

**ESTIMASI PERMEABILITAS RESERVOIR DARI DATA LOG
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA
FORMASI MENGGALA PT CHEVRON PACIFIC INDONESIA**

Liana Zamri^{*}, Juandi M, Muhammad Edisar

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
^{*}*lianazamri42@yahoo.com***

ABSTRACT

A research has been conducted to apply artificial neural network in order to predict permeability of reservoir. Method of this research was analytical description. Backpropagation neural network used input layer of 4 neurons, hidden layer of 6 neurons, and output layer of 1 neuron, which was optimal architecture in this research. Result of this research showed that the biggest correlation was 0,9999 for BL#33 well and the lowest correlation was 0,9977 for BL#19 well. The rmse value of BL#19 well was 1,02%, BL#33 well was 0,21%, and was 2,42% for BL#34 well. When rmse decreased, prediction disposed approximated true value. This results indicated the solution based on backpropagation model was reasonable and feasible.

Keyword: Artificial neural network, backpropagation, permeability

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk menerapkan jaringan syaraf tiruan dalam memprediksi permeabilitas batuan reservoir. Penelitian ini menggunakan metode deskripsi analitis yaitu kegiatan yang mendeskripsikan suatu kegiatan dengan mengacu kepada referensi yang kemudian dianalisis. Backpropagation neural network menggunakan lapisan masukan dengan 4 neuron, lapisan tersembunyi dengan 6 neuron, dan lapisan keluaran dengan 1 neuron merupakan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang optimal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa korelasi tertinggi adalah 0,9999 untuk sumur BL#33. Korelasi terendah adalah 0,09977 pada sumur BL#19. Nilai rmse dari sumur BL#19 adalah 1,02%, BL#33 0,21%, dan 2,42% untuk sumur BL#34. Semakin kecil nilai rmse, prediksi cenderung mendekati nilai sebenarnya. Hasil analisa menunjukkan bahwa penyelesaian berdasarkan backpropagation dapat diandalkan.

Kata kunci: Jaringan syaraf tiruan, backpropagation, permeabilitas

PENDAHULUAN

Parameter porositas dan permeabilitas sangat penting dalam eksplorasi. Porositas merupakan variabel utama untuk menentukan besarnya cadangan fluida yang terdapat dalam

suatu massa batuan. Permeabilitas merupakan variabel yang menentukan seberapa besar kemampuan batuan untuk melepaskan minyak (Koesoemadinata, 1978).

Penentuan permeabilitas biasanya menggunakan log Nuclear Magnetic

Resonance dan analisa data batuan inti dalam well log. Pengukuran ini membutuhkan biaya yang besar dan memiliki kesulitan yang tinggi pada saat akuisisi pengukuran well log. Oleh karena itu, sangat jarang sekali dalam well log mengukur permeabilitas menggunakan log Nuclear Magnetic Resonance dan analisa data batuan inti, sehingga mengakibatkan tidak lengkapnya parameter reservoir dan bisa menyebabkan kesalahan pada proses evaluasi (Bhatt, 2002). Metode Neural Network dinilai lebih efektif memecahkan persoalan-persoalan kompleks dalam petrofisika dibandingkan dengan metode regresi linear yang sering dipakai. Metode Neural Network akan membangun hubungan antara data prediksi dan memperoleh solusi non-linear dari problem tersebut secara otomatis (Saputro dkk, 2012).

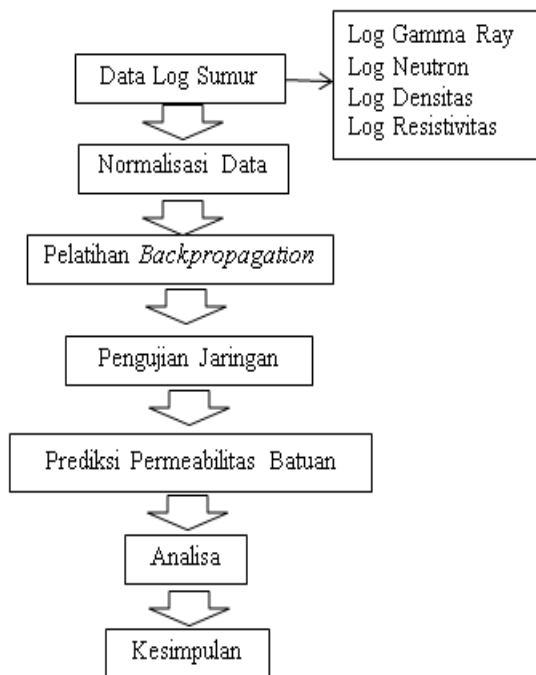
Jaringan syaraf tiruan (JST) telah diterapkan di berbagai bidang untuk memecahkan masalah seperti klasifikasi, diagnosa, fungsi pendekatan, dan optimalisasi (Haykin, 1999). Banyak metode yang berkembang saat ini salah satunya aplikasi metode geostatistik dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan yang dikombinasikan dengan metode well log. Metode JST ini juga sudah banyak dikembangkan untuk mengestimasi parameter reservoir lainnya terutama permeabilitas (Hale, 2002). Helle dan Bhatt juga berhasil menerapkan korelasi data sumur menggunakan kombinasi backpropagation neural network dan recurrent neural network untuk identifikasi kerangka lithological facies (Bhatt, 2002). Penggunaan JST sangat unggul dibandingkan beberapa metode lain dengan beberapa syarat (Masters, 1993):

1. Data yang digunakan memiliki sifat 'fuzzy', artinya terdapat gradient nilai dari suatu parameter ke parameter lain.
2. Data yang digunakan memiliki pola yang sangat sulit ditebak maupun diperhitungkan secara statistik. Salah satu kelebihan JST adalah menemukan pola yang tidak dapat ditemukan oleh otak manusia.
3. Data menunjukkan sifat non-linear yang signifikan.

Penyelesaian masalah dengan JST tidak memerlukan pemrograman. JST menyelesaikan masalah melalui proses belajar dari contoh-contoh. Biasanya pada jaringan syaraf tiruan diberikan sebuah himpunan pola pelatihan yang terdiri dari sekumpulan contoh pola. Sebagai tanggapan atas pola masukan sasaran yang disajikan tersebut jaringan akan menyesuaikan nilai bobotnya. Jika pelatihan telah berhasil, bobot-bobot yang dihasilkan selama pelatihan jaringan akan memberikan tanggapan yang benar terhadap masukan yang diberikan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskripsi analitis. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Normalisasi Data
Normalisasi data bertujuan menyesuaikan data latih dan data uji sebelum masuk ke proses pelatihan ataupun prediksi. Setiap data dinormalisasi sehingga berada pada range [0,1] dengan menggunakan persamaan:
$$x' = \frac{(x - \min)}{(\max - \min)}$$
- b. Pelatihan Backpropagation
Pelatihan dilakukan dengan tujuan untuk mengenali pola-pola dari data masukan pada data latih untuk dilatih pada jaringan yang akan menghasilkan keluaran untuk dibandingkan dengan data target. Hasil akhir dari pelatihan berupa bobot-bobot optimal yang akan diterapkan pada prediksi.
- c. Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan bertujuan untuk mengetahui apakah jaringan dapat melakukan generalisasi terhadap data baru yang dimasukkan ke dalamnya, yaitu ditunjukkan dengan akurasi jaringan dalam mengenali data pengujian. Arsitektur jaringan yang digunakan untuk pengujian adalah arsitektur terbaik yang diperoleh dari hasil pelatihan jaringan.

- d. Prediksi permeabilitas
Prediksi menggunakan bobot-bobot dari hasil pelatihan dan pengujian. Keluarannya berupa prediksi permeabilitas yang akan dibandingkan dengan hasil evaluasi formasi data log.

Adapun prosedur yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelatihan Jaringan
 - a. Masukan yang digunakan adalah data log sumur yaitu log gamma ray, log densitas, log neutron, dan log resistivitas.
 1. Pilih data log masukan sesuai dengan kedalaman data batuan intinya.
 2. Normalisasi data masukan.
 - b. Target yang digunakan adalah data batuan inti yaitu permeabilitas.
 1. Permeabilitas K batuan inti dilogkan
 2. Normalisasi Log K
 - c. Bobot
Acak data dengan cara =RANDBETWEEN(1000;1000/1000)
 - d. Lapisan tersembunyi
Masing-masing masukan dikalikan dengan bobot

- menggunakan fungsi aktivasi sigmoid.
- e. Keluaran
Keluaran pada lapisan tersembunyi menjadi masukan untuk proses keluaran yang dikalikan dengan bobot menggunakan fungsi aktivasi linier.
 - f. Rmse
 1. Hitung rmse antara keluaran dengan target.
 2. Meminimalkan kesalahan dengan cara klik rata-rata kuadrat kesalahan kemudian ambil menu Data pada toolbar, lalu pilih solver. Maka bobot akan berubah secara otomatis dan kita kan mendapatkan kesalahan yang sangat kecil.
 3. Buatlah grafik korelasi antara keluaran dan target, grafik antara permeabilitas batuan inti vs permeabilitas hasil prediksi.
2. Pengujian Jaringan
Grafik tampak kurang matching sehingga perlu dilakukan smooting.
 1. Pisahkan data-data lapisan keluaran (10% dari keseluruhan data) yang datanya jauh dari data batuan inti supaya grafik antara permeabilitas prediksi dan permeabilitas batuan inti cepat sesuai dan meminimalkan kesalahan.
 2. Ulangi langkah kedua pada rmse.
 3. Setelah mendapatkan rmse yang sangat kecil ditunjukkan dengan grafik yang semakin sesuai dan korelasi antara keluaran dan target semakin bagus, sehingga nilai bobot-bobot inilah yang

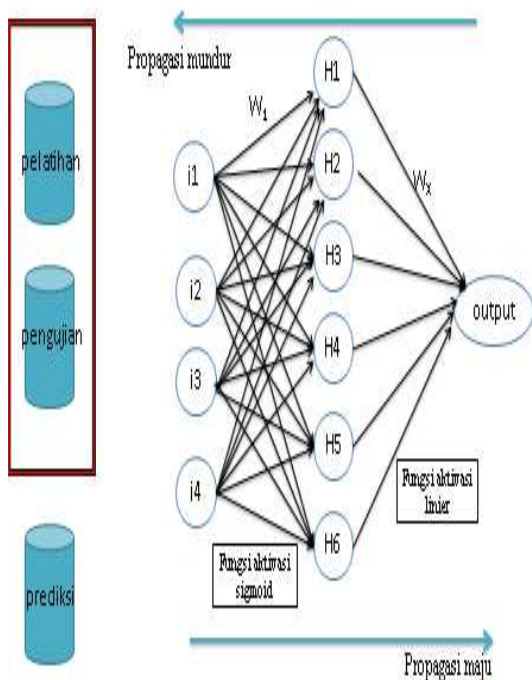
akan dijadikan untuk proses prediksi.

3. Prediksi Permeabilitas
Pada proses prediksi target dan bobot yang digunakan adalah hasil pelatihan dan pengujian.
 1. Masukan yang digunakan adalah semua data log yang telah dinormalisasi.
 2. Ulangi langkah pada lapisan tersembunyi, keluaran, dan rmse.
 3. Buatlah grafik perbandingan antara kedalaman terhadap permeabilitas data batuan inti, data log, dan data prediksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data sumur Formasi Menggala dari Lapangan Balu PT Chevron Pacific Indonesia. Data masukan yang digunakan pada jaringan ini adalah data sumur yang terdiri dari data log gamma ray, log neutron, log densitas, dan log resistivitas. Data targetnya adalah permeabilitas batuan inti. Hubungan antara data masukan dengan data target dan keluaran tidak dapat ditentukan oleh satu fungsi saja, karena kemungkinan adanya hubungan kompleks. Jaringan yang dilatih menggunakan tiga lapisan jaringan di mana lapisan pertama terdiri dari empat neuron, lapisan kedua terdiri dari enam neuron, dan lapisan terakhir yang merupakan lapisan keluaran memiliki satu neuron saja. Fungsi transfer terbaik untuk lapisan pertama adalah fungsi sigmoid dan untuk lapisan kedua digunakan fungsi identitas (linier).

Dalam penelitian ini sumur yang diprediksi permeabilitas batuan yaitu sumur BL#19, BL#33, dan BL#34.



Gambar 2. Mekanisme backpropagation

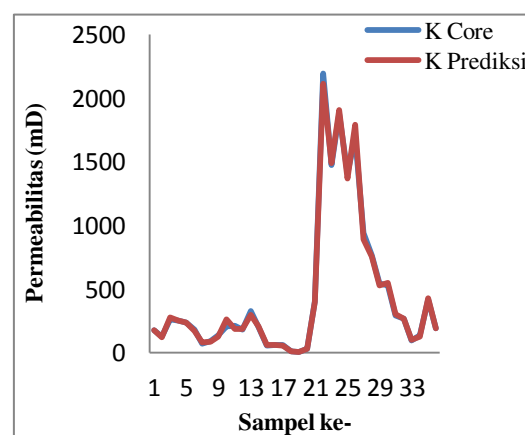
a. Pelatihan Jaringan pada Sumur BL#19

Normalisasi 160 data masukan dan 40 data target pada sumur BL#19, dilanjutkan dengan proses pelatihan yang menghasilkan korelasi antara permeabilitas batuan inti terhadap permeabilitas hasil prediksi pada sumur BL#19. Permeabilitas hasil prediksi memiliki korelasi 0,9977 terhadap permeabilitas batuan inti, ini menunjukkan bahwa proses pelatihan telah berhasil karena interval koefisien korelasi berada di antara 0,80-1,00 yang menyatakan tingkat hubungan yang sangat kuat. Sehingga bobot-bobot pada jaringan ini sudah bisa digunakan untuk proses prediksi.

b. Pengujian Jaringan pada Sumur BL#19

Jaringan sudah bisa melakukan generalisasi terhadap data masukan baru

ditunjukkan dengan kesesuaian kurva fitting permeabilitas batuan inti terhadap permeabilitas hasil prediksi. Nilai rmse yang kecil akan menghasilkan nilai perkiraan yang relatif mendekati nilai sebenarnya. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rmse yang sangat kecil yaitu 0,010237 sehingga kurva fitting berimpit antara permeabilitas batuan inti terhadap permeabilitas prediksi pada sumur BL#19 dapat dilihat pada Gambar 3.

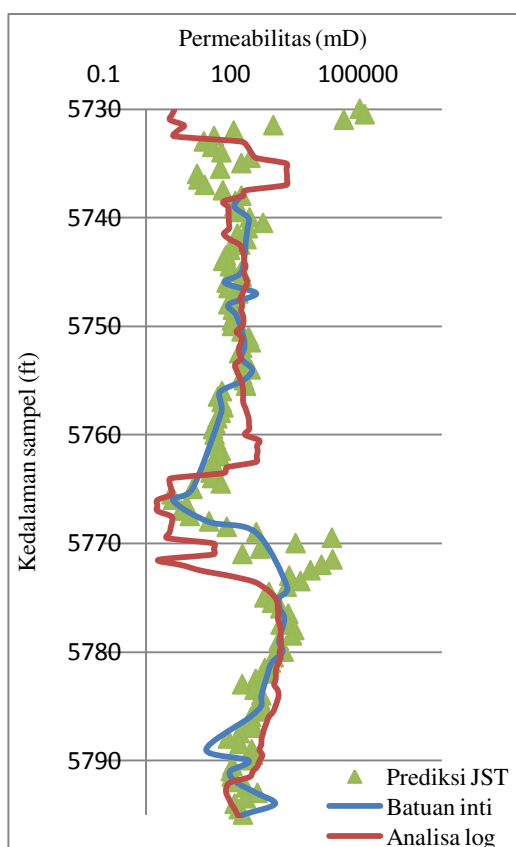


Gambar 3. Kurva fitting permeabilitas batuan inti dan permeabilitas prediksi setelah dilakukan pengujian BL#19

c. Prediksi pada Sumur BL#19

Pelatihan dan pengujian sumur BL#19 dilanjutkan dengan proses prediksi. Pada proses prediksi digunakanlah bobot-bobot optimal yang didapatkan dari proses pelatihan sumur BL#19. Data masukan yang digunakan pada proses prediksi ini adalah data log BL#19 sebanyak 1116 data yang telah dinormalisasi terlebih dahulu. Setelah data masukan dimasukkan ke dalam jaringan yang telah dilatih, maka jaringan akan berusaha menyimulasikan keluaran. Kemudian keluaran yang

dihasilkan akan dibandingkan dengan target permeabilitas batuan inti. Perbandingan hasil permeabilitas prediksi JST terhadap permeabilitas batuan inti dan permeabilitas analisa log pada sumur BL#19 dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa permeabilitas hasil prediksi JST lebih sesuai ke data batuan intinya dibandingkan dengan permeabilitas analisa log pada sumur BL#19, ini terjadi karena pada saat pelatihan data log yang dilatih hanya data yang memiliki kedalaman batuan inti sehingga permeabilitas yang bisa diprediksi berkisar di sekitar kedalaman data batuan inti.



Gambar 4. Kurva fitting permeabilitas batuan inti, permeabilitas prediksi dan permeabilitas perhitungan pada sumur BL#19

Faktor dari jenis batuan yang berbeda juga dapat mempengaruhi terjadinya penyimpangan prediksi. Adanya penyimpangan/local minima yang terbentuk disebabkan oleh data prediksi yang cenderung mengikuti pola data batuan inti untuk mencapai kesesuaian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian memprediksi permeabilitas batuan pada kedalaman tertentu, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Backpropagation neural network menggunakan lapisan masukan dengan 4 neuron, lapisan tersembunyi dengan 6 neuron, dan lapisan keluaran dengan 1 neuron merupakan arsitektur JST yang optimal dalam penelitian ini.
2. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa korelasi tertinggi antara permeabilitas prediksi JST dengan permeabilitas batuan inti adalah 0,9999 pada sumur BL#33. Korelasi terendah adalah 0,09977 pada sumur BL#19.
3. Prediksi permeabilitas cukup akurat secara ilmiah karena nilai rmse yang dihasilkan dari sumur BL#19 adalah 1,02%, BL#33 0,21%, dan 2,42% untuk sumur BL#34.
4. Hasil prediksi permeabilitas reservoir menggunakan JST backpropagation dapat diterima secara ilmiah untuk memprediksi permeabilitas di lapangan Balu PT Chevron Pacific Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhatt, A. 2002. *Reservoir Properties from Well Logs using Neural Network*, Doctoral's dissertation.

- Norwegia University of Science and Technology.
- Hale, B. 2002. *Flow Unit Prediction With Limited Permeability Data Using Artificial Neural Network Analysis*. Collage of engineering and Mineral Resources West Virginia University, West Virginia.
- Haykin, S. 1999. *Neural Network: A comprehensive foundation*. Prentice Hall.
- Koesoemadinata, RP. 1978. *Geologi Minyak Bumi*. ITB : Bandung.
- Masters, T. 1993. *Practical neural network recipes in C++*. Academic Press.
- Saputro, J., Utama, W., Baskaraputra, F. F. 2012. *Evaluasi Formasi Dari Estimasi Permeabilitas Pada Reservoir Karbonat Reef Build-Up Menggunakan Artificial Neural Network Berdasarkan Data Log*. JURNAL TEKNIK POMITS. 1(1) : 1-5.