

OPTIMALISASI PENJADWALAN BABAK PENYISIHAN PERTANDINGAN SEPAK BOLA LIGA MAHASISWA JAWA BARAT MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Nurul Faturakhman S¹⁾, Esmeralda C. Djamal²⁾, Agus Komarudin³⁾

^{1),2),3)} Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi
Email : faturahman007@gmail.com

Abstrak. Jadwal pertandingan merupakan kegiatan yang sangat penting untuk berjalannya setiap kompetisi sepak bola maupun kompetisi lainnya. Kompetisi dilaksanakan oleh seluruh peserta, sehingga jadwal kompetisi yang disusun harus saling menguntungkan dan tidak merugikan pihak yang terlibat. Apabila beberapa batasan masalah tidak diperhatikan dengan baik, bisa saja terjadi pertandingan tanpa selang waktu untuk istirahat namun peserta lain mendapat selang waktu beberapa hari untuk istirahat, tentu saja penjadwalan tersebut menjadi kurang efektif sehingga perlu dijadwalkan. Dalam penelitian ini akan dirancang sistem yang dapat mengoptimalkan penjadwalan pertandingan 42 tim yang terbagi dalam tiga divisi menggunakan algoritma genetik. Algoritma genetik dipilih karena dapat memperoleh hasil yang paling optimal tanpa harus mencoba keseluruhan dari banyaknya kombinasi. Penelitian ini membuat sistem yang dapat menjadwalkan pertandingan di LISMAJAB selama satu bulan menggunakan Algoritma Genetika. Metode ini memungkinkan diperoleh jadwal yang memenuhi aturan yang ditetapkan dari semua kombinasi yang ada tanpa perlu mencoba seluruhnya. Dari daftar tim dipilih secara random untuk mengisi gen-gen dari empat untai kromosom yang menyatakan kombinasi jadwal. Setelah dievaluasi dengan fungsi kecocokan, diseleksi, dilakukan persilangan dan mutasi bagi gen yang melanggar. Siklus ini dilakukan hingga diperoleh kombinasi jadwal tanpa pelanggaran. Sistem yang dibangun telah menghasilkan jadwal tanpa pelanggaran.

Kata kunci: Algoritma Genetika, pertandingan, fungsi kecocokan, persilangan, mutasi

1. Pendahuluan

Liga Mahasiswa Jawa Barat (LISMAJAB) merupakan organisasi yang menaungi kompetisi sepak bola antar universitas se-Jawa Barat, terdiri dari 42 universitas negeri maupun swasta yang bernaung dalam organisasi ini. Sama halnya seperti liga sepak bola lainnya dalam organisasi ini terdapat kasta atau divisi yang terbagi tiga yakni divisi utama, divisi satu dan divisi dua yang mana pada divisi utama dan divisi satu setiap dua peringkat terbawah akan turun divisi, namun pada divisi satu dan dua setiap juara satu dan dua akan naik divisi. Dengan jumlah 42 tim yang terbagi dalam tiga divisi, dimana divisi utama dan divisi dua terdapat masing-masing 16 tim dan divisi satu 10 tim yang memungkinkan terjadinya penjadwalan yang tidak menguntungkan dari jeda hari setelah bertanding yang mengakibatkan pemain mengalami kelelahan.

Algoritma Genetika mempunyai keunggulan dalam permasalahan penjadwalan, penempatan tempat dan pencaian rute, beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan Algoritma Genetika dalam permasalahan penjadwalan pesanan di industri kemasan karton[[HYPERLINK \l "Nor" 1](#)], penjadwalan mata pelajaran[[HYPERLINK \l "Wig13" 2](#)], penjadwalan matakuliah jurusan sistem informasi[[HYPERLINK \l "Wig13" 3](#)] dan penjadwalan perkuliahan dengan metode Algoritma Genetika dan *Tabu Search* dengan nilai kecocokan sebesar 0.01964[[HYPERLINK \l "Wig13" 4](#)].

Algoritma Genetika bermula dari pembangkitan populasi awal, mencari nilai kecocokannya berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, proses persilangan dan mutasi yang terus berulang sehingga menemukan solusi yang memenuhi kriteria. Terdapat 42 universitas terdaftar yang terbagi dalam tiga divisi, setiap divisi terbagi menjadi grup-grup, divisi utama dan divisi dua terdapat 16 tim yang terbagi dalam empat grup, dimana satu grup terdiri dari empat tim maka dalam satu grup terdapat enam pertandingan jadi 8 (grup) X 6 (pertandingan) = 48 pertandingan, divisi satu terdapat 10 tim terbagi dalam dua grup, dalam satu grup terdiri dari lima tim maka dalam satu grup terdapat 10 pertandingan jadi 2 (grup) X 10 (pertandingan) = 20 pertandingan, sehingga dalam satu kali babak

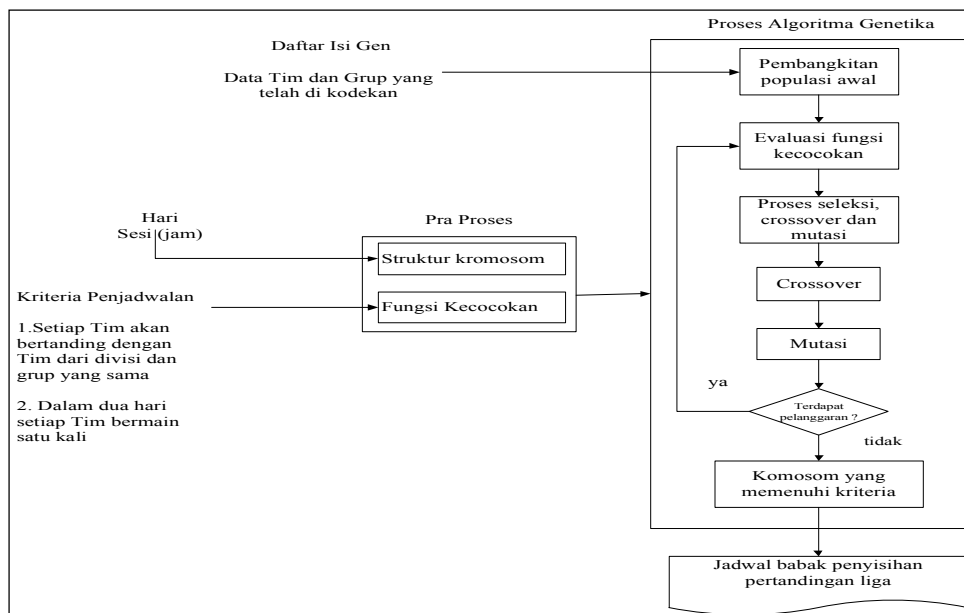
penyisihan terdapat 68 pertandingan. Karena satu pertandingan terdapat dua tim maka panjang kromosomnya $68 \times 2 = 136$ gen, sehingga akan menghasilkan 42^{136} kombinasi.

Penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat membantu dalam proses penyusunan jadwal babak penyisihan pertandingan menggunakan algoritma genetika. Dalam menjadwalkan pertandingan liga mahasiswa selama satu bulan penuh dalam satu tahun berdasarkan jumlah peserta yang terbagi pada tiga divisi akan memunculkan kombinasi jadwal sebanyak 42^{136} kemungkinan yang tidak memungkinkan untuk mencoba keseluruhan kombinasi untuk mendapatkan jadwal pertandingan yang optimal.

Tujuan dari penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat membantu dalam pembuatan jadwal penyisihan grup pertandingan liga mahasiswa menggunakan Algoritma Genetika.

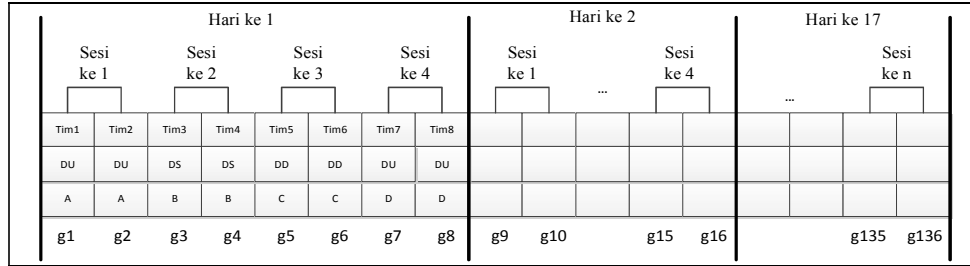
2. Pembahasan

Dalam pembuatan sistem penjadwalan penyisihan pertandingan liga mahasiswa Jawa Barat menggunakan Algoritma Genetika terdiri dari empat tahapan yakni *input*, *pre-processing*, *processing* dan *output*. Pada tahapan pertama *input* dilakukan penyusunan kriteria penjadwalan dan penkodean isi gen. Tahapan ke dua *pre-processing* dilakukan pembentukan struktur kromosom dan pembangunan fungsi kecocokan yang dibangun dari kriteria penjadwalan. Tahapan ke tiga *processing* merupakan proses menggunakan Algoritma Genetika yang meliputi pembangkitan populasi awal, evaluasi fungsi kecocokan, seleksi, persilangan dan mutasi. Tahapan ke empat *output* merupakan hasil dari proses Algoritma Genetika berupa jadwal penyisihan pertandingan yang optimal dalam satu kali kompetisi. Proses sistem penjadwalan penyisihan pertandingan LISMAJAB ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem optimalisasi penyisihan pertandingan

Pada penelitian ini kromosom yang dibentuk berdasarkan pada universitas yang terdaftar dalam organisasi LISMAJAB yang terdiri dari 42 universitas negeri dan swasta di Jawa Barat. Jika penjadwalan dibuat perhari dalam satu bulan berdasarkan daftar tim yang terbagi kedalam grup-grup dari setiap divisinya, maka terdapat 68 pertandingan dimana dalam satu pertandingan terdiri dari dua tim, sehingga mendapatkan $68 \times 2 = 136$ gen panjang setiap kromosom/individu. Setiap gen memungkinkan dijadwalkan dengan salah satu dari total daftar peserta, sehingga akan menghasilkan kombinasi sebanyak 42^{136} kemungkinan solusi. Seperti Gambar 2.



Gambar 1 Struktur kromosom

Pada Gambar 2, menunjukan panjang satu kromosom terdiri dari 136 gen, yang mana setiap gen memiliki nama tim, divisi liga dan grup. Dalam satu hari terdapat delapan gen yang menyatakan dalam satu hari terdapat empat pertandingan.

Fungsi kecocokan dapat di bentuk apabila telah ditentukan aturan-aturan yang berkaitan dengan pelaksanaan pertandingan dalam satu hari, dengan aturan-aturan itu akan didapat fungsi kecocokan yang nantinya akan digunakan untuk menentukan nilai-nilai dari setiap individu atau kromosom yang didapat dari proses Algoritma Genetika. Penelitian terdahulu yang menggunakan fungsi kecocokan dalam permasalahan penempatan SDM[5], penjadwalan program kerja Ormawa [7] . Terdapat dua kriteria dalam proses optimalisasi penjadwalan pertandingan hasil dari analisis sistem sedang berjalan, terdiri dari:

1. Setiap tim akan bertanding dengan tim dari divisi dan grup yang sama.
2. Dalam dua hari setiap tim bermain satu kali.

Berdasarkan kedua aturan yang telah di tentukan berikut fungsi kecocokan yang di bangun :

$$F = \sum_{x=1}^{136} \sum_{i=1}^n f_i(x) \quad (1)$$

Pada persamaan (1) dimana F merupakan total pelanggaran x dari setiap gen, f_i menyatakan jumlah aturan yang telah didefinisikan.

Aturan ke-1 Setiap tim akan bertanding dengan tim dari divisi dan grup yang sama

$$f_1(x) = \begin{cases} 1 & \forall \quad LL[x] = \{LL[2J + 1], LL[2J + 2]\} \\ & K[x], M[x] = K[x + 1], M[x + 1] \\ & LL = \text{kode tim}, K = \text{divisi}, M = \text{grup} \\ & x = \text{gen}, J = \text{mod } x / 2 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

Aturan ke-2 Dalam dua hari setiap tim bermain satu kali

$$f_2(x) = \begin{cases} 1 & \forall \quad LL[x] = \{LL[16J + 1], LL[16J + 2] \dots LL[16J + 16]\} \\ & \text{selain } x \\ & LL = \text{kode tim}, x = \text{gen}, J = \text{mod } x / 16 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

2.1. Proses Algoritma Genetika

2.1.1 Pembangkitkan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal dilakukan dengan cara mengambil beberapa kromosom untuk satu populasi dalam setiap generasi dengan cara *random*. Susunan dalam kromosom tersebut merupakan rangkaian solusi untuk optimalisasi jadwal penyisihan pertandingan sepak bola yang direpresentasikan dalam bentuk gen, dengan isi gen berupa nilai yang diambil dari proses random atau acak. Hasil dari populasi awal ini digunakan untuk proses generasi yang meliputi evaluasi fungsi kecocokan, persilangan maupun mutasi sehingga diperoleh solusi yang optimal. Seperti pada Gambar 2.

g1														g136													
Kromosom 1	1	4	16	12	37	38	...	1	2	10	11	41	42														
Kromosom 2	18	20	42	40	23	24	...	21	22	1	4	25	26														
Kromosom 3	41	39	6	7	1	4	...	23	24	15	16	40	42														
Kromosom 4	19	21	4	3	35	36	...	33	31	2	3	17	18														
Kromosom 5	8	10	13	14	22	23	...	35	36	7	8	19	21														
Kromosom 6	14	16	31	32	19	21	...	27	30	10	12	23	24														
Kromosom 7	23	25	16	15	33	35	...	42	40	16	14	26	22														
Kromosom 8	28	30	9	12	26	24	...	37	36	12	11	23	23														

Gambar 2 Populasi awal

2.1.2 Evaluasi Fungsi Kecocokan

Hasil evaluasi fungsi kecocokan setelah dilakukan pembangkitan populasi awal dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel ini berisikan banyaknya jumlah pelanggaran setiap kromosom dari delapan kromosom yang dibangkitkan.

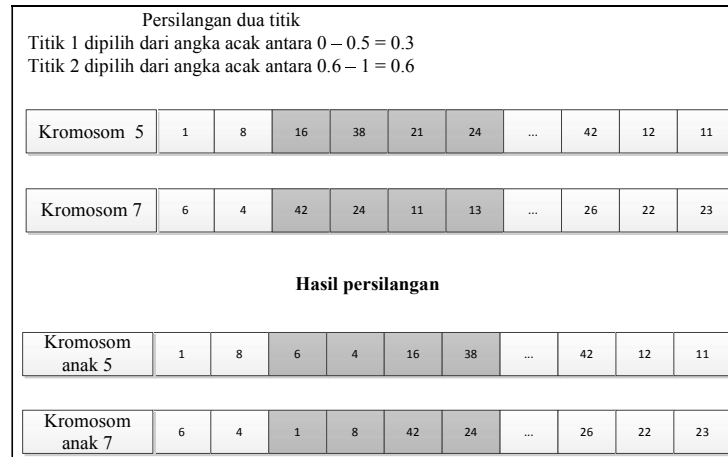
Tabel 1. Jumlah Pelanggaran Populasi Awal

Kromosom	Jumlah Pelanggaran
Kromosom ke – 1	5
Kromosom ke – 2	5
Kromosom ke – 3	8
Kromosom ke – 4	1
Kromosom ke – 5	2
Kromosom ke – 6	6
Kromosom ke – 7	4
Kromosom ke – 8	4

2.1.3 Proses Persilangan

Proses persilangan (*Crossover*) adalah proses penyilangan sepasang kromosom hasil dari proses seleksi, setiap kromosom yang disilangkan akan menghasilkan kromosom baru yang memiliki unsur kemiripan dari dua induk yang disilangkan. Prinsip dari persilangan ialah melakukan proses (pertukaran, aritmatika) pada gen-gen yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru. Setiap proses persilangan akan menghasilkan dua kromosom anak seperti pada penjadwalan asisten praktikum [8]. Pada kasus ini terdapat dua kromosom yang akan disilangkan dengan menggunakan metode persilangan dua titik. Proses persilangan yang dilakukan :

1. Dua kromosom induk hasil proses seleksi yaitu induk [1,2].
2. Tentukan titik persilangan dengan cara mencari dua titik persilangan.
3. Pada setiap pasang induk akan terbagi menjadi tiga bagian berdasarkan dua titik persilangan yang telah ditentukan, gen yang berada diantara titik persilangan akan disilangkan setelah disilangkan dilakukan lakukan penataan ulang untuk mencegah gen yang sama pada setiap kromosom setelah disilangkan. Proses dapat dilihat pada Gambar 3.

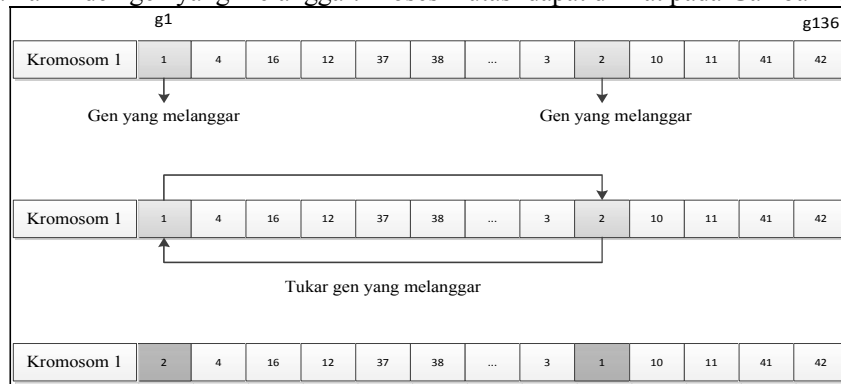


Gambar 3. Proses persilangan

Dari sepasang induk yang disilangkan menghasilkan dua kromosom anak, dua kromosom anak yang didapat dari persilangan kemudian digabungkan dengan dua kromosom induk, sehingga pada proses persilangan menghasilkan empat kromosom, yang kemudian diseleksi menjadi dua individu terbaik.

2.1.4 Proses Mutasi

Mutasi adalah salah satu operator Algoritma Genetika yang mengubah nilai gen pada kromosom untuk mendapatkan nilai yang lebih baik dari generasi sebelumnya. Prinsip sederhananya menukar gen yang bermasalah dengan gen lain yang bermasalah pada kromosom yang sama. Pada proses mutasi menggunakan metode swap maka kedua kromosom terpilih itulah yang akan dimutasi. Cara mutasi terlebih dahulu mencari gen yang melanggar, kemudian gen yang melanggar akan ditukar dengan gen acak berdasarkan index gen yang melanggar. Proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Proses Mutasi

2.2. Hasil

Pengujian dilakukan dengan membandingkan jumlah pelanggaran pada proses generasi sebanyak 1000 kali generasi yang diulang sebanyak lima kali pengujian. Perbandingan hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Perbandingan Hasil Pengujian

Jumlah Generasi	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2	Pengujian ke-3	Pengujian ke-4	Pengujian ke-5
100	37	38	35	43	37
300	36	13	19	12	10
500	20	11	2	2	3
700	2	3	2	7	2
900	2	2	2	2	0
1000	0	2	2	2	0

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kecenderungan semakin banyak generasi yang dilakukan, maka semakin kecil jumlah pelanggaran. Pada pengujian yang dilakukan sebanyak 1000 kali generasi dan

dilakukan sebanyak lima kali pengujian, sistem menghasilkan solusi dengan jumlah pelanggaran terkecil yang didapat adalah nol pelanggaran. Hal ini dikarenakan pembangkitan populasi awal yang dilakukan secara acak, maka memungkinkan mendapat solusi dengan jumlah pelanggaran yang berbeda pada pengujian dengan jumlah generasi yang sama.

3. Simpulan

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem penjadwalan penyisihan grup sepak bola LISMAJAB menggunakan Algoritma Genetika. Hasil akhir dari sistem adalah terbentuknya jadwal penyisihan pertandingan dalam satu periode. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak 1000 kali generasi dengan lima kali pengujian, sistem mampu menghasilkan solusi tanpa pelanggaran, namun terkadang menghasilkan nilai pelanggaran terkecil sebanyak dua pelanggaran. Setiap pengujian, sistem mengeluarkan solusi berbeda karena pembangkitan populasi awal dalam Algoritma Genetika bekerja secara *random*, namun dapat memberikan optimalisasi solusi yang efektif. Masih terdapatnya pelanggaran disebabkan proses pembangkitan populasi awal mempunyai pelanggaran cukup besar sehingga mempengaruhi kecepatan dan perolehan solusi yang memenuhi syarat.

Daftar Pustaka

- [1] A. Nora, J. Irawadi, A. Yandra, and M. Djumali, "Penjadwalan Pesanan Menggunakan Algoritma Genetika Untuk Tipe Produksi Hybrid And Flexible Flowshop Pada Industri Kemasan Karton," *Jurnal Teknik Industri*, ISSN: 1411-6380, pp. 176-188, 2012.
- [2] R. Destia, "Perancangan Aplikasi Prnjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Genetika," *Pelita Informatika Budi Darma*, ISSN: 2301-9425, vol. V, pp. 148-151, 2013.
- [3] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, "Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi," *JURNAL TEKNIK POMITS*, ISSN: 2337-3539, vol. II, pp. 127-131, 2013.
- [4] E. Yulianti, E. Djamal, and A. Komarudin, "Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan Di Fakultas MIPA Unjani Menggunakan Algoritma Genetik dan Tabu Search," in *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya*, Cimahi, 2013, pp. 154-159.
- [5] F. Kasyidi, E. Djamal, and A. Komarudin, "Optimalisasi Penempatan Sumber Daya Manusia Berdasarkan Proyek Menggunakan Algoritma Genetika," in *Seminar Nasional Jederal Achmad Yani*, Cimahi, 2014, pp. 229-233.
- [6] M. T. Anna, *Optimalisasi Penjadwalan Pengangkutan Sampah Menggunakan Algoritma Genetika*. Cimahi: Skripsi Jurusan Informatika Unjani, 2014.
- [7] S. Budi, *Optimalisasi Program Kerja Organisasi Mahasiswa Di Unjani Menggunakan Algoritma Genetika*. Cimahi: Skripsi Jurusan Informatika Unjani, 2015.
- [8] C. D. Okky, F. M. Wayan, and D. S. Budi, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Asisten Praktikum," *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, 2015.