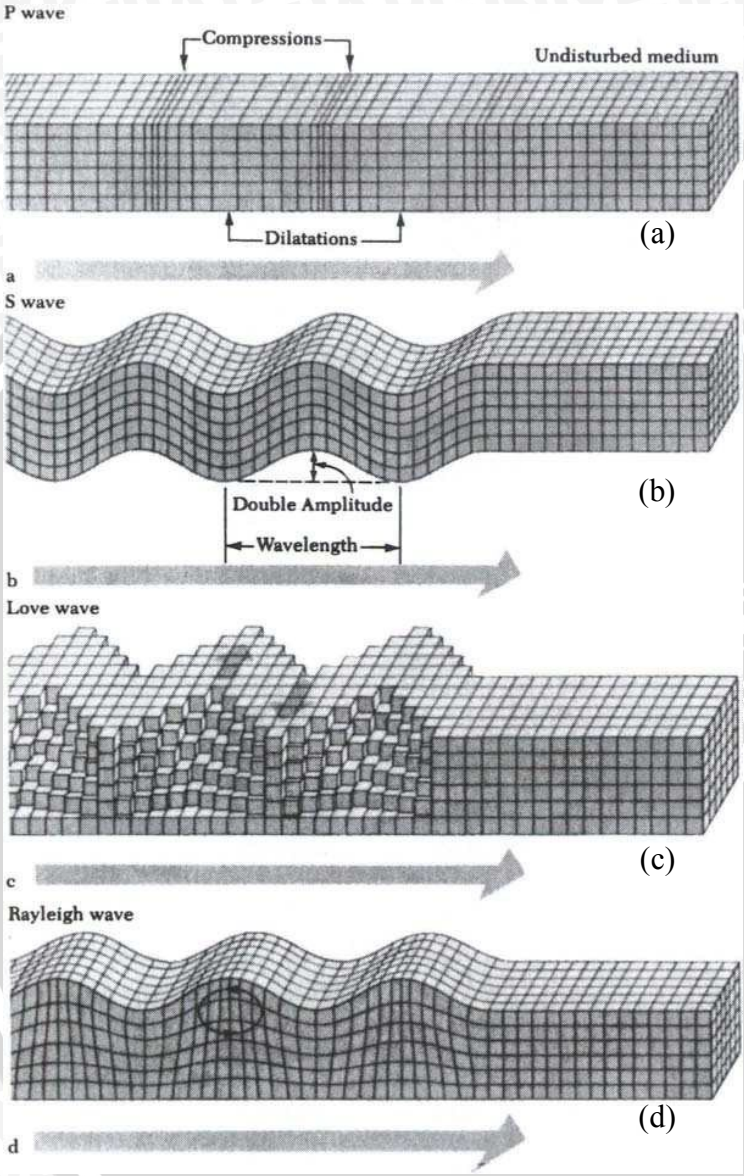
Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang mekanik yang menjalar ke segala arah melalui material yang ada di dalam bumi, akibat adanya usikan elastis (Lay dan Wallace, 1995). Gelombang mekanik secara umum adalah fenomena perambatan gangguan (usikan), yang mula-mula terjadi secara lokal, menyebabkan terjadi pergeseran kedudukan partikel medium, osilasi tekanan atau osilasi rapat massa, dan menyebabkan terjadinya transportasi energi. Sumber seismik yang alami seperti gempa bumi terdapat juga sumber gelombang seismik buatan seperti dinamit, air gun, dan vibroseis.

Gelombang seismik terdiri dari gelombang badan (*body wave)* yang menjalar melewati bumi yang dianggap padat dan gelombang permukaan (*surface waves*) yang menjalar dekat dengan permukaan bumi yang dianggap padat (Wiederhold,2007). Gelombang badan terdiri dari gelombang longitudinal (gelombang P) dan gelombang transversal (gelombang S). Kedua gelombang inilah yang dimanfaatkan dalam metode seismik untuk mendapatkan informasi geologi bawah permukaan (Sheriff dan Geldart, 1995). Gelombang P disebut juga gelombang kompresi atau gelombang primer yang mempunyai gerak partikel sejajar dengan arah penjalaran gelombang. Gelombang ini dapat menjalar melalui medium padat, cair dan gas. Sedangkan gelombang S disebut gelombang geser yang pergerakannya tegak lurus dengan arah penjalaran gelombang. Gelombang S hanya dapat merambat pada medium padat, dan kecepatan gelombang S lebih lambat dari pada gelombang P. Perbedaan gelombang P dan S secara pergerakan partikel dapat ditunjukan oleh Gambar 2.1a dan 2.1b.



Gambar 2.1. Pergerakan partikel pada gelombang P (a), S (b), Love (c), dan Rayliegh (d) (Bolt, 1976, Sheriff dan Geldart, 1995).

Selain gelombang badan, terdapat pula gelombang permukaan yang terdiri atas gelombang Rayliegh dan Love. Gelombang Rayleigh merupakan salah satu gelombang permukaan

yang terbentuk dari interferensi antara gelombang P dan S-vertikal dan merambat sepanjang permukaan tanpa medium padat Love (Sheriff dan Geldart, 1995). Biasanya gelombang ini lebih dikenal dengan sebutan *ground roll*. Dalam seismik refraksi atau refleksi, gelombang ini merupakan *noise* yang harus dihilangkan.Pada medium berlapis, kecepatan gelombang Rayleigh bergantung pada frekuensi atau panjang gelombang. Pada gelombang Rayliegh, partikel-partikel bergerak ke arah propagasi (horisontal) gelombang dengan gerakan berputar yang tegak lurus terhadap arah propagasi (horisontal) dari gelombang tersebut.Gelombang adalah gelombang permukaan yang terdiri dari pergerakan paralel gelombang-S horisontal pada permukaan Love (Sheriff dan Geldart, 1995). Pada gelombang Love, partikel-partikel bergerak tegak lurus ke arah propagasi (horisontal) dari gelombang tersebut. Pada seismik eksplorasi, gelombang permukaan yang terekam akan menjadi pengganggu atau *noise* karena tidak merepresentasikan kondisi dibawah permukaan. Ilustrasi pergerakan gelombang Love dan Rayliegh ditunjukkan pada Gambar 2.1c dan 2.1d.

2.2. Wavelet

Wavelet merupakan gelombang mini atau pulsa yang memiliki komponen amplitude, panjang gelombang, frekuensi dan fasa (Abdullah,2007). Wavelet dalam gelombang seismik adalah gelombang induk yang merupakan kumpulan dari sejumlah gelombang seismik yang mempunyai amplitudo, frekuensi dan fase tertentu. Wavelet hasil ledakan yang ideal akan memiliki rentang frekuensi mulai negatif tak terhingga hingga positif tak terhingga, namun pada kenyataannya bumi bersifat low pass filter sehingga hanya gelombang dengan frekuensi rendah yang dapat diteruskan. Sismanto (1999) membagi wavelet berdasarkan konsentrasi energinya:

1. *Zero phase*, *Wavelet* berfase nol (disebut juga *wavelet* simetris), adalah *wavelet* yang energinya terkonsentrasi pada titik referensi nol
2. *Minimum phase*, adalah *wavelet* yang energinya terkonsentrasi di depan sedekat mungkin dengan titik referensi nol (t=0) dan tidak ada energi sebelum t=0

3. *Maksimum phase*, memiliki energi yang terpusat secara maksimal dibagian akhir dari *wavelet*.
4. *Mix phase*, merupakan *wavelet* yang energinya tidak terkonsentrasi di bagian depan maupun di bagian belakang.

2.3. Seismik Refleksi

Metode seismik refleksi atau seismik pantul merupakan salah satu bagian dari seismologi eksplorasi yang dikelompokkan dalam metode geofisika aktif, yang mana pengukuran dilakukan dengan menggunakan sumber seismik. Setelah sumber getaran (misalkan dinamit) diberikan, terjadilah gerakan gelombang di dalam medium (tanah/batuan) yang memenuhi hukum elastisitas ke segala arah dan mengalami pemantulan ataupun pembiasan akibat munculnya perbedaan kecepatan dan massa jenis batuan. Kemudian gerakan partikel tersebut di rekam sebagai fungsi waktu. Berdasarkan data rekaman inilah dapat diperkirakan bentuk lapisan/struktur di dalam tanah. Kecepatan gelombang seismik sangat mempengaruhi perkiraan struktur lapsisan bawah permukaan bumi. Kecepatan gelombang seismik bergantung pada sifat elastisitas dan densitas dari material yang ada di bawah permukaan bumi. Respon sinyal seismik refleksi secara dominan dipengaruhi oleh gelombang P dan S, dan kedua gelombang tersebut memiliki persamaan matematis seperti di bawah ini.

$$Vp = \sqrt{\frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \tag{2.1}$$

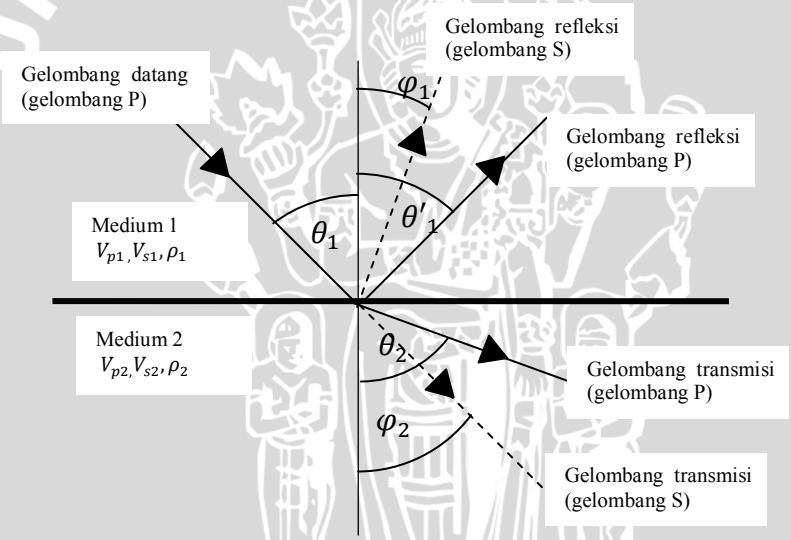
$$Vs = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \tag{2.2}$$

Keterangan :
μ adalah modulus geser (N/m^2),
k adalah modulus bulk (N/m^2),
ρ adalah massa jenis (kg/m^3).

Pendekatan yang digunakan dalam seismik refleksi adalah gelombang yang dihasilkan merupakan gelombang P. Hal tersebut digunakan karena hingga saat ini sulit untuk mendeteksi gelombang S pada bidang seismik refleksi.

2.3.1. Reflektivitas Gelombang

Koefisien refleksi dan transmisi terjadi pada bidang batas adalah gelombang P datang, gelombang P refleksi, gelombang Ptransmisi, gelombang S refleksi, dan gelombang S transmisi. Gelombang S merupakan gelombang yang terkonversi dari gelombang P akibat menghantam reflektor, sementara gelombang P yang terefleksikan disebut dengan gelombang refleksi P (Abdullah,2007).



Gambar 2.2. Refleksi dan transmisi gelombang P untuk sudut datang tidak sama dengan nol (Yilmaz, 1987).

Lintasan gelombang tersebut mengikuti hukum Snellius, yaitu:

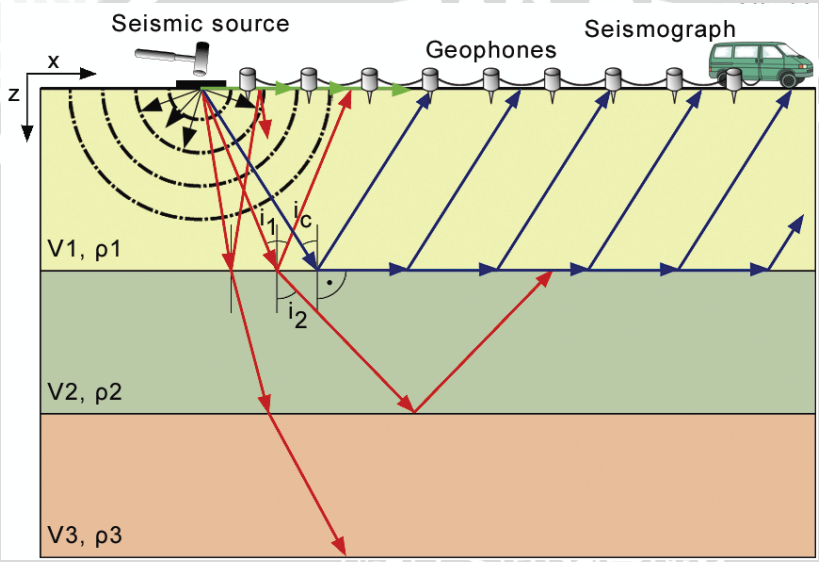
$$\frac{\sin\theta_1}{vp_1} = \frac{\sin\theta_1'}{vp_1} = \frac{\sin\theta_2}{vp_2} = \frac{\sin\varphi_1}{vs_1} = \frac{\sin\varphi_2}{vs_1} = \text{konstan} \quad (2.3)$$

Keterangan :

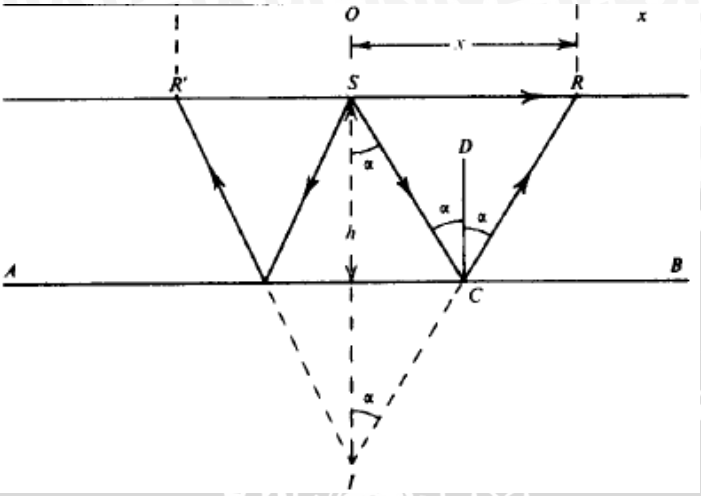
θ_1 : sudut datang gelombang P,

θ_2 : sudut transmisi gelombang P,

θ_1' : sudut refleksi gelombang P,
φ_1 : sudut refleksi gelombang S,
φ_2 : sudut transmisi gelombang S,
vp_1 : kecepatan gelombang P pada medium pertama,
vp_2 : kecepatan gelombang P pada medium kedua,
vs_1 : kecepatan gelombang S pada medium pertama,



Gambar 2.3. Sketsa survei seismik : model lapisan, berkas sinar seismik (hijau: penjalaran direct wave, biru : gelombang refraksi, merah : gelombang refleksi) (Wiederhold,2006).



Gambar 2.4. Geometri penjalaran gelombang seismik pada satu lapisan (Sheriff dan Geldart, 1995).

Diasumsikan kelajuan rata2 medium tersebut sebesar V, dengan waktu tempuh gelombang sebesar t untuk gelombang yang menjalar pada SC-CR. Perolehan waktu tempuh gelombang seismik pada kondisi seperti Gambar 2.4 dapat dirumuskan dengan (Sheriff dan Geldart, 1995):

$$t = \frac{SC + CR}{v} \tag{2.4}$$

JIka SC=CR, maka IR sebanding dengan panjang lintasan gelombang. Kemudian jika IR diubah kedalam x maka akan diperoleh persamaan

$$t(x) = \frac{IR}{v} = \frac{\sqrt[2]{x^2 + (2h)^2}}{v} \tag{2.5}$$

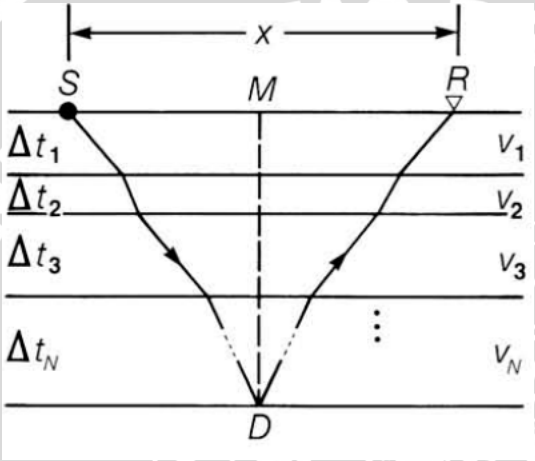
$$t^2(x) = \frac{x^2}{v^2} + \frac{4h^2}{v^2} \tag{2.6}$$

Ketika x=0 maka

$$t^2(0) = \frac{4h^2}{v^2}$$

(2.7)

Nilai v yang digunakan dalam persamaan di atas merupakan asumsi bahwa medium memiliki kondisi fisis yang sama atau dengan kata lain adalah homogen. Selain itu, medium juga dianggap terdiri atas satu lapisan. Pendekatan kondisi bumi yang terdiri atas berlapis-lapis medium digunakan pendekatan homogen isotropis atau lapisan lapisan homogen (Yilmaz, 1987).



Gambar 2.5. Geometri penjalaran gelombang seismik multi lapisan (Yilmaz,1987).

Untuk kondisi bumi sebagai lapisan homogen waktu tempuh saat offset x=0, persamaan akan menjadi (Yilmaz,1987) :

$$t^2(0) = \sum_{k=i}^{N} \Delta t_k \tag{2.8}$$

Kelajuan gelombang seismik tiap medium akan beragam. Sehingga waktu tempuh gelombang akan dipengaruhi oleh kelajuan RMS (Vrms)

$$t^2(x) = \frac{x^2}{v_{rms}^2} + t^2(0) \tag{2.9}$$

$$V_{rms}^2 = \frac{1}{\sum_{k=i}^{N} \Delta t_k} \sum_{i=1}^{N} v_i^2 \Delta t_i(0) \tag{2.10}$$

Reflektivitas gelombang seismik dinyatakan dengan intensitas sinyal seismik yang terekam. Intensitas dari gelombang refleksi bergantung pada besarnya kecepatan rambat gelombang seismik (v) dan densitas batuan ketika gelombang seismik merambat di bawah permukaan bumi (ρ). Kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik disebut dengan impedansi akustik. Secara fisis, impedansi akustik merupakan hasil perkalian antara kecepatan gelombang kompresi dengan densitas batuan (Wiederhold,2006).

$$I = V \cdot \rho \tag{2.11}$$

Kuat lemahnya suatu refleksi berdasarkan kontras impedansi akustik didefinisikan sebagai koefisien refleksi. Koefisien refleksi atau reflektivitas gelombang sebagai fungsi dari kecepatan gelombang P dan densitas masing-masing lapisan batuan dirumuskan sebagai berikut

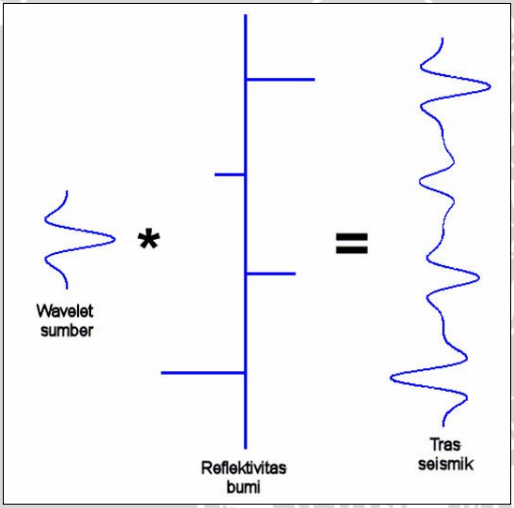
$$R = \frac{I_2 - I_1}{I_2 + I_1} \tag{2.12}$$

dengan R adalah koefisien refleksi, I_1adalah impedansi akustik pada lapisan pertama, I_2adalah impedansi akustik pada lapisan kedua(Wiederhold,2006).

Berdasarkan kedua persamaan di atas dapat diketahui bahwa gelombang seismik hanya akan terpantulkan jika terdapat perbedaan karakter fisis lapisan batuan. Sementara bumi merupakan lapisan yang terdiri atas banyak lapisan, sehingga untuk mempermudah proses perhitungan diperlukan pendekatan berupa asumsi bahwa bumi bersifat homogen isotropis. Homogen isotropis memiliki pengertian bahwa suatu medium dianggap memili karakter fisis yang sama kesegala arah, dan bumi tersusun atas berlapis lapin medium (Sheriff dan Geldart, 1995).

2.3.2. *Trace* Seismik

Trace seismik adalah data seismik yang terekam oleh satu perekam *(geophone)*. *Trace* seismik mencerminkan respon dari medan gelombang elastik terhadap kontras impedansi akustik (reflektivitas) pada batas lapisan batuan yang satu dengan batuan yang lain. Secara matematis, *trace* seismik merupakan konvolusi antara *wavelet* sumber gelombang dengan reflektivitas bumi. Konvolusi didefinisikan sebagai cara untuk mengkombinasikan dua buah deret angka yang menghasilkan deret angka yang ketiga. Pada dunia seismik deret-deret angka tersebut adalah *wavelet* sumber gelombang, reflektivitas bumi dan rekaman seismik (Abdullah,2007).



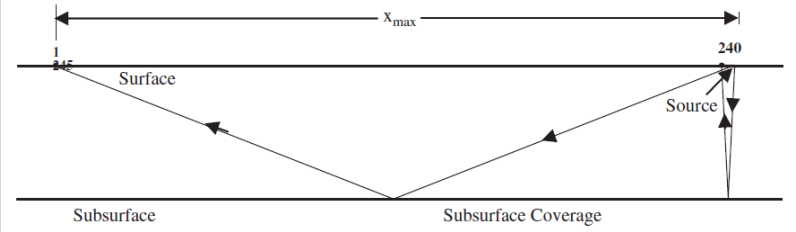
Gambar 2.6. Pembentukan *trace* seismic (Abdullah,2007).

Pada dunia seismik eksplorasi, pada setiap kali perekaman digunakan sebuah sumber dan beberapa buah penerima sinyal seismik, kemudian lokasi dari sumber tersebut dipindah dan direkam lagi hingga mencakup seluruh area eksplorasi. Metode seismik eksplorasi ini dapat dikorelasikan dengan metode USG yang digunakan kedokteran untuk memindai organ dalam makhluk hidup menggunakan gelombang m
ekanik berupa gelombang ultra sonik.

Di dalam eksplorasi seismik digunakan berbagai macam konfigurasi penembakan. Macam macam konfigurasi ini terkait

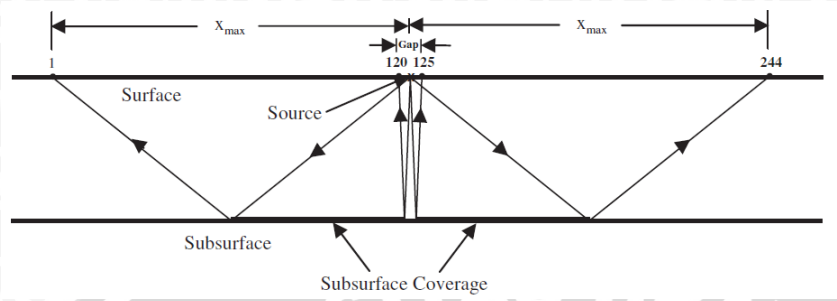
dengan efisiensi dalam pengambilan data agar memakan data dan waktu seminim mungkin. Pada pengambilan data di lapangan, sejumlah geophone disusun dalam satu kelompok yang disebut dengan stasiun penerima atau grup geophone/channel/trace. Sumber gelombang atau titik tembak *(shot point*) dengan stasiun penerima dihubungkan dalam suatu sistem penembakan. Adapun sistem penembakan yang dikenal pada metode seismik refleksi adalah (Susilo,1999):

1. *Off-end*. Model penembakan ini mempunyai jumlah lingkup ganda (*fold coverage*) terhadap titik bawah permukaan yang kecil, tetapi jangkauan kedalaman cukup jauh. Bila arah penembakan seolah-olah menarik bentangan stasiun penerima disebut *direct off-end*, sedangkan bila penembakan seolah-olah mendorong bentangan stasiun penerima disebut *reverse off-end*.



Gambar 2.7. *Off-end.* (Gadallah dan Fisher, 2009)

2. Split spread. Pada model penembakan ini posisi titik tembak terletak di tengah – tengah bentangan stasiun penerima. Sistem penembakan ni mempunyai keakuratan yang cukup tinggi karena memberikan jumlah fold coverage yang cukup besar. Bentangan spli spread dapat simetris maupun tidak simetris.



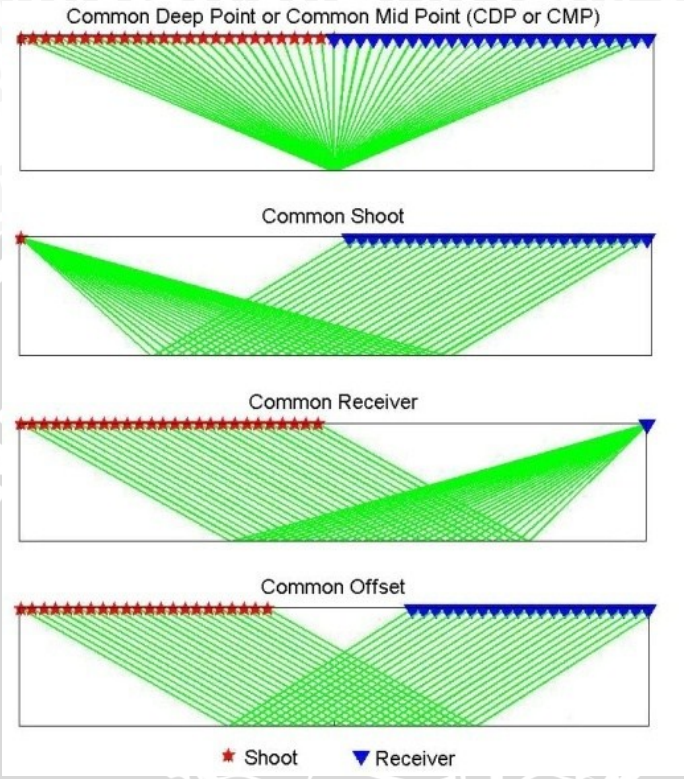
Gambar 2.8. *Symetrical* Split *Spread.* (Gadallah dan Fisher, 2009)

Dari gambar 2.4 dan 2.5 terdapat parameter dengan simbol X, parameter tersebut juga disebut sebagai offset. Offset merupakan jarak antara sumber gelombang seismik dengan penerima sinyal.

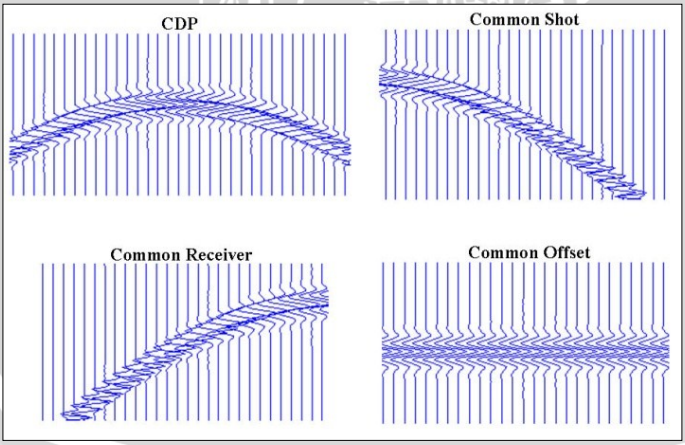
Selain itu juga terdapat berbagai macam konfigurasi pengumpulan sinyal seismik. Metode pengelompokan (*gather*) rekaman data seismik beragam, berdasarkan tipenya *gather* dibagi menjadi (Yilmaz,1987):

1. *Common- shot gather*: pengelompokan *trace* berdasarkan kesamaan lokasi sumber ledakan.
2. *Common - receiver gather*: pengelompokan *trace* berdasarkan kesamaan lokasi penerima sinyal seismik.
3. *Common – mid point/depth point gather*: pengelompokan *trace* berdasarkan kesamaan titik tengah atau titik pantul gelombang seismik.
4. *Common - offset section*: pengelopokan *trace* berdsarkan kesamaan jarak antara sumber dengan penerima.

Ilustrasi pengelompokan data tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4



(a)



(b)

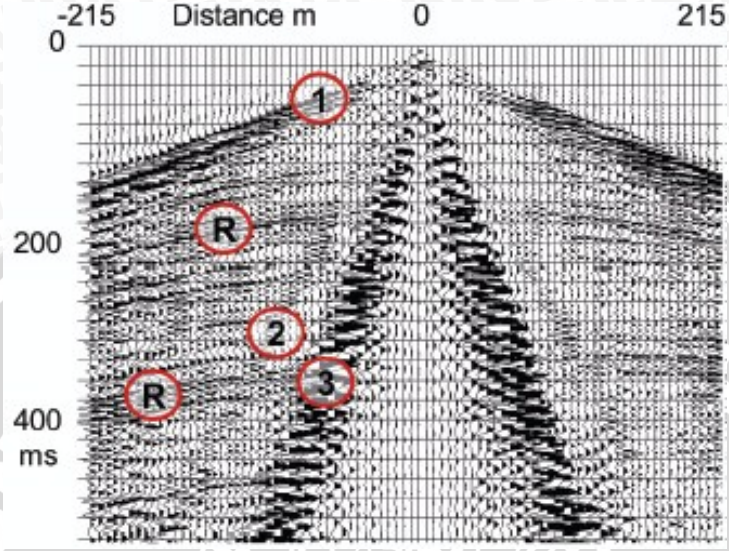
Gambar 2.9. Respon sinyal yang diterima berdasarkan pengelompokan sinyal seismik (Abdullah,2007).

2.3.3. Data dan Noise

Dalam seismik eksplorasi, respon yang diinginkan dari perekaman seismik hanyalah data tanpa *noise* (*noise*). Data pada seismik refleksi adalah respon sinyal yang dihasilkan oleh reflektivitas medium di bawah permukaan. Sedangkan *noise* adalah sinyal yang berasal dari faktor selain reflektivitas medium yang tidak dikehendaki. Menurut Yilmaz (1987), perekaman hasil data lapangan terdiri dari sinyal refleksi, *noise* koheren (*coherent noise*) dan *noise* acak (*random noise*). Sinyal refleksi dapat dikenali melalui karakteristik *traveltime* yang berbentuk hiperbola pada domain t-x. Frekuensi gelombang seismik yang merupakan sinyal refleksi berada pada rentang 10 Hz sampai 70 Hz dengan frekuensi dominan sekitar 30 Hz. Jika permukaan reflektor berbentuk horizontal maka pola sinyal refleksi akan berbentuk hiperbola pada kondisi *zero offset*. Namun, jika permukaan reflektor berbentuk miring maka bentuk sinyal refleksi akan berbentuk condong terhadap arah *updip* (Yilmaz,1987).

Noise yang termasuk noise koheren antara lain: *ground roll* , *guided waves* atau gelombang langsung, *noise* kabel, tegangan listrik, *multiple* (Abdullah,2007). *Ground roll* dapat diidentifikasi sebagai sinyal dengan frekuensi rendah, amplitudo yang sangat kuat serta kecepatan linier yang rendah. Komponen ini muncul akibat interaksi antara gelombang P dan S secara vertikal atau disebut sebagai gelombang permukaan vertikal (Rayleigh). *Ground roll* dapat muncul secara tersebar, dikarenakan kondisi fisis permukaan yang tidak homogen (Yilmaz, 1987).

Noise acak muncul akibat banyak hal. Beberapa penyebabnya antara lain *geophone* yang tidak tertanam secara optimal, getaran akibat angin, getaran kabel serta hal-hal yang berkaitan dengan keadaan sekitar perekaman data. Kejadian tersebut tersebut terjadi secara acak sehingga pola sinyal yang terjadi juga akan menjadi acak dan tidak membentuk pola (Yilmaz,1987).



Gambar 2.10. Tampilan pola sinyal refraksi (1), gelombang udara (2), sinyal refleksi data (R), dan *Ground roll noise* (3) pada shot gather (Wiederhold,2006).

2.4. Pengolahan Data Seismik

Pada dasarnya pengolahan data seismik mempunyai peranan penting untuk menghasilkan data yang baik dan benar sehingga dapat diinterpretasi pada tahap selanjutnya.Diharapkan dengan pengolahan benar maka hasil yang diperoleh menjadi lebih baik dalam menggambarkan kondisi bawah permukaan. Pemilihan tahapan pengolahan dan parameter-parameter dalam suatu rangkaian pengolahan memegang peranan penting untuk mencapai hasil tersebut (Mukaddas,2012).

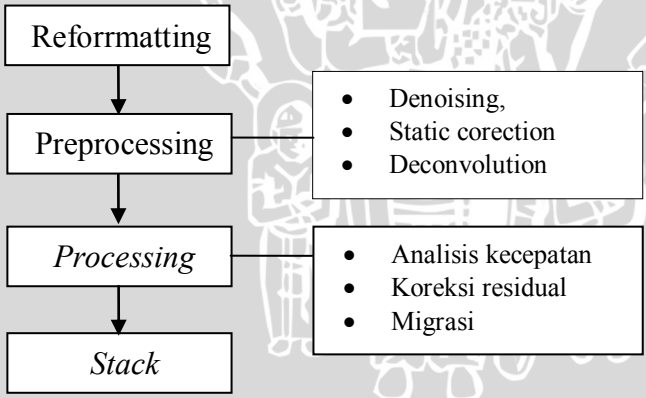
Tahap – tahap pengolahan data seismik dapat saja berbeda, hal ini sangat tergantung dari kebutuhan, efektivitas dan efisiensi yang diharapkan. Akan tetapi, tetap saja tujuan dari pengolahan tersebut adalah mengahasilkan penampang seismik yang baik dan benar dan dapat diterima dalam sebuah model geologi (Mukaddas,2012).

Tujuan utama pemrosesan data seismik menurut Vander Kruk (dalam Hasanudin,2005) adalah

1. Untuk meningkatkan signal to *noise* ratio (S/N)

2. Untuk memperoleh resolusi yang lebih tinggi dengan mengadaptasikan bentuk gelombang sinyal.
3. Mengisolasai sinyal-sinyal yang diinginkan(mengisolasi sinyal refleksi dari multiple dan gelombang-gelombang permukaan).
4. Untuk memperoleh gambaran yang realistik dengan koreksi geometri.
5. Untuk memperoleh informasi-informasi mengenai bawah permukaan (kecepatan, reflektivitas,dll).

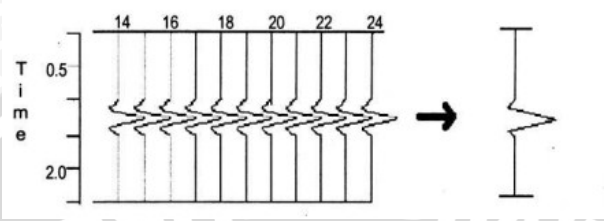
Adapun tahapan dalam pengolahan data seismik dibagi menjadi tiga bagian pokok yaitu reformatting, *preprocessing* dan processing. Pada tahap reformatting yaitu mengubah format perekaman data dari format lapangan ke format *internal processing*. Tahap *preprocessing* bertujuan untuk memperbaiki parameter fisik dari input (data seismik) melalui penyusunan geometri dan penguatan sinyal-sinyal refleksi (Sulistiana dkk.,2012). Pada tahap *processing* dilakukan beberapa proses yaitu tahap analisis kecepatan, koreksi residual, dan migrasi.



Gambar 2.11. Tahap utama pengolahan data seismik refleksi.

Pada proses pengolahan data seismik tahap stack merupakan tahap yang digunakan untuk megontrol hasil pengolahan data seismik. Stack merupakan proses penjumlahan trace- trace seismik dalam satu gather yang bertujuan untuk mempertinggi sinyal to noise ratio (S/N). Proses stack biasanya dilakukan berdasarkan *common depth point* (*CDP gather*) dan telah dikoreksi NMO kemudian

dijumlahkan untuk mendapatkan satu trace yang tajam (Hasanudin,2005).

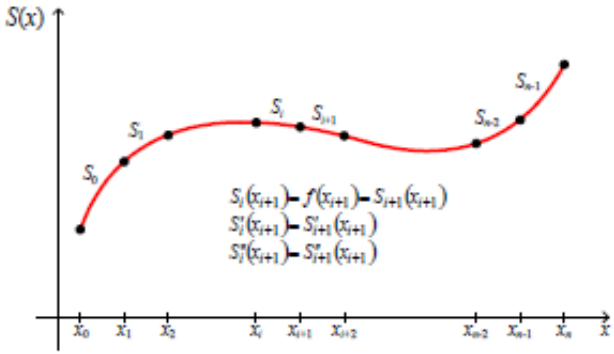


Gambar 2.12. Proses penjumlahan trace – trace seismik dalam stack (Hasanudin,2005).

2.5. Interpolasi Spline

Interpolasi dengan polinomial sering memberikan hasil yang tak dapat diterima. Polinomial interpolasi yang dihasilkan dari sejumlah besar data titik biasanya berderajat tinggi. Polinomial berdarajat tinggi biasanya bersifat osilatif (grafiknya naik turun secara cepat). Akibatnya, perubahan data pada interval kecil dapat menyebabkan fluktuasi yang besar pada keseluruhan interval. Karena alasan ini, biasanya interpolasi hanya menggunakan polinomial berderajat rendah. Dengan membatasi derajat polinomial interpolasi, diperoleh alternatif lain untuk mendapatkan sebuah kurva mulus yang melalui sejumlah titik. Caranya adalah interval yang memuat data titik dibagi menjadi beberapa subinterval dan pada setiap subinterval disusun polinomial interpolasi (Sahid,2004).

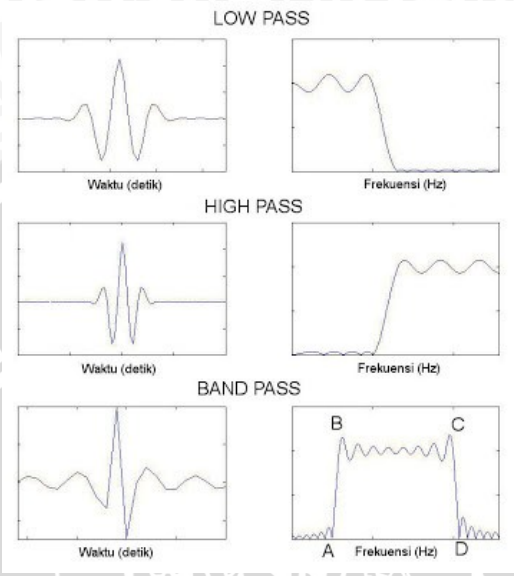
Spline merupakan sebuah bagian polinomial yang memenuhi kondisi kontinuitas diantara bagian-bagiannya. Spline juga sering dikaitkan dengan fungsi matematis yang digunakan untuk melakukan interpolasi data. Spline dapat digunakan untuk melakukan interpolasi dalam berbagai dimensi, baik dalam dimensi rendah maupun dimensi tinggi. Penghalusan spline dapat dipandang sebagai proses generalisasi dari interpolasi spline dimana fungsi spline digunakan untuk meminimalisasi kombinasi aproksimasi eror atas data yang diamati. Interpolasi spline menggunakan polinomial dengan *degree* yang rendah sehingga mampu membentuk garis yang halus. Tidak seperti polinomial yang lain, interpolasi spline mengahsilkan kesalahan yang rendah dan menghasilkan kurva yang lebih halus (Sanabila,2008).



Gambar 2.13. Pendekatan dengan interpolasi spline kubik (Nugroho,2009).

2.6. Filter

Filter frekuensi merupakan filter yang digunakan untuk menyaring frekuensi. Proses *filtering* bertujuan untuk menyelamatkan frekuensi yang dikehendaki. Terdapat beberapa macam *filtering* yaitu : band pass, low pass (*high cut*) dan high pass (*low cut*). Pada pengolahan data seismik band pass filter lebih umum digunakan karena gelombang seismik terkontaminasi dengan noise berfrekuensi rendah (seperti *ground roll*) dan noise dengan frekuensi tinggi (*ambient noise*). Gambar 2.14 menunjukkan ketiga jenis *filtering*, baik dalam kawasan waktu (*time domain*) maupun frekuensi domain (*frequency domain*).



Gambar 2.14. Macam filter.

2.7. Transformasi Radial *Trace*

Transformasi *radial trace* diperkenalkan oleh John Claerbout (1975, 1983) melalui *The Stanford Exploration Project*, menghasilkan pemisahan koordinat pada sinyal refleksi dan koheren *noise* secara signifikan. Keefektifan atenuasi *noise* pada transformasi ini terletak pada penggunaan variasi operasi *trace* tunggal pada domain *radial trace*. Berdasarkan berbagai percobaan telah dibuktikan bahwa salah satu teknik yang lebih efektif untuk atenuasi koheren *noise* adalah pemodelan *noise* melalui sebuah low-pass filter pada transformasi *radial trace* pada data berupa gather, kemudian dilakukan subtraksi transformasi inverse model *noise* yang telah dimodelkan dari data original gather (Henley,2000).

Pada dasarnya transformasi *radial trace* dengan notasi R merupakan proses pemetaan (*mapping*) amplitudo dari *seismic trace* yaitu S pada koordinat *source-receiver offset*x dan *two way travel time*t ke koordinat baru yaitu *apparent velocity*v dan *two-way travel time*t'. Secara matematis persamaan transformasi *radial trace* dapat dinotasikan sebagai berikut :

$$R\{S(x,t)\} = S'(v,t) \tag{2.13}$$

Persamaan inverse dari persamaan (2.5) adalah

$$R^{-1}\{S(v,t')\} = S(x,t) \tag{2.14}$$

$$t' = t - t_0 \tag{2.15}$$

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} \tag{2.16}$$

yang mana

R : transformasi *radial trace*

R^{-1}: *inverse* transformasi *radial trace*

S : *seismic trace*

S′ : *seismic trace* setelah perlakuan transformasi *radial trace*

x : jarak sumber dan penerima

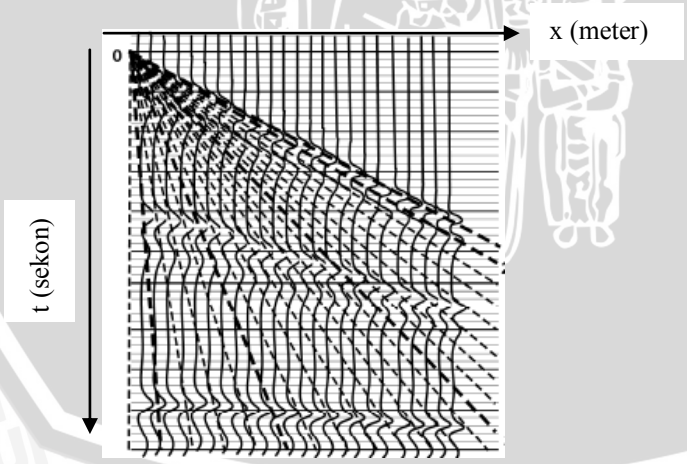
t : *two way travel time*

v : kecepatan semu

t′ : *two way travel time* transformasi *inverse*

t_0 : waktu pada saat penembakan sumber ledakan

Adapun metode dari transformasi *radial trace* dapat digambarkan sebagai berikut :

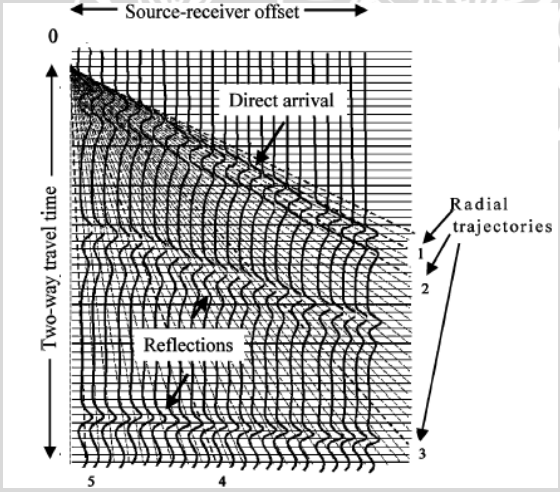


Gambar 2.15. Skema penarikan garis-garis kecepatan semu *(apparent velocity)* pada domain t-x (Bagheri,2007).

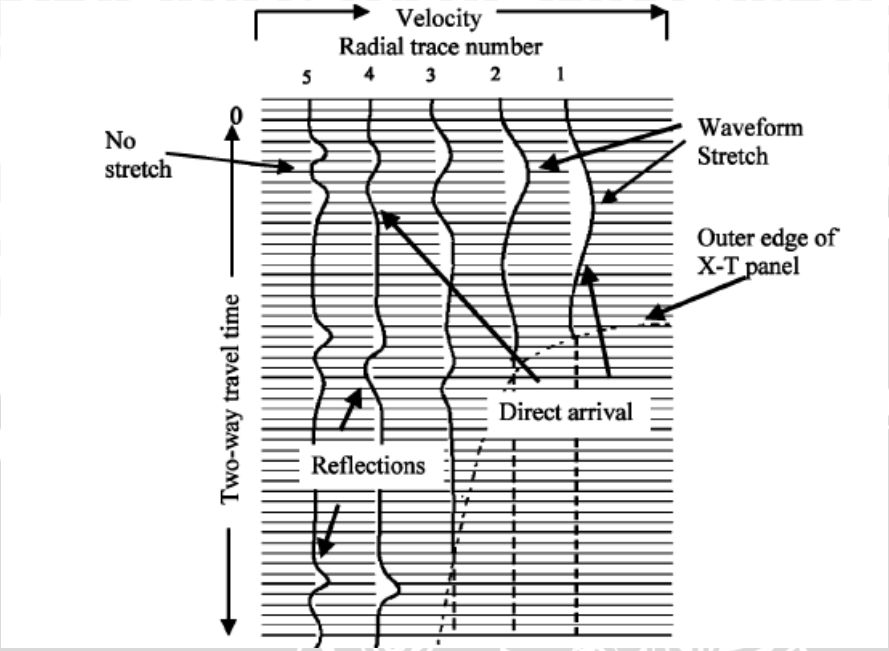
Pada transformasi *radial trace* proses pemeteaan *(mapping)* sebuah seismik *shot gather* dapat diilustrasikan melalui penarikan garis-garis kecepatan semu *(apprent velocity)* yang secara konvensional dilakukan dari domain x-t ke domain RT. Pada Gambar 2.16 dapat terlihat bahwa *radial trace* terdiri dari kumpulan garis-garis linier yang merupakan kecepatan semu konstan *(constant apparent velocity)* (Bagheri,2007). Kecepatan semu merupakan hasil penurunan x terhadap t pada domain t-x yang merepresentasikan gradien dari koordinat x dan koordinat t, dengan persamaan :

$$v_x = \frac{dx}{dt} \tag{2.17}$$

Pada transformasi *radial trace*, jumlah *radial trace* merupakan banyaknya *trace* yang berbentuk radial pada proses pencuplikan ulang di domain t-x, sehingga jumlah *radial trace* akan menjadi kumpulan *trace-trace* pada domain t-v (RT). Proses pemetaan *trace* seismik dari domain t-x ke domain RT dapat ditunjukkan sebagai berikut:

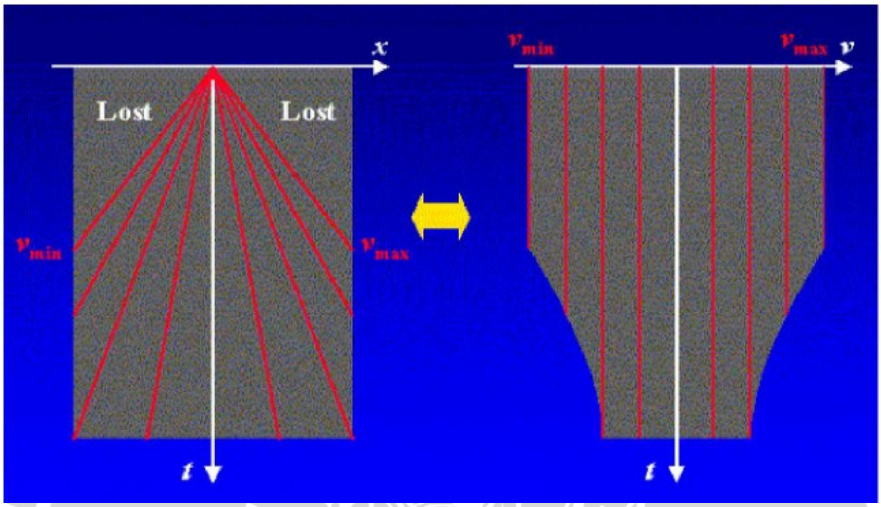


Gambar 2.16. Pencuplikan *seismic* traces dari domain t-x ke domain t-v. Nomor *trace* 1-5 akan ditransformasi ke dalam domain t-v (Henley,2000).



Gambar 2.17. Hasil transformasi RT dari domain t-x pada gambar 2.15 (Henley,2000).

Transformasi *radial trace* merupakan pencuplikan ulang data secara sederhana melalui garis kecepatan konstan. Data seismik yang tersampling oleh garis kecepatan konstan merupakan data yang terletak pada daerah v_{min} hingga v_{maks} dan data diluar batasan kecepatan konstan akan hilang. (Anonimous,2012).



Gambar 2.18. Data yang tersampling adalah data yang dilewati oleh garis merah dengan batasan kecepatan minimal dan maksimal (Anonimous,2012).

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 3 Maret 2014 hingga 29 April 2014 bertempat di PT.Elnusa Tbk - *Geoscience Services Division*, JL.TB. Simatupang kav.1B lantai 14 Jakarta 12560.

3.2. Alat yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan *workstation* milik PT.Elnusa Tbk. Dalam hal ini spesifikasi workstation yang digunakan sebagai berikut:

1. *RAM DDR3 2GB*
2. *PROCESSOR INTEL PENTIUM D 3GHZ*
3. *VGA : NVIDIA QUADRO-FX 540*

Prosessor :

1. *Intel® Xeon® processor E5-2400 and E5-2400 v2 product families.*
2. *Processor sockets: 2*
3. *Internal interconnect: Intel QuickPath Interconnect (QPI) link: 6.4GT/s; 7.2GT/s; 8.0 GT/s*
4. *Cache: 2.5MB per core; core options: 4, 6, 8, 10*
5. *Memory : 32GB (12 DIMM slots)*
6. *Network: Broadcom® 5720 Dual Port 1Gb LOM*
7. *Storage: Up to 32TB (8 Hot Plug SAS, SATA or SSD).*

3.3. Data Penelitian

Data masukan berupa data seismik darat 2 dimensi di daerah Sumatera Selatan, dalam format SEG Y dengan informasi data sebagai berikut :

1. *Record length* : *6 s*
2. *Sampling interval* : *2 ms*
3. *Line length* : *20 km*

4. *Active shot point* : *325*
5. *Shot point interval* : *60 m*
6. *Receiver interval* : *30 m*
7. *Tipe of source* : *Dynamite*
8. *Shot depth point* : *30 m*
9. *Shot geometry* : *Split spread*
10. *Total active channel* : *280 channel*
11. *Far offset* : *4215 m*
12. *Fold coverage* : *70*
13. *Low cut Filter* : *Out*
14. *High Cut Filter* : *200 Hz*
15. *CDP Interval* : *15 m*
16. *Near Offset* : *15 m*

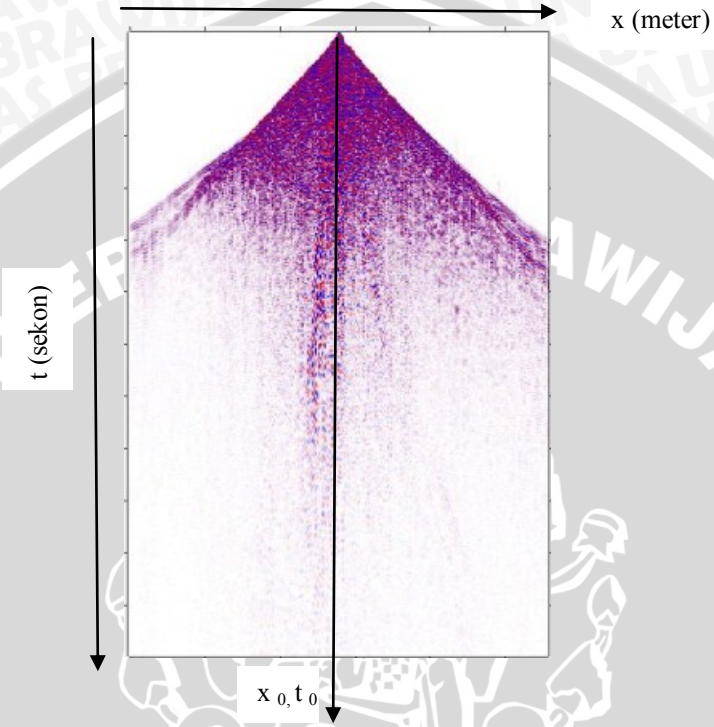
3.4. Pengolahan Data

Pada pengolahan data seismik refleksi dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap, langkah pertama yang dilakukan adalah *input data* dikelompokkan berdasarkan *shot point gather*. Data masukan kemudian dilakukan tes parameter dengan diawali perlakuan parameter inisial. Tes parameter yang telah dilakukan pada *shot point gather* selanjutnya akan dilakukan proses filter. Pada proses filter dilakukan filter *low cut* (*high pass*) dengan dua variasi perlakuan yaitu filter *low cut* pada daerah tanpa pembatasan filter dan pada daerah pembatasan filter. Hasil dari perlakuan filter akan dibandingkan dan dilakukan analisis.

3.4.1. Input data

Pada proses penginputan data, data seismik darat 2 dimensi dengan format SEG Y yang telah dilakukan proses *reformatting* diinputkan dan dilakukan proses awal dalam software *Omega2 WesternGeco* dengan tujuan data seismik darat 2 dimensi yang berupa format SEG Y dirubah menjadi format yang sesuai dengan software dan dapat diproses lebih lanjut pada software *Omega2 WesternGeco*. Data input yang telah sesuai dengan format *software* dikelompokkan dalam bentuk *shot point gather*, input data dalam

bentuk shot point gather ini merupakan data masukan awal yang akan diproses dalam peneltian ini.

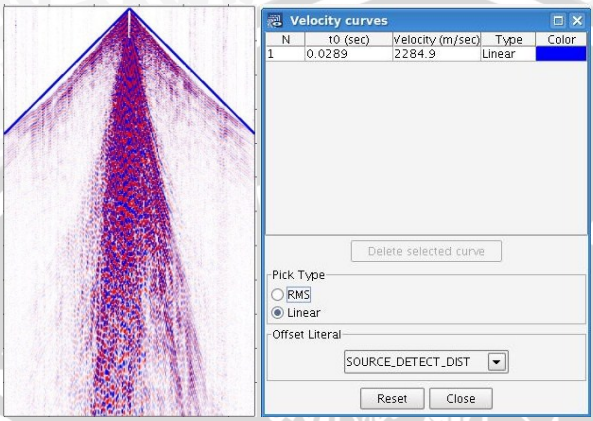


Gambar 3.1. Input data dalam bentuk *shot point gather*, arah horizontal merupakan koordinat jarak (*offset*) dan arah vertikal merupakan koordinat waktu (*time*).

3.4.2. Tes Parameter

Tahap selanjutnya yaitu *input data* dalam bentuk *shot point gather* dilakukan proses tes parameter. Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan data pada proses transformasi *radial trace*. Adapun tes parameter yang dilakukan adalah parameter jumlah *radial trace (number of radial traces)* dan kecepatan semu *(apparent velocity)*. Langkah awal yang dilakukan sebelum menentukan parameter jumlah *radial trace* adalah ditentukan inisial parameter untuk kecepatan semu. Inisial parameter ditentukan berdasarkan nilai kecepatan linier yang ditentukan dengan cara menarik kurva

kecepatan linier dalam *velocity calculator* yang tersedia pada *software Omega2 WesternGeco.*



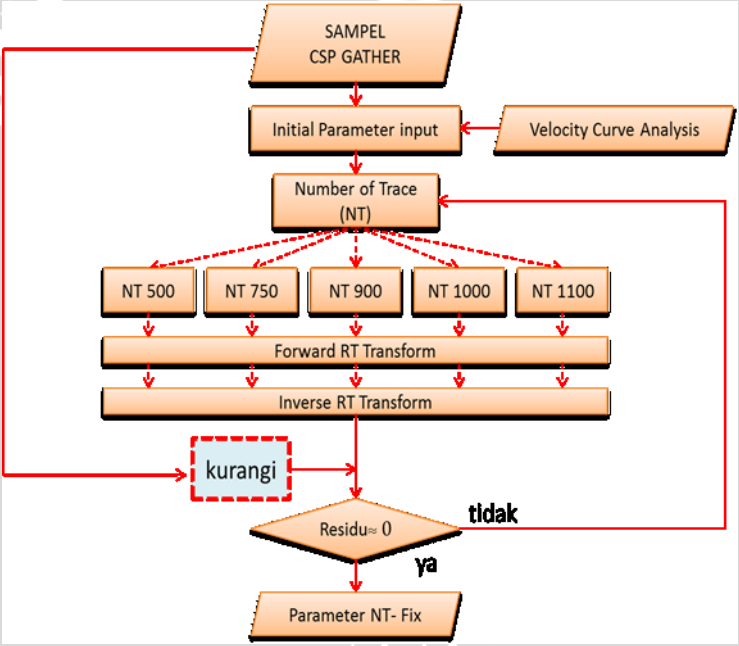
Gambar 3.2. Penentuan parameter inisial kecepatan semu dengan menggunakan *velocity calculator*.

Penentuan parameter inisial dilakukan dengan menentukan kecepatan semu tidak hanya pada satu *shot point gather* saja namun dilakukan pada *shot point gather* yang lain dan yang digunakan adalah nilai kecepatan linier yang terbesar. Pada *shot point gather* 297 dari 325 shot point gahter menunjukkan nilai kecepatan linier yang paling besar yaitu sebesar 2.284,9 m/s sehingga adanya nilai ini besar kecepatan linier yang digunakan sebesar 2.300 m/s.

Pada *shot point gather*, titik tengah yang membentuk puncak merupakan tempat dimana titik tembakan yang merupakan titik nol. Arah kanan dari titik nol merupakan nilai *offset* dengan nilai semakin positif sedangkan arah kiri dari titik nol merupakan nilai *offset* yang semakin negatif. Oleh karena itu, nilai dari kecepatan semu yang digunakan memiliki kecepatan semu minimal (*minimum apparent velocity*) dengan nilai negatif dan kecepatan semu maksimal (*maximum apparent velocity*) yang bernilai positif yaitu bernilai -2.300 m/s hingga 2.300 m/s. Penentuan nilai dari kecepatan semu maksimal dan minimal ditentukan oleh kecepatan linier yang telah diukur terlebih dahulu.

Tahap selanjutnya setelah penentuan parameter inisial kecepatan semu adalah tes parameter jumlah *radial trace.* Parameter jumlah *radial traces* dimulai dengan input data *shot point gather*

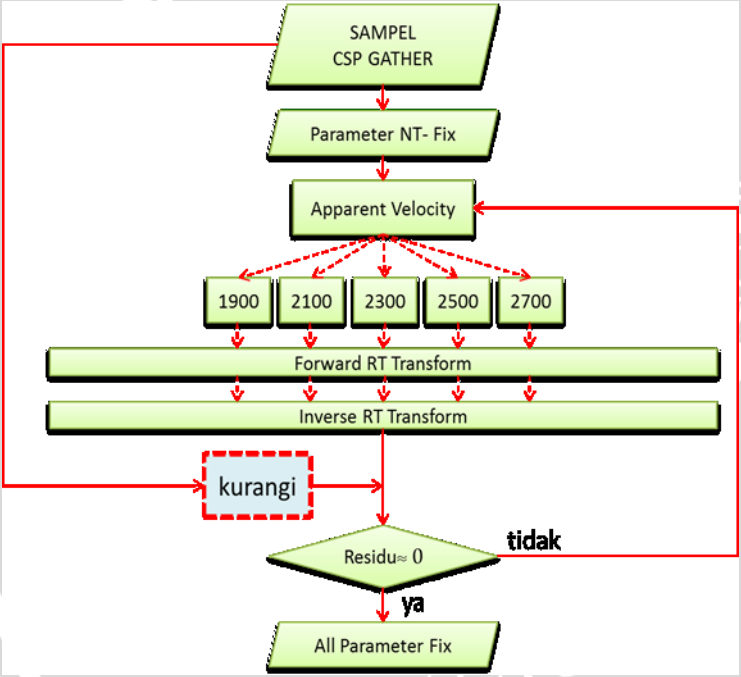
yang telah diberikan parameter inisial input berupa kecepatan semu maksimal 2.300 m/s dan kecepatan semu minimal -2.300 m/s. Tes parameter jumlah *radial trace* dimasukkan dengan variasi jumlah *radial trace* yaitu 500, 750, 900, 1.000 dan 1.100. Pada masing-masing variasi jumlah *radial traces* dilakukan transformasi *forward radial trace* kemudian dilanjutkan dengan transformasi *inverse radial trace* . Jika hasil input data *shot point gather* dikurangkan dengan hasil transformasi *inverse radial trace* menghasilkan residu yang bernilai mendekati nol maka hasil tes parameter yang dilakukan sesuai. Namun, jika hasil residu tidak bernilai mendekati nol maka dilakukan tes parameter ulang lagi hingga mendapatkan residu yang mendekati nol.



Gambar 3.3. Diagram alir tes parameter jumlah radial traces.

Tes parameter selanjutnya adalah menentukan kecepatan semu. Kecepatan semu ditentukan dengan cara memasukkan *shot point gather* dengan jumlah *radial trace* yang telah sesuai pada tahap tes parameter jumlah *radial trace* sebelumnya. Selanjutnya, ditentukan tes kecepatan semu dengan memasukkan nilai kecepatan

semu maksimal dan minimal -1900 m/s, 1.900m/s, -2.100 m/s, 2.100 m/s, -2.300 m/s, 2.300 m/s, -2.500 m/s, 2.500 m/s, -2.700 m/s dam 2.700m/s. Masing-masing variasi nilai kecepatan semu maksimal dan minimal dilakukan proses transformasi *forward radial trace*. Tahap berikutnya adalah melakukan transformasi *inverse radial trace*. Pada penentuan tes parameter kecepatan semu perlakuan yang diberikan sama yaitu jika input data dalam bentuk *shot point gather* dikurangkan dengan hasil transformasi *inverse radial trace* nilai residunya mendekati nol maka parameter kecepatan semu yang diberikan tepat. Namun, jika hasil residu belum mendekati nol maka tes parameter dilakukan perulangan.



Gambar 3.4. Diagram alir tes parameter kecepatan.

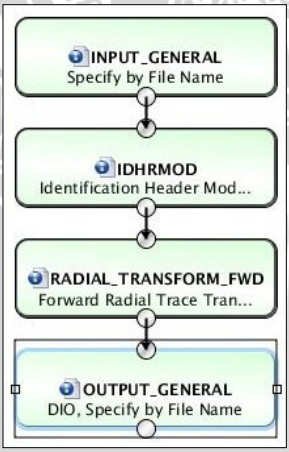
3.4.3. Transformasi Forward *Radial Trace*

Pada peneltian ini penggunaan transformasi *radial trace* dilakukan melalui dua tahap yaitu *forward radial trace* dan *inverse radial trace*. Pada tahap transformasi *forward radial trace*,

parameter utama yang penting dalam proses transformasi *forward radial trace* adalah parameter jumlah *radial trace* dan kecepatan semu. Parameter lain selain jumlah *radial trace* dan kecepatan semu adalah parameter yang tertera pada Gambar 3.5, namun parameter selain jumlah *radial trace* dan kecepatan semu tidak dilakukan perubahan karena penelitian ini terfokus pada jumlah *radial trace* dan kecepatan semu.

RADIAL_TRANSFORM_FWD	
Units	
Units of Time	MILLISECONDS
Units of Distance	METERS
Units of Velocity	METERS_SEC
General	
Minimum Velocity	-2300
Maximum Velocity	2300
Number of Radial Traces	1000
Radial Sampling Method	VELOCITY
Interpolation Type	SPLINE
Time Origin	0
Offset Origin	0
Start Times	FIRST_SAMPLE

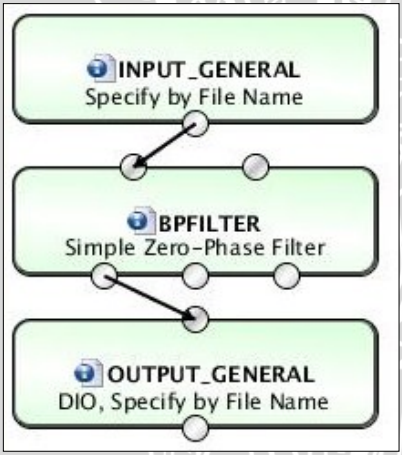
Gambar 3.5. Parameter pada transformasi *forward radial trace.*



Gambar 3.6. Alur proses transformasi *forward radial trace* pada *software.*

3.4.4. Filter menggunakan *Low Cut Filter*

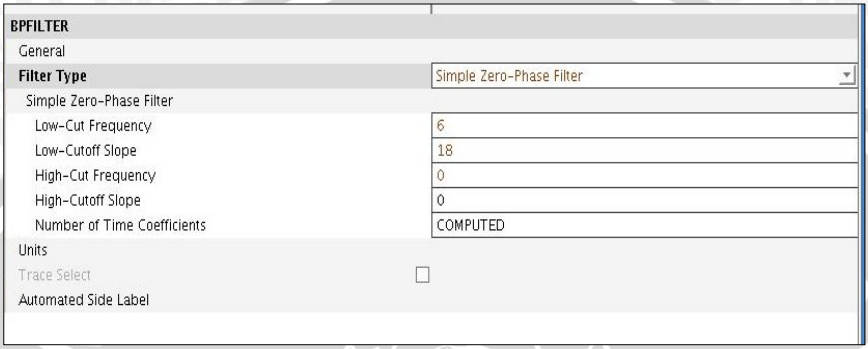
Pada penelitian ini dilakukan filter dengan jenis filter *low cut*. Filter *low cut* digunakan karena tujuan dari penelitian ini adalah mereduksi *noise* linier *ground roll* yang memiliki frekuensi rendah, sehingga dengan menggunakan filter jenis low cut dapat mereduksi frekuensi rendah pada data dan meloloskan frekuensi tinggi yang bukan merupakan *ground roll*. Pada tahap filter dilakukan dua perlakuan yaitu filter dengan daerah tanpa pembatasan daerah yang difilter *(noselect)* dan filter dengan daerah pembatasan daerah yang difilter *(select)*. Filter *low cut* dengan daerah tanpa pembatasan daerah (*noselect*) filter diberikan pada data input yang telah berada pada domain t-v. Berdasarkan kurva spektrum analisis dari input data berupa shot point gather, maka filter *low cut* dilakukan pada frekuensi ≤ 10 Hz. Proses yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.7. Alur untuk pemrosesan filter *low cut*.

Input_general pada alur Gambar 3.7 merupakan hasil dari proses transformasi *forward radial trace.* Hasil proses transformasi *forward radial trace* berupa domain t-v (domain RT) dilakukan filter dengan melakukan *low cut* pada frekuensi 10Hz, 9 Hz, 8 Hz, dan 7 Hz. Hasil dari filter *low cut* tersebut akan tersimpan pada bagian *output_general*. Pada Gambar 3.8 merupakan tahapan dalam melakukan filter low cut, yaitu dengan cara memasukkan angka pada

bagian *Low-Cut Frequency,* kemudian pada bagian *Low-Cut off Slope* akan muncul nilai tertentu *hasil dari masukkan angka yang Low–Cut Frequency* (angka muncul secara otomatis).

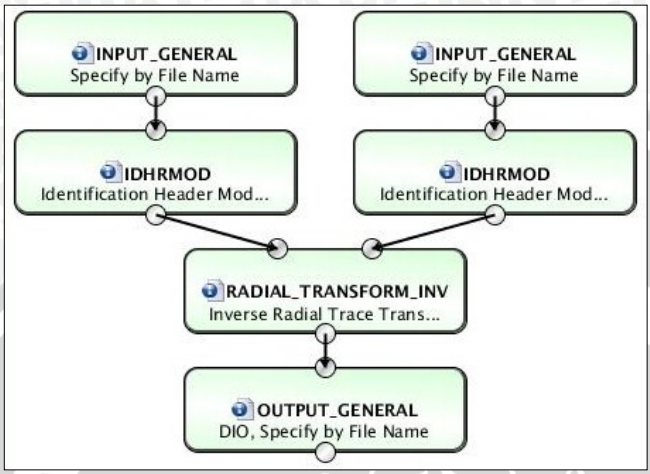


Gambar 3.8. Proses penginputan filter *low cut*.

Pada domain t-v, perlakuan filter *low cut* terdiri dari filter *low cut* untuk semua daerah pada domain t-v dan filter *low cut* untuk daerah tertentu pada domain t-v. Perbedaan perlakuan ini terletak pada perlakukan proses pemasukan komponen dalam parameter filter *low cut*. Pada domain t-x juga dilakukan filter *low cut* secara langsung tanpa melalui transformasi *radial trace*. Hal ini dilakukan bertujuan untuk membandingkan hasil filter melalui tahap transformasi *radial trace* dan hasil filter tanpa melalui tahap transformasi *radial trace.*

3.4.5. Transformasi Inverse Radial Trace

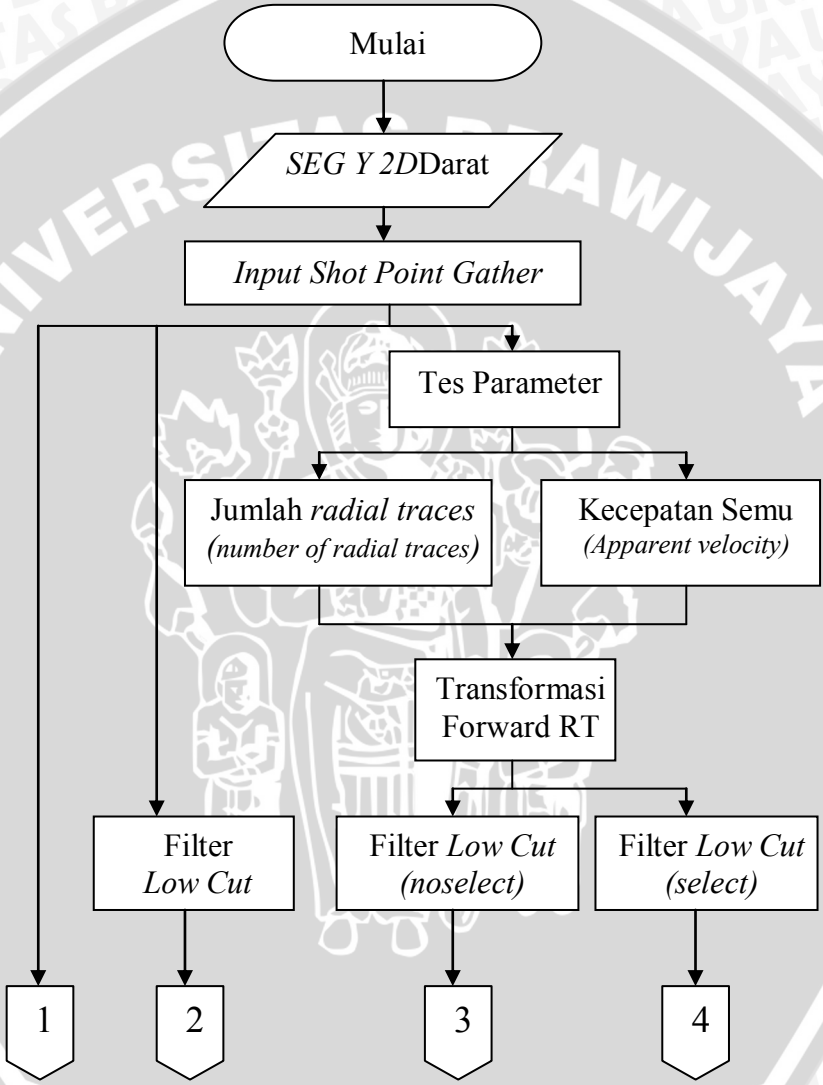
Tahap selanjutnya setelah perlakuan filter *low cut* pada domain t-v (domain RT) adalah tahap transformasi *inverse radial trace.* Input data yang dimasukkan pada tahap transformasi *radial trace* adalah input data *shot point gather* berupa domain t-x yang belum diberikan perlakuan apapun dan hasil dari filter *low cut* pada domain t-v. Berikut adalah alur dari pemrosesan pada tahap transformasi *inverse radial trace*:

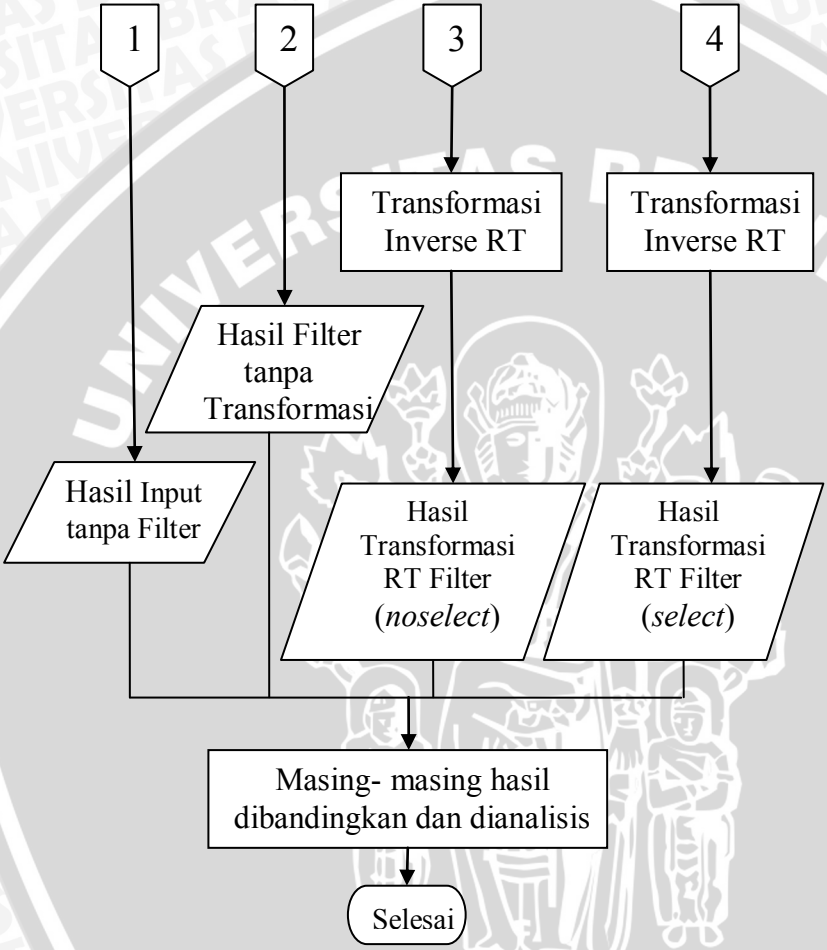


Gambar 3.9. Alur pemrosesan transformasi *inverse radial trace*.

Pada Gambar 3.9 *input_general* yang pertama adalah domain t-x dan *input_general* kedua berupa domain t-v. Tahap selanjutnya kedua *input* dilakukan proses transformasi *inverse radial trace* dan kemudian akan dihasilkan *shot point gather* dalam domain t-x yang telah melalui proses transformasi *radial trace*. Hasil dari tahap transformasi *inverse radial trace* adalah data kembali dalam bentuk domain t-x. Data pada domain t-x ini berupa *shot point gather,* akan dilakukan proses *stack* untuk menghasilkan penampang seismik secara keseluruhan.

3.5. Diagram alir





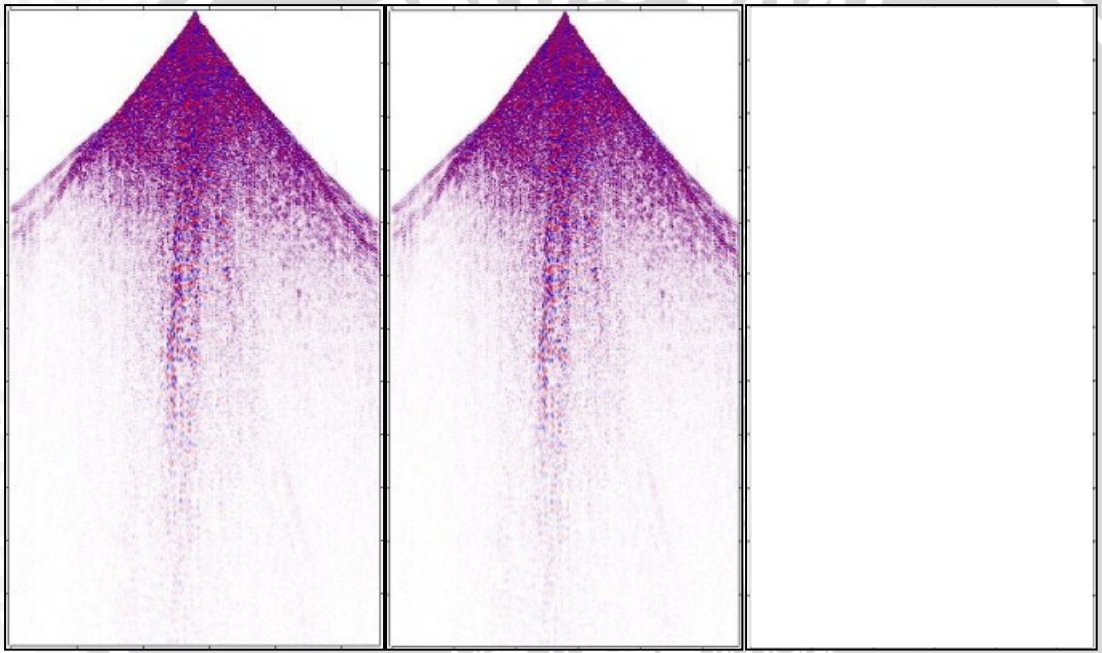
Gambar 3.10. Diagram alir penelitian

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hasil Tes Parameter

Pada tahap awal proses transformasi *radial trace* telah dilakukan tes parameter. Tes parameter dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan jumlah data yang sama dari hasil transformasi *radial trace* (sebelum diberi perlakuan filter) dengan data masukan. Pengukuran jumlah data dapat diamati dari hasil transformasi *radial trace* dikurangkan dengan data masukan, menghasilkan residu yang seminimal mungkin (mendekati nol). Transformasi *radial trace* dilakukan dengan melakukan pencuplikan ulang data dari domain t-x menjadi domain t-v. Proses pencuplikan ulang tersebut berpotensi menyisakan data apabila proses pencuplikan ulang tidak sesuai kebutuhan data. Kebutuhan data dalam hal ini berkaitan dengan kesesuaian nilai jumlah *radial trace* dan kecepatan semu yang dimasukkan dalam tes parameter. Pada transformasi radial trace parameter yang berpengaruh dalam proses pencuplikan ulang data adalah judmlah radial trace dan kecepatan semu. Jumlah *radial trace* berkaitan dengan banyaknya data (kepadatan data) dalam proses pencuplikan ulang, sedangkan kecepatan semu berkaitan dengan lebar area pencuplikan ulang.

Hasil residu dalam penentuan parameter yang tepat hingga mendapatkan residu seminimal mungkin (mendekati nol) dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Cara paling mudah dan cepat adalah dengan memperbesar parameter yang digunakan, namun cara ini tidak dapat dilakukan karena berkaitan dengan efisiensi waktu perhitungan di dalam mesin komputer serta berpengaruh terhadap kapasitas penyimpanan komputer. Jumlah data dari hasil transformasi *radial trace* dan data masukan akan sama dan menghasilkan Gambar 4.1 yang mana dihasilkan residu mendekati nol atau dengan kata lain tidak ada perbedaan antara hasil transformasi dengan data masukan(*input data*).



(a) (b) (c)

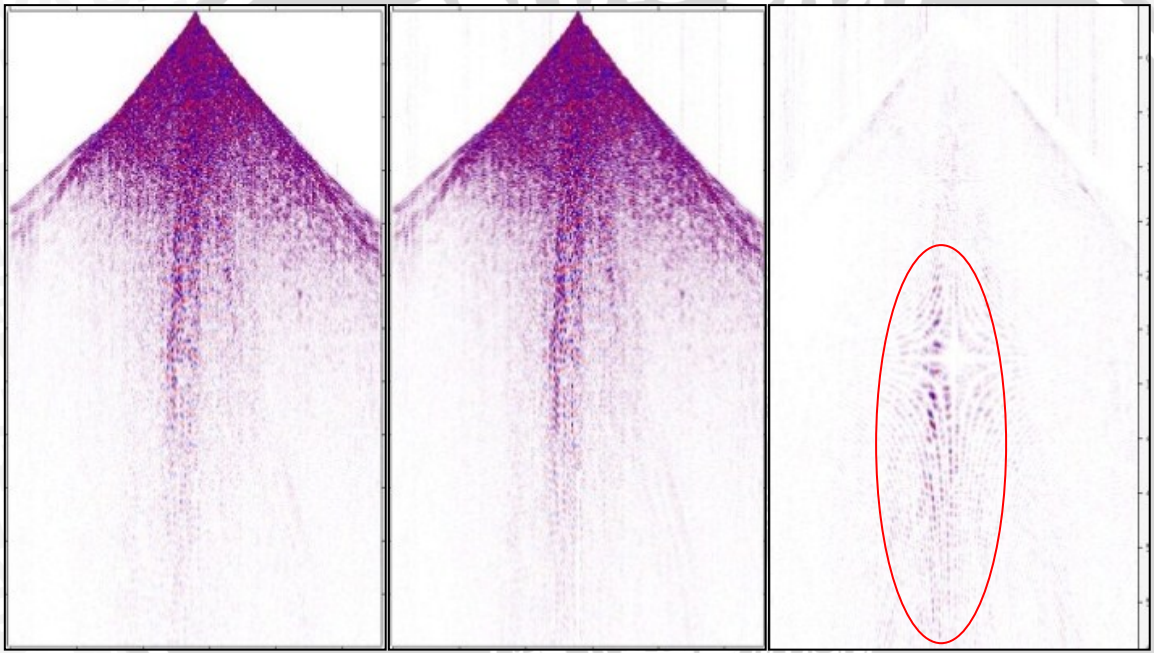
Gambar 4.1. Hasil tes parameter yang diharapkan (a:data masukan, b:hasil transformasi *inverse* RT, c:residu).

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa gambar (a) adalah data masukan yang akan dilakukan transformasi *radial trace*, (b) merupakan hasil data masukan yang telah dilakukan transformasi *radial trace* kemudian ditransformasi balik (transformasi *forward* kemudian dilakukan transformasi *inverse*). Transformasi *radial trace* dilakukan dengan cara pencuplikan ulang dan selama tidak diberikan perlakukan apapun seperti filter, maka ketika data tersebut ditransformasi balik tidak akan mengalami perubahan, dengan kata lain sisa atau residu antara data masukan dengan hasil transformasi (Gambar 4.1 c) adalah mendekati nol. Semakin bersih data pada hasil residu menunjukkan bahwa data tidak ada yang terbuang hal ini ditandai dengan semakin putih hasil residu maka nilai amplitudo yang merupakan data semakin mendekati nol.

4.1.2. Jumlah Radial Trace

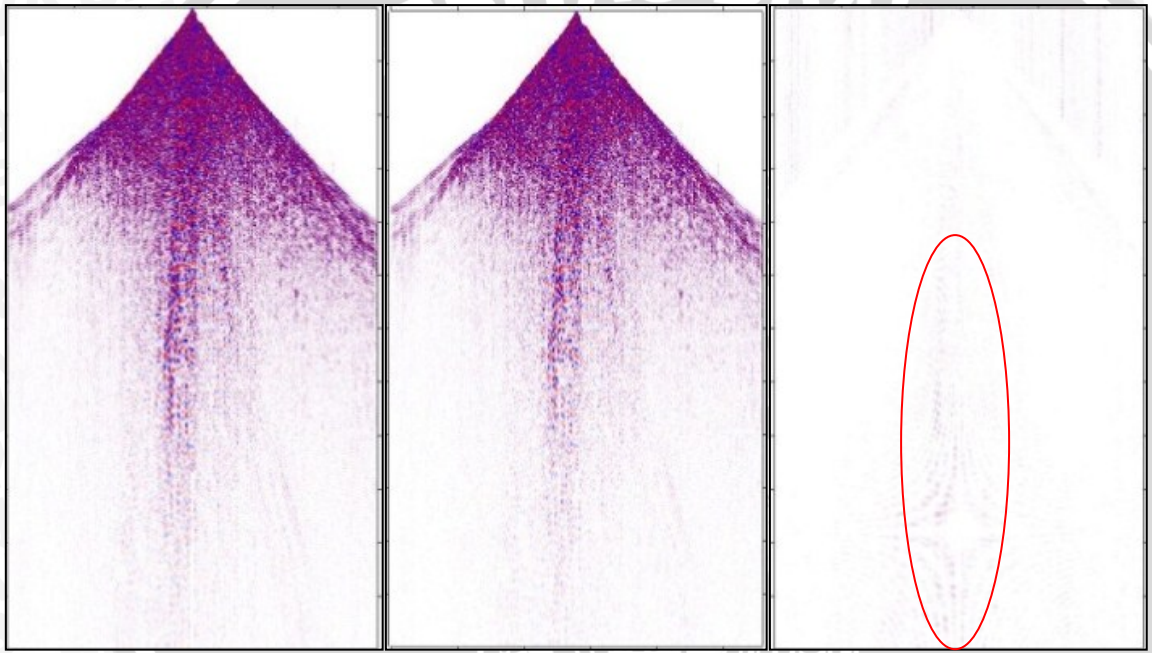
Pada tes parameter jumlah *radial trace* diberikan parameter awal berupa kurva kecepatan linier. Kurva kecepatan linier ini dilakukan untuk membatasi cakupan data yang akan dicuplik(disampling). Tes parameter jumlah *radial trace* dapat dilakukan setelah cakupan data diberikan. Hasil dari pengujian parameter jumlah *radial trace* ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa data masukan dikurangkan dengan hasil input data yang melalui proses transformasi *radial trace* memiliki residu yang cukup banyak. Residu terlihat dari banyaknya pola berwarna pada gambar (c). Adanya warna pada gambar tersebut menunjukkan adanya amplitudo, sedangkan adanya amplitudo pada penampang menunjukan masih adanya sinyal data. Tampilan pada residu (c) seharusnya tidak boleh menyisakan data karena adanya sisa data menunjukkan bahwa hasil transformasi tersebut mengalami perubahan jumlah data. Pemasukan jumlah *radial traces* 500 masih belum tepat dalam proses ini, sehingga dilakukan tes parameter jumlah *radial traces* dengan nilai 750, 900, 1.000 dan 1.100. Hasil dari tes parameter dengan variasi jumlah *radial traces* dapat dilihat pada Gambar 4.3 hingga 4.6.



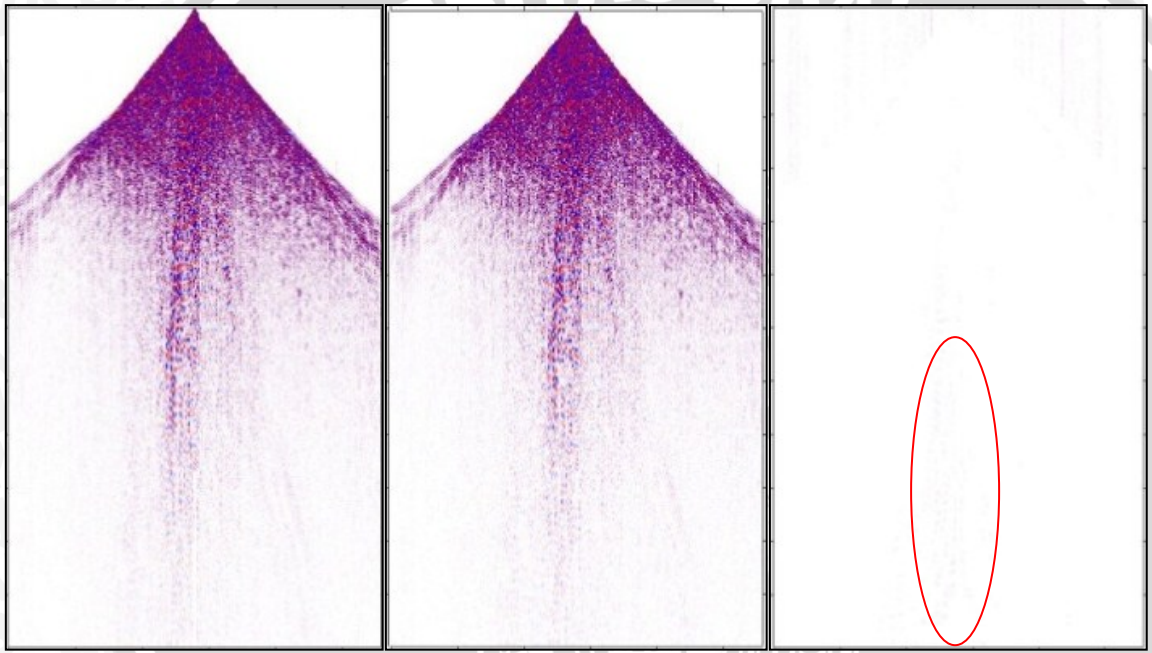
(a) (b) (c)

Gambar 4.2. Hasil parameter jumlah *radial trace* 500 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c:residu)



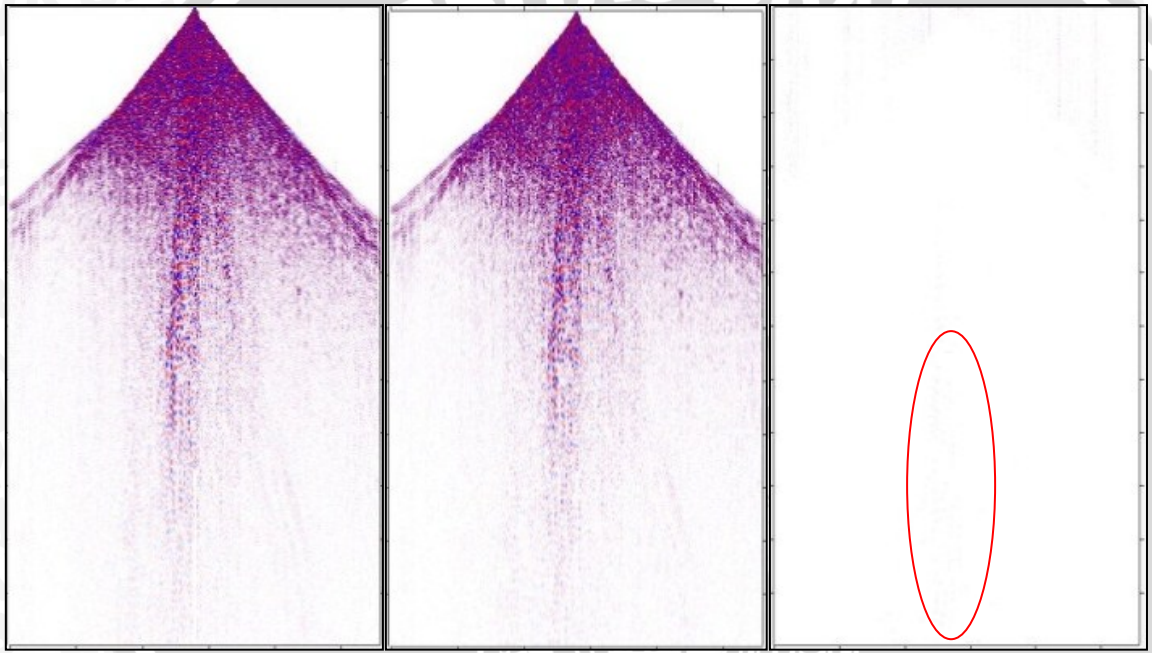
(a) (b) (c)

Gambar 4.3. Hasil parameter jumlah *radial trace* 750 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



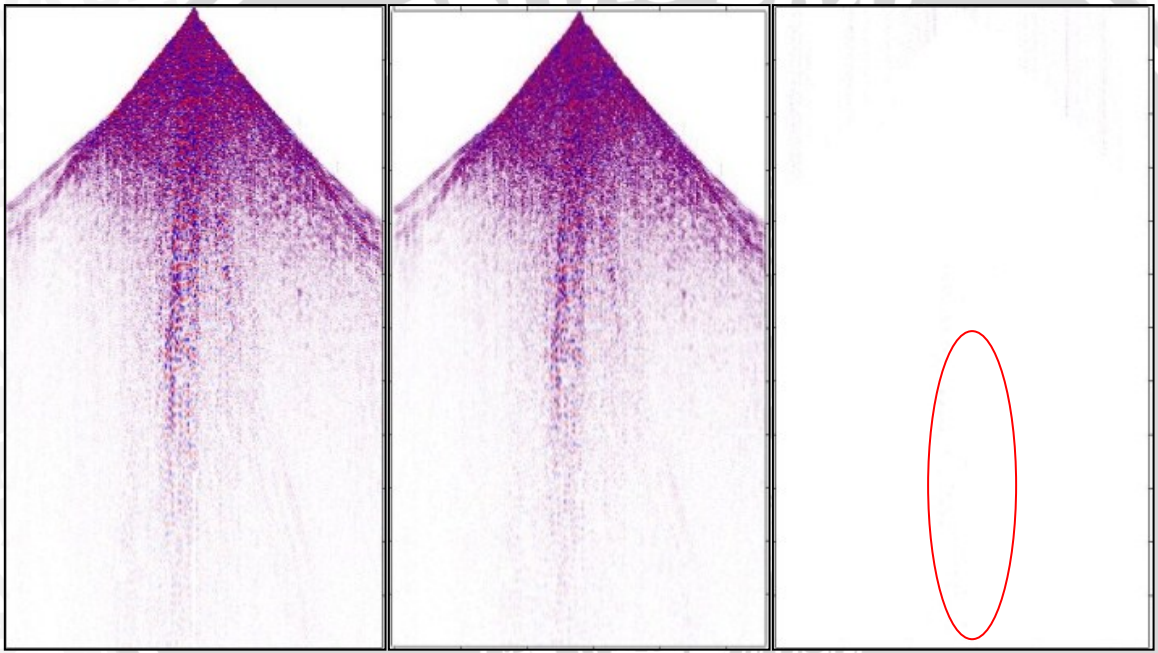
(a) (b) (c)

Gambar 4.4. Hasil parameter jumlah *radial trace* 900 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

Gambar 4.5. Hasil parameter jumlah *radial trace* 1.000 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

Gambar 4.6. Hasil parameter jumlah *radial trace* 1.100 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)

Berdasarkan hasil parameter dengan jumlah *radial trace* 750 masih meninggalkan adanya data pada tampilan residu. Pada jumlah *radial trace* 900 mulai tampak hasil residu yang hampir mendekati nol, namun jika diamati masih ada data yang terbuang. Oleh karena itu, dilakukan tes parameter jumlah *radial trace* 1.000. Pada jumlah *radial trace* 1.000 residu yang dihasilkan dari masukan data yang dikurangkan dengan hasil transformasi balik *radial trace* menunjukkan jumlah data yang tercuplik sama dengan jumlah data yang terdapat pada data masukan, sehingga parameter yang digunakan adalah jumlah *radial trace* 1.000. Pada parameter jumlah *radial traces* 1100 juga menunjukkan hasil residu yang lebih bersih dibandingkan dengan jumlah 1000, namun memerlukan waktu lebih lama untuk jumlah *radial trace* 1.100.

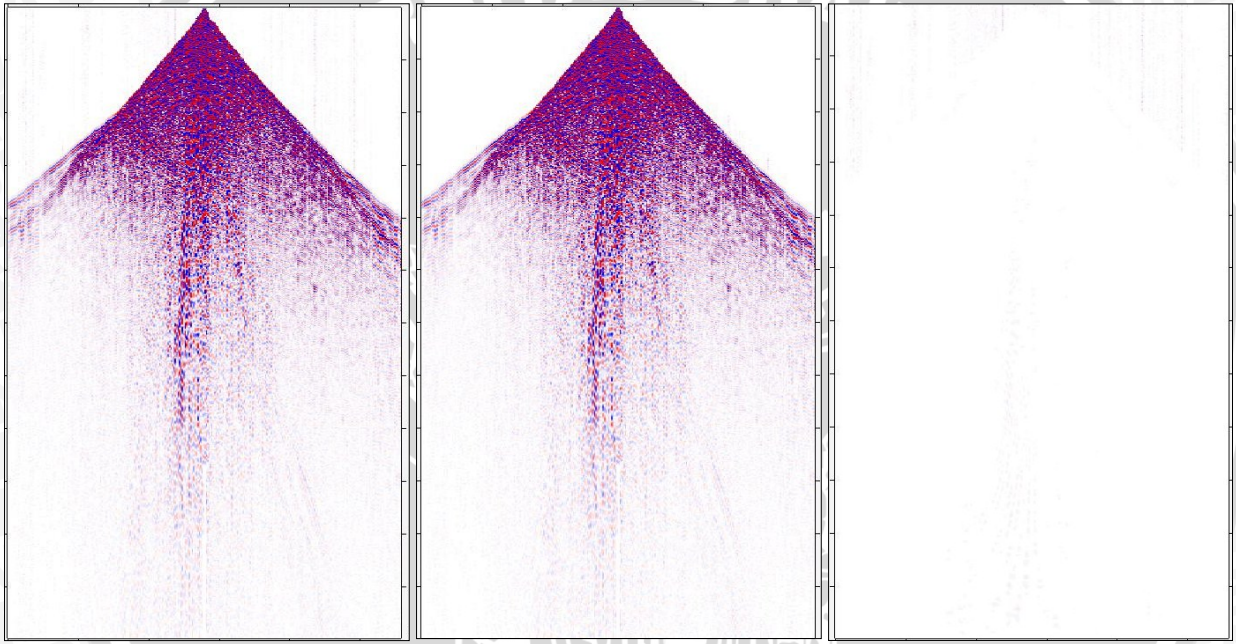
Pada Gambar 4.2c pola residu yang dihasilkan tidak memiliki pola yang sama dengan Gambar 4.2a maupun 4.2b, hal ini terjadi akibat data yang tercuplik ulang selama proses transformasi tidak seluruhnya ikut tercuplik, sehingga akan menyisakan rongga-rongga data. Rongga- ronga muncul karena data yang tidak tercuplik selama proses transformasi, diinterpolasi dengan metode spline, kemudian hasil transformasi RT ditransformasi balik ke domain t-x dan dikurangkan dengan data masukan, karena ada data yang tidak tercuplik maka muncul rongga-rongga data.

Pada data yang berbeda dibutuhkan jumlah *radial traces* yang berbeda. Jumlah data dan lebar data berpengaruh pada jumlah *radial traces* yang dibutuhkan. Solusi untuk mendapatkan jumlah minimal *radial trace* yang dimasukkan agar semua data tercuplik atau agar tidak terjadi *alliasing*, dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\mathrm{NT} = \frac{v_m}{(\mathrm{f/R})}.\mathrm{Tr} = \frac{2300}{(4215/6)}.280 = 916{,}7 \approx 917\ radial\ traces \tag{4.1}$$

Keterangan:

NT : jumlah *radial trace*,
v_m : kecepatan semu maksimum *(max apparent velocity)* (m/s),
R : waktu lama rekaman (s),
Tr : jumlah *traces* pada domain t-x,
f : *offset* terjauh (m).



a) (b) (c)

Gambar 4.7. Hasil parameter jumlah *trace* 917 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu).

Penentuan perkiraan jumlah *radial trace* ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *alliasing* data. Efek *alliasing* yang muncul pada kasus ini dikarenakan pencuplikan data yang tidak sempurna menyebabkan adanya data yang tidak tercuplik. Pada proses transformasi ini melibatkan adanya interpolasi spline, dengan adanya interpolasi, data yang tidak tercuplik jika diinterpolasi dengan data yang tercuplik akan terjadi *alliasing* data. *Alliasing* ditunjukkan dengan adanya perbesaran amplitudo jika dibandingkan dengan amplitudo data asli, sehingga dengan adanya perkiraan minimal jumlah *radial trace* akan memudahkan penentuan jumlah *radial trace* serta dapat mempersingkat waktu dan secara tidak langsung meringankan sistem kerja CPU pada saat pengolahandata (*running data*). Hasil jumlah radial trace yang didapatkan dari persamaan 4.1 diperoleh jumlah *radial trace* sebesar 917 *trace* , namun jumlah *radial trace* yang dipilih sebesar 1.000. Tujuan dari pemilihan jumlah radial trace 1.000 adalah karena pembulatan dari 917 dan diperkirakan lebih aman dalam mempertahankan jumlah data serta tetap efisien dari segi waktu perhitungan.

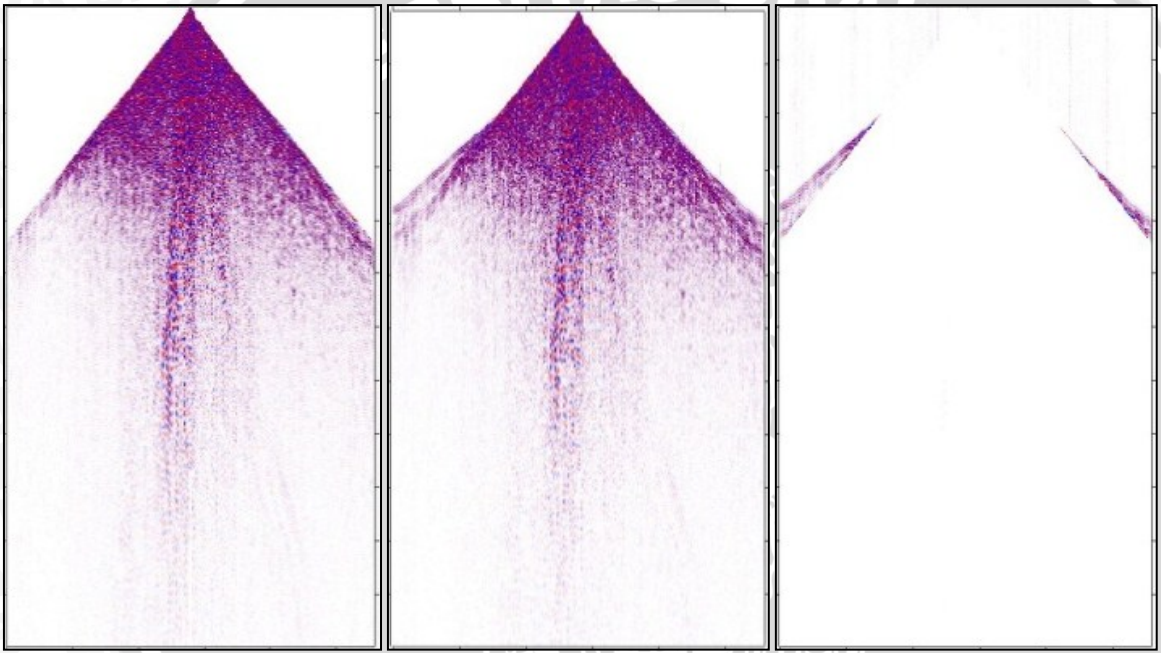
Variasi jumlah *radial trace* menunjukkan bahwa dengan jumlah *radial trace* yang tepat data akan dapat tercuplik secara keseluruhan. Tampilan residu menunjukkan semakin bersih residu yang dihasilkan maka semakin banyak data yang tercuplik, sehingga jumlah *radial trace* menentukan banyaknya data yang tercuplik pada domain RT(t-v).

4.1.3. Kecepatan Semu

Tes parameter selanjutnya adalah tes parameter kecepatan semu. Kecepatan semu itu sendiri merupakan gradien pola reflektor yang dihasilkan dari respon seismik. Pola reflektor tersebut merupakan reflektivitas medium terhadap gelombang seismik, semakin jauh jarak *offset* maka akan semakin lama sinyal tersebut diterima, sehingga pola reflektor akan membentuk semacam gradien seiring dengan bertambahnya jarak penerima atau *offset*. Pada tampilan *shot point gather*, sumbu x merupakan jarak *offset* yang berdimensi jarak dengan satuan meter. Pada sumbu y merupakan waktu tiba gelombang dengan satuan milisekon, sehingga gradien

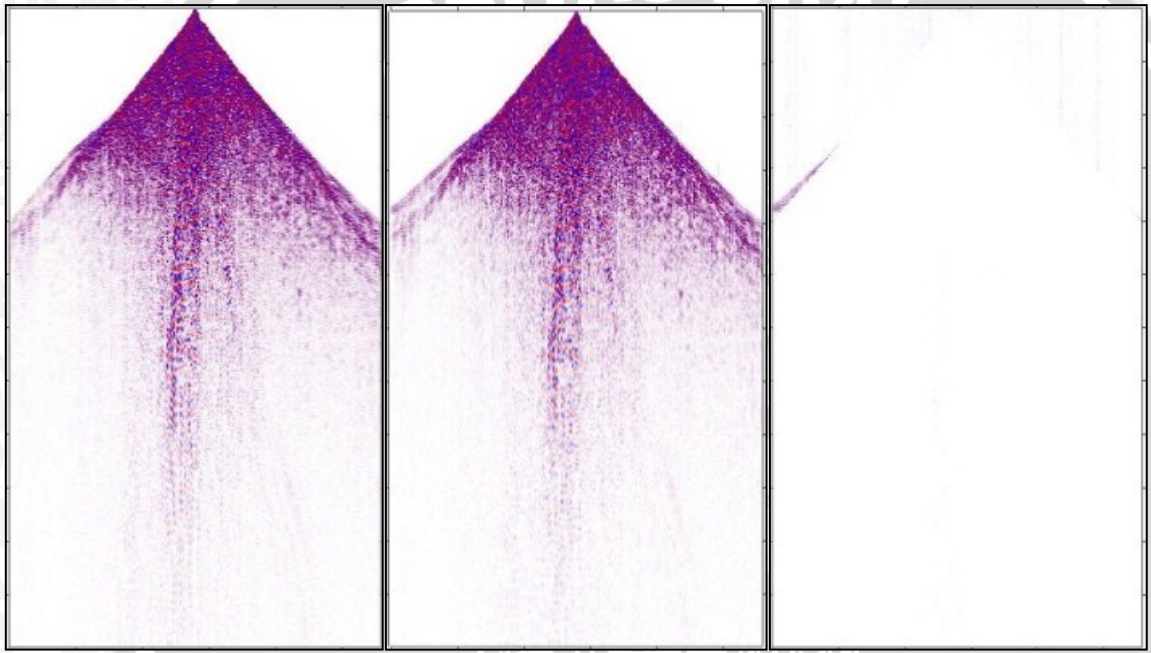
yang dibentuk antara sumbu x dan y memiliki satuan m/s, dan satuan ini adalah satuan dari kecepatan. Kecepatan semu digunakan karena gelombang seimik di bawah permukaan tidak selalu merambat dengan kecepatan tersebut. Pada tes parameter ini jumlah *radial trace* yang paling optimal berdasarkan tes parameter sebelumnya digunakan dalam proses tes parameter kecepatan semu, yaitu jumlah *radial traces* sebesar 1.000.

Penentuan kecepatan semu dilakukan dengan memasukkan berbagai variasi nilai kecepatan maksimal dan minimal berdasarkan hasil perkiraan kecepatan linier pada data. Kecepatan linier dapat ditentukan melalui pengukuran pada *velocity calculator*, dengan menggunakan *velocity calculator* dapat diketahui kisaran kecepatan maksimal dan minimal yang dimiliki oleh data. Besar kecepatan semu yang diberikan pada tes parameter hanya menunjukkan bahwa jika kecepatan semu yang diberikan tidak mencakup besar kecepatan data maka data yang tidak berada dalam cakupan kecepatan semu tidak akan tercuplik, ditunjukkan dengan adanya sisa pada tampilan residu.



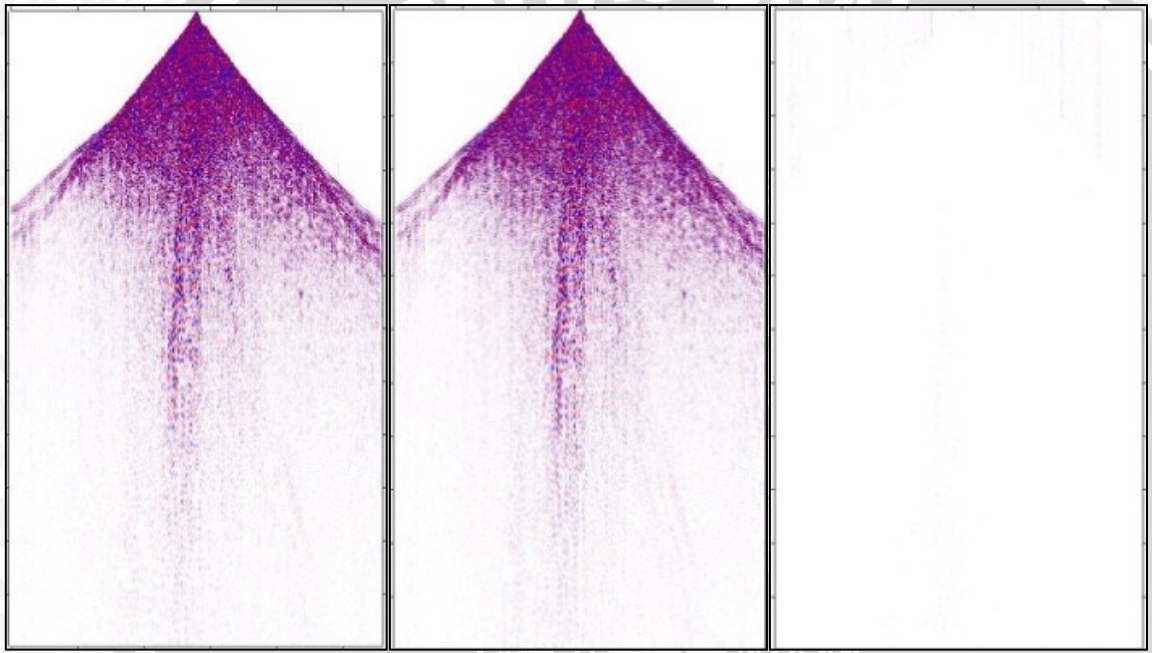
(a) (b) (c)

Gambar 4.8. Hasil parameter kecepatan semu -1 900 m/s dan 1.900m/s dengan jumlah *trace* 1.000.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



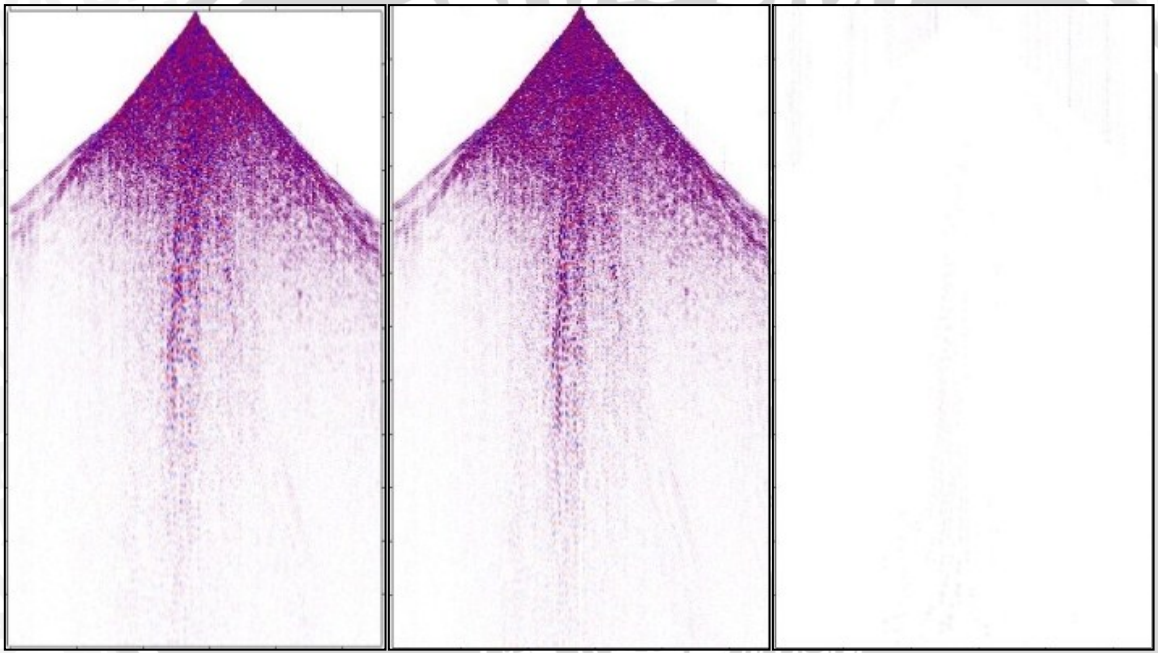
(a) (b) (c)

Gambar 4.9. Hasil parameter kecepatan semu -2.100 m/s dan 2.100 m/s dengan jumlah *trace* 1.000.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



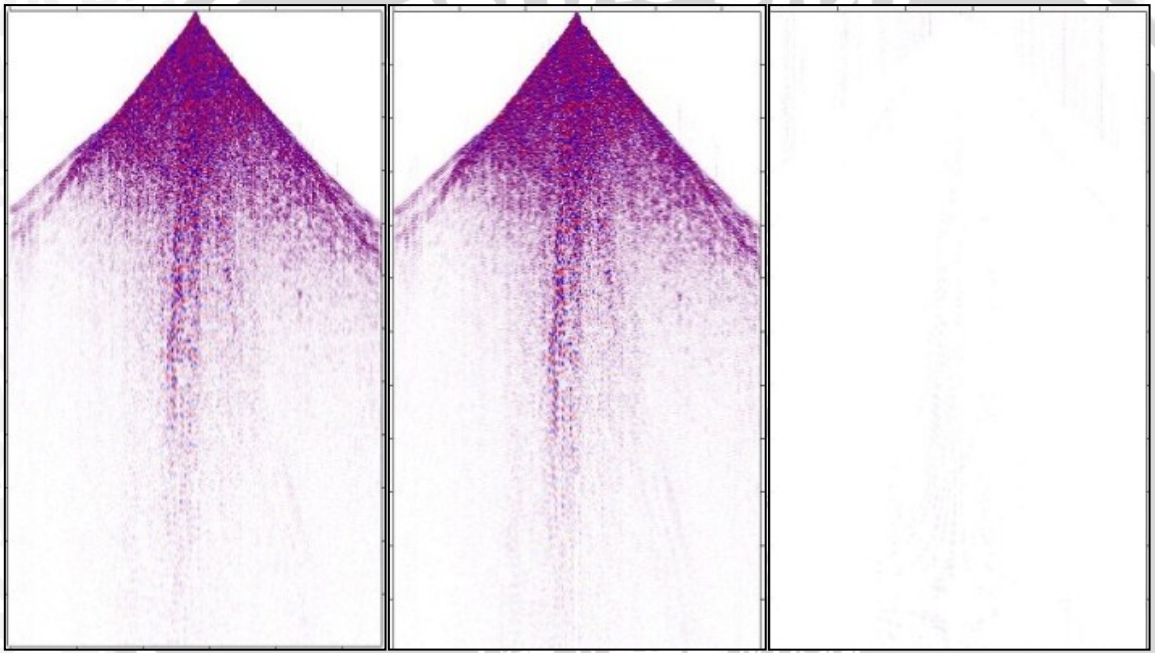
(a) (b) (c)

Gambar 4.10. Hasil parameter kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s dengan jumlah *trace* 1.000. (a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

Gambar 4.11. Hasil parameter kecepatan semu -2.500 m/s dan 2.500 m/s dengan jumlah *trace* 1000.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



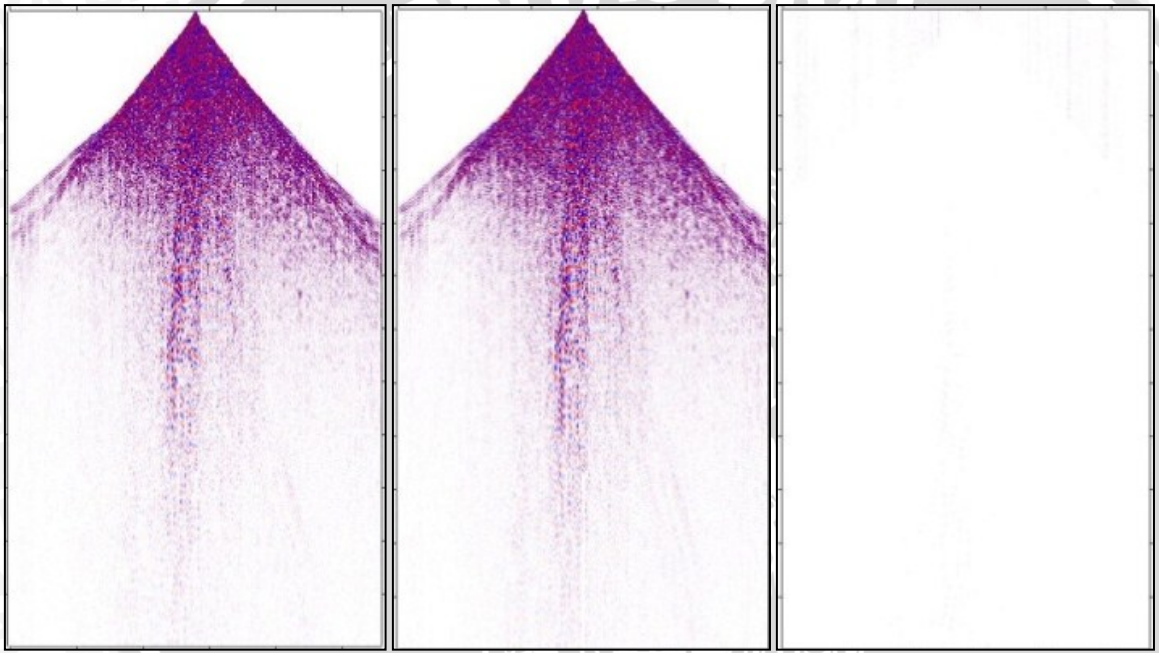
(a) (b) (c)

Gambar 4.12. Hasil parameter kecepatan semu -2.700 m/s dan 2.700m/s dengan jumlah *trace* 1.000.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)

Berdasarkan hasil tes parameter kecepatan semu, pada kecepatan semu -1900 m/s dan 1.900m/s tampak hasil residu terdapat sebagian data yang terbuang, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan semu yang diberikan tidak mencakup data yang ada. Pada Gambar 4.8 hasil *input data* dikurangkan dengan hasil dari transformasi *inverse radial trace* akan menghasilkan residu yang menunjukan adanya data yang tidak ikut tercuplik. Penentuan parameter kecepatan semu bergantung pada kecepatan linier yang dikalkulasikan pada *velocity calculator*, sehingga cakupan data yang akan tersampling bergantung pada kecepatan semu yang diberikan.

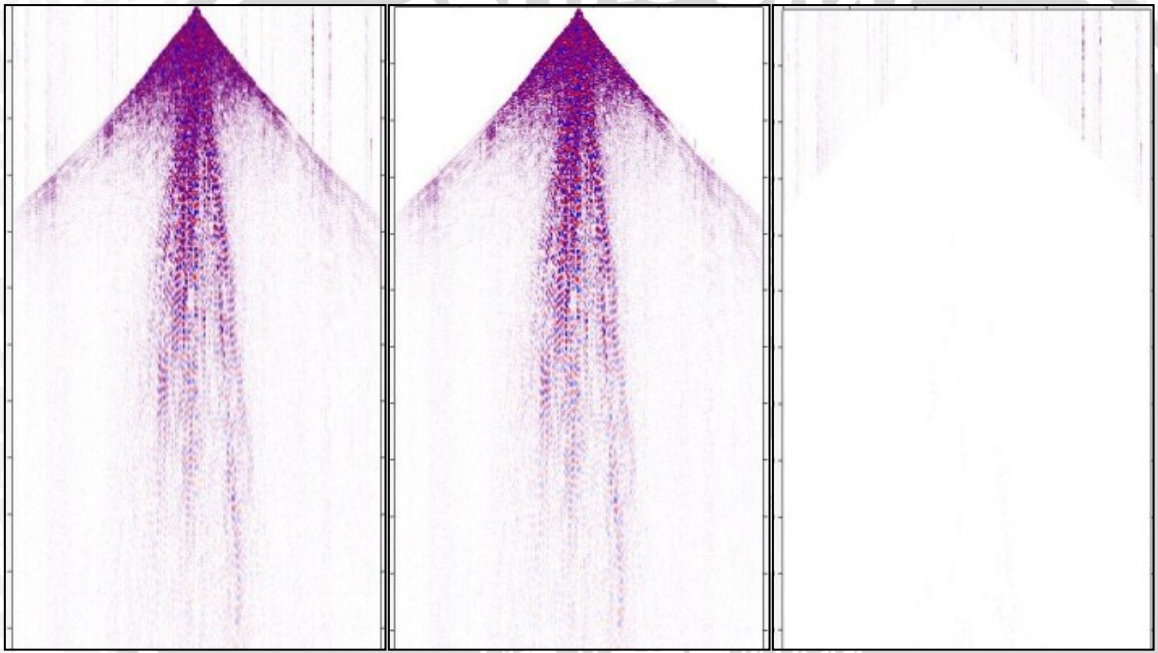
Berdasarkan tes parameter, dimulai dari nilai kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s hingga -2.700 m/s dan 2.700 m/s hasil residu yang dihasilkan mendekati nol, karena pada kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s sudah menunjukkan hasil yang optimal maka, kecepatan semu yang digunakan untuk kasus ini adalah sebesar -2.300 m/s dan 2.300m/s. Hal tersebut terbukti dengan adanya hasil residu antara input data dengan hasil transformasi *inverse radial trace* menghasilkan residu yang bersih, sehingga dapat ditunjukkan bahwa dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s semua data tercuplik.

Pada tes parameter ini telah menghasilkan parameter jumlah *radial trace* dan kecepatan semu yang tepat yaitu jumlah *radial trace* 1.000 dengan kecepatan semu minimal-maksimal -2.300 m/s hingga 2.300 m/s. Parameter yang telah sesuai ini akan dijadikan inputan pada tahap transformasi *forward radial trace*. Hasil parameter jumlah *radial traces* dan kecepatan semu yang sesuai dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini :



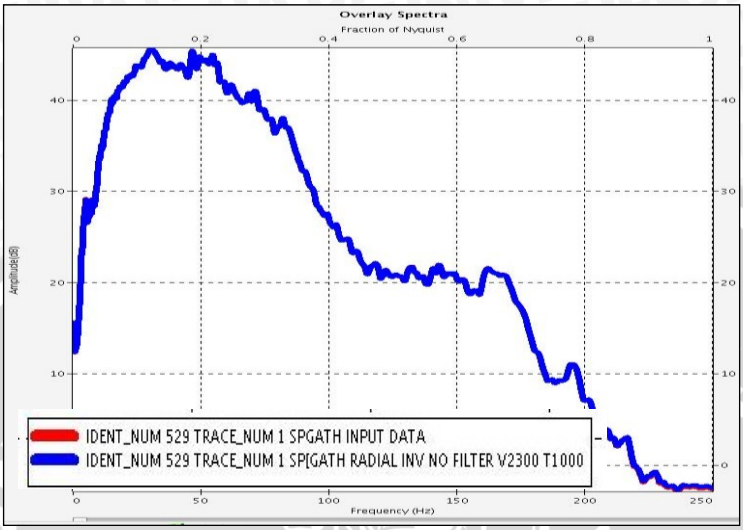
(a) (b) (c)

Gambar 4.13. Jumlah *radial trace* 1.000 dan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s pada *shot point gather*1.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

Gambar 4.14. Jumlah *radial trace* 1.000 dan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s pada *shot point gather*57.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



Gambar 4.15. Spektrum analisis input data tanpa transformasi *radial trace* (merah) dan input data melalui perlakuan transformasi *radial trace* dengan parameter yang telah sesuai (biru).

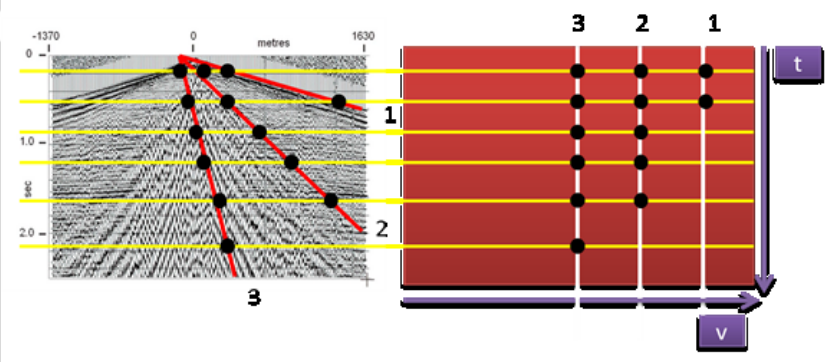
Berdasarkan hasil spektrum analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan pola spektrum antara input data dengan input data yang telah dikenai transformasi *radial trace,*. Spektrum *input data* yang dikenai transformasi *radial trace* memiliki korelasi yang tinggi dengan input data tanpa dikenai transformasi *radial trace,* ditunjukkan dengan adanya warna biru yang merupakan data masukan dan merah yang merupakan hasil transformasi dengan paramater yang telah ditetapkan bertumpuk. Penentuan parameter jumlah *radial trace* dan kecepatan semu yang dimasukkan ketika proses transformasi *forward radial trace* telah tepat. Korelasi ini menunjukkan bahwa input data yang dikenai transformasi *radial trace* dapat mencuplik semua data yang ada di *input data* dan dipastikan tidak ada data yang tidak ikut tersampling atau terbuang.

4.2. Analisis Hasil Transformasi *Forward Radial trace*

Proses transformasi forward *radial trace* merupakan transformasi yang merubah *shot point gather* dengan domain t-x *(time-offset)* menjadi domain t-v(*time-velocity*). Proses transformasi dari domain t-x menjadi domain t-v dimulai dari pola pencuplikan

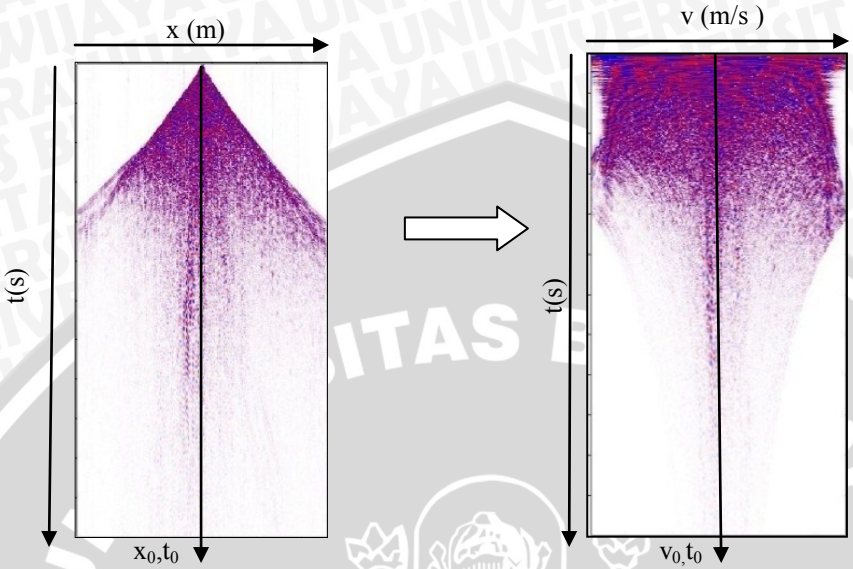
data. Transformasi *radial trace* merupakan transformasi yang melakukan pemetaan(mapping) data ulang atau pencuplikan berdasarkan nilai kecepatan semu pada data dengan domain t-x. Mekanisme dari penyamplingan transformasi *radial trace* adalah penarikan garis-garis kecepatan dari sebuah titik. Garis-garis kecepatan yang terbentuk merupakan representasi dari domain t-x.

Proses penyamplingan dari transformasi forward *radial trace* adalah semua amplitudo data yang terkena atau tersampling oleh garis kecepatan semu pada domain t-x akan terangkat dan menjadi *trace* baru pada domain t-v (RT). Penggambaran proses penyamplingan ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.16. Proses penyamplingan dari domain t-x ke domain t-v.

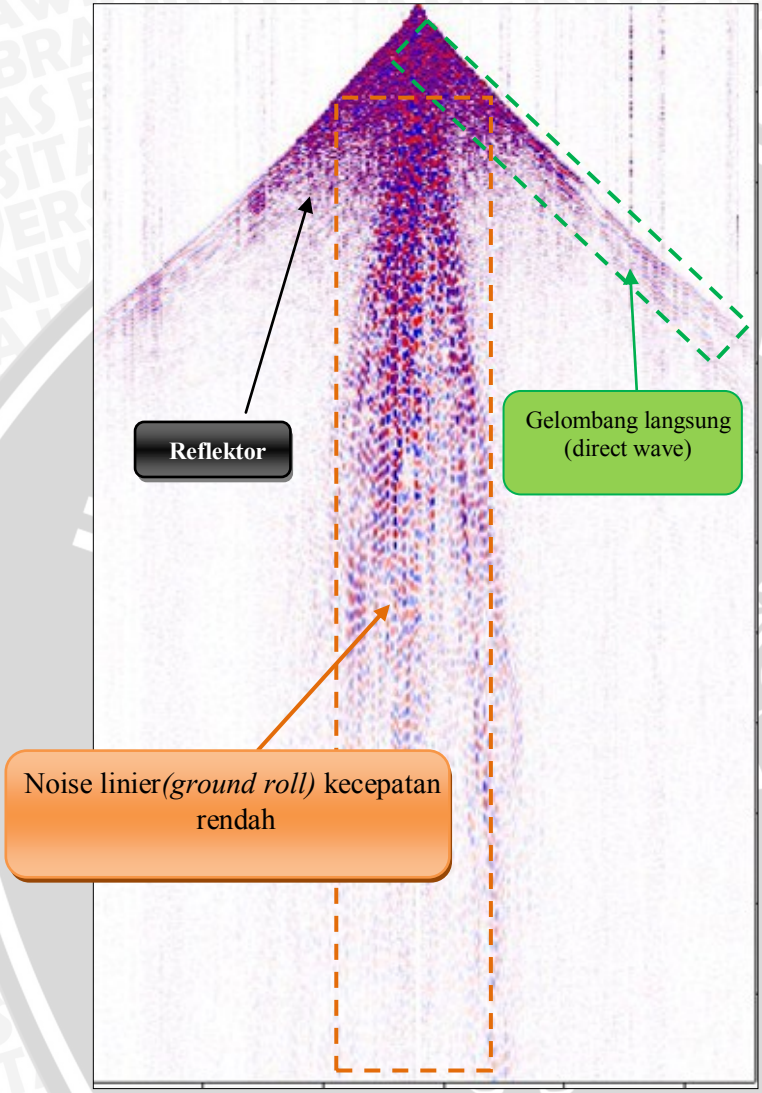
Hasil dari proses transformasi *forwardradial trace* pada input data dengan memasukkan jumlah *radial traces* 1.000 dan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300 m/s menghasilkan tampilan sebagai berikut :



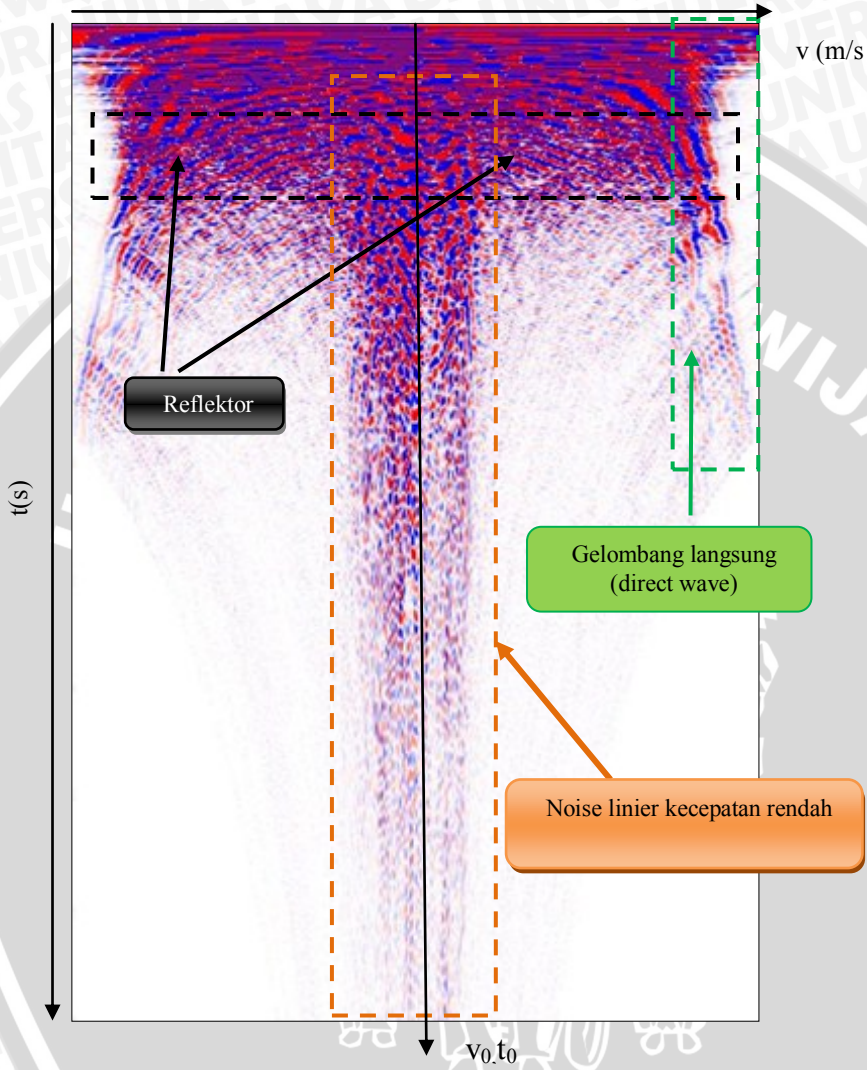
(a) (b)

Gambar 4.17. Tampilan input data sebelum dan sesudah dilakukan transformasi *forward radial trace*. (a:data masukan, b:hasil transformasi)

Hasil input data setelah mendapat perlakuan transformasi forward *radial trace* mengakibatkan perubahan domain pada input data dari domain t-x menjadi domain t-v. Bentuk secara fisis dari input data yang telah diberi transformasi forward *radial trace* juga mengalami perubahan bentuk. Perubahan bentuk ini menunjukkan bahwa domain t-x telah berubah menjadi domain t-v atau dapat disebut domain RT. Pada domain baru ini dapat dilakukan identifikasi bagian-bagian sinyal data yang terkandung dalam input data berupa bentuk *shot point gather*. Identifikasi pada domain t-v atau domain RT adalah



Gambar 4.18. Komponen sinyal seismik pada domain t-x.



Gambar 4.19. Identifikasi komponen sinyal seismik pada domain t-v (domain RT).

Domain t-v merupakan hasil pencuplikan ulang berdasarkan kecepatan semu yang diberikan pada domain t-x. Hasil transformasi yang dihasilkan menunjukkan adanya perubahan

amplitudo, baik dilihat dari amplitudo reflektor, *noise* linier maupun gelombang langsung *(direct wave)*. Pada domain t-v, gelombang langsung membentuk pola linier yang melengkung dengan amplitudo yang lebih besar dari pada amplitudo gelombang langsung pada domain t-x. Pola dari gelombang langsung yang sejajar dengan pola pencuplikan transformasi *radial trace* menyebabkan pola melengkung pada domain t-v . Konsep dari transformasi ini adalah menjadikan frekuensi rendah untuk amplitudo data yang tepat mengenai pola pencuplikan. Kecepatan semu yang diberikan merupakan pola linier maka dalam input data domain t-x yang sinyalnya berbentuk linier akan menjadi frekuensi rendah.

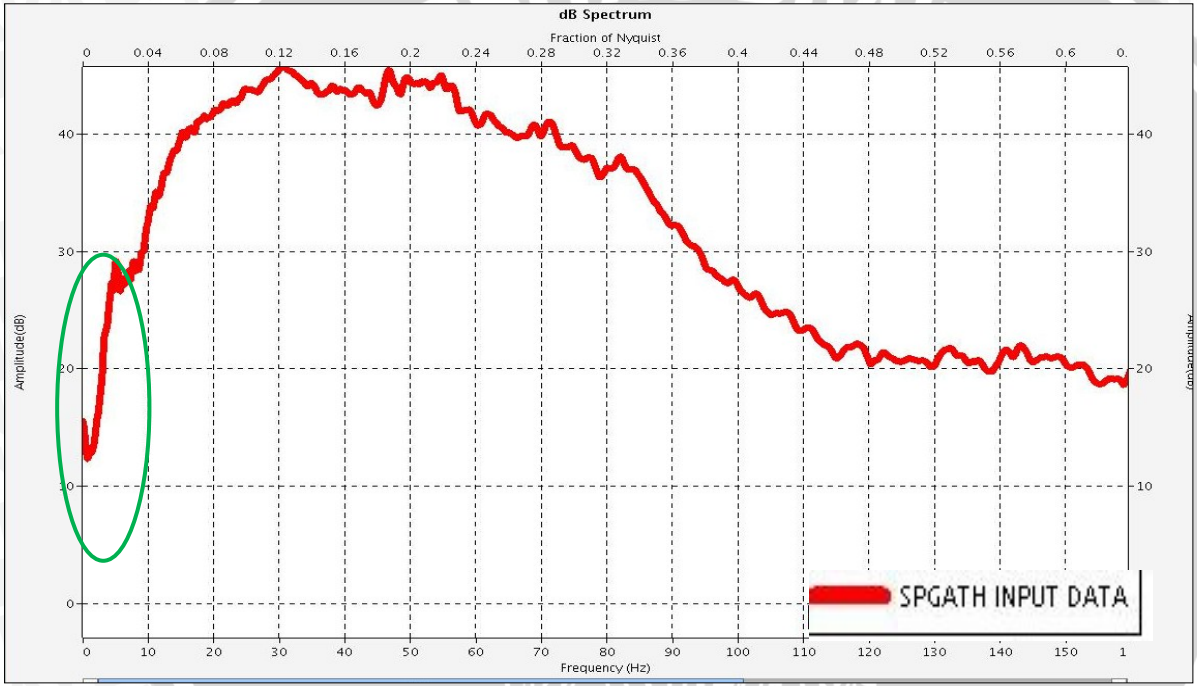
Pada domain t-v (domain RT) *noise* linier yaitu *ground roll* lebih mudah diidentifikasi karena karakteristik dari *ground roll* yang memiliki pola linier. Pada domain t-v (domain RT) *ground roll* akan menjadi lebih jelas karena frekuensinya menjadi lebih rendah dan berakibat pada amplitudo yang besar, sehingga mudah untuk diidentifikasi. *Ground roll* bukan satu-satunya sinyal yang memilki pola linier seperti pola pencuplikan transformasi *radial trace* namun pola dari gelombang langsung juga memiliki pola linier, sehingga gelombang langsung jika ditransformasikan ke domain t-v juga akan mengalami perubahan frekuensi semakin rendah dan amplitudo yang semakin besar.

Oleh karena itu, perlu adanya identifikasi lebih lanjut untuk membedakan amplitudo mana yang termasuk *ground roll* dan amplitudo mana yang termasuk gelombang langsung . Identifikasi ini dapat dilakukan melalui posisi kecepatan yang ada pada domain t-v. Kecepatan semu pada data domain t-v yang bernilai mendekati nol dan amplitudonya besar maka sinyal tersebut merupakan sinyal dari noise linier yaitu *ground roll*. Namun, jika sinyal memiliki amplitudo yang besar dan terletak pada kecepatan semu yang menjauhi nol maka sinyal itu merupakan gelombang langsung yang dianggap sinyal data dan harus dipertahankan keberadaannya agar tidak terbuang.

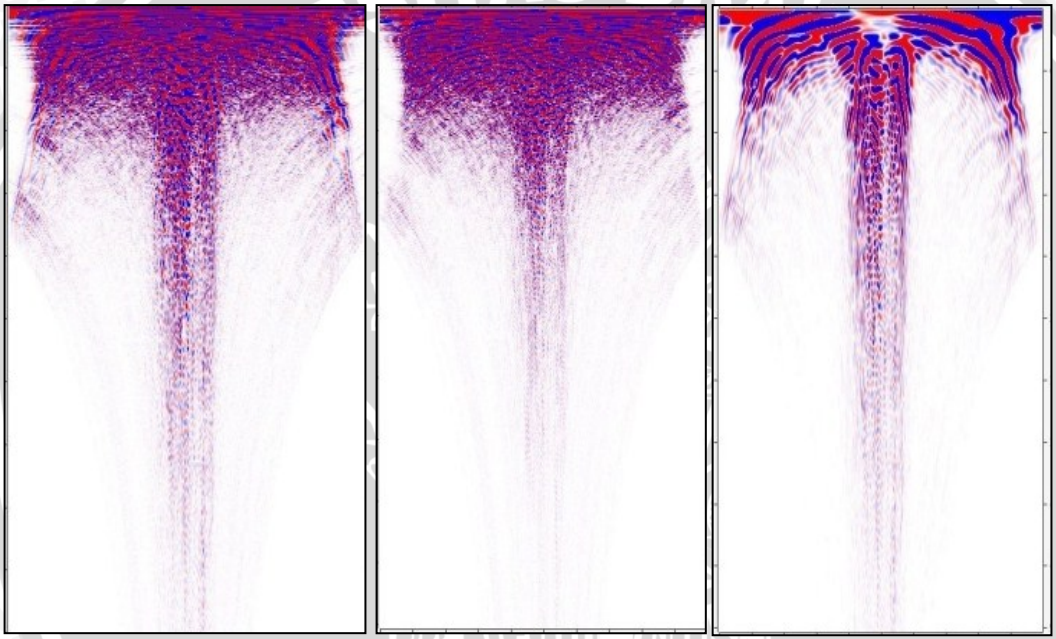
4.3. Analisis Hasil Filter *Low cut*

Hasil identifikasi sinyal pada domain t-v dipergunakan untuk menentukan perlakuan yang akan dilakukan terhadap *noise* linier *ground roll*. *Noise* linier (*ground roll*) pada domain t-v

memiliki frekuensi yang lebih rendah maka untuk mereduksi adanya *noise* linier (*groundroll*) digunakan filter *low cut*. Perlakuan ini bertujuan frekuensi rendah yang dianggap *ground roll* akan tereduksi dengan adanya filter *low cut*, karena filter ini akan bekerja pada frekuensi rendah (frekuensi rendah akan dipotong). Nilai frekuensi filter *low cut* yang diberikan mengacu pada spektrum analisis dari *input data* berupa *shot point gather* (Gambar 4.20). Pada spektrum analisis input data tampak bahwa frekuensi rendah berada pada frkeuensi kurang dari 10 Hz. Frekeuensi rendah identik dengan adanya *ground roll* maka perlakuan filter dimulai dari frekuensi ≤ 10 Hz. Hasil filter *low cut* pada domain t-v akan dilakukan transformasi *inverse radial trace* dengan tujuan mengembalikan domain sesuai dengan input data. Hasil dalam domain t-x pada *transformasi inverse radial trace* akan dibandingkan dengan input data yang merupakan domain t-x pula.

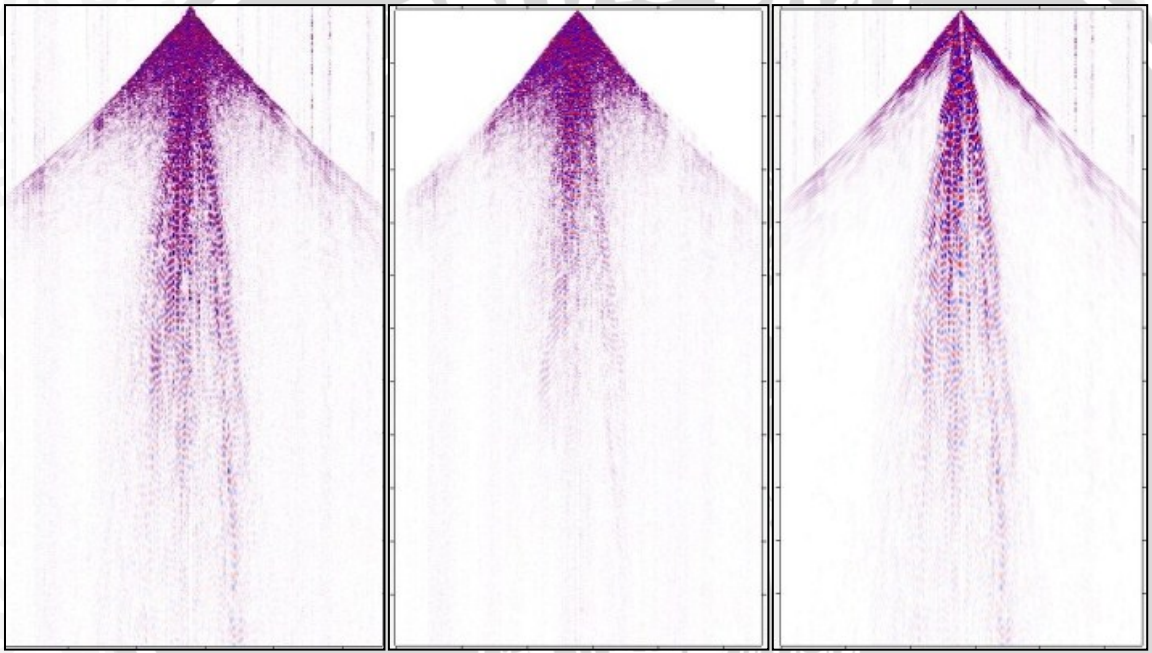


Gambar 4.20. Spektrum analisis *input data.*



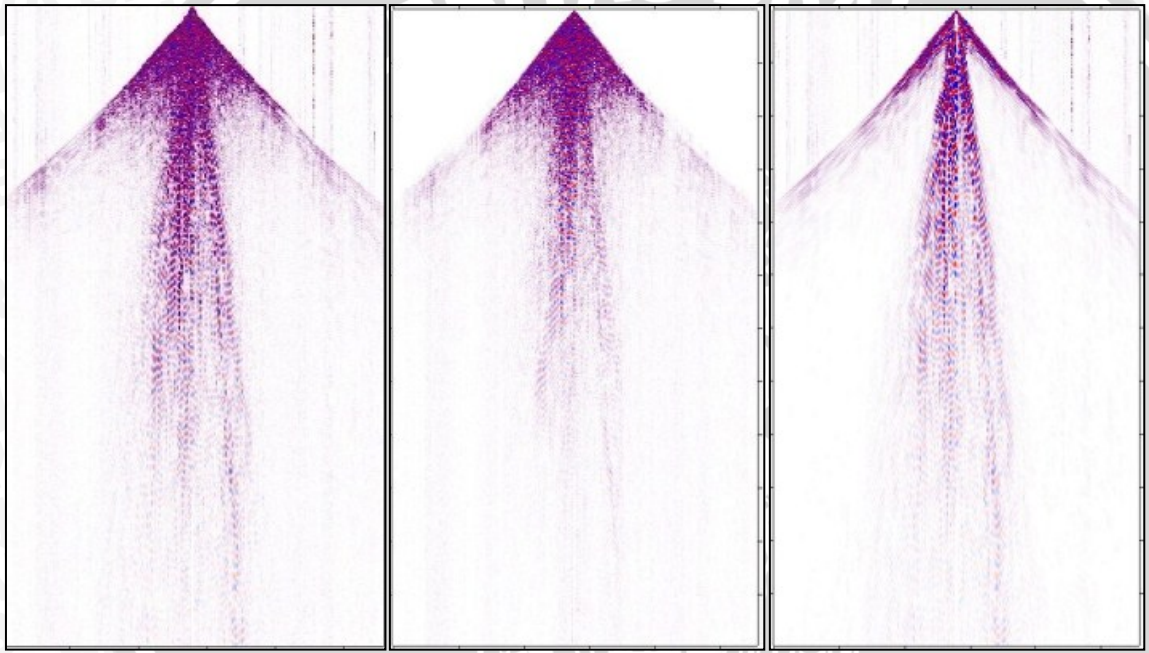
(a) (b) (c)

Gambar 4.21. Hasil dari filter *low cut* dengan tanpa membatasi daerah yang difilter *(noselect)*. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 10 Hz pada domain t-v.(a: data masukan, b: hasil filter, c: residu)



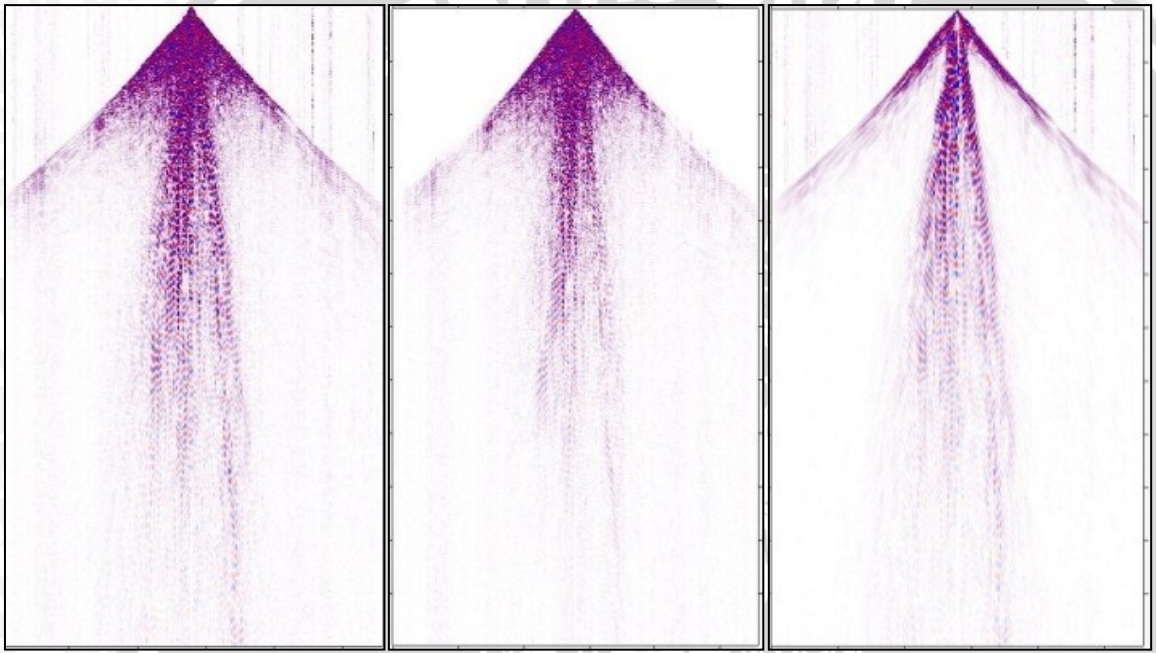
(a) (b) (c)

Gambar 4.22. Tampilan data sebelum dan sesudah d ikenai filter *low cut* 10 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



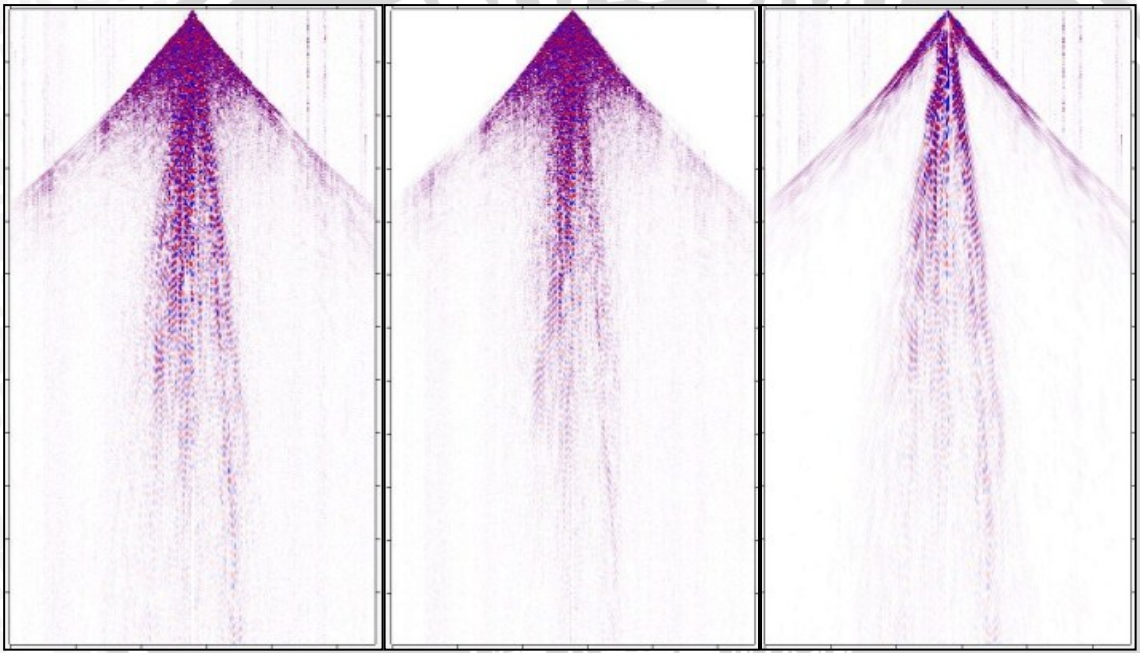
(a) (b) (c)

Gambar 4.23. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 9 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

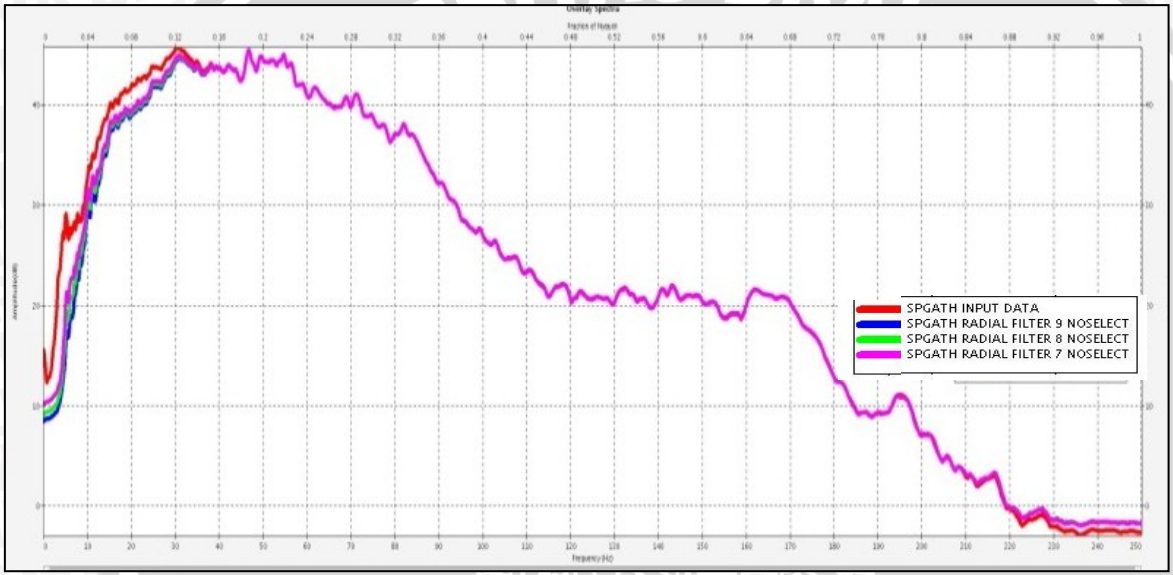
Gambar 4.24. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



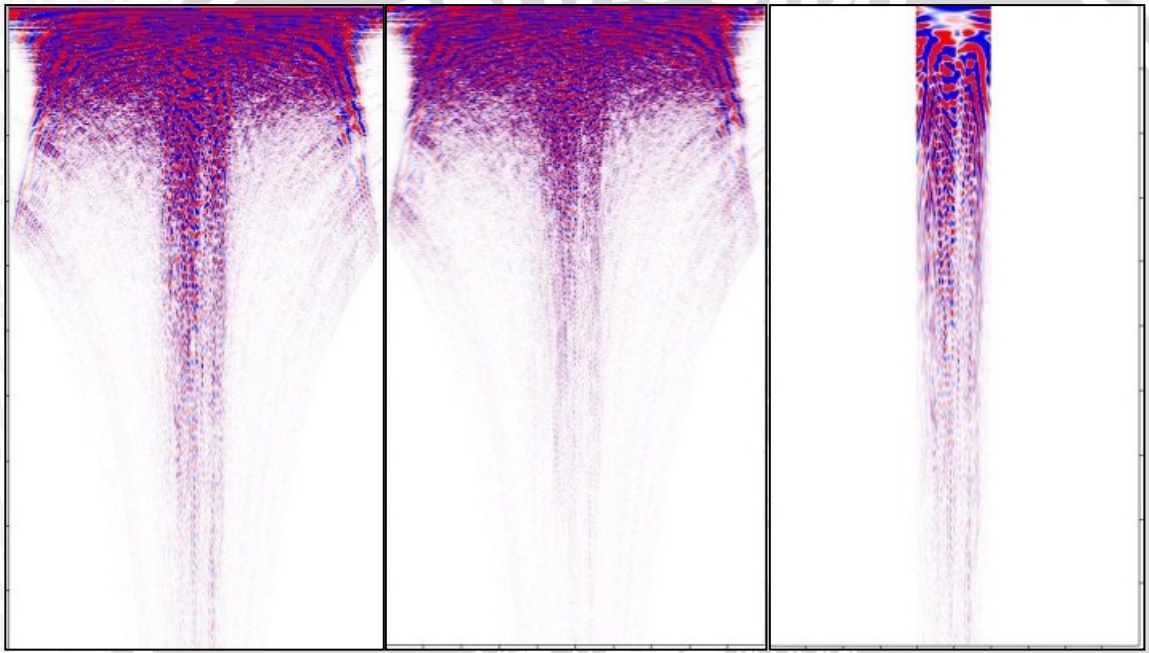
(a) (b) (c)

Gambar 4.25. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 7 Hz setelah melalui transformasi *inverse radial trace*.(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)

Pada Gambar 4.22c hingga Gambar 4.25c hasil filter *low cut* setelah dilakukan filter pada domain t-v (domain RT) dan kemudian dilakukan transformasi *inverse radial trace* menunjukkan adanya hasil residu antara input data dengan hasil filter *low cut* tampak sinyal data yaitu gelombang langsung ikut terfilter. Hal ini membuktikan bahwa yang terfilter tidak hanya sinyal *noise* linier namun sinyal data pun ikut terfilter. Pada hasil residu juga menunjukkan bahwa berapapun frekuensi yang dilakukan filter *low cut*, tetap saja pada hasil residu, gelombang langsung yang merupakan sinyal data akan terbuang. Hasil spektrum analisis antara input data dengan hasil filter *low cut* 9 Hz, 8 Hz dan 7 Hz (Gambar 4.26) menunjukkan adanya penurunan sinyal pada hasil filter *low cut*. Penurunan sinyal ini tidak sesuai dengan frekuensi yang dimasukkan dalam proses filter. Semua spektrum sinyal mengalami penurunan pada frekuensi lebih besar dari 10 Hz, padahal frekuensi filter yang dilakukan tidak melebihi 10Hz, hal ini karena perlakuan filter dilakukan pada domain t-v, sehingga jika dilakukan transformasi *inverse* akan terjadi adanya perbedaan.



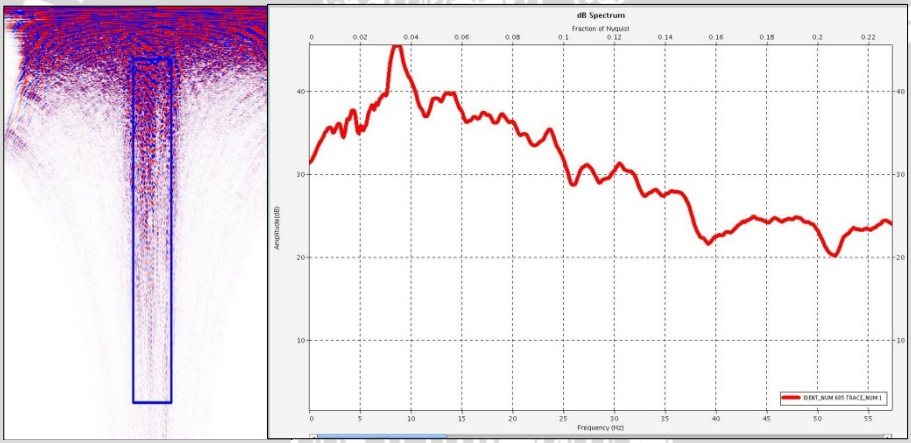
Gambar 4.26. Spektrum analisis input data dan hasil filter *low cut* (*noselect*) pada domain t-x.



(a) (b) (c)

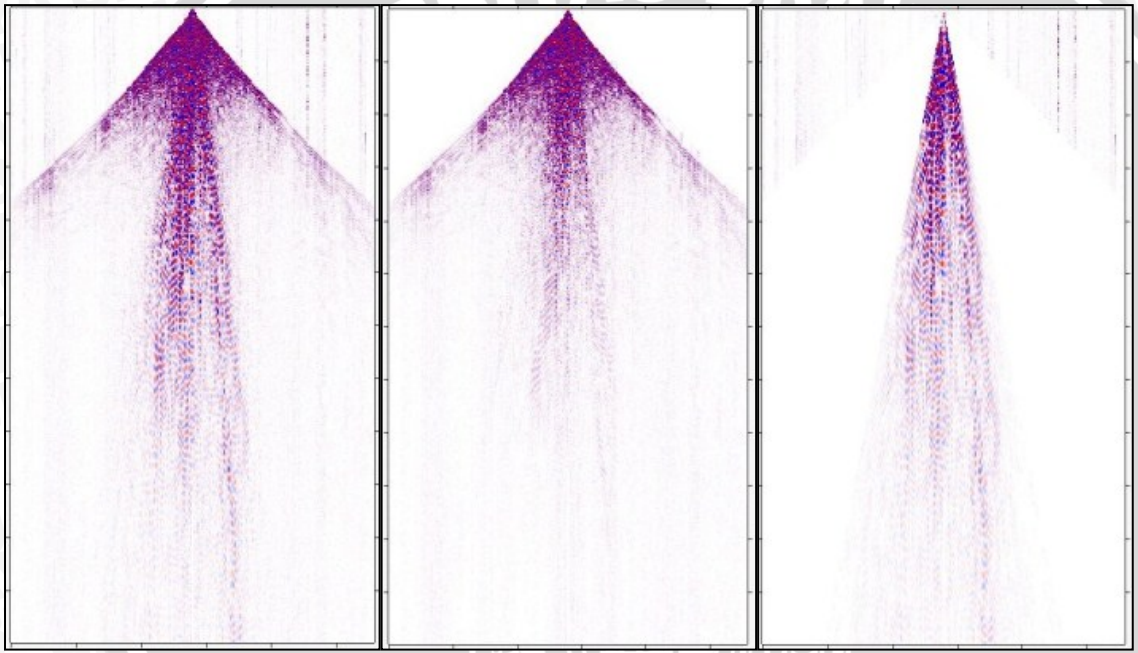
Gambar 4.27. Hasil Filter *Low cut* membatasi daerah tertentu *(select)*. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 10 Hz (*select*) pada domain t-v.(a: data masukan, b: hasil *select* filter, c: residu)

Berdasarkan hasil filter *low cut* tanpa pembatasan daerah filter (*noselect*) secara *shot point gather* dan hasil spektrum analisis menunjukkan bahwa sinyal data ikut terbuang dalam proses filter. Oleh sebab itu, perlu dilakukan adanya perlakuan berbeda agar seminimal mungkin sinyal data dapat dipertahankan. Pada perlakuan filter *low cut* dengan membatasi daerah tertentu (*select*) dilakukan melalui memilih *trace* yang dianggap memiliki *ground roll*. Pada domain RT (t-v) terletak pada sinyal yang berada pada nilai kecepatan semu mendekati nol. Pada daerah yang diindikasikan *ground roll* (Gambar 4.28a) tampak bahwa daerah kotak biru didominasi dengan frekuensi berkisar lebih besar dari 5 Hz dan kurang dari 10 Hz. Hal ini yang mendasari perlakuan filter low cut pada frekuensi 9Hz, 8 Hz dan 7 Hz.



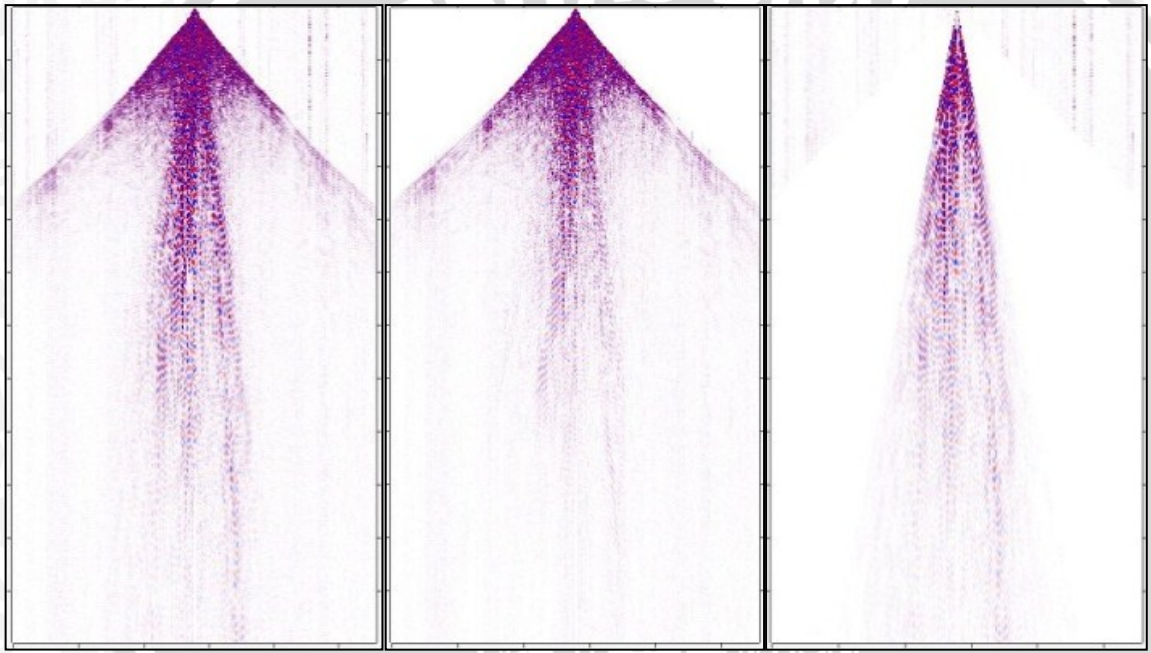
(a) (b)

Gambar 4.28. Indikasi daerah *ground roll* pada domain RT (t-v) dan spektrum analisis pada daerah indikasi ground roll (a : *ground roll* pada domain RT (t-v) b: spektrum analisis daerah kotak biru).



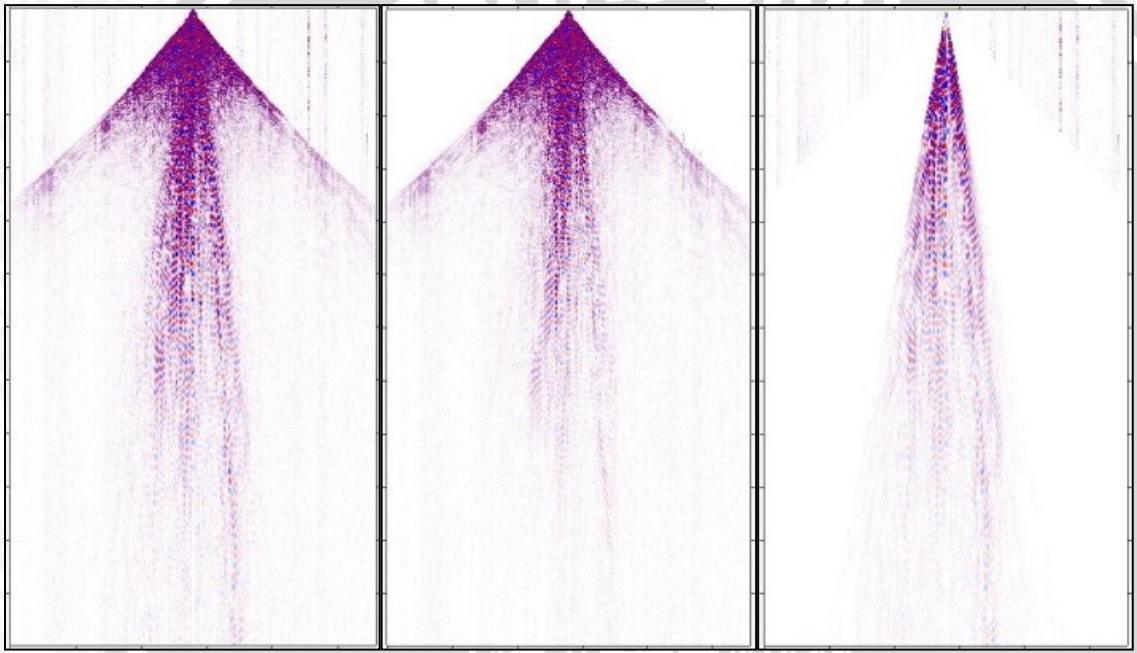
(a) (b) (c)

Gambar 4.29. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 9 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace*(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu).



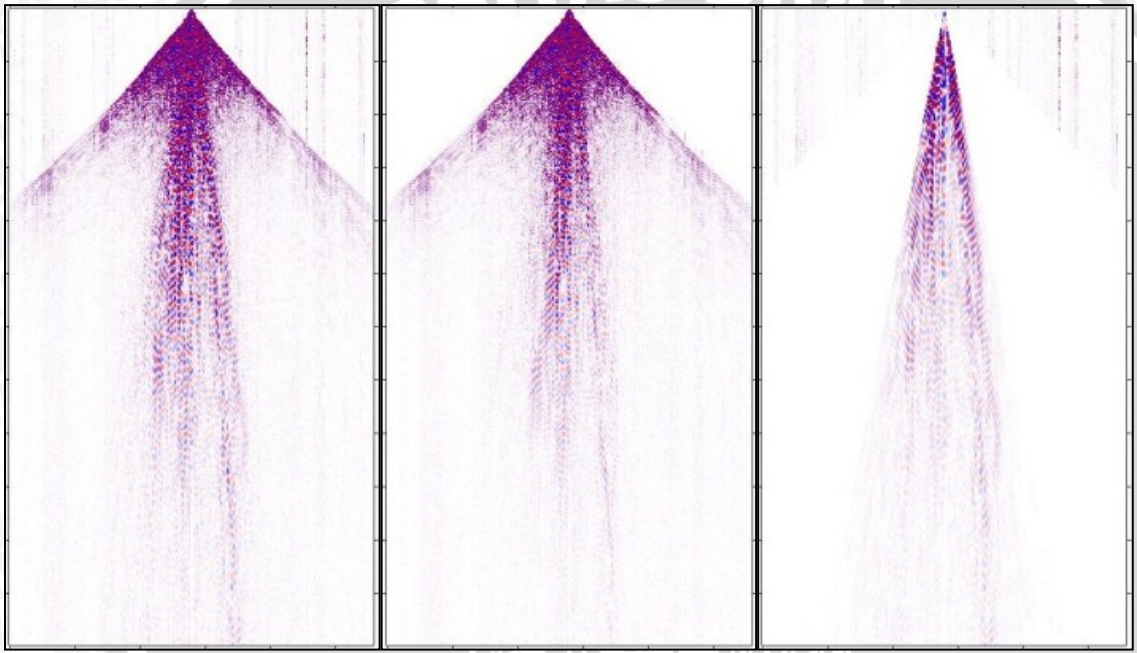
(a) (b) (c)

Gambar 4.30. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.*(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

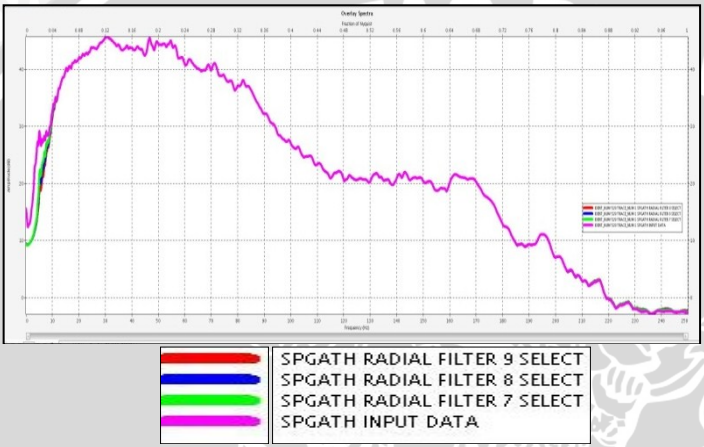
Gambar 4.31. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 8 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.*(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



(a) (b) (c)

Gambar 4.32. Tampilan data sebelum dan sesudah dikenai filter *low cut* 7 Hz (*select*) setelah melalui transformasi *inverse radial trace.*(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)

Berdasarkan hasil filter *low cut* dengan pembatasan daerah (*select*), menunjukkan bahwa setelah dilakukan transformasi *inverse radial trace* tampak pada hasil residu tidak ada gelombang langsung(direct wave) terbuang. Hal ini menunjukkan bahwa target yang ingin dilakukan filter telah tepat, yaitu pada daerah *ground roll* berada. Hasil spektrum analisis dari filter *low cut* dengan pembatasan daerah (*select*) adalah sebagai berikut :

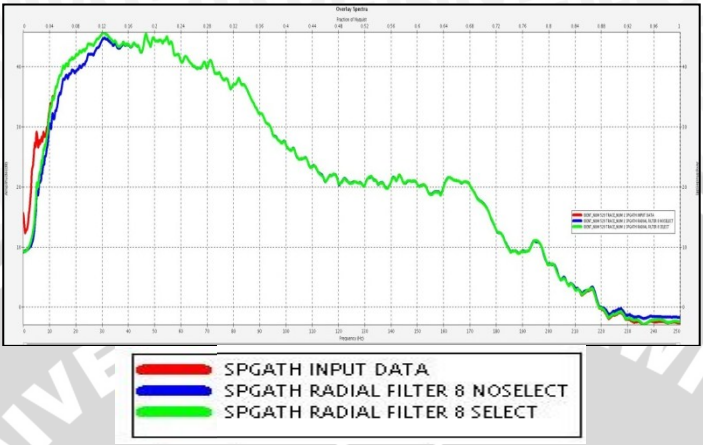


Gambar 4.33. Spektrum Analisis input data dan hasil filter *low cut select* pada domain t-x.

Spektrum yang dihasilkan menunjukkan hasil yang cukup sesuai dengan perlakuan yang diberikan yaitu pemberian filter *low cut* dibawah frekuensi 10 Hz menunjukkan penurunan sinyal pada frekuensi dibawah 10 Hz pula.

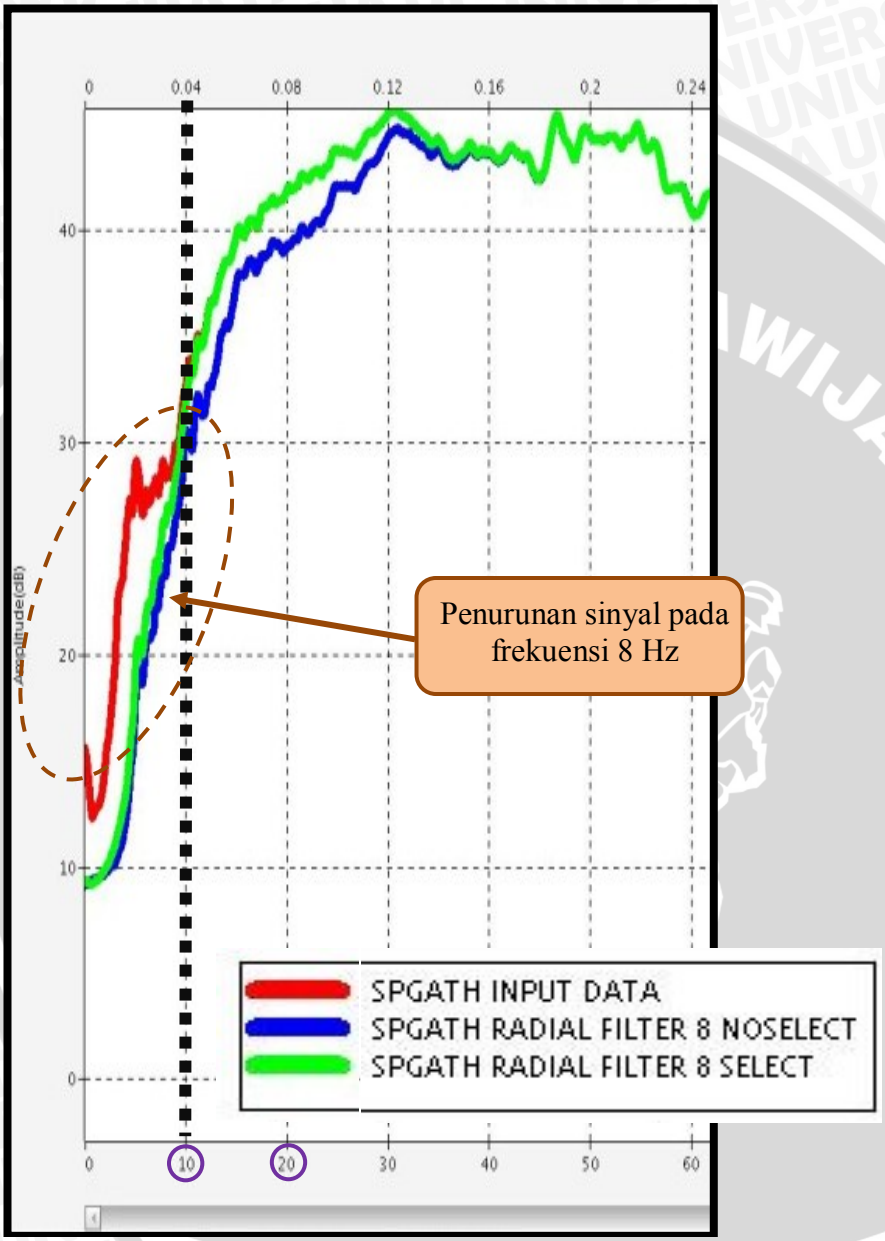
Berdasarkan hasil filter *low cut* dengan frekuensi 9Hz, 8 Hz dan 7 Hz yang dianggap aman untuk tetap mempertahankan sinyal data dan optimal mereduksi *ground roll* adalah filter *low cut* dengan frekuensi 8 Hz. Hal ini demikian, karena filter *low cut* dengan frekuensi 8 Hz secara spektrum analisis masih ketstabilan kurvanya masih mendekati kurva input data jika dibandingkan filter *low cut* dengan frekuensi 7 Hz. Spektrum hasil filter *low cut* 9 Hz dan filter *low cut* 8 Hz lebih optimal untuk mereduksi *ground roll,* namun pada frekuensi 9Hz kemungkinan masih ada *ground roll* yang tersisa.

Adapun perbandingan hasil spektrum analisis filter *low cut* frekuensi 8Hz tanpa pembatasan daerah (*noselect*) dan dengan pembatasan daerah (*select*) adalah



Gambar 4.34. Spektrum Analisis input data dan hasil filter *low cutselect* dan *noselect* pada frekuensi 8 Hz.

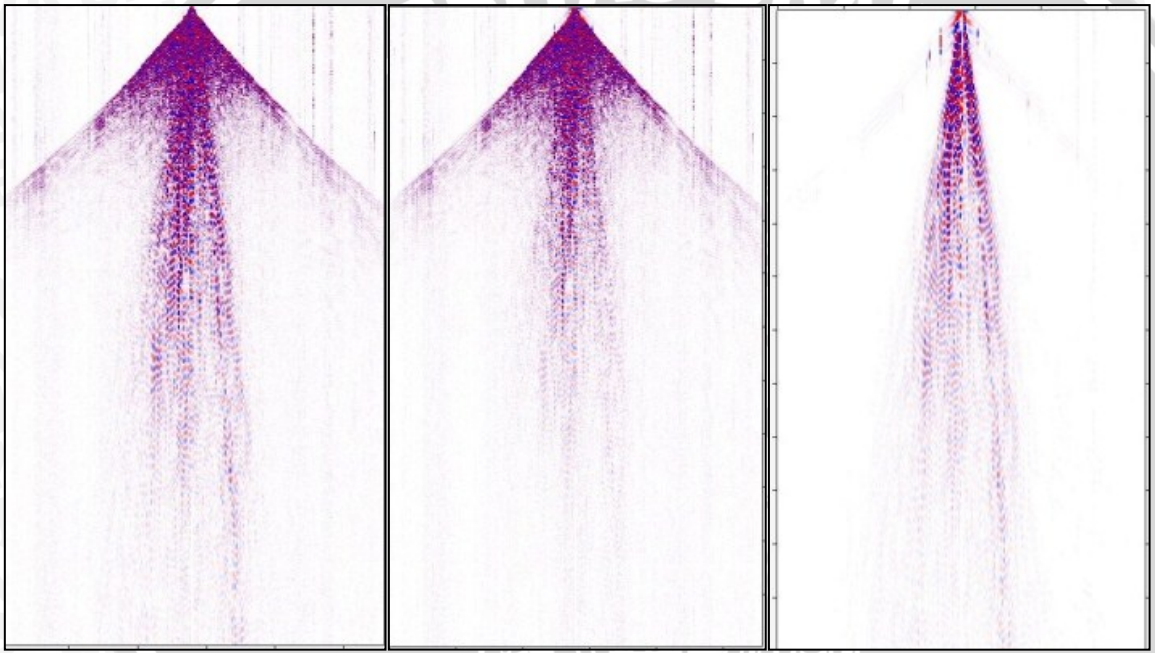
Berdasarkan hasil spektrum analisis pada Gambar 4.43 menunjukkan adanya perbedaan spektrum yang dihasilkan dari filter *low cut* 8 Hz tanpa pembatasan daerah *(noselect)* dan dengan pembatasan daerah *(select)*. Perbedaan spektrum terletak pada penurunan sinyal, yaitu pada filter *low cut* tanpa pembatasan daerah filter mengalami penurunan sinyal pada frekuensi 30 Hz sedangkan pada filter *low cut* dengan pembatasan daerah filter mulai mengalami penurunan sinyal pada frekuensi di bawah 10 Hz.



Gambar 4.35. Penurunan sinyal filter *low cut noselect* dan *select* dengan frekuensi 8 Hz.

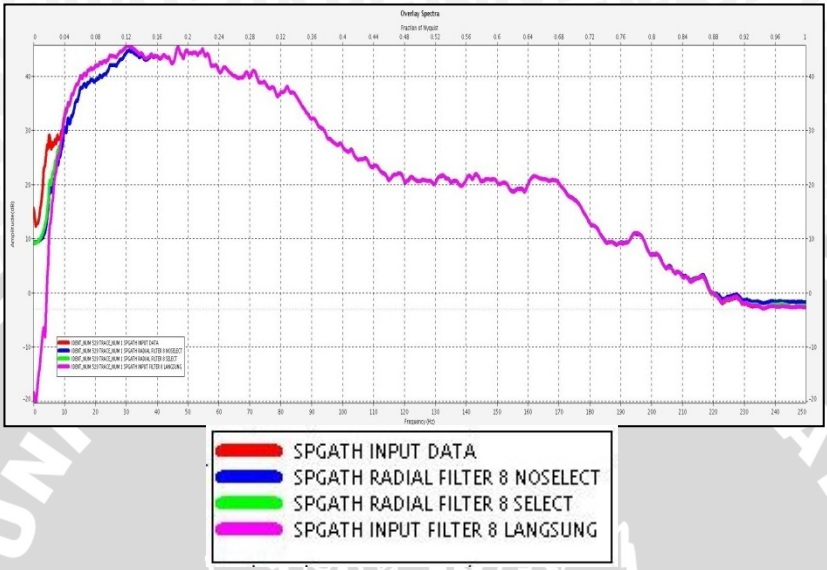
Pada Gambar 4.35 hasil spektrum filter *low cut* tanpa pembatasan daerah filter, filter 8 Hz yang diberikan atau bekerja pada domain t-v setelah dilakukan transformasi *inverse radial trace* ternyata tidak hanya frekuensi 8Hz yang terkena filter, namun frekuensi di atas 8 Hz juga ikut terfilter. Hal ini membuktikan, bahwa frekuensi sinyal pada domain t-x mengalami perubahan frekuensi setelah di transformasi forward menjadi domain t-v (domain RT). Hal ini pula dapat menunjukkan bahwa frekuensi ≥ 8 Hz pada domain t-x setelah ditransformasi *forward radial trace* terbaca sebagai frekuensi ≤ 8 Hz pada domain t-v, sehingga perlakuan yang sesuai untuk mereduksi *ground roll* adalah menggunakan filter *low cut* dengan pembatasan daerah yang akan difilter.

Hasil residu *input data* dengan perlakuan filter *low cut* tanpa melalui transformasi *radial trace* (filter langsung) menunjukkan hasil pada Gambar 4.36. Pada Gambar 4.36, terlihat hasil residu dengan keberadaan *noise* linier (*ground roll*) dan terlihat pada bagian atas adanya sinyal data yang ikut terfilter. Hasil ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan filter *low cut* tanpa melalui transformasi *radial trace*, pereduksian *ground roll* tidak dapat dilakukan dengan optimal karena terlihat masih terdapat sinyal data yang ikut terbuang. Hal ini dapat membuktikan bahwa dengan adanya transformasi *radial trace*, sinyal data dan noise dapat diidentifikasi lebih spesifik dibandingkan dengan tanpa melalui transformasi *radial trace*, karena jika tanpa melalui perlakuan transformasi *radial trace* frekuensi sinyal *noise ground roll* masih bercampur dengan frekuensi sinyal data.



(a) (b) (c)

Gambar 4.36. Tampilan input data dan hasil filter dikenai filter langsung *low cut* 8 Hz (*select*).(a: data masukan, b: hasil transformasi *inverse* RT, c: residu)



Gambar 4.37. Spektrum Analisis input data, hasil filter *low cut* transformasi *radial trace noselect* 8 Hz, hasil filter *low cut* transformasi *radial trace select* 8Hz, hasil filter langsung 8Hz.

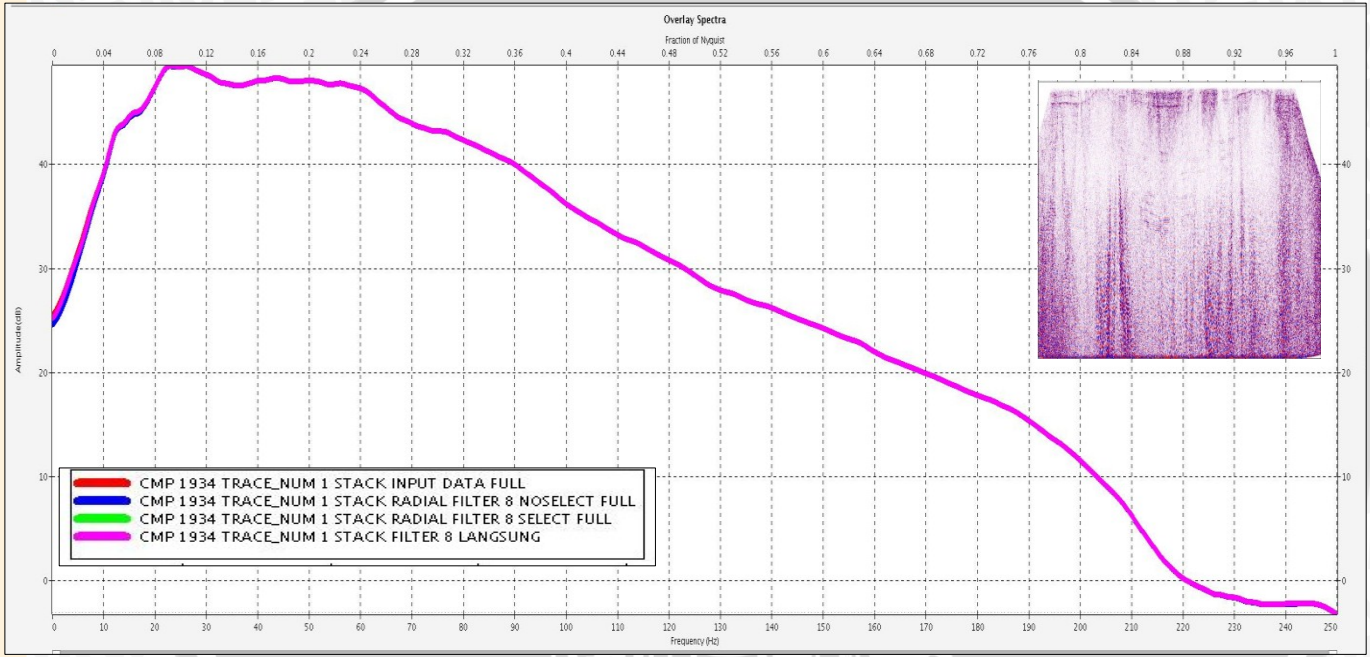
Berdasarkan spektrum analisis Gambar 4.37 menunjukkan bahwa hasil *input data* yang diberikan perlakuan filter 8 Hz tanpa melalui proses transformasi *radial trace* mengalami penurunan sinyal (warna ungu) yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan spektrum *input data*. Spektrum *input data* yang dikenai filter 8Hz tanpa melalui transformasi *radial trace* dibandingkan dengan perlakuan filter pada domain t-v memiliki perbedaan sangat jauh. Spektrum tanpa transformasi *radial trace* menunjukkan penurunan sinyal hingga titik nol sedangkan pada filter yang melalui transformasi *radial trace* spektrumnya mengalami penurunan namun secara gradual. Pada spektrum hasil transformasi *radial trace* menunjukkan bahwa sinyal data dan *noise* terpisah dengan baik, sehingga yang terfilter bukan sinyal data dan *noise* dengan frekuensi rendah namun yang terfilter adalah sinyal noise dengan frekuensi rendah (data frekuensi rendah tetap ada). Berbeda dengan hasil spektrum tanpa transformasi radial trace, semua sinyal data dan *noise* ikut terfilter sehingga respon pada spektrum menunjukkan penurunan sinyal yang sangat signifikan.

Hasil penampang seismik secara keseluruhan dapat ditampilkan dalam bentuk *stack*. Hasil kurva spektrum analisis *stack* secara keseluruhan (Gambar4.38) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan untuk hasil *stack input data*, hasil filter *low cut* melalui transformasi *radial trace* 8 Hz dan hasil filter *low cut* tanpa melalui transformasi *radial trace*. Spektrum yang dihasilkan hampir semua berhimpit. Hasil kurva spektrum tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan walaupun telah dilakukan perbedaan perlakuan. Hal ini dikarenakan, *stack* merupakan penjumlahan *trace – trace* seismik dalam satu CDP maka *trace – trace* seismik yang terkena filter pada *shot point gather* (*common shot point gather*) terkompensasi oleh *trace-trace* yang tidak terfilter pada *stack* pada CDP gather (*common depth point*). Oleh karena itu, *trace-trace* yang telah terfilter pada *shot point gather* akan bergabung dengan *trace-trace* yang tidak terfilter pada CDP (*common depth point*) dan menghasilkan spektrum yang tidak berbeda jika ditinjau secara *stack* keseluruhan.

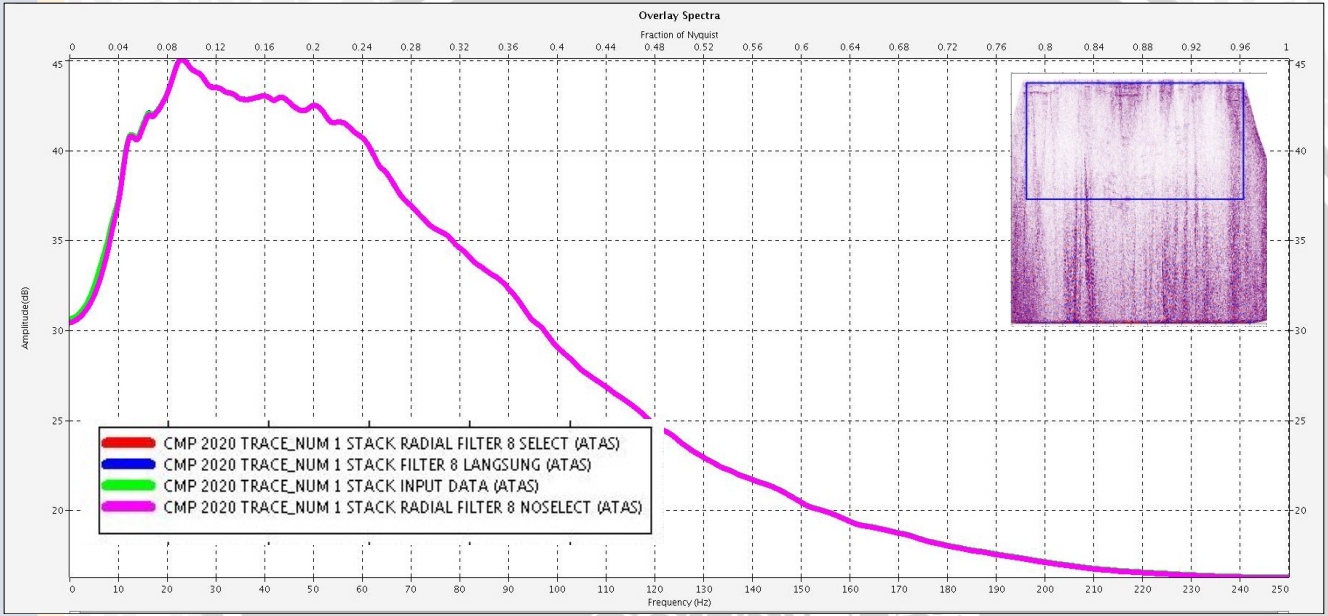
Pada Gambar 4.39 merupakan kurva spektrum analisis untuk stack pada bagian atas. Pada gambar terlihat bahwa hasil spektrum masih tetap tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selain dikarenakan proses *stack*, hal ini juga dikarenakan pada bagian atas hasil *stack*, bukan merupakan bagian yang terfilter, sehingga konten frekuensi pada hasil *stack* bagian atas tidak mengalami perubahan hal ini ditunjukkan dengan adanya spektrum yang stabil walaupun mengalami perbedaan perlakuan. Pada Gambar 4.40 menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan Gambar 4.38 dan 4.39. Pada hasil spektrum *stack* bagian bawah menghasilkan spektrum hasil filter melalui transformasi *radial trace* berbeda dengan hasil filter tanpa melalui transformasi *radial trace* (langsung). Hal ini dikarenakan pada *stack* bagian bawah, terdapat banyak *noise* linier (*ground roll*) sehingga jika ditinjau hanya dari bagian bawah *stack* maka akan menghasilkan perubahan yang signifikan pada hasil spektrumnya.

Hasil spektrum *stack* bagian bawah untuk filter *low cut* melalui transformasi *radial trace*, yaitu daerah pembatasan filter (*select*) dan daerah tanpa pembatasan filter (*noselect*) dibandingkan, menghasilkan spektrum seperti pada Gambar 4.40. Kurva spektrum pada filter *low cut noselect* menunjukkan penurunan sinyal yang lebih turun dibandingkan dengan filter *low cut select*. Hal ini demikian karena pada filter *low cut noselect* semua bagian dalam

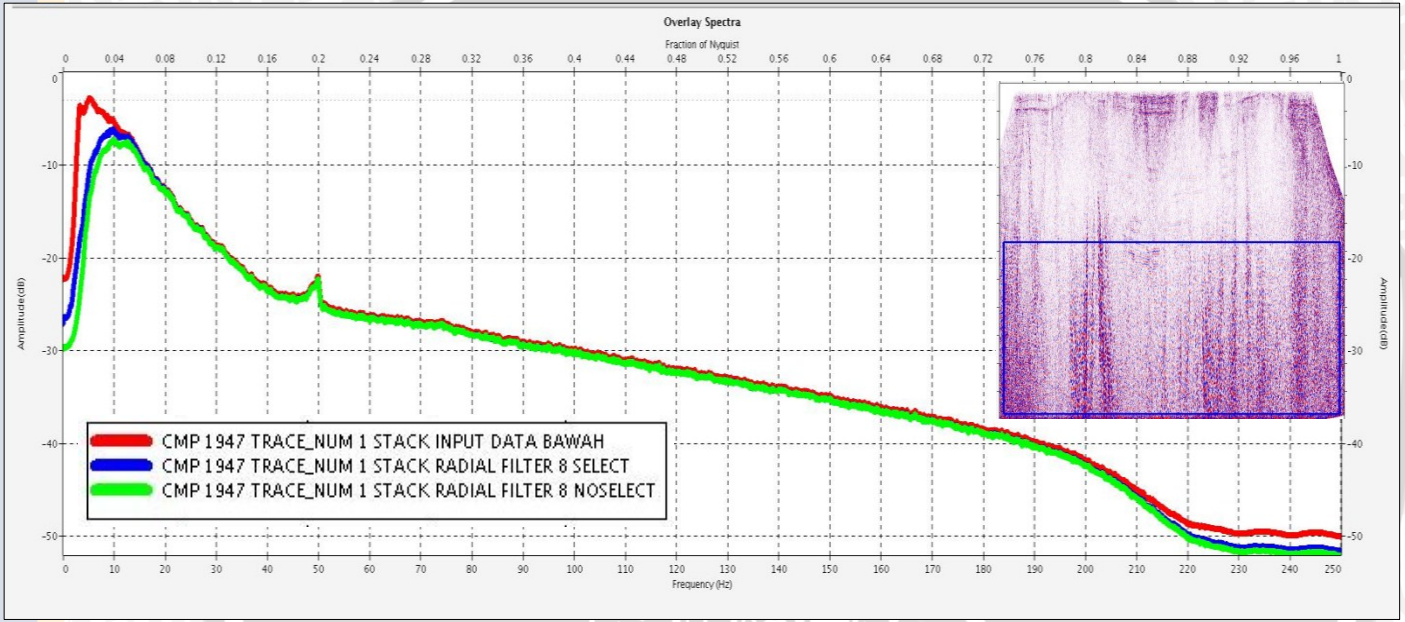
shot point gather terfilter, tanpa mempertimbangkan hasil identifikasi keberadaan sinyal *noise* dan sinyal data. Hasil spektrum *stack* untuk filter *low cut select* dibandingkan dengan hasil filter *low cut* tanpa melalui transformasi *radial trace*, menunjukkan hasil filter *low cut select* yang melalui transformasi *radial trace* mengalami kestabilan spektrum. Pada filter *low cut* tanpa melalui transformasi *radial trace* semua sinyal dengan frekuensi 8 Hz terfilter, baik sinyal data maupun sinyal *noise*. Berbeda dengan filter *low cut select* melalui transformasi *radial trace*, hasil dari perlakuan ini hanya sinyal yang dianggap *noise* yang akan terfilter. Oleh karena itu, spektrum yang dihasilkan tidak mengalami penurunan sinyal yang jauh berbeda jika dibandingkan dengan spektrum input data tanpa dilakukan perlakuan apapun. Berdasarkan hasil spektrum pada *stack* dan *shot point gather*, perlakuan terbaik untuk pereduksian *noise* linier (*ground roll*) yaitu menggunakan filter *low cut* dengan melalui transformasi *radial trace* dalam identifikasi keberadaan *noise* linier (*ground roll*).



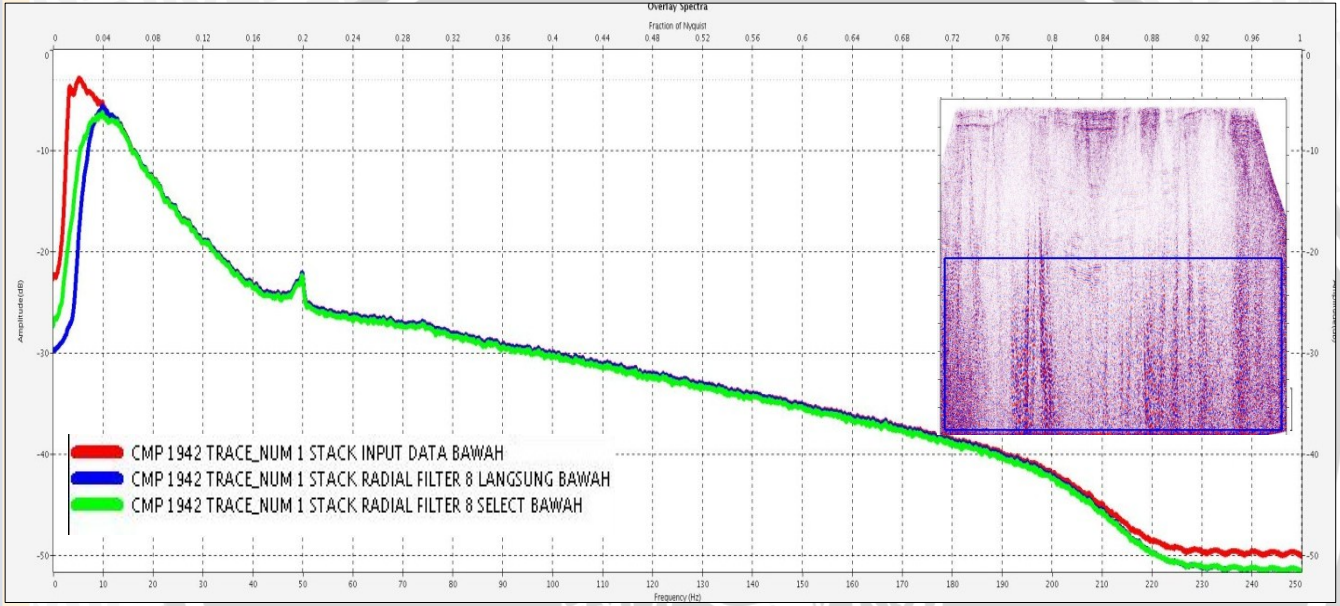
Gambar 4.38. Spektrum analisis *stack* keseluruhan (merah: hasil *stack* input data tanpa filter, biru: hasil *stack* filter low cut 8 Hz transformasi *radial trace noselect*, hijau : hasil *stack* filter low cut 8 Hz transformasi *radial trace select*, ungu: hasil *stack* filter low cut 8 Hz tanpa transformasi *radial trace*).



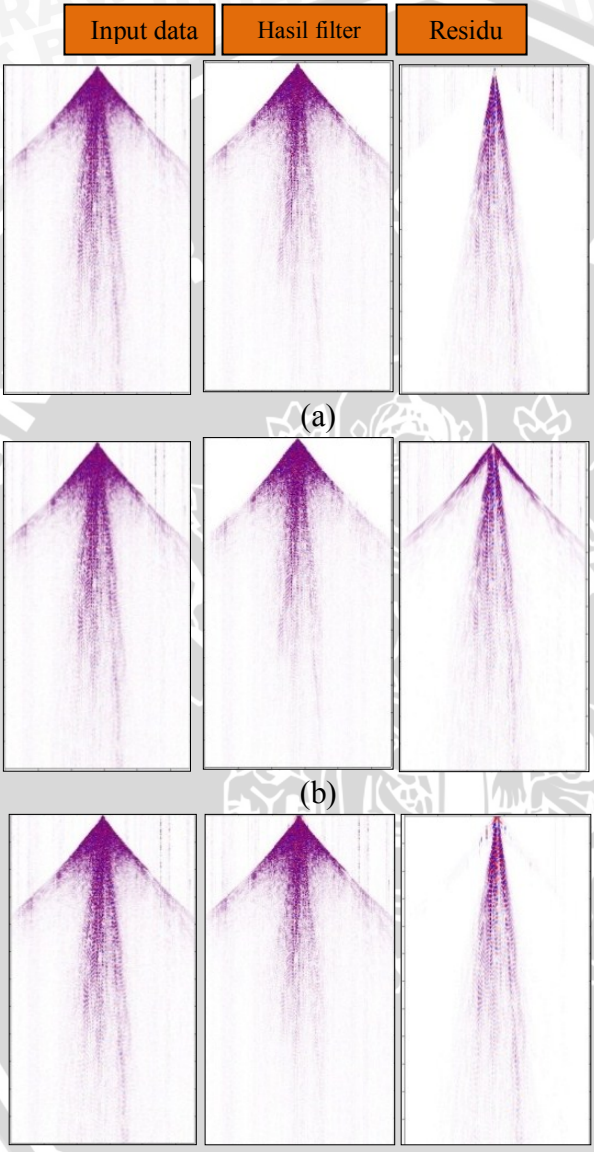
Gambar 4.39. Spektrum Analisis *stack* bagian (merah: hasil *stack* filter low cut 8 Hz transformasi *radial trace select*, biru: hasil *stack* filter *low cut* 8Hz tanpa transformasi *radial trace*, hijau : hasil *stack* input data tanpa filter, ungu: hasil *stack* filter low cut 8 Hz transformasi *radial trace noselect*).



Gambar 4.40. Spektrum Analisis *stack* bagian bawah (merah: hasil *stack* input data, hijau :hasil stack filter *low cut* 8 Hz transformasi *radial trace noselect*, biru: hasil stack filter *low cut* 8 Hz transformasi *radial trace*).



Gambar 4.41. Spektrum Analisis *stack* bagian bawah (merah*:* hasil *stack* input data, hijau :hasil *stack* filter *low cut* 8 Hz transformasi *radial trace select*, biru: hasil *stack* filter *low cut* 8 Hz tanpa transformasi *radial trace*).



Gambar 4.42. Perbandingan *shot point gather* (domain t-x) hasil filter melalui transformasi *radial trace* dan melalui filter langsung dengan filter *low cut* 8 Hz. (a:*select*, b: *noselect,* c: langsung).

Berdasarkan hasil perbandingan pada *shot point gather* (Gambar 4.42) menunjukkan bahwa melalui transformasi *radial trace* pereduksian *noise* linier *ground roll* dapat tereduksi dengan baik. Pada hasil residu untuk filter *low cut* dengan menggunakan transformasi *radial trace* dengan pembatasan daerah filter (Gambar 4.42a) berhasil mereduksi *ground roll* dengan tetap mempertahankan keberadaan data. Peran dari transformasi *radial trace* yaitu mengidentifikasi sinyal data dan sinyal *noise* sehingga frekuensi data dan frekuensi *noise* terpisah. Pada domain t-x keberadaan sinyal data dan sinyal *ground roll* berhimpit sehingga sulit untuk mengidentifikasi frekuensi data yang terkandung di dalam *ground roll*. Pada domain RT (t-v) sinyal data dan sinyal *ground roll* terpisah akibat adanya pola pencuplikan ulang yang dilakukan pada transformasi ini yang menyebabkan frekuensi dari *ground roll* menjadi lebih rendah. Frekuensi *ground roll* menjadi lebih rendah pada domain RT dikarenakan pola pencuplikan dari transformasi *radial trace* berbentuk linier seperti karakteristik *ground roll* yang linier pula. Kelebihan inilah yang dapat digunakan untuk pengoptimalan reduksi *ground roll*.

Pada kasus ini, menunjukkan bahwa dengan menggunakan filter sederhana yaitu filter *low cut*, dapat mereduksi *noise* linier *ground roll* melalui transformasi *radial trace*. Oleh sebab itu, transformasi *radial trace* dapat digunakan pada berbagai filter, tidak hanya pada filter *low cut*. Transformasi *radial trace* yang menghasilkan domain t-v dapat dipandang sebagai representasi lain dari domain t-x, sehingga semua data yang berada dalam domain t-x dapat dilakukan transformasi *radial trace* untuk mengetahui informasi yang belum teridentifikasi secara jelas pada domain t-x.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB V
PENUTUP

5.1. Simpulan

1. Transformasi *radial trace* bekerja dengan cara pencuplikan ulang sinyal dari domain t-x ke domain t-v berdasarkan pola dari kecepatan semu yang diberikan. Pada transformasi *radial trace*, identifikasi sinyal data dan *ground roll* semakin jelas.
2. Mekanisme dari transformasi *radial trace* dalam mereduksi noise linier *ground roll* yaitu dengan menggunakan kecepatan semu yang berbentuk linier maka keberadaan *noise* linier *ground roll* pada sebuah *shot point gather,* pada domain t-v akan menjadi lebih jelas. Transformasi *radial trace* mereduksi adanya *noise* linier (*ground roll*) dengan cara mengidentifikasi komponen-komponen sinyal yang terdapat pada data domain t-v (RT) dengan hanya melakukan filter sedehana yaitu filter *low cut*.
3. Parameter yang menentukan pereduksian *noise* linier (*ground roll*) pada transformasi *radial trace* adalah jumlah *radial trace* dan kecepatan semu. Kedua parameter ini menentukan identifikasi *noise* linier yang tepat sehingga *noise* linier *ground roll* dapat tereduksi dengan optimal. Pada kasus ini, parameter jumlah *radial trace* yang sesuai adalah 1.000 dengan kecepatan semu -2.300 m/s dan 2.300m/s.

5.2. Saran

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan perlakuan pada hasil transformasi *radial trace* (pada domain t-v atau RT) selain filter *low cut* seperti filter *fk*, filter *tau-p* dan filter lainnya. Agar diperoleh perlakuan yang tepat dalam pereduksian *noise* linier (*ground roll*) pada domain t-v atau domain RT.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A. 2007. Ensiklopedi Seismik Online, http://ensiklopediseismik.blogspot.com.

Anonimous. 2012. *Omega2 Software Seismic Data Processing User Manual*. WesternGeco

Bolt, B. A,.1976. *Nuclear Explosions and Earthquakes: The Parted Veil*, Freeman, San Francisco.

Claerbout, J.F. 1975. *Slant-stacks and radial traces*. Stanford Exploration Project Report, SEP-5.

Claerbout, J.F. 1983. *Ground roll and radial traces*. Stanford Exploration Project Report, SEP-35.

Gadallah, Mamdouh R., Fisher, R. 2009. Exploration Geophysics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Hasanudin, M. 2005.*Teknologi Seismik Refleksi Untuk Eksplorasi Minyak Dan Gas Bumi*,Oseana, Volume XXX, Nomor 4.

Henley, D. C. 2000. *Wavefield separation and other useful applications in the radial trace domain*, 70th Ann. Internat. Mtg. Society Exploration Geophysics

Lay,T., Wallace, Terry C. 1995.*Modern Global Seismology*, Academic Press, San Diego, California, USA.

Mukkadas,Abdul. 2005. *Analisis Perbedaan Penampang Seismik Antara Hasil Pengolahan Standar dengan Pengolahan Preserved Amplitude*. Majalah Ilmiah

Nugroho, Didit Budi. 2009. *Diktat Kuliah MX 211: Metode Numerik*. Universitas Kristen Satya Wacana.

Sahid. 2004. *Pengantar Komputasi Numerik dengan MATLAB*. Andi: Yogyakarta.

Sanabila, Hadaiq Rolis. 2008. *Penentuan Sudut Pandang Wajah 3 Dimensi dengan Menggunakan Interpolasi Linier dan Interpolasi Spline sebagai Fungsi Pembentuk Garis Ciri.* Tugas Akhir Sarjana. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Indonesia: Depok.

Sheriff dan Geldart. 1995 *Exploration Seismology. 2nd edition*, Cambridge University Press

Sismanto. 1999. *Modul: 3, Interpretasi Data Seismik. Geofisika,* FMIPA UGM, Jogjakarta.

Sulistiana, N., Indriana , Rina D., Harmoko, U. 2012. *Reprocessing Data Seismik untuk Meningkatkan Kualitas Penampang*

Stack, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI DIY & Jateng, Yogyakarta.
Weiderhold, Helga. 2006. *Seismic Methods*. Burval.
Yilmaz, O. 1987. *Seismic Data Processing*. Tulsa. Society of Exploration Geophysicists.

GLOSARIUM

Akuisisi
kegiatan untuk memperoleh data lapangan.

Alliasing
fenomena bergesernya frekuensi tinggi menjadi frekuensi rendah pada gelombang seismik.

Common shot point/CSP/shot point gather
pengelompokan *trace* berdasarkan kesamaan lokasi sumber ledakan.

Common depth point/CDP
pengelompokan *trace* berdasarkan kesamaan titik tengah atau titik pantul gelombang seismik.

Gelombang p
gelombang seismik dengan arah pergerakan longitudinal.

Gelombang s
gelombang seismik dengan arah pergerakan transversal.

Geometry
memberikan identitas atau mendefinisikan nomor-nomor *shotpoint, cdp, geophone*, *offset* berdasarkan koordinatnya.

Geophone
perekam data seismik darat.

Ground roll
noise yang muncul akibat kondisi permukaan yang tidak homogen.

Impedansi akustik
kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik.

Jumlah *radial trace*
banyaknya *trace* pada domain RT (*radial trace*).

Kecepatan semu
kecepatan yang diberikan pada pencuplikan ulang transformasi *radial trace* sebagai batasan daerah yang akan dilakukan pencuplikan ulang.

Noise
pengotor, sinyal yang tidak diinginkan dalam pendekatan bawah permukaan bumi.

Noise* acak*/random noise/ambient noise
noise yang tidak berpola.

***Noise* koheren**

noise yang memiliki pola.

***Noise* linier**
noise yang berbentuk linier.

Offset
jarak antara sumber ledakan seismik dengan penerima (*geophone*).

Preprocessing
tahap pengolahan data seismik sebelum *velocity analysis.*

Reformatting
mengubah format data lapangan ke dalam format internal pengolahan data.

Residu
sisa hasil pengurangan antara input data dan input data yang telah diberikan perlakuan.

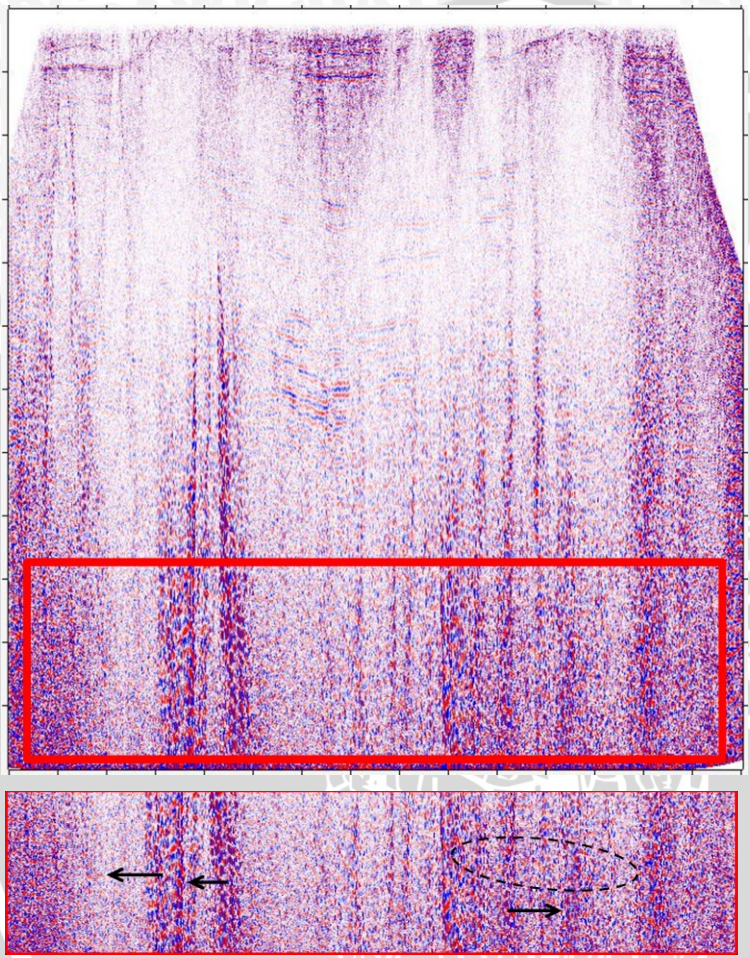
Stack
proses penjumlahan *trace- trace* seismik dalam satu *gather*(kumpulan)

Trace / seismic trace
data seismik yang terekam oleh satu perekam *(geophone)*.

Velocity analysis
analisis kecepatan, bertujuan menghasilkan v_{rms} pada data seismik.

Wavelet
gelombang induk yang merupakan kumpulan dari sejumlah gelombang seismik yang mempunyai amplitudo, frekuensi dan fase tertentu.

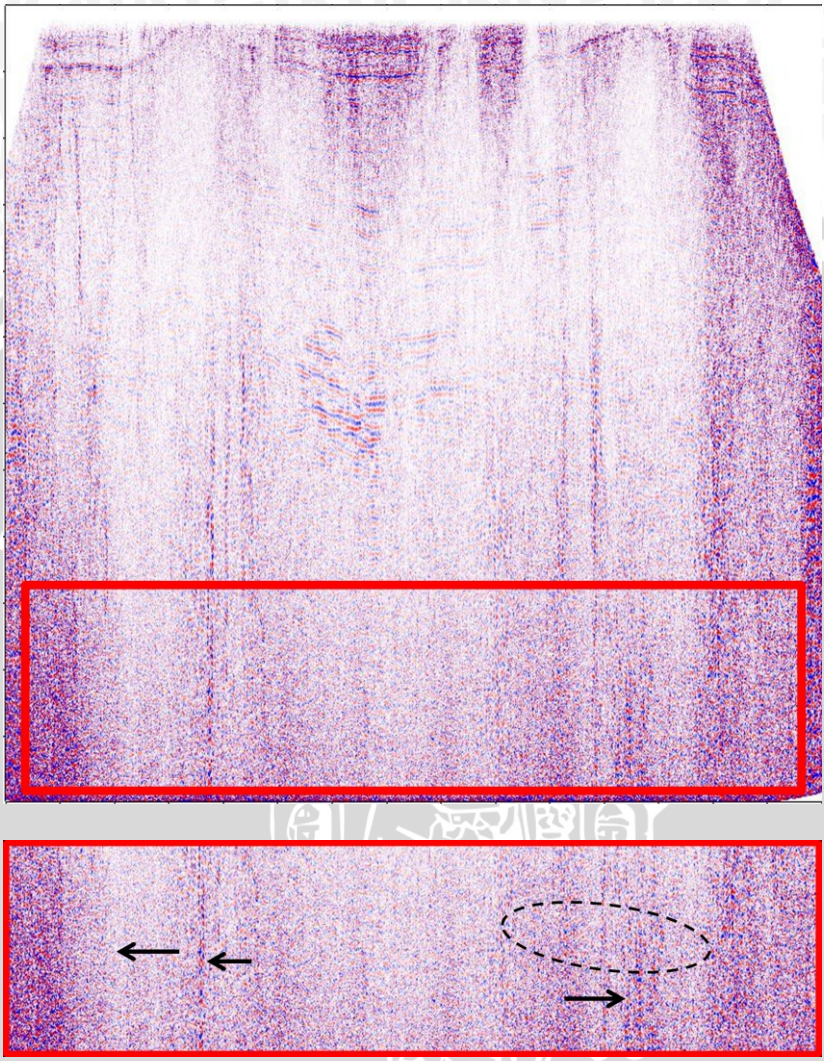
LAMPIRAN



Lampiran 1. Stack Input Data

Lampiran 2. Stack Transformasi *Radial trace* Filter *Low cut* 8 Hz *(noselect)*.

Lampiran 3. Stack Hasil Transformasi *Radial trace* Filter *Low cut* 8 Hz *(select)*.



Lampiran 4. Stack Hasil Filter *Low cut* 8 Hz secara Langsung tanpa melalui Transformasi *Radial trace*.