



# Penggunaan Algoritma Genetika pada Kegiatan Tambang Batubara dengan Pengaplikasian Ilmu komputer

Rika Widiastuti Siregar

Balai Pendidikan dan Pelatihan  
Tambang Bawah Tanah

Irwan Munandar

Balai Pendidikan dan Pelatihan  
Tambang Bawah Tanah

***Index Terms*—Mine, Computer Science, Coal Mine, Genetic Algorithm.**

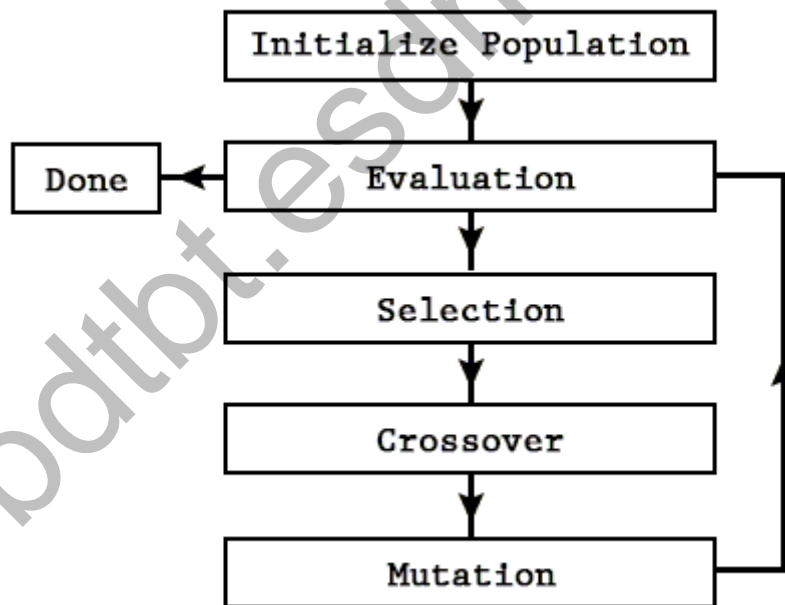
## I. PENDAHULUAN

Perkembangan berbagai algoritma pada pengaplikasian beberapa masalah di berbagai bidang pada saat ini terus dikembangkan. Teknologi komputer dengan kemampuannya digunakan sebagai alat bantu proses kegiatan dalam organisasi dengan penerapan algoritma yang di simulasikan. Algoritma sendiri merupakan prosedur sistematis untuk memecahkan masalah matematis dalam langkah-langkah terbatas atau urutan logis pengambilan keputusan untuk pemecahan masalah[1]. Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam memecahkan suatu masalah adalah algoritma genetik. Pada pendekatan ilmu komputer Algoritma genetik (GA) merupakan metaheuristik yang terinspirasi oleh proses seleksi alam, Algoritma genetika biasanya digunakan untuk menghasilkan solusi berkualitas tinggi untuk optimasi dan masalah pencarian dengan mengandalkan operator yang terinspirasi pada bio seperti mutasi, crossover dan seleksi[2]. metaheuristik sendiri merupakan prosedur tingkat tinggi atau heuristik yang dirancang untuk menemukan, menghasilkan, atau memilih heuristik (algoritma pencarian parsial) yang dapat memberikan solusi yang cukup baik untuk masalah optimasi, terutama dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak sempurna. atau kapasitas komputasi terbatas [3].

Algoritma Genetik ditemukan oleh John Holland pada tahun 1975 dan dikembangkan oleh muridnya David Goldberg pada tahun 1989. Dalam menyelesaikan permasalahan sistem kerja algoritma genetik yaitu dengan cara menghasilkan, mengubah dan mengevaluasi kandidat solusi dari permasalahan tersebut. sebuah populasi dari solusi calon untuk masalah optimasi berkembang ke arah solusi yang lebih baik, Setiap solusi kandidat memiliki seperangkat sifat ( kromosom atau genotipe ) yang dapat dimutasi dan diubah, kemudian kromosom-kromosom tersebut dievaluasi oleh fungsi fitness. Secara umum algoritma genetik ini dapat dirumuskan menjadi beberapa langkah, yaitu[2]:

1. Membentuk suatu populasi individual dengan keadaan acak
2. Mengevaluasi kecocokan setiap individual keadaan dengan hasil yang diinginkan
3. Memilih individual dengan kecocokan yang tertinggi
4. Bereproduksi, mengadakan persilangan antar individual terpilih diselingi mutasi
5. Mengulangi langkah 2 - 4 sampai ditemukan individual dengan hasil yang diinginkan.

Representasi dari siklus algoritman genetika bisa dilihat pada gambar 1.1. Pada sistem alamiah, keseluruhan paket genetik disebut genotip, Pada sistem genetik buatan, keseluruhan paket strings disebut sebuah struktur. Pada sistem alamiah, kromosom terdiri dari gen-gen, yang terdiri dari sejumlah nilai yang disebut allele. Pada genetik, posisi (locus) dari sebuah gen diidentifikasi secara terpisah dari fungsi gen[4]. perbandingan istilah sistem alamiah dan algoritma genetik bisa di lihat pada Tabel 1.1



Gambar 1.1 *Flow Chart* algoritma genetik.



Tabel 1.1 perbandingan sistem alamiah dan algoritma genetik[4]

Sistem Alamiah	Algoritma Genetik
Kromosom	String
Gen	Fitur, Karakter, atau detektor
Allel	Nilai fitur
Locus	Posisi String
Genotip	Struktur
Fenotip	Set parameter, solusi alternatif, struktur yang di-decode
Epitasis	Non linieritas

algoritma genetika tidak hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi saja. Namun, pada kenyataannya algoritma genetika juga memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah-masalah selain optimasi yaitu masalah-masalah dengan karakteristik sebagai berikut[5]: Ruang masalah sangat besar, kompleks, dan sulit dipahami. Kurang atau bahkan tidak ada pengetahuan yang memadai untuk merepresentasikan masalah ke dalam ruang pencarian yang lebih sempit. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai. Ketika metode-metode konvensional sudah tidak mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi. Solusi yang diharapkan tidak harus paling optimal, tetapi cukup bagus atau bisa diterima. Terdapat batasan waktu, misalnya real time system atau sistem waktu nyata.

Pengaplikasian algoritma pada berbagai bidang telah banyak digunakan yaitu pada optimasi antara lain untuk *traveling Salesmen Problem (TSP)*, Job Scheduling, dan Optimasi video dan suara.

Pada pembelajaran mesin antara lain pengaturan pada learning classifier system atau symbolic production system dan dapat digunakan untuk mengontrol robot. Pada bidang ekonomi digunakan untuk memodelkan proses inovasi dan pembangunan strategies. Pada bidang kedokteran contohnya memodelkan berbagai aspek pada sistem imunisasi alamiah, termasuk somatic mutation selama kehidupan individu dan menemukan keluarga dengan gen ganda (multi gen families) sepanjang waktu evolusi. Pada bidang pertambangan contohnya yaitu Analisis kestabilan lereng merupakan salah satu persoalan yang sering dihadapi dalam pekerjaan geoteknik di pertambangan. Pada bidang lainnya juga algoritma genetik digunakan untuk mencari bentuk lingkaran pada suatu gambar, menentukan posisi suatu obyek gambar



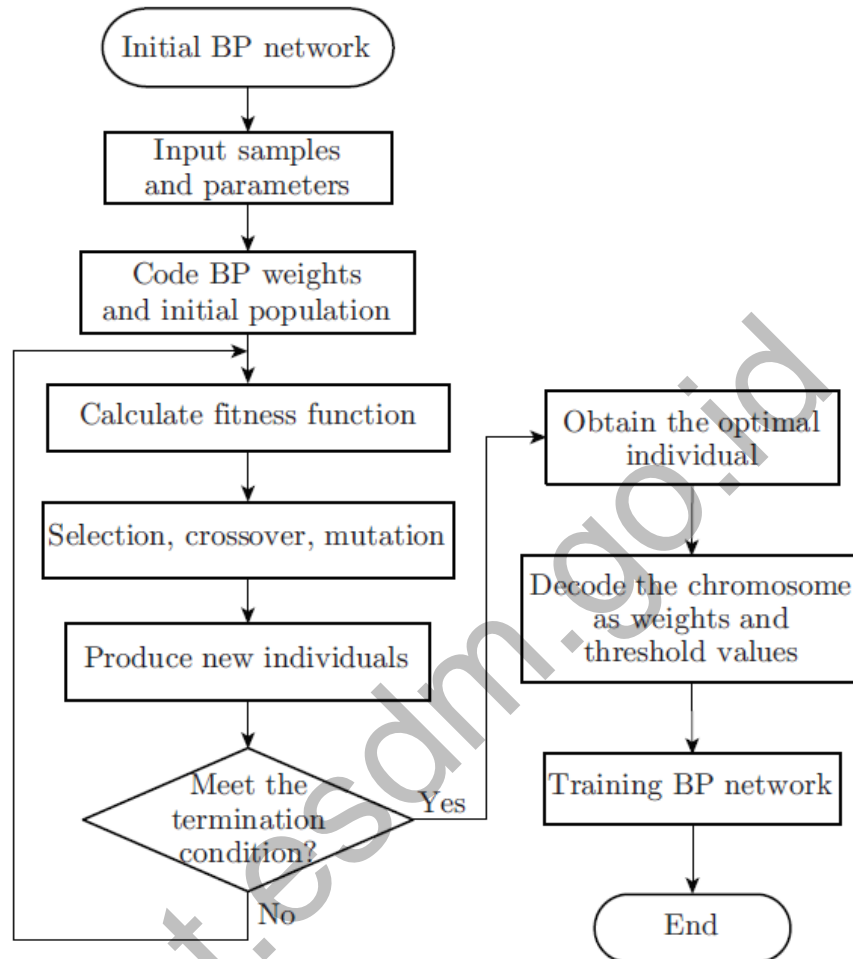
pada keseluruhan gambar, menyusun jadwal pengujian proyek akhir, menentukan pembobot nilai optimal dalam melakukan ranking pegawai, peramalan time-series dan lain sebagainya.

Kebutuhan akan sumber daya yang besar bagi bidang pertambangan merupakan hal yang perlu dipelajari, algoritma genetik penerapannya pada industri pertambangan khususnya pada pertambangan batubara dapat digunakan pada permasalahan yang sering terjadi contohnya kesukaran dalam menghitung volume [6], analisis konsentrasi gas [8][10], keselamatan pejalan kaki di tambang bawah tanah [7], kesukaran dalam menemukan dan menentukan lahan bekas tambang bawah tanah liar [12] dan lain sebagainya. Dari beberapa permasalahan yang telah diuraikan di industri tambang batubara, maka dari hal tersebut tujuan artikel ini penulis akan membahas dengan meringkas beberapa penelitian-penelitian yang menggunakan algoritma genetik pada industri pertambangan batubara, berbagai sumber paper atau makalah dari penelitian-penelitian tersebut akan dibahas pada bagian dua. Manfaat yang diharapkan yaitu untuk menghasilkan suatu gagasan baru atau ide baru dalam mengembangkan metode dengan menggunakan algoritma genetik dalam menyelesaikan permasalahan khususnya di tambang batubara.

## II. PENGGUNAAN ALGORITMA GENETIK PADA BEBERAPA PENELITIAN

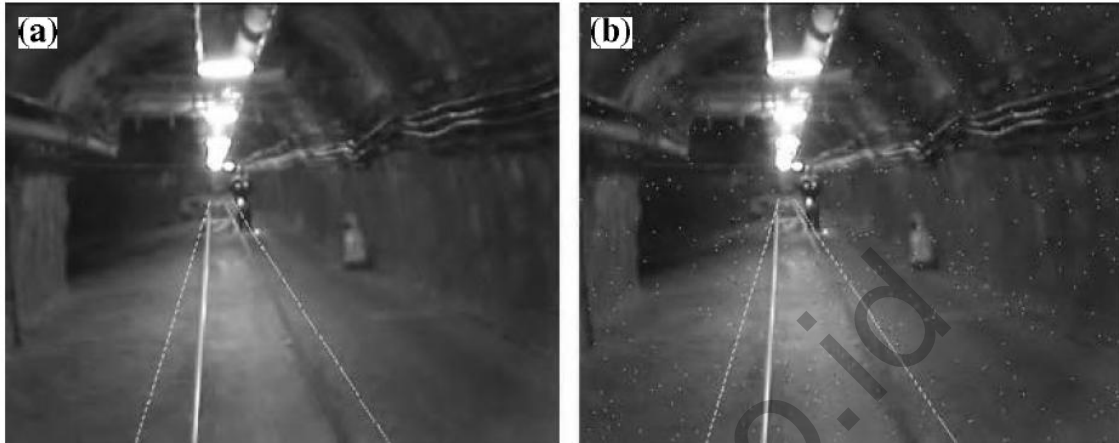
Pada artikel ini penulis melakukan pencarian penelitian-penelitian dengan kata kunci menggunakan keyword: "Mine", "Computer Science", "Coal Mine" dan "Genetic Algorithm" serta memilih tahun antara 2013 sampai dengan tahun 2018. semua artikel di saring dengan masuk index Scopus dan menghasilkan 10 (sepuluh) paper, hasil dari pengumpulan dan pencarian paper tersebut akan diuraikan di bawah ini :

1. Feng Z., Shi W., Hu R., Liu Q.(2013)[6], penelitiannya bertujuan untuk mengusulkan sebuah cara optimasi jaringan saraf BP (*Back Propagation*) berdasarkan algoritma genetika untuk kemampuan pencarian global dalam menanggulangi permasalahan pada kesukaran untuk mendeteksi volume ledakan gas pada tambang batubara. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan adalah menggunakan metode fusi dengan memanfaatkan algoritma genetika untuk mengoptimalkan jaringan BP (GA-BP) untuk mendeteksi jumlah ledakan gas. Hasil penelitian yang diperoleh selama eksperimen menunjukkan bahwa jaringan GA-BP memiliki kecepatan konvergensi yang lebih cepat dan akurasi yang lebih tinggi daripada jaringan BP tradisional, dan metode baru ini dapat meningkatkan keandalan volume ledakan gas dibandingkan dengan jaringan GA-BP. Proses Algoritma yang dioptimasi pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 *Algorithm process of optimizing BP with GA*[6]

2. Tang C., Wang L., Qu L., Huang Y(2013)[7]. Tujuan dari penelitiannya yaitu untuk mengusulkan metode untuk mendeteksi pejalan kaki pada jalur Kendaraan Tambang Berdasarkan Pengolahan Gambar untuk menanggulangi pada permasalahan potensi bahaya keselamatan kendaraan bermotor dalam proses transportasi di lingkungan tambang bawah tanah barubara. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan adalah menggunakan kamera inframerah untuk mengumpulkan citra depan kendaraan, dan citra *pretreat* berdasarkan algoritma genetika, dan menggunakan algoritma deteksi tepi fuzzy yang lebih baik berdasarkan algoritma genetika untuk pengenalan rel dan menggunakan metode heuristik untuk *fitting the rails*. Hasil dari penelitian ini sistem yang diusulkan dapat secara efisien mengidentifikasi pejalan kaki di dekat jalur dan memperingatkan posisi pejalan kaki, begitu algoritma mengidentifikasi pejalan kaki maka alarm akan muncul . Hal ini dapat mengidentifikasi pejalan kaki di dekat jalur secara efektif, dan membuat peringatan dini di lokasi tersebut. Salah satu eksperimen dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *the effect of Track fitting. a straight tracks fitting with no noise. b straight tracks fitting with noise*[7]

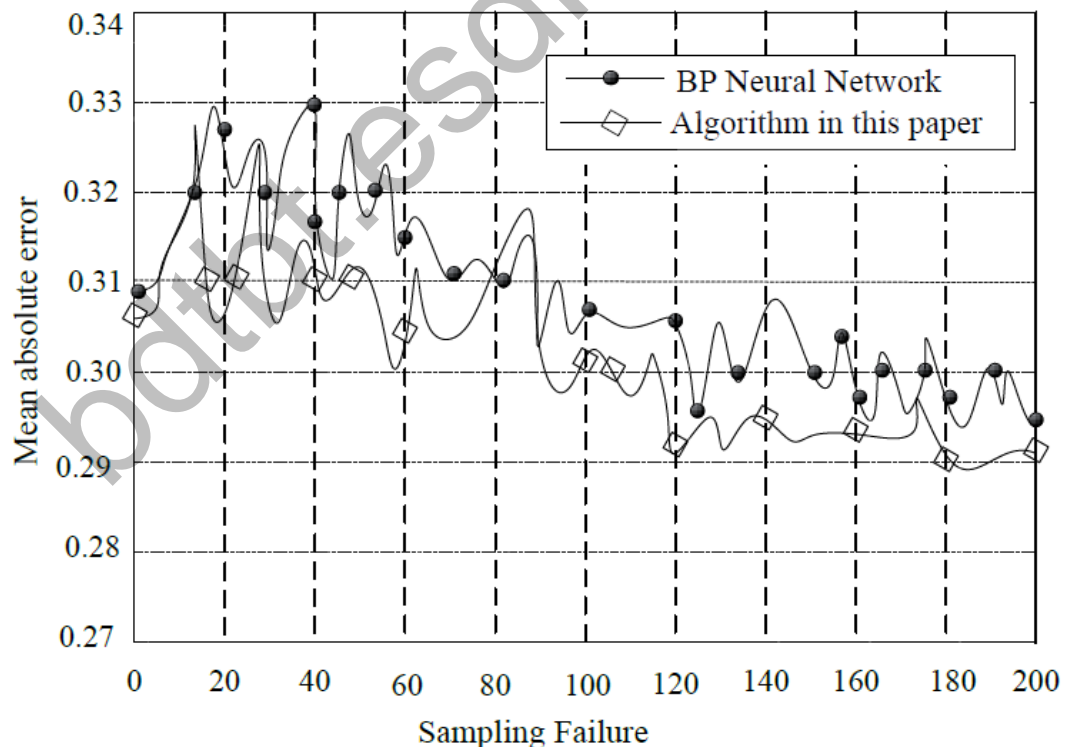
3. Kun L., Ling-Kai Y., Mei-Ling Z., Jian C.(2016)[8], penelitiannya bertujuan untuk Analisis Konsentrasi Gas Batu Bara berdasarkan permasalahan evaluasi keselamatan dari sulitnya menganalisa konsentrasi gas yang merupakan isu utama dalam pengelolaan produksi batubara. Pendekatan, metode atau teknik yang digunakan yaitu mengadopsi Support Vector Regression (SVR) untuk memprediksi konsentrasi gas dengan data dari sensor, dan untuk mengklasifikasikan data konsentrasi gas menjadi dua kelas dengan menerapkan model yang dibangun oleh C-Support Vector Classification (SVC) atau Support Vector Machine satu kelas (SVM) serta algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dan Genetic Algorithm (GA) digunakan untuk mengoptimalkan parameter. Hasil eksperimen dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan efektif dan layak untuk memproses konsentrasi gas. Salah satu eksperimen dari penelitian ini bisa dilihat pada tabel 2.1 Keakuratan hasil prediksi.

Tabel 2.1 *C-SVC classification results (test classification accuracy, %)*[8]

model	PSO	GA	PCA+PSO	PCA+GA
accuracy	94.50%	94%	99.83%	100%

4. Jin J.(2016)[9]. Tujuan dari penelitiannya yaitu untuk prediksi dan analisa kesalahan alat penambangan batubara untuk menangani permasalahan dengan semakin banyaknya kesalahan pada penggunaan peralatan tambang batubara. Metode, teknik

atau pendekatan yang digunakan berdasarkan perbaikan jaringan syaraf tiruan yang dioptimalkan GA (Genetik Algoritma), setelah itu algoritma diferensial dan algoritma chaos untuk mengoptimalkan algoritma genetika, sehingga dapat memperbaiki pencarian pada jaringan saraf, dalam prediksi dan analisa kesalahan alat penambangan batubara. Hasil dari penelitian ini yaitu Percobaan simulasi menunjukkan bahwa algoritma genetika untuk mengoptimalkan BP (*Back Propagation*) dalam hal akurasi prediksi dan stabilitas lebih unggul daripada jaringan syaraf tradisional BP.. Salah satu hasil simulasi pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.3, dengan 200 sampling kesalahan, prediksi hasil algoritma mendekati nilai yang diharapkan, akurasi prediksi yang tinggi, dibandingkan dengan jaringan syaraf tradisional BP, dalam penelitian ini prediksi kesalahan peralatan batubara menunjukkan efek bagus Khusus untuk peningkatan algoritma GA, kinerja algoritma ditingkatkan, dan sangat membantu untuk mengoptimalkan algoritma BP neural network.

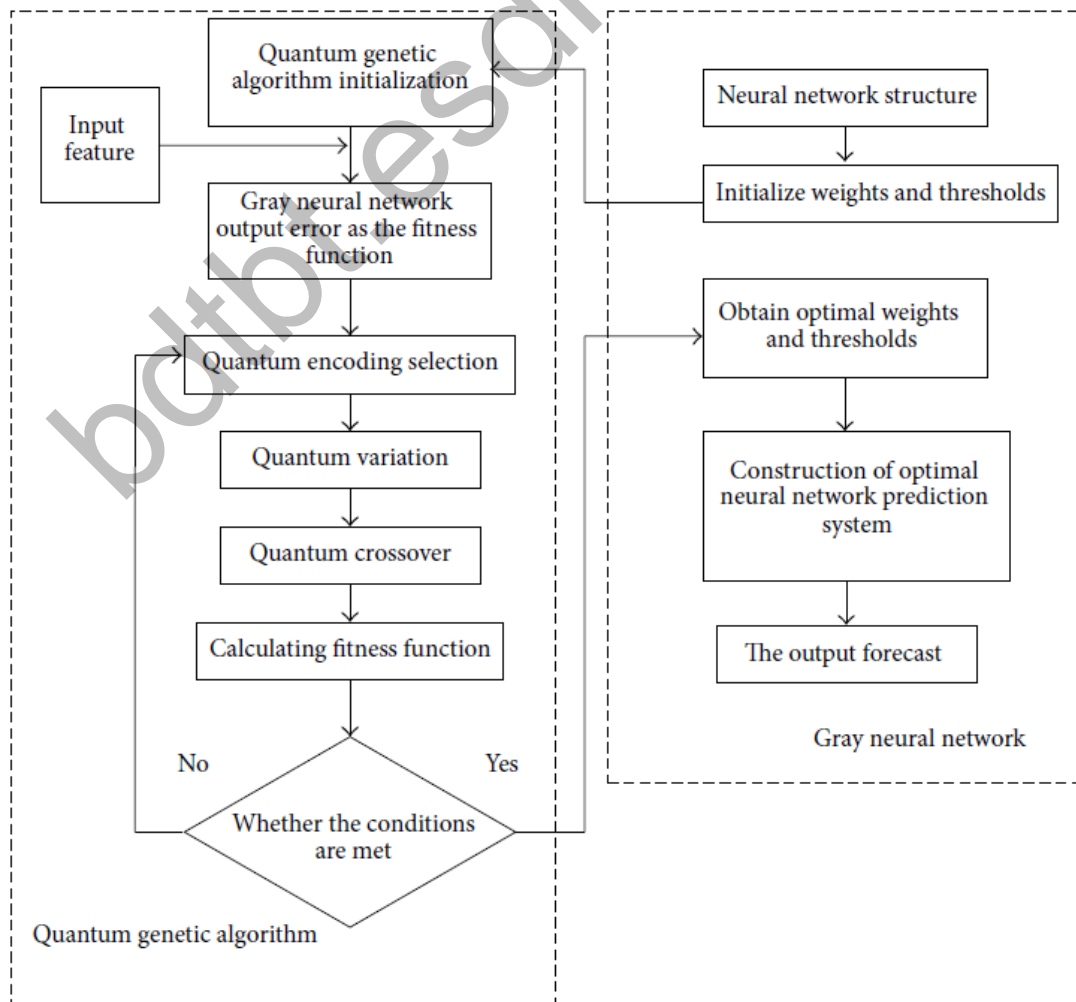


Gambar 2.3 Comparison of the Average Absolute Error of 2 Algorithms[9]

5. Ma X., Zhu H(2016)[10]. Penelitiannya bertujuan untuk memprediksi konsentrasi gas berdasarkan data terukur robot penyelamat tambang batu bara dari permasalahan Lingkungan tambang batu bara sangat kompleks dan berbahaya setelah terjadi kecelakaan gas maka diperlukan bantuan penyelamatan yang tepat waktu dan efektif. Metode, teknik atau pendekatan yang digunakan yaitu memprediksi konsentrasi gas 10



meter di depan robot penyelamatan tambang batubara berdasarkan konsentrasi gas, suhu, dan kecepatan angin dari posisi saat ini dan 1 meter di depan, selanjutnya diusulkan algoritma optimasi genetika kuantum dengan parameter jaringan syaraf untuk metode prediksi konsentrasi gas dalam mendapatkan prediksi konsentrasi gas yang lebih akurat. Hasil dari penelitian ini dari percobaan menunjukkan bahwa *gray neural network* yang dioptimalkan oleh algoritma genetika kuantum lebih akurat untuk memprediksi konsentrasi gas. Kesalahan prediksi keseluruhan adalah 9,12%, dan kesalahan prediksi terbesar adalah 11,36%; dibandingkan dengan *gray neural network*, kesalahan prediksi konsentrasi gas meningkat sebesar 55,23%. Ini berarti bahwa metode yang diusulkan dapat memungkinkan robot penyelamatan tambang batu bara untuk secara akurat memprediksi konsentrasi gas di jalan tambang batubara. Model prediksi pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.4



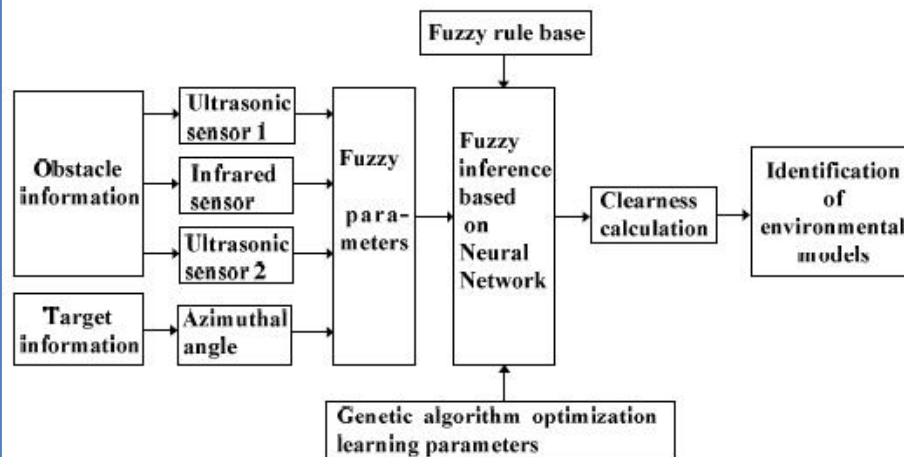
Gambar 2.4 Construction flow of the forecasting model[10]



6. Bai Y., Hou Y.(2017)[11], tujuan penelitiannya yaitu untuk memodelkan dan mengidentifikasi lingkungan terowongan tambang batubara setelah bencana (*disaster*) dengan menggunakan robot pengawas tambang batu bara dengan empat sendi ortogonal yang telah dikembangkan, hal ini untuk menanggulangi permasalahan atau mengatasi kekurangan pada keakurasian untuk mengidentifikasi model lingkungan yang khas dengan membandingkan hasil simulasi dengan cara identifikasi model lingkungannya. Teknik, pendekatan atau metode yang digunakan adalah dengan mengusulkan algoritma fusi data multisensor berdasarkan optimalisasi algoritma genetika dari struktur variabel Fuzzy Neural Network (GAFNN). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hasil simulasi dari Algoritma GAFNN bisa mendapatkan akurasi identifikasi yang lebih tinggi daripada algoritma FNN yang tidak optimal. Identifikasi model lingkungan menggunakan snake robot terwujud dengan akurasi ditingkatkan. Robot dan model yang digunakan dalam penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.5.



The snake robot enter into the simulated coal mine tunnel

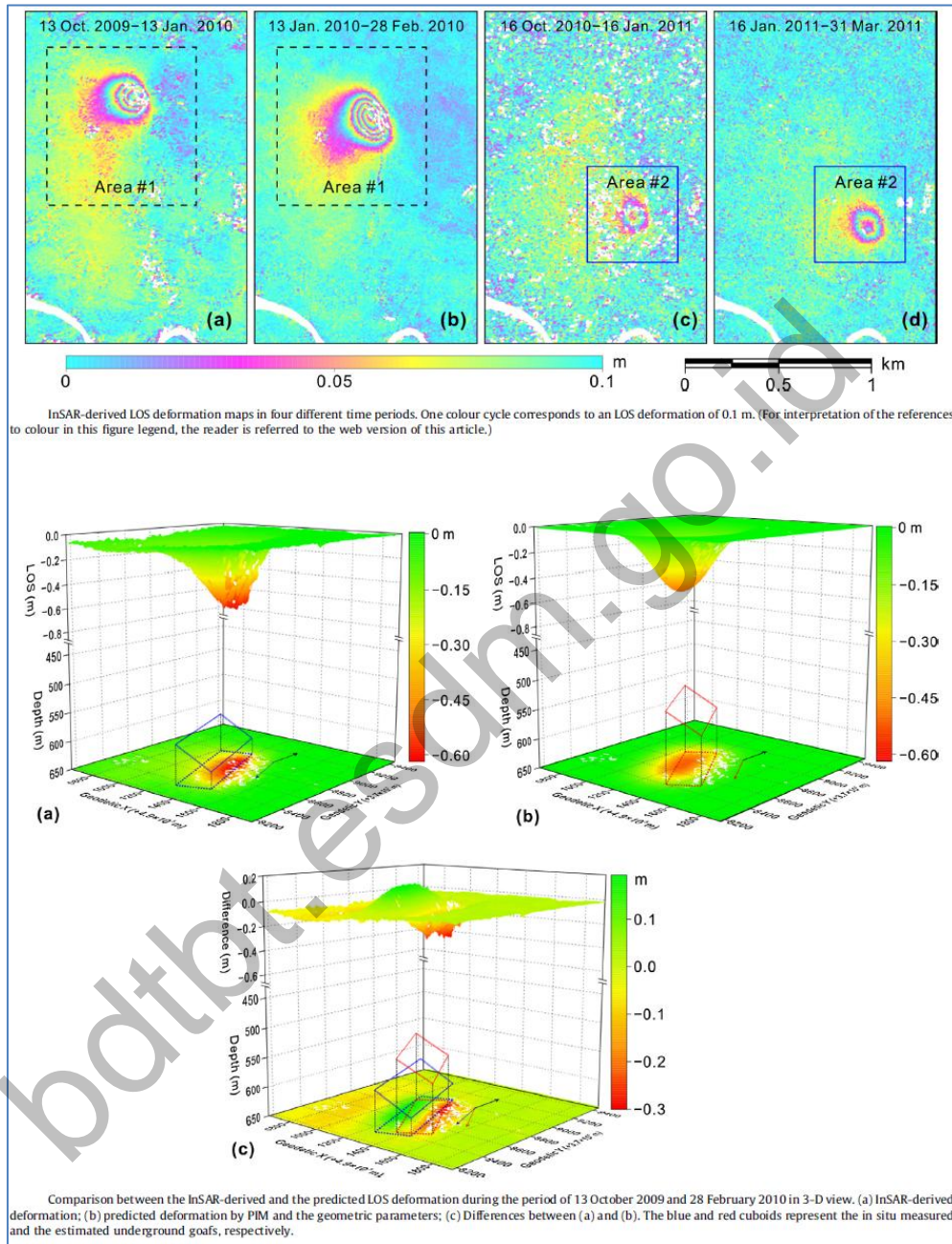


Model of the algorithm of multi sensor data fusion based on GAFNN



Gambar 2.5 Robot dan model yang digunakan dalam penelitian ini [11]

7. Yang Z., Li Z., Zhu J., Yi H., Feng G., Hu J., Wu L., Preusse A., Wang Y., Papst M(2018)[12]. Penelitiannya bertujuan untuk menyajikan sebuah metode baru berbasis *space-borne* untuk menemukan dan menentukan *goaf* (daerah bekas tambang) bawah tanah yang disebabkan oleh ekstraksi batubara dengan menggunakan teknik Intervalometrik Sintetis Bukaan Aperture Radar (InSAR), metode ini merupakan metode berbasis jarak untuk menghindari masalah logika deteksi berbasis sentuhan pada teknik geofisika tradisional dengan mengakses keadaan pertambangan karena Analisis efek ketidakpastian dari parameter model pengamatan deformasi PIM dan LOS. Penelitian ini adalah untuk menanggulangi Permasalahan utama pada pengendalian *goaf* untuk mengurangi kerusakan parah dan geohazards jika tidak dapat dideteksi sejak dini dan dikelola dengan baik. Pendekatan atau metode yang digunakan adalah dengan menerapkan Probability Integral Method (PIM), model yang banyak digunakan untuk prediksi deformasi yang disebabkan oleh pertambangan, untuk membangun hubungan fungsional antara delapan parameter geometrik dan deformasi permukaan yang diturunkan dari InSAR. Selanjutnya, metode ini memperkirakan parameter geometrik ini dari observasi deformasi InSAR yang diturunkan dengan menggunakan *hybrid simulated annealing* dan *genetic algorithm*. Hasil dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa perkiraan parameter geometrik dari *goafs* dengan hasil akurat dan kompatibel secara keseluruhan, dengan rata-rata kesalahan relatif sekitar 2,1% dan 8,1% diamati dari percobaan data simulasi dan eksperimen. Salah satu simulasi pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 salah satu simulasi dari penelitian[12]

### III. KESIMPULAN

Pada berbagai artikel yang di bahas oleh penulis, menggambarkan bagaimana algoritma genetika banyak digunakan di segala permasalahan pada kegiatan pertambangan khususnya tambang batubara. Beberapa penelitian kebanyakan pada keselamatan tambang [6][7][8] dan adapun penelitian lainnya untuk memodelkan lingkungan tambang [10][11][12]. Berbagai adopsi pendekatan menggunakan algoritma genetika sangat berperan bagi hasil penelitian dalam membantu mengatasi permasalahan yang ada pada kegiatan di tambang batubara. Peran



ilmu komputer sangat berpengaruh dalam berbagai situasi dari penggunaan simulasi maupun hasil, yang dapat membuat bahan pengambilan keputusan.

Ide dan tantangan yang kedepan untuk mengadopsi algoritma genetik pada kegiatan tambang batubara oleh beberapa para peneliti di kemukakan salah satunya yaitu masalah jumlah data yang digunakan masih berskala kecil mungkin sulit untuk mendapatkan hasil yang ideal serta kecepatan pemrosesan data yang masih lambat dalam menganalisis konsentrasi gas[8] dan masalah parameter model pengamatan deformasi PIM dan LOS dengan kondisi penambangan geologi yang berbeda [12]. Sebagai metode komputasi global, algoritma genetika (GA) mencari berbagai macam nilai variabel desain sebagai fungsi objektif berkenaan dengan serangkaian kendala[13], jika GA yang diusulkan dapat menemukan solusi yang memuaskan dalam waktu eksekusi yang singkat, maka algoritma Genetika dapat disempurnakan dengan sejumlah cara yang berbeda. Beberapa *future work* yang telah diuraikan agar bisa bermanfaat kedepannya bagi permasalahan di industri pertambangan batubara.

**REFERENCES**

- [1] Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, *Definisi algoritma*, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/algoritme> , di akses 8 maret 2018
- [2] Algoritma genetika, *Genetic Algorithm*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm), di akses tanggal 23 Februari 2018
- [3] Definisi Metaheuristic, <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaheuristic>, di akses tanggal 8 maret 2018
- [4] Yohan Naftali, Algoritma Genetik, <http://www.yohanli.com/algoritma-genetik.html> , diakses tanggal
- [5] Eka Risky Firmansyah, Syukri Sayyid Ahmad, Nurul Hikmah Agustin , *Algoritma Genetik*, <https://ekarisky.com/content/uploads/Algoritma-Genetika.pdf>, diakses tanggal 8 maret 2018
- [6] Feng, Zhiyu, Weiren Shi, Rong Hu, and Qilie Liu. "A Method for Gas Outburst Volume Detection Based on Multi-sensor Information Fusion in the Coal Mine." *JOURNAL OF INFORMATION & COMPUTATIONAL SCIENCE* 10,2013, no. 18: 6121-6129.
- [7] Tang, Chaoli, Lina Wang, Liguu Qu, and Yourui Huang. "Research of Detection Method of Mine Motor Vehicle Pedestrian Based on Image Processing." In *Proceedings of The Eighth International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications (BIC-TA), 2013*, pp. 1063-1070. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [8] Kun, Liu, Yang Ling-Kai, Zhang Mei-Ling, and Cheng Jian. "Coalmine Gas Concentration Analysis Based on Support Vector Machine." In *Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2016 3rd International Conference on*, pp. 257-261. IEEE, 2016.
- [9] Jin, Jiangang. "Fault Diagnosis of Coal Mine Equipment Based on Improved GA Optimized BP Neural Network." *International Journal of Smart Home* 10, no. 5 (2016): 275-284.
- [10] Ma, Xiliang, and Hua Zhu. "Gas concentration prediction based on the measured data of a coal mine rescue robot." *Journal of Robotics* 2016 (2016).



- [11] Bai, Yun, and YuanBin Hou. "Research of environmental modeling method of coal mine rescue snake robot based on information fusion." In *Information Fusion (Fusion), 2017 20th International Conference on*, pp. 1-8. IEEE, 2017.
- [12] Yang, Zefa, Zhiwei Li, Jianjun Zhu, Huiwei Yi, Guangcai Feng, Jun Hu, Lixin Wu, Alex Preusse, Yunjia Wang, and Markus Papst. "Locating and defining underground goaf caused by coal mining from space-borne SAR interferometry." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 135 (2018): 112-126.
- [13] X. Shi and F. Gao, "Optimization on Safety Thickness of Roof for Mining Based on Genetic Algorithm," 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, Changsha, Hunan, 2009, pp. 234-237.