

OPTIMALISASI PENEMPATAN BIOPORI UNTUK MENGURANGI BANJIR DI KOTA CIMAHU MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Jaka Dwi Pamungkas^{1*}, Gunawan Abdillah², Agus Komarudin³

^{1,2,3} Program Studi Informatika, Fakultas Sains & Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Jawa Barat 40285

*Email: jaka.dwipamungkas@student.unjani.ac.id

Abstrak

Biopori merupakan suatu lubang yang berfungsi untuk meresapkan air ke dalam tanah dan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Lubang biopori juga meningkatkan daya serap air sehingga mengurangi potensi bahaya banjir. Penempatan biopori ditentukan oleh lokasi, jenis tanah, laju peresapan air dan potensi terjadinya genangan air atau banjir. Untuk mengoptimalkan penempatan biopori tersebut dapat menggunakan sebuah metode Algoritma Genetika. Algoritma Genetika adalah salah satu metode optimalisasi dalam beberapa kasus diantaranya adalah penempatan halte. Penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat mengoptimalkan penempatan biopori di titik lokasi ruas jalan kota Cimahi menggunakan Algoritma Genetika dengan melalui tahapan siklus Algoritma Genetika yang dimulai dari tahap pembangkitan populasi awal, evaluasi fungsi kecocokan dari kriteria yang telah ditentukan, seleksi, kemudian masuk ke tahap persilangan dan mutasi secara berulang sehingga mendapatkan suatu kombinasi penempatan biopori yang optimal dari jarak antar biopori satu dengan yang lain serta nilai jenis tanah dan potensi banjir dari setiap titik lokasi. Setelah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali pengujian dengan penghentian generasi, menghasilkan nilai kecocokan terkecil yaitu 2113.34 pada generasi ke 44 dengan waktu eksekusi selama 29.687 detik, sehingga menghasilkan titik lokasi optimal penempatan biopori. Sistem ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh dinas terkait dalam upaya membantu mengoptimalkan dalam menentukan titik lokasi yang akan ditempatkan biopori.

Kata kunci: Algoritma Genetika; Biopori; Penempatan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah banjir cenderung meningkat dari tahun ketahun penyebab utamanya yaitu adanya perubahan watak banjir serta pesatnya pembangunan di berbagai Kota seluruh Indonesia. Bencana banjir yang terjadi akan memberikan dampak negatif dan buruk bagi suatu daerah dimana masyarakat mengalami kerugian yang besar secara materi. Banjir disebabkan oleh alam atau ulah manusia sendiri. Banjir juga bisa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor hujan, faktor hancurnya retensi Daerah Aliran Sungai (DAS), serta tidak adanya lubang resapan air atau yang disebut biopori.

Penempatan biopori berdasarkan dari beberapa aspek yaitu dari lokasi, jenis tanah dan potensi banjir. Biopori yang terbentuk akan terisi udara dan menjadi tempat jalannya air sehingga dapat memperlancar resapan air, hal tersebut bertujuan untuk mencegah timbulnya bencana banjir terutama di daerah perkotaan. Oleh karena itu, dibutuhkan penempatan biopori yang optimal agar dapat mengurangi banjir.

Algoritma Genetika adalah metode komputasi untuk memilih solusi yang sesuai kriteria tanpa harus mencoba keseluruhan kemungkinan solusi yang ada. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk beberapa kasus seperti pemilihan rute, penjadwalan, penempatan dan lain sebagainya tanpa harus mencoba satu persatu dari setiap kemungkinan solusi yang ada. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan Algoritma Genetika untuk optimalisasi penempatan halte Transmetro Bandung (Purwanto, C Djamil, & Komarudin, 2016), penjadwalan pengangkutan sampah (Monalisa Turohmi, Abdillah, & Id Hadiana), penjadwalan pemadaman hotspot kebakaran hutan (Alhamd Ab Aziz, C Djamil, & Renaldi,

2017), pencarian rute pada multi traveling salesman problem (Saptaningtyas, 2012), optimasi penggunaan lahan pertanian (Adi Saputro, Firdaus Mahmudy, & Dewi, 2015), dan optimalisasi lahan tanah untuk area rumah dan jalan (Ahmad Fadhil, C Djamal, & Ilyas, 2016). Penempatan lubang resapan biopori telah dilakukan pada penelitian terdahulu (Christine Sutandi, Husada, Tjandrapuspa, Rahmat & Sosanto, 2013), namun pada penelitian tersebut tidak menjelaskan hanya menjelaskan tentang penggunaan dan manfaat lubang resapan biopori serta pembuatan biopori.

1.2 Rumusan Masalah

Penempatan lubang resapan air atau biopori sepanjang 43.8 km, yang akan dibagi setiap 50 meter dengan mempunyai 876 grid lokasi, sehingga akan menghasilkan kombinasi sebanyak 2^{876} kemungkinan solusi sehingga tidak akan efisien apabila harus menguji setiap kemungkinan solusi untuk mendapatkan solusi sesuai kriteria.

1.3 Tujuan Penelitian

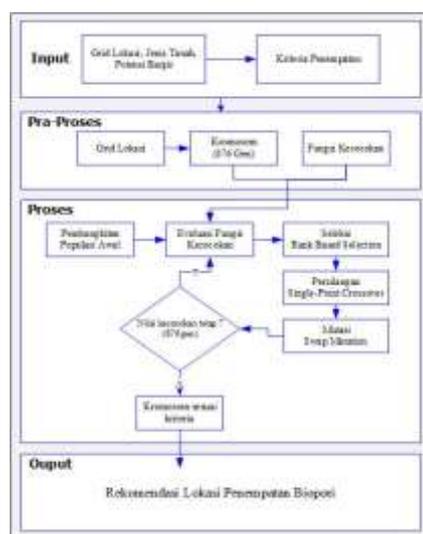
Tujuan dari penelitian adalah membangun sistem yang dapat mengoptimalkan penempatan biopori di titik lokasi ruas jalan Kota Cimahi menggunakan Algoritma Genetika.

2. METODOLOGI

2.1 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah metode komputasi untuk memilih solusi yang sesuai kriteria tanpa harus mencoba keseluruhan kemungkinan solusi yang ada. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk beberapa kasus seperti pemilihan rute, penjadwalan, penempatan dan lain sebagainya tanpa harus mencoba satu persatu dari setiap kemungkinan solusi yang ada. Pencarian dilakukan dengan suatu prosedur iterasi untuk mengatur populasi individu yang merupakan kandidat-kandidat solusi. Algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi dari segala macam permasalahan dalam ilmu pengetahuan seperti dalam mencari solusi penempatan SDM, penjadwalan kuliah, dan solusi menentukan rute.

Algoritma Genetika juga dapat digunakan mencari satu solusi dari semua kemungkinan solusi yang memenuhi syarat, tanpa perlu memeriksa seluruhnya. Hal inilah yang disebut optimalisasi. Solusi dinyatakan dalam bentuk kromosom, yang terdiri dari gen-gen dengan urutan berdasarkan kode ruang / waktu / posisi. Semua kemungkinan solusi dinyatakan dalam untaian kromosom dengan panjang dan kode gen yang tetap. Hal ini menjadikan semua kemungkinan solusi tidak perlu disimpan dalam database, tetapi hanya daftar dari isi gen saja.



Gambar 1. Perancangan Sistem Optimalisasi Penempatan Biopori

Pada siklus Algoritma Genetika representasi struktur kromosom terbentuk sebanyak 876 gen maka akan dibangkitkan menjadi delapan kromosom secara acak dimulai dari gen ke-1 sampai dengan gen ke-876 yang hanya akan diisi oleh bilangan biner antara 0 dan 1 secara acak, kemudian setiap kromosom akan menghasilkan *fitness function* berdasarkan fungsi kecocokan yang selanjutnya akan masuk ke proses seleksi yang mana pada tahap seleksi ini hanya diambil setengah dari delapan kromosom yang sebelumnya sudah dibangkitkan di populasi awal, kemudian masuk ke tahap persilangan dengan melibatkan minimal dua kromosom yang diharapkan dengan adanya proses persilangan ini akan mengakibatkan perubahan gen dan menghasilkan nilai konvergen dengan cepat, setelah proses persilangan akan masuk ke proses mutasi dengan harapan akan menghasilkan *fitness function* yang lebih kecil kemudian dilakukan pengkondisian pada saat kromosom sudah memenuhi persyaratan maka akan diambil kromosom tersebut dan dilakukan perhitungan berdasarkan jenis tanah dan potensi banjir yang telah didapatkan, namun apabila belum memenuhi persyaratan akan kembali ke proses evaluasi fungsi kecocokan dan menghasilkan output berupa rekomendasi lokasi penempatan biopori di Kota Cimahi.

Dalam menentukan penempatan biopori terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi. Pada penelitian ini memiliki beberapa atribut untuk dijadikan sebagai data masukan dalam sistem. Atribut yang digunakan pada penelitian ini yaitu grid lokasi, alamat, jenis tanah dan potensi banjir. Seperti pada Tabel 1.

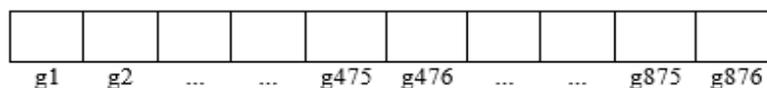
Tabel 1. Daftar Titik Lokasi

Grid Lokasi	Alamat	Jenis Tanah	Potensi Banjir
G1	Jln. Kolonel Masturi Blok 1	Andosol	Rendah
G2	Jln. Kolonel Masturi Blok 2	Andosol	Rendah
...
G876	Jln. Raya Melong Blok 10	Aluvial	Tinggi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Representasi Struktur Kromosom

Representasi kromosom yang dibentuk berisi 876 gen yang mewakili setiap grid lokasi penempatan biopori. Seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi Struktur Kromosom

g1-g876 = titik lokasi yang akan ditempatkan biopori yang didalamnya memiliki atribut jenis tanah dan potensi banjir

3.2 Fungsi Kecocokan

Setiap kromosom yang dibangkitkan pada populasi awal memiliki atribut yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan fungsi kecocokan dan tentunya setiap kromosom akan menghasilkan nilai kecocokannya masing-masing terdapat dua kriteria dalam penempatan biopori di Kota Cimahi, yaitu:

- 1) Biopori ditempatkan pada jenis tanah yang memiliki porositas tanah yang lebih besar.
- 2) Biopori ditempatkan pada lokasi yang memiliki potensi sangat tinggi terhadap terjadinya genangan air hingga banjir.

Berdasarkan dua kriteria tersebut maka dapat menghasilkan fungsi kecocokan untuk digunakan dalam proses penghitung nilai kecocokan. Dapat dilihat pada persamaan 1.

$$F = \sum_{i=1}^{n=876} \sqrt{f(x_i)} \tag{1}$$

F menyatakan nilai kecocokan, n menyatakan jumlah gen yang dievaluasi yaitu sebanyak 876 gen dan x menyatakan nilai dari proses penghitungan jenis tanah dan potensi banjir. Dapat dilihat pada persamaan 2.

$$f(x_i) \begin{cases} IF\ 1 \rightarrow 1 \times \theta \times pb_i \\ IF\ 0 \rightarrow 0 \times \theta \times pb_i \end{cases} \tag{2}$$

Dimana:

$$\theta = \left(1 - \frac{Bd}{Pd}\right) \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan:

θ = menyatakan porositas tanah

Bd = menyatakan kerapatan massa tanah

Pd = menyatakan kerapatan partikel tanah

pb = menyatakan nilai potensi banjir

3.3 Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan dengan mengambil beberapa kromosom yang dimasukkan ke dalam satu populasi dalam setiap generasi. Susunan dalam kromosom tersebut merupakan rangkaian yang berbeda pada setiap kromosomnya, dengan isi gen berupa nilai biner 0 atau 1 yang diambil secara acak atau random. Pada setiap isi gen tersebut akan dipangkatkan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan fungsi kecocokan serta akan melakukan perhitungan jumlah biopori yang ideal dan optimal pada setiap isi gen yang merepresentasikan titik lokasi. Pada penelitian ini akan dibangkitkan sebanyak delapan kromosom untuk menjadi populasi awal dengan panjang 876 gen pada setiap kromosom.

3.4 Seleksi

Teknik seleksi yang digunakan adalah *Rank Based Selection*, teknik ini memiliki cara untuk memilih nilai kecocokan paling kecil yang akan masuk. Jadi, semakin besar nilai kecocokan kromosom maka kemungkinan untuk terpilih menjadi induk semakin besar. Pada setiap populasi akan diambil empat kromosom yang menempati peringkat teratas untuk menjadi induk.

3.5 Persilangan

Teknik persilangan yang digunakan adalah persilangan satu titik (*single-point crossover*) yang dilakukan dengan cara mengambil empat kromosom terbaik dari hasil seleksi seperti pada Gambar 3.

Sebelum Persilangan															
Kromosom 1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	...
Kromosom 2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	...
Setelah Persilangan															
Induk 1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	...
Induk 2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	...
Hasil Persilangan															
Induk 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	...
Induk 2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	...

Gambar 3. Persilangan

3.6 Mutasi

Teknik mutasi yang digunakan adalah *swap mutation*, cara kerja teknik ini dimulai dengan melakukan seleksi dari ke-empat kromosom induk dan anak hasil persilangan

selanjutnya memilih 4 kromosom terbaik kemudian mencari blok dengan nilai kecocokan yang kecil dapat dilihat pada Gambar 4.

Kromosom 2	...	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	...
Kromosom 2	...	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	...

Gambar 4. Mutasi

3.7 Penghentian Generasi

Satu siklus Algoritma Genetika terdiri dari proses evaluasi nilai kecocokan, seleksi, persilangan, dan mutasi. Siklus tersebut dikenal sebagai generasi, yang dimulai setelah pembangkitan populasi awal. Generasi berlangsung dengan tiga kategori penghentian, yaitu batas maksimum generasi, fungsi kecocokan dalam permasalahan ini bernilai paling kecil dan kondisi jika setelah beberapa generasi berturut-turut memiliki fungsi kecocokan tidak berubah. Apabila salah satu kondisi tersebut terpenuhi, maka kromosom pada generasi terakhir dinyatakan sebagai solusi optimal. Parameter yang digunakan dalam penghentian generasi pada penelitian ini yaitu jumlah biopori yang akan ditempatkan di titik lokasi Kota Cimahi sebanyak 200 biopori. Seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian

Pengujian	Jumlah Generasi	Nilai Kecocokan	Waktu Proses (menit)
1	20	2184.42	10.844
2	26	2153.48	14.907
3	44	2113.34	29.687
4	45	2152.35	29.859
5	44	2156.97	29.063
6	24	2184.92	13.704
7	40	2150.78	25.869
8	19	2180.62	10.449
9	22	2191.38	12.332
10	48	2121.77	33.063
Rata-rata	33.2	2159.00	20.978

4. IMPLEMENTASI SISTEM

Pada penelitian ini pengujian dilakukan menggunakan komputer yang tidak terkoneksi dengan internet. Perangkat lunak yang dibuat berbasis desktop menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan XAMPP untuk koneksi database MySQL. Sistem ini dapat dijalankan pada setiap computer yang telah diinstall koneksi database. Seperti pada Gambar 5 berikut ini merupakan tampilan awal sistem optimalisasi penempatan biopori di Kota Cimahi menggunakan Algoritma Genetika.



Gambar 5. Tampilan Awal Sistem

5. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem optimalisasi penempatan biopori menggunakan Algoritma Genetika. Hasil akhir dari sistem ini adalah visualisasi titik lokasi yang akan ditempatkan biopori berupa maps. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak sepuluh kali dengan menghasilkan nilai kecocokan paling kecil yaitu 2113.34 pada generasi ke 44 dengan waktu eksekusi selama 29.687 detik. Setiap pengujian tersebut menghasilkan nilai kecocokan yang berbeda-beda, tergantung pada populasi awal yang dihasilkan berdasarkan bilangan *random*. Jadi, pada saat populasi awal mendapatkan hasil yang cukup baik, maka proses Algoritma Genetika akan mendapatkan hasil yang cukup baik, begitu pula sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Saputro, H., Firdaus Mahmudy, W., & Dewi, C. (2015). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Penggunaan Lahan Pertanian. *Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, 5, 1-12.
- Ahmad Fadhil, L., C Djamil, E., & Ilyas, R. (2016). Optimalisasi Lahan Tanah Untuk Area Rumah dan Jalan Menggunakan Algoritma Genetika. *Prosiding SNST*, 7, 96-101.
- Alhamd Ab Aziz, U., C Djamil, E., & Renaldi, F. (2017). Optimalisasi Penjadwalan Pemadaman Hotspot Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 7-12.
- Anwar, S., Suyono, H., & Soekotjo D, H. (2012). Optimisasi Penempatan SVC untuk Memperbaiki Profil Tegangan dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Elektro ELTEK*, 3, 203-28.
- Christine Sutandi, M., Husada, G., Tjandrapuspa T, K., Rahmat W, D., & Sosanto, T. (2013). Penggunaan Lubang Resapan Biopori Untuk Meminimalisasi Dampak Bahaya Banjir Pada Kecamatan Sukajadi Kelurahan Sukawarna Rw004 Bandung. *Konferensi Nasional Teknik Sipil* 7, 9-14.
- Dwi Aksara Cipta Hasibuan, M., & Lusiana. (2015). Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika Pada Dinas Kebersihan dan Petamanan Kota Pekanbaru. *Sains dan Teknologi Informasi*, 1, 35-46.
- Kasyidi, F., C Djamil, E., & Komarudin, A. (2014). Optimalisasi Penempatan Sumber Daya Manusia Berdasarkan Proyek Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Jenderal Achmad Yani*.
- Liu, J., Luo, X.-G., Zhang, X.-M., Zhang, F., & Li, B.-N. (2013). Job Scheduling Mode For Cloud Computing Based On Multi Objective Genetic Algorithm. *International Journal of Computer Science Issues*, 10(1), 134-139.
- Martiana, E., & Basuki, A. (2003). Optimalisasi Penempatan Radio Based Station Dengan Algoritma Genetika. *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*, 266-270.
- Monalisa Turohmi, A., Abdillah, G., & Id Hadiana, A. (n.d.). Optimalisasi Penjadwalan Pengangkutan Sampah Menggunakan Algoritma Genetika. 1-4.
- Purwanto, F., C Djamil, E., & Komarudin, A. (2016). Optimalisasi Penempatan Halte Trans Metro Bandung Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 36-38.
- Putra, Y. M., C Djamil, E., & Komarudin, A. (2015). Optimalisasi Tata Letak Ruang Untuk Rumah Tinggal Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional IPTEK Jenderal Achmad Yani*.
- Saptaningtyas, F. Y. (2012). Multi Traveling Salesman Problem (MTSP) Dengan Algoritma Genetika Untuk Menentukan Rute Loper Koran Di Agen Surat Kabar. *Pythagoras*, 7, 55-64.
- Sarah Santiya, R., & Burhanudin, H. (2017). Penentuan Lokasi dan Jumlah Lubang Resapan Biopori di Kawasan DAS Cikapundung Bagian Tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 13, 1-14.
- Servitia, B., C Djamil, E., & Komarudin, A. (2015). Optimalisasi Program Kerja Organisasi Mahasiswa di Unjani Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional IPTEK Jenderal Achmad Yani*.