

Pemodelan 1-D Pada Data Magnetotellurik Menggunakan Metode Algoritma Genetika

Karno*, Yudha Arman, Zulfian

Prodi Geofisika, FMIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email : Karno97@student.untan.ac.id

(Diterima 1 September 2022; Disetujui 19 Oktober 2022; Dipublikasikan 31 Oktober 2022)

Abstrak

Telah dilakukan pemodelan 1-D pada data magnetotellurik menggunakan metode algoritma genetika di cekungan Bintuni, Papua Barat. Metode ini menyelesaikan permasalahan inversi dengan melakukan pendekatan global. Individu yang merepresentasikan parameter model yang terdiri dari nilai resistivitas dan ketebalan lapisan akan melalui proses seleksi, kawin silang dan mutasi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan individu terbaik dengan model observasi sebagai konfirmasi dari keakuratan hasil dengan memperhatikan respon model terhadap data observasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa respon model yang dibangun telah mendekati data observasi dengan nilai RMSE sebesar 3,59.

Kata Kunci : Pemodelan 1-D, Magnetotellurik, Algoritma Genetika

1. Latar Belakang

Metode magnetotellurik merupakan metode geofisika yang menggunakan variasi gelombang elektromagnetik alam dan sifat kemagnetan medium untuk memperoleh informasi mengenai keadaan bawah permukaan. Keadaan bawah permukaan tersebut digambarkan melalui nilai tahanan jenis pada setiap medium. Metode ini dapat digunakan pada kegiatan eksplorasi dengan target kedalaman hingga ribuan meter di bawah permukaan menggunakan medan elektromagnetik alami yang memiliki rentang frekuensi 10^{-4} Hz hingga 10^4 Hz. Terdapat beberapa frekuensi gelombang sumber yang digunakan, diantaranya berada di atas 1 Hz yang diperoleh dari aktivitas petir, dan kurang dari 1 Hz diperoleh dari interaksi antara badai matahari dengan medan magnet bumi [2][8].

Pemodelan pada data magnetotellurik diperlukan untuk memperoleh gambaran distribusi nilai tahanan jenis bawah permukaan. Parameter model yang dicari pada proses pemodelan diharapkan mendekati nilai parameter fisis di lapangan, sehingga data sintetik yang diperoleh bersifat unik dan dapat merepresentasikan data pengukuran. Proses ini disebut juga proses inversi *forward modelling*. *Forward modelling* dilakukan dengan cara membuat tebakan *a priori*, yang umumnya akan menghasilkan model yang belum maksimal.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu dilakukan inversi tambahan. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan proses pemodelan inversi ini, namun pada umumnya dihadapkan pada kendala terjebaknya model pada minimum lokal. Solusi unik hanya dihasilkan apabila model sudah berada pada minimum global.

Metode algoritma genetika merupakan perkembangan dari metode algoritma evolusi yang diambil dari kejadian alam. Metode algoritma genetika dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan optimasi. Kelebihan dari metode ini adalah mampu menghindari terjebaknya fungsi objektif pada minimum lokal [7]. Metode ini menyelesaikan masalah dengan cara mengumpulkan parameter model secara global dan menggabungkannya melalui beberapa proses diantaranya seleksi, kawin silang, dan mutasi sehingga diperoleh generasi baru yang memiliki sifat dari induk, Generasi baru yang dihasilkan akan terus diproduksi hingga diperoleh solusi yang terbaik.

Pemodelan 1-D pada data magnetotellurik menggunakan metode algoritma genetika yang telah dilakukan sebelumnya memperlihatkan bahwa model sintetik dapat diproduksi kembali oleh model inversi dengan hasil tidak terdapat perbedaan yang signifikan [4]. Metode ini juga telah diterapkan pada pemodelan *Self Potential* (SP) melalui mekanisme termoelektrik [11]. Hasil inversi yang dilakukan mendekati data sintetik dengan

nilai *root mean square error* (RMSE) sebesar 4,27. Hal ini menunjukkan bahwa metode algoritma genetika adalah metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan pemodelan inversi ini.

2. Metodologi

2.1 Metode Magnetotellurik

Metode magnetotellurik merupakan metode yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik alam untuk mengetahui struktur bawah permukaan. Metode ini mengukur variasi medan listrik dan medan magnet alam dalam fungsi waktu sebagai respon dari suatu daerah tertentu di permukaan bumi. Besarnya frekuensi dari gelombang elektromagnetik yang dapat diukur pada metode magnetotellurik yaitu berkisar antara 10^{-5} Hz - 10^3 Hz. Gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi rendah (<1 Hz) berasal dari aktivitas angin matahari, sedangkan yang berfrekuensi tinggi (>1 Hz) berasal dari aktivitas petir. Ketika medan elektromagnetik tersebut menjalar dan berinteraksi dengan material bumi maka akan timbul arus induksi atau disebut arus *telluric*. Arus *telluric* inilah yang menjadi sumber medan listrik yang dimanfaatkan pada metode magnetotellurik [8].

Metode magnetotellurik merupakan penurunan dari Persamaan Maxwell yaitu penggabungan dari beberapa hukum fisika, diantaranya adalah hukum Faraday, hukum Ampere, hukum kontinuitas medan magnet, dan hukum Coulomb. Rangkaian hukum-hukum tersebut kemudian dapat ditulis sebagai berikut [10]:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = q \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (4)$$

dengan \vec{E} adalah medan listrik, \vec{B} adalah induksi magnetik, \vec{H} adalah medan magnet, \vec{D} adalah perpindahan listrik, \vec{J} adalah rapat arus dan q adalah rapat muatan listrik.

Medan listrik dan medan magnet saling tegak lurus satu sama lain serta tegak lurus juga terhadap arah rambatannya. Ketika menginduksi permukaan bumi, gelombang tersebut akan merambat secara vertikal. Hal ini dikarenakan besarnya kontras resistivitas

(tahanan jenis) antara udara dan permukaan bumi [6].

Nilai tahanan jenis batuan bervariasi di setiap lapisan mengakibatkan Gelombang elektromagnetik terdifusi seiring bertambahnya kedalaman. Gelombang yang terekam menunjukkan keunikan dari setiap lapisan tersebut. Untuk menentukan tahanan jenis dari setiap lapisan digunakan persamaan *forward modelling* berikut [4]:

$$Z_j = Z_{lj} \frac{1 - R_j \exp(-2k_j h_j)}{1 + R_j \exp(-2k_j h_j)} \quad (5)$$

$$k_j = \sqrt{\frac{i\omega\mu_0}{\rho_j}} \quad (6)$$

$$R_j = \frac{Z_{lj} - Z_{j+1}}{Z_{lj} + Z_{j+1}} \quad (7)$$

$$\rho_a = \frac{1}{\omega\mu_0} |Z_1|^2 \quad (8)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im } Z_1}{\text{Re } Z_1} \right) \quad (9)$$

dengan Z adalah impedansi (Ω), h adalah kedalaman (m), k adalah bilangan gelombang, R adalah impedansi kontinyu tidak berdimensi, ϕ adalah *phase*, μ_0 adalah permitivitas ruang hampa, dan ω adalah kecepatan sudut gelombang (rad/s).

2.2 Metode Algoritma Genetika

Permasalahan yang berkaitan dengan seleksi dapat diselesaikan dengan pendekatan evolusi genetika. Algoritma ini merupakan perkembangan dari teori evolusi Darwin mengikuti analogi kebiasaan yang alami yaitu seleksi alam. Pada prinsipnya, individu yang kuat akan bertahan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan nyata [5][7].

Algoritma genetika merupakan salah satu metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang kompleks, yaitu permasalahan tersebut sangat sulit diselesaikan dengan cara konvensional. Umumnya, algoritma ini memiliki tiga bagian operator, yaitu operator seleksi, operator *crossover* (kawin-silang), dan operator mutasi [9].

2.3 Operator Seleksi

Seleksi merupakan penentuan individu terbaik yang dipilih secara acak dari sekian banyak individu. Dua individu terbaik akan

diambil sebagai *parents* (induk) yang nantinya akan dikawin-silangkan. Metode pemilihan individu yang sederhana dan paling sering digunakan adalah *roulette wheel selection* (metode seleksi roda *roulette*). Menurut Fadlisyah [3], langkah-langkah dari metode *roulette wheel selection* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai *fitness* masing-masing individu

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *fitness* untuk masing-masing individu adalah sebagai berikut:

$$fit_k = f(x^k) \quad (10)$$

dengan, fit_k adalah *fitness* data ke- k , $f(x^k)$ adalah suatu fungsi dan $k = 1, 2, 3, \dots, N$.

2. Menghitung *fitness* total (fit_{tot}) menggunakan:

$$fit_{tot} = \sum_{k=1}^N fit_k \quad (11)$$

3. Menghitung probabilitas individu menggunakan:

$$p_k = \frac{fit_k}{fit_{tot}} \quad (12)$$

dengan, p_k adalah probabilitas data ke- k .

4. Menghitung probabilitas kumulatif setiap individu menggunakan:

$$q_k = \sum_{k=1}^N p_k \quad (13)$$

dengan, q_k adalah probabilitas kumulatif masing-masing individu.

Proses perhitungan selanjutnya adalah pemutaran roda *roulette* yang identik dengan membangkitkan bilangan acak (r_k) yang memiliki nilai $[0,1]$. Proses seleksi ini menggunakan persamaan berikut:

$$q_{k-1} \leq r_k \leq q_k \quad (14)$$

dengan $k=1, 2, 3, \dots, \text{total individu}$, q_k adalah probabilitas kumulatif dan r_k adalah bilangan acak. Apabila persamaan tersebut terpenuhi maka akan dipilih individu ke- k sebagai induk.

2.4 Operator Kawin Silang

Kawin silang merupakan proses pertukaran gen dari dua induk yang berbeda sehingga dapat menghasilkan keturunan baru dengan sifat yang mirip dengan induk. Induk yang digunakan pada proses ini adalah yang terpilih dari hasil seleksi. Kawin silang dilakukan pada nomor kromosom yang sama. Terdapat beberapa metode kawin silang yang dapat digunakan diantaranya adalah

metode *one cut point* (pemindahan satu titik). Metode pemindahan satu titik ini dilakukan dengan cara menukarkan setengah dari gen kedua induk pada nomor kromosom yang sama sehingga diperoleh dua anak baru pada setiap generasinya. Apabila populasi yang digunakan sangat kecil, proses pindah silang juga akan berakibat buruk. Hal ini dikarenakan penyebaran kromosom yang sangat cepat. Melalui proses kawin silang antara dua induk ini, solusi yang baik dapat dicapai dengan mudah.

2.5 Operator Mutasi

Mutasi merupakan proses untuk mengganti individu yang hilang saat seleksi dengan memperhatikan peluang mutasi. Peluang mutasi ini digunakan untuk mengontrol banyaknya individu baru yang muncul untuk di evaluasi menggantikan individu yang hilang. Mutasi dilakukan secara acak dengan mengacu pada aturan dan nilai peluang mutasi. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan mengganti satu atau beberapa gen dari kromosom.

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan berikut: pengumpulan data magnetotellurik, pembuatan *forward modeling*, pemodelan dengan metode algoritma genetika, dan analisis hasil. Pemodelan menggunakan metode algoritma genetika yaitu membuat parameter model sebagai populasi awal kemudian model diseleksi, dikawin silang dan dimutasi lalu dipilih individu terbaik sebagai solusi. Kemudian dibandingkan dengan model acuan. Apabila individu terbaik telah mendekati model acuan dan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang dihasilkan telah mengalami stasioner maka individu tersebut dapat dijadikan solusi.

3 Hasil dan Pembahasan

Pengukuran metode magnetotellurik didasarkan pada rasio medan listrik dan medan magnet alam yang berubah terhadap waktu. Rasio perbandingan tersebut mampu memberikan informasi sifat kelistrikan suatu medium yang biasa disebut impedansi. Nilai impedansi dapat digunakan untuk menghasilkan nilai resistivitas dan struktur tahanan jenis bawah permukaan. Data yang diperoleh adalah berupa frekuensi dan resistivitas sementara, sedangkan untuk menentukan struktur bawah permukaan diperlukan *forward modelling*.

Forward modelling dilakukan dengan membangkitkan suatu bilangan untuk menentukan data kalkulasi. Bilangan yang dibangkitkan merupakan nilai dugaan sementara tahanan jenis bawah permukaan pada setiap lapisan. Setiap bilangan terdiri atas nilai resistivitas dan ketebalan masing-masing

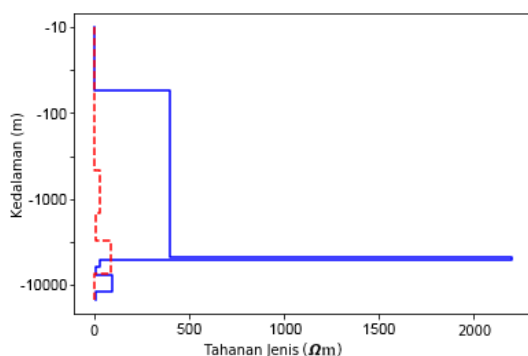
lapisan. Hasil *forward modelling* yang baik adalah ketika nilai data kalkulasi mendekati nilai data observasi. Untuk mendapatkan nilai terbaik, percobaan perlu dilakukan secara acak dan berulang dengan cara menduga-duga.

Metode algoritma genetika mampu menyelesaikan masalah dengan cara menggabungkan parameter model secara global dan memilih solusi terbaik dengan melewati beberapa tahapan diantaranya adalah seleksi, kawin silang, mutasi dan pemilihan model terbaik (*rank*) sebagai solusi. Sehingga dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat dengan hasil yang memuaskan.

Penelitian ini menggunakan dua jenis indikator yang digunakan sebagai pengontrol. Indikator pertama adalah silang *rate* yang berfungsi untuk mengontrol banyaknya persilangan sehingga dapat diketahui banyaknya anak yang muncul dalam satu generasi. Indikator kedua adalah peluang mutasi yang berfungsi untuk mengontrol banyaknya gen yang akan di mutasi untuk menggantikan individu hilang dalam proses seleksi.

3.1 Hasil Pemodelan Menggunakan Peluang Mutasi sebesar 0,02.

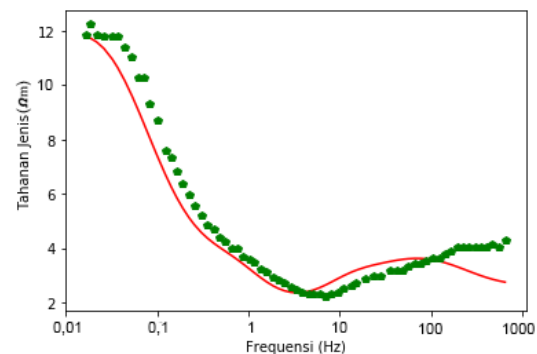
Pada pemodelan menggunakan peluang mutasi sebesar 0,02 ini, indikator silang *rate* adalah 0,8. Model yang digunakan adalah model 8 lapis yang merupakan pemodelan yang dibuat dengan mengacu pada penelitian sebelumnya oleh Addi [1]. Sebanyak 200 individu dibuat sebagai populasi awal. Masing-masing individu terdiri dari 15 parameter model, yaitu 8 parameter tahanan jenis dan 7 parameter ketebalan. Model 8 lapis menggunakan model acuan sebagai pembandingan yang didukung dengan kemiripan antara data observasi dengan data kalkulasi. Perbandingan antara model acuan dan model kalkulasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai tahanan jenis terhadap kedalaman. Model acuan ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna merah, sedangkan model

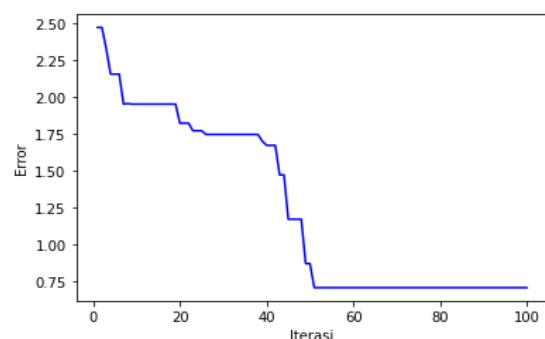
hasil inversi ditunjukkan oleh garis biru. Nilai peluang mutasi pada proses ini sebesar 0,02.

Model acuan merupakan model inversi hasil penelitian Addi [1]. Terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara parameter model acuan dengan parameter model hasil inversi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini mengindikasikan bahwa pemodelan yang dilakukan dengan peluang mutasi sebesar 0,02 masih belum mendekati hasil penelitian sebelumnya tersebut.



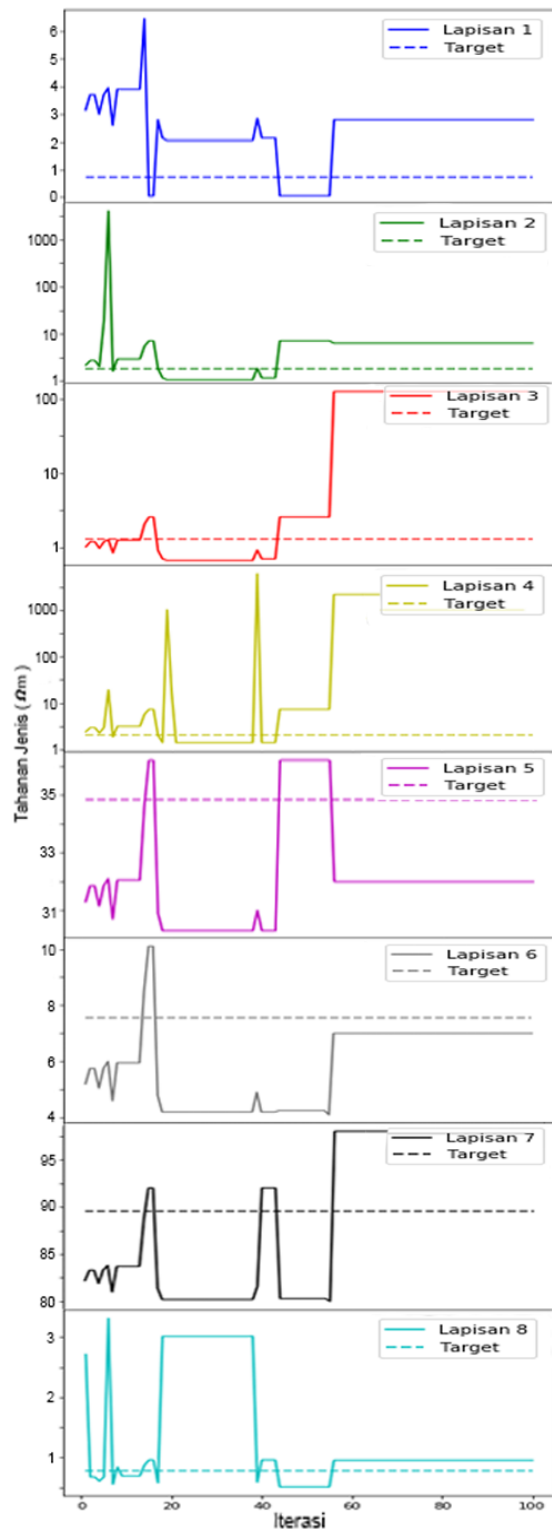
Gambar 2. Grafik nilai tahanan jenis terhadap frekuensi. Data observasi yang ditunjukkan oleh titik-titik berwarna hijau terlihat bersesuaian dengan data hasil inversi (garis merah) menggunakan nilai peluang mutasi sebesar 0,02.

Gambar 2 menunjukkan bahwa data hasil inversi berada sangat dekat dengan data observasi. Hal ini menunjukkan bahwa data hasil inversi dapat merepresentasikan data observasi dengan baik. Perubahan nilai RMSE pada setiap generasi untuk model 8 lapis menggunakan nilai peluang mutasi sebesar 0,02 ini diperlihatkan pada Gambar 3.

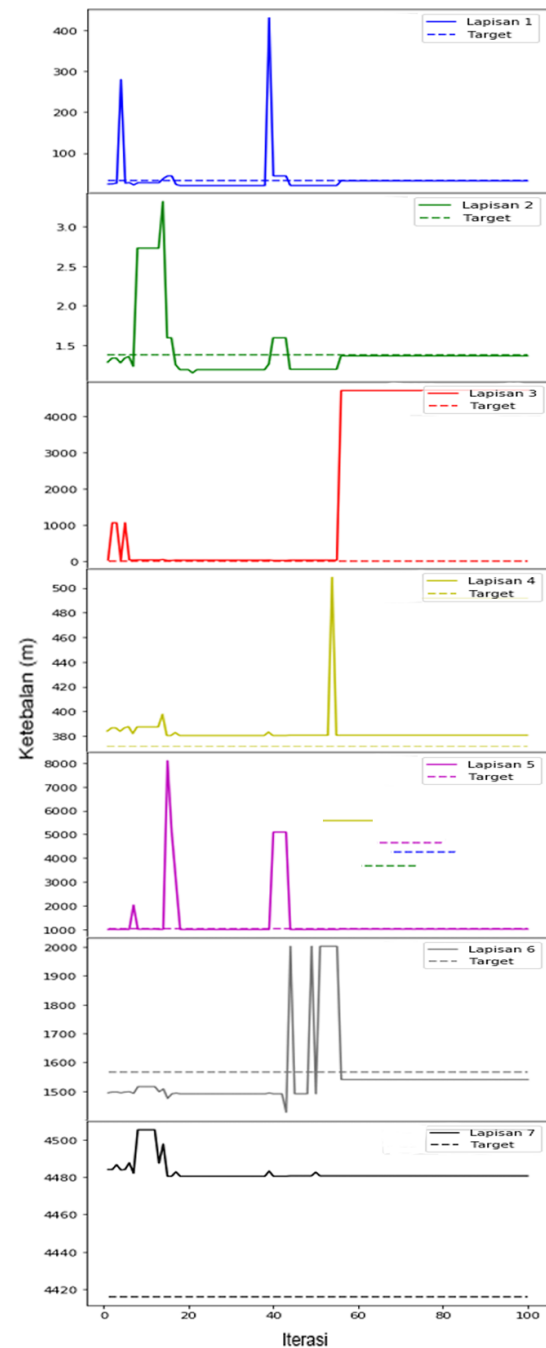


Gambar 3. Perubahan nilai RMSE pada pemodelan menggunakan peluang mutasi sebesar 0,02.

Dari Gambar 3 terlihat proses pemodelan pada Iterasi ke 56 hingga iterasi 100 menunjukkan pola yang stabil. Hal ini menunjukkan model yang diperoleh telah mengalami konvergensi pada nilai RMSE 0,708.



Gambar 4. perubahan tahanan jenis terhadap jumlah iterasi untuk peluang mutasi sebesar 0,02.



Gambar 5. perubahan ketebalan terhadap jumlah iterasi untuk peluang mutasi sebesar 0,02.

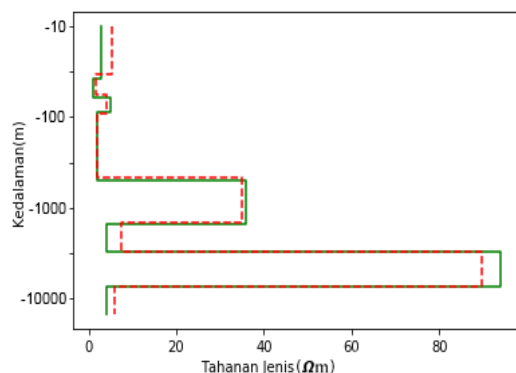
Gambar 4 menunjukkan perubahan tahanan jenis pada setiap generasi yang dipengaruhi oleh proses kawin silang dan mutasi, sedangkan Gambar 5 menunjukkan perubahan parameter kedalaman yang dipengaruhi oleh proses kawin silang dan mutasi pada setiap generasi. Terdapat dua jenis garis dengan warna yang sama pada grafik tersebut. Garis tidak terputus merupakan parameter hasil inversi dan garis putus-putus merupakan parameter acuan. Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 terlihat bahwa perubahan parameter tersebut berhenti pada

iterasi ke-56 yang sesuai dengan stabilnya nilai RMSE. Grafik parameter hasil inversi telah mendekati grafik parameter acuan akan tetapi pada ρ_3 dan ρ_4 memiliki perbedaan yang sangat signifikan dengan ρ_{a3} dan ρ_{a4} serta h_3 juga memiliki perbedaan yang sangat jauh dari h_{a3} .

Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3 diketahui bahwa data kalkulasi telah mendekati data observasi dengan nilai RMSE adalah sebesar 0,708 dan korelasi sangat kuat akan tetapi model tebakannya memiliki perbedaan yang sangat signifikan dengan model acuan sehingga model tersebut tidak dapat dijadikan sebagai solusi.

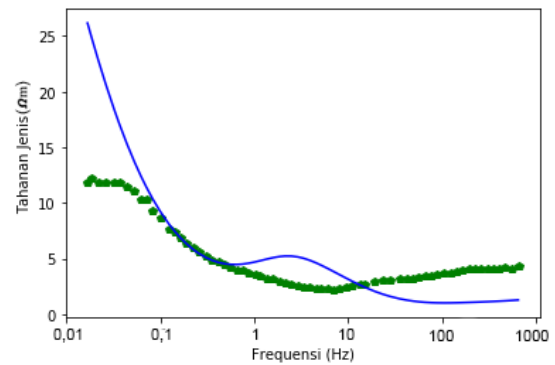
3.2 Hasil Pemodelan Menggunakan Peluang Mutasi sebesar 0,005

Pada pemodelan dengan peluang mutasi sebesar 0,005 indikator silang rate tetap 0,8 dan model yang digunakan juga sama yaitu model 8 lapis.



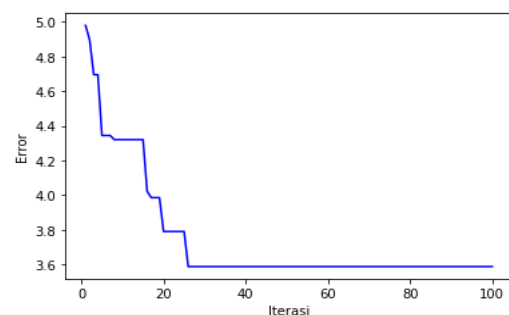
Gambar 6. Grafik nilai tahanan jenis terhadap kedalaman. Model acuan ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna merah, sedangkan model hasil inversi ditunjukkan oleh garis hijau. Nilai peluang mutasi pada proses ini sebesar 0,005.

Gambar 6 menunjukkan bahwa model hasil inversi telah mendekati model acuan walaupun secara numerik masih terdapat perbedaan. Selain itu kesesuaian antara respon model hasil inversi dengan data observasi juga cukup baik dengan nilai RMSE adalah 3,59. Perbandingan antara data observasi dengan respon model hasil inversi dapat dilihat pada Gambar 7.



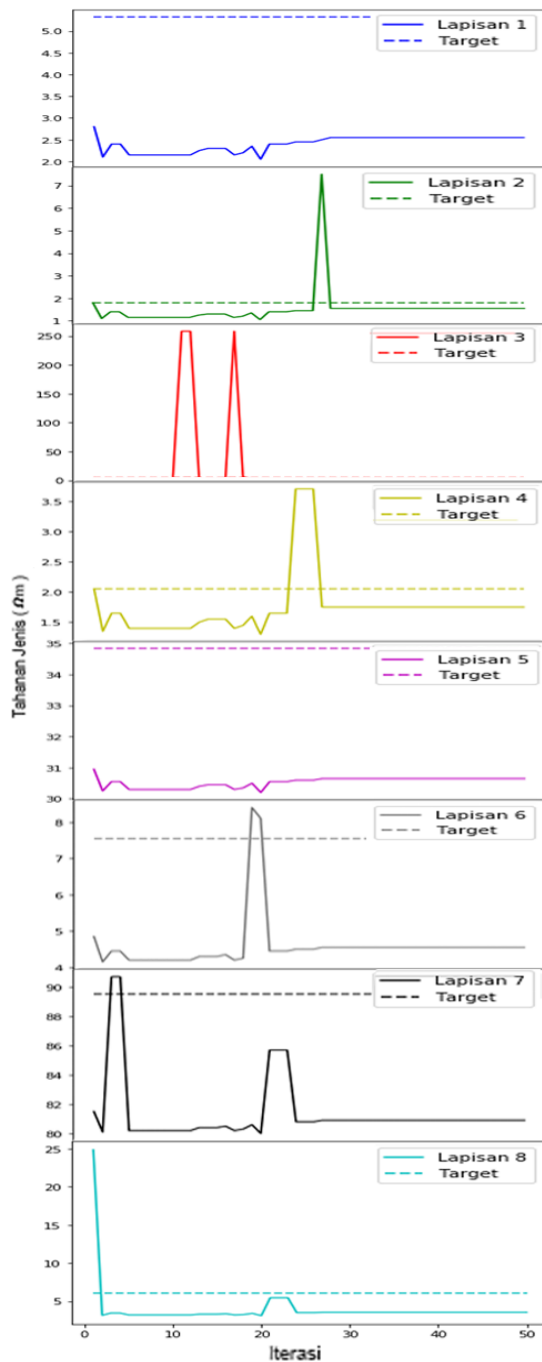
Gambar 7. Grafik nilai tahanan jenis terhadap frekuensi. Data observasi yang ditunjukkan oleh titik-titik berwarna hijau terlihat bersesuaian dengan data hasil inversi (garis biru) menggunakan nilai peluang mutasi sebesar 0,005.

Gambar 7 menunjukkan bahwa data hasil inversi telah mendekati data observasi walaupun terdapat perbedaan akan tetapi perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Untuk mengetahui hubungan antara data observasi dengan data hasil inversi dapat dihitung menggunakan persamaan *correlation product moment* sehingga diperoleh koefisien korelasi yaitu 0,93 yang artinya terdapat hubungan yang sangat kuat antara kedua data. Sedangkan untuk mengetahui perubahan RMSE pada setiap generasi dapat dilihat pada Gambar 8.



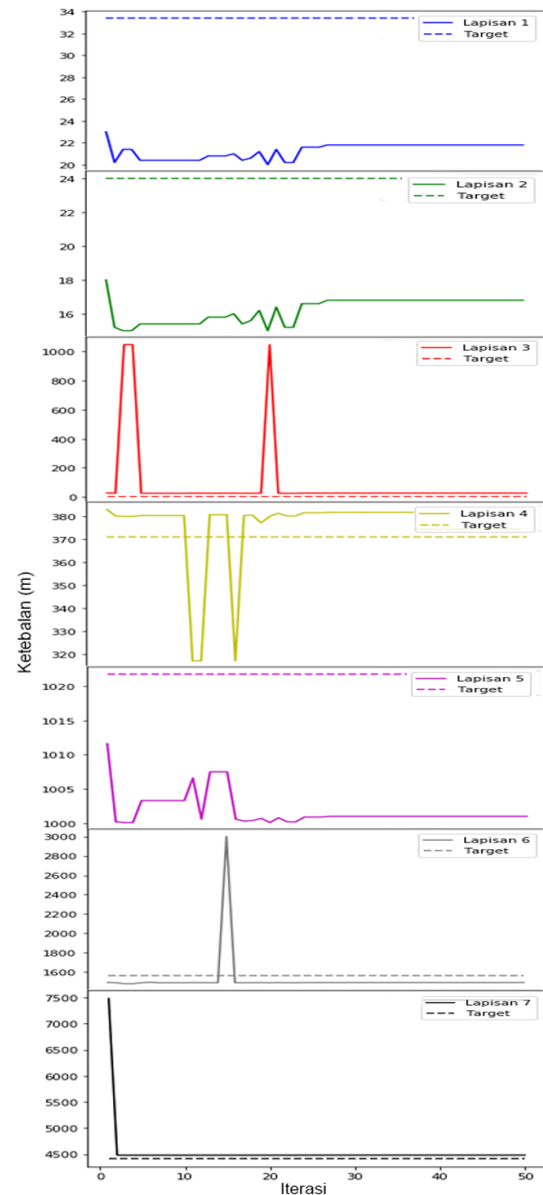
Gambar 8. Perubahan nilai RMSE pada pemodelan menggunakan peluang mutasi sebesar 0,005.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa nilai RMSE pada iterasi ke-27 hingga 100 telah mengalami kestabilan. Kestabilan tersebut menunjukkan bahwa model yang diperoleh telah mengalami konvergensi dengan nilai RMSE yaitu 3,59.



Gambar 9. perubahan tahanan jenis terhadap jumlah iterasi untuk peluang mutasi sebesar 0,005.

Gambar 9 menunjukkan perubahan parameter tahanan jenis dan Gambar 10 menunjukkan perubahan parameter ketebalan pada setiap generasi yang dipengaruhi oleh proses kawin silang dan mutasi. Garis tidak putus merupakan grafik parameter hasil inversi sedangkan garis putus-putus merupakan grafik parameter acuan dan warna garis menunjukkan kesamaan parameter.



Gambar 10. perubahan ketebalan terhadap jumlah iterasi untuk peluang mutasi sebesar 0,005.

Berdasarkan Gambar 9 dan Gambar 10 dapat diketahui bahwa pada generasi ke-27 hingga 100 perubahan parameter model telah berhenti dengan nilai parameter hasil inversi mendekati nilai parameter acuan. Sedangkan berdasarkan Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa hasil pemodelan menggunakan peluang mutasi sebesar 0,005 dapat mereduksi kembali data observasi dengan validasi yang cukup akurat dan nilai RMSE cukup rendah sehingga hasil pemodelan ini dapat dijadikan sebagai solusi.

4 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah :

1. Anomali resistivitas pada metode magnetotellurik dapat dimodelkan dengan menggunakan metode algoritma genetika.
2. Pemodelan data magnetotellurik menggunakan metode algoritma genetika pada peluang mutasi 0,005 lebih baik daripada menggunakan peluang mutasi 0,02.
3. Parameter model kalkulasi yang dihasilkan sudah mendekati model acuan dengan nilai RMSE adalah 3,59 sehingga hasil pemodelan yang diperoleh dapat dijadikan sebagai solusi.

Daftar Pustaka

- [1] Addi, M. F., 2017, Identifikasi Sistem Petroleum Endapan Pra-Tersier Di Cekungan Bintuni, Papua Barat Berdasarkan Data Magnetotellurik, Program Studi Geofisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [2] Chave, A. D., and Jones, A. G., 2004. The Magnetotelluric Method Theory and Practice, Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Fadlisyah, Arnawan dan Faisal, 2009, Genetik Algoritma, Ilmu Graha, Yogyakarta.
- [4] Grandis, H., 2008. Inversi Data Magnetotellurik 1D Menggunakan Algoritma Genetika: suatu Pendekatan Tutorial, Kelompok Keilmuan Geofisika Terapan FTTM-ITB, Jurnal Geofisika 2008/2.
- [5] Holland, J., 1975, Genetic Algorithm, Michigan: Michigan State University.
- [6] Jiracek, G., 2002, The Magnetotelluric Method, San Diego: San Diego State University.
- [7] Kusumadewi, S., 2003, Artificial Intelligence, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Simpson, F., dan Bahr K., 2005. Practical Magnetotellurik. Cambridge University Press, United Kingdom.
- [9] Suyanto, 2005, Algoritma genetika dengan MATLAB, Andi Offset Yogyakarta.
- [10] Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E., 1990, Applied Geophysics, Cambridge : Cambridge University Press.
- [11] Yulita, Yudha A., Yoga S. P., 2013, "Pemodelan Zona Patahan Berdasarkan Anomali Self Potential (SP)", Prisma Fisika, Vol. I, No. 3.