

ANALISA KOMBINASI ALGORITMA GENETIKA DENGAN ALGORITMA PALGUNADI UNTUK PENJADWALAN MATA KULIAH DI UNIVERSITAS SEBELAS MARET

Teno Siswono^{*}, Sarngadi Palgunadi

Jurusan Informatika, Universitas Sebelas Maret

Jl. Jl Ir Sutami No. 36 A, Surakarta 57126.

^{*}Email: tennosys@student.uns.ac.id

Abstrak

Proses penjadwalan mata kuliah menjadi kegiatan sangat penting bagi kegiatan belajar mengajar dalam universitas, karena dengan penjadwalan baik dapat menghasilkan kegiatan belajar mengajar baik pula. Permasalahan penjadwalan mata kuliah universitas telah mendapatkan banyak perhatian dari peneliti. Terdapat beberapa metode untuk memecahkan masalah penjadwalan dan menghasilkan jadwal yang optimum, seperti algoritma genetika dan algoritma Palgunadi. Pada penelitian ini diusulkan pendekatan baru dengan mengkombinasi algoritma genetika dengan algoritma Palgunadi. Pendekatan ini bertujuan untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan algoritma genetika dan mempercepat proses algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Studi kasus yang diambil pada penelitian ini adalah pada Jurusan Informatika dan Fisika di Universitas Sebelas Maret Surakarta, dengan data penjadwalan semester genap periode februari-juli 2013. Dari hasil percobaan algoritma tersebut, disimpulkan bahwa kombinasi algoritma genetika dengan algoritma Palgunadi berhasil memperbaiki kelemahan algoritma genetika dengan secara signifikan mengurangi pelanggaran batasan dan mempersingkat waktu prosesnya ~72% pada 20 populasi.

Kata kunci: Penjadwalan Mata Kuliah, Algoritma Genetika, Algoritma Palgunadi, Kombinasi

1. PENDAHULUAN

Jadwal merupakan tabel kegiatan atau rencana kegiatan dengan pembagian waktu pelaksanaan yg terperinci (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Universitas menggunakan tabel jadwal dalam menjadwalkan kelas, mata kuliah, dan dosen yang ditugaskan dalam suatu waktu dan tempat pelaksanaan yang spesifik untuk digunakan dalam kegiatan perkuliahan nantinya. Proses penjadwalan menjadi kegiatan yang sangat penting bagi universitas, karena dengan penjadwalan yang baik dapat menghasilkan kegiatan belajar mengajar yang baik pula. Proses penjadwalan mata kuliah merupakan masalah sangat sulit untuk dipecahkan (Gunawan 2007).

Penelitian-penelitian terbaru menyarankan bahwa algoritma genetika merupakan metode yang layak dan efektif dalam mengatasi masalah penjadwalan. Algoritma genetika telah membuktikan efisiensinya dalam menyelesaikan masalah *Non-Polynomial* (Davis, 1991). Algoritma genetika merupakan metode heuristik adaptif yang memiliki dasar pemikiran atau gagasan untuk proses seleksi alam dan genetika berdasarkan penelitian Charles Darwin. Algoritma genetika membentuk sebuah populasi dari set solusi permasalahan berupa kromosom-kromosom yang berkembang biak menjadi populasi baru dengan menggunakan seleksi alam dan operator genetik seperti *crossover* dan *mutation*.

Algoritma Palgunadi merupakan algoritma untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan mata kuliah secara general namun belum diimplementasikan pada kasus nyata (Palgunadi, 2012). Sementara algoritma genetika telah diimplementasikan kedalam permasalahan penjadwalan dalam beberapa penelitian yaitu: Ashish Jain (2010) dalam penelitiannya "*Formulation of Genetic Algorithm to Generate Good Quality Course Timetable*" membuktikan bahwa algoritma genetika merupakan metode yang kuat untuk menyelesaikan masalah penjadwalan, namun pada penelitian ini batasan yang diambil jauh dari kondisi real-world. Sanjay R (2012) dalam penelitiannya "*University Timetabling based on Hard Constraints using Genetic Algorithm*" menyelesaikan masalah penjadwalan dengan berbasiskan batasan kaku, hasil penelitian ini mengatakan bahwa optimalisasi 100% dari sumber daya yang tersedia tidak feasible dalam kasus apapun. Kuldeep Kumar (2012) dalam penelitiannya "*Genetic Algorithm Approach to Automate University Timetable*" mendapatkan bahwa pada generasi ke 250 solusi jadwal yang didapatkan masih belum optimal dengan adanya pelanggaran batasan kaku dan batasan lunak yang terjadi.

Pada penelitian ini penulis mengusulkan pendekatan baru dengan mengkombinasi algoritma genetika dengan algoritma Palgunadi untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan algoritma genetika dan mempercepat proses algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah di Universitas Sebelas Maret Surakarta.

2. METODOLOGI

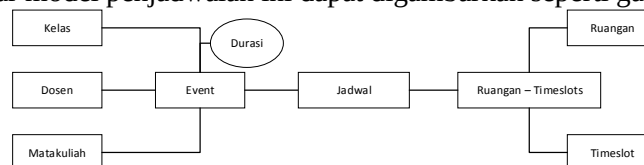
2.1. Pemodelan dan Perancangan

2.1.1. Pemodelan Data

Memodelkan data yang telah didapatkan menjadi model data yang terstruktur agar lebih mudah dipahami serta mengurangi data-data yang tidak perlu untuk digunakan. Skema objek penjadwalan ini secara garis besar dapat didefinisikan sebagai berikut:

- Dosen, merupakan set dari dosen $D = \{d1, d2, \dots, dn\}$
- Kelas, merupakan set dari kelas $K = \{k1, k2, \dots, kn\}$. Kelas terdiri dari sejumlah mahasiswa. Telah ditentukan bahwa mahasiswa telah dikelompokkan dalam kelas, sehingga kelas bersifat disjoint berarti tidak ada mahasiswa yang sama dalam beberapa kelas.
- Mata kuliah, merupakan set dari mata kuliah $M = \{m1, m2, m3, \dots, mn\}$.
- Timeslots, merupakan set dari timeslots $T = \{t1, t2, \dots, tn\}$. Timeslots merupakan interval waktu dimana perkuliahan akan dilakukan. Timeslots memiliki waktu mulai dan waktu akhir. Elemen dari set timeslots memiliki bentuk <hari><jam> seperti senin1, senin2, ..., jumat10.
- Ruangan, merupakan set dari ruangan $R = \{r1, r2, \dots, m\}$.
- Kegiatan Perkuliahan, merupakan set dari kegiatan perkuliahan (event) $E = \{e1, e2, \dots, en\}$. Kegiatan perkuliahan memiliki atribut:
 - Mata kuliah yang diajarkan, $M_E = \{m\}$
 - Dosen yang mengajar di mata kuliah, set dari $D_E = \{d1, d2, \dots, dn\}$
 - Kelas yang diajar di mata kuliah, set dari $K_E = \{k1, k2, \dots, kn\}$
 - Total durasi timeslot dalam sebuah perkuliahan, $Dur_E = \{dur\}$
- Ruangan – Timeslots, set dari ruangan-timeslots dengan alasan untuk mempersimpel proses pencarian. $RxT = \{rxt1, rxt2, \dots, rxtn\}$, memiliki atribut
 - Ruangan, $R_RxT = \{r\}$
 - Waktu timeslot, $T_RxT = \{t\}$
- Jadwal, set dari jadwal, Merupakan gabungan dari ruangan – timeslot dengan event. $J = \{r1t1e1, r1t2e1, r2t1e2, \dots, rntnen\}$

Secara garis besar model penjadwalan ini dapat digambarkan seperti gambar 1.



Gambar 1. Skema Sistem Penjadwalan

2.1.2. Batasan-batasan Penjadwalan

Penjadwalan mata kuliah di universitas ini memiliki batasan-batasan. Batasan-batasan penjadwalan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu batasan kaku (hard constraints), dan batasan lunak (soft constraints).

Batasan kaku terdiri atas:

- Dalam satu timeslots dan ruangan hanya boleh dijadwalkan satu perkuliahan
- Perkuliahan praktek harus dijadwalkan di kelas praktikum, dan perkuliahan teori di kelas teori
- Dosen hanya dapat mengajar satu perkuliahan dalam satu timeslots
- Kelas hanya dapat mengikuti satu perkuliahan dalam satu timeslots
- Mata kuliah tidak boleh dijadwalkan melewati jam sholat jum'at

Batasan lunak terdiri atas:

- Mata kuliah wajib pada tahun angkatan atas tidak boleh dalam satu timeslots mata kuliah praktek tahun angkatan bawahnya, dengan alasan agar mendapatkan asisten praktikum

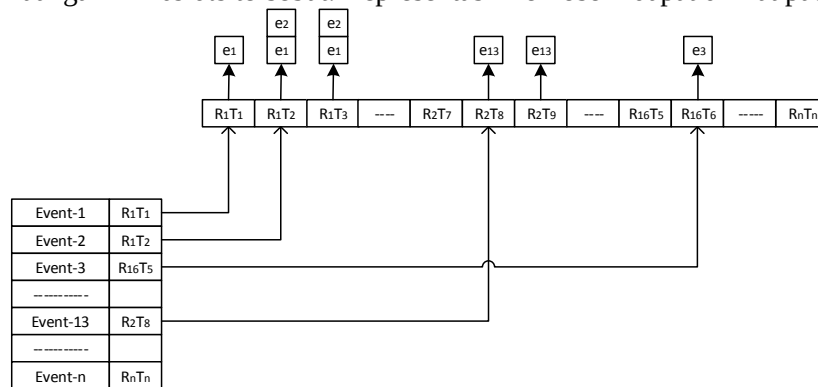
- Mata kuliah tidak boleh dijadwalkan melewati jam istirahat
- Mata kuliah dijadwalkan pada ruangan jurusannya

2.2. Kombinasi Algoritma Genetika dan Algoritma Palgunadi

Pada perancangan dan pengimplementasian ini, algoritma genetika dikombinasi dengan algoritma Palgunadi. Tujuan utama dari proses kombinasi ini adalah untuk membuat algoritma genetika menjadi terarah proses heuristiknya. Algoritma Palgunadi berperan dalam proses penginisialisasian kromosom dan proses *repair*. Perbedaan algoritma genetika kombinasi ini dengan algoritma genetika biasa yaitu pada tahap inisialisasi, *crossover*, dan mutasi.

2.2.1. Pengkodean Kromosom

Mengacu kepada skema yang telah dibuat sebelumnya, pada algoritma genetika ini kromosom direpresentasikan dengan menggunakan encoding nilai. Terdapat sebuah vektor berupa *list* dari setiap *Event* yang memiliki nilai *id* posisi Ruangan-Timeslots jam pertamanya. Selain itu terdapat sebuah vektor berupa *list* dari setiap Ruangan-Timeslots yang memiliki nilai berupa *listidEvent* yang dialokasikan di Ruangan-Timeslots tersebut. Representasi kromosom dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi Kromosom

2.2.2. Inisialisasi Kromosom

Inisialisasi kromosom pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan prinsip algoritma Palgunadi namun batasan yang dicek hanya berupa batasan kaku. Untuk setiap *Event* diberikan sebuah nilai yang berupa kode RxT, lalu pada struktur tambahan setiap RxT sejumlah n durasi dari *Event* ditempatkan *Eventnya*

2.2.3. Penentuan Fungsi Evaluasi

Setelah sejumlah populasi telah dibentuk, setiap populasi akan dievaluasi untuk mengetahui nilai fitnessnya. Evaluasi ditentukan berdasarkan batasan kaku dan batasan lunak yang telah dijelaskan sebelumnya. Setiap batasan kaku memiliki nilai poin 2 dan setiap batasan lunak memiliki nilai poin 1, sehingga untuk evaluasi *fitness* dapat dirumuskan sebagai:

$$fitness = \frac{\sum Bk + \sum Bl}{Bkmax + Blmax} \quad (1)$$

Keterangan:

Bk = Nilai batasan kaku

Bl = Nilai batasan lunak

Bkmax = Nilai batasan kaku maksimal

Blmax = Nilai batasan lunak maksimal

2.2.4. Seleksi

Seleksi dilakukan untuk memilih beberapa pasang kromosom yang dijadikan induk atau sebagai orang tua untuk sejumlah n anak berikutnya yang akan menggantikan individu dalam populasi pada setiap generasi. Pemilihan pasangan kromosom dilakukan dengan menggunakan seleksi *tournament*. Pada metode seleksi dengan turnamen ini akan ditetapkan dua buah individu yang dipilih secara acak (random) dari suatu populasi. Individu yang terbaik dalam kelompok ini akan diseleksi sebagai induk pertama, demikian juga untuk pemilihan induk kedua.

2.2.5. Crossover

Setelah dua kromosom induk selesai dipilih, langkah berikutnya adalah melakukan rekombinasi yaitu penyilangan (*crossover*) terhadap pasangan kromosom. Penyilangan akan menukar informasi genetik antara dua kromosom induk yang terpilih dari proses seleksi untuk membentuk sebuah kromosom anak. Proses *crossover* dilakukan dengan sebuah probabilitas *crossover* (P_c) yaitu ditentukan sebesar 0,7 (70%).

Crossover dilakukan dengan menggunakan *crossover* satu titik. Dimana dicari titik potong sebuah kromosom, potongan kromosom pertama berasal dari induk 1, dan sisa kromosom diambil dari induk 2 dengan dilakukan sebuah fungsi untuk mengecek pelanggaran batasan kaku. Jika terdapat pelanggaran batasan kaku, maka dilakukan perbaikan bertahap. Perbaikan ini terdiri dari dua tahap yaitu *repair* 1(R1), dan *repair* 2(R2). R1 mengganti nilai gen yang melanggar batasan kaku dengan nilai baru yang tidak melanggar. R2 menukar nilai gen yang melanggar batasan kaku dengan nilai pada gen lain sehingga tidak melanggar. Jika sebuah kromosom induk 2 melanggar batasan kaku maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah R1 jika R1 tidak dapat memperbaiki kromosom, maka dilakukan tahap R2. Jika kedua tahap R1 dan R2 tidak bisa memperbaiki kromosom, maka kromosom anak dibuang.

2.2.6. Mutasi

Anak hasil *crossover* sebelum dilepaskan ke populasi memiliki kemungkinan untuk terjadinya mutasi. Pada proses mutasi ini pergantian nilai pada setiap gen dilakukan dengan sebuah proses pengecekan pelanggaran batasan kaku jika melanggar maka akan dicari nilai baru yang tidak melanggar batasan kaku, proses ini dilakukan hingga didapat kromosom yang tidak melanggar batasan kaku.

2.2.7. Pergantian Kromosom

Pada tahap ini kromosom anak hasil *crossover* dan mutasi akan menggantikan posisi kromosom yang lama untuk membentuk sebuah populasi baru dengan ukuran yang sama. Pada prosedur pergantian ini diterapkan konsep elitism yang memastikan kromosom dengan fitness tertinggi tidak tersingkirkan dalam populasi

2.3. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap kombinasi algoritma genetika dengan algoritma Palgunadi. Sebagai perbandingan dari algoritma yang diusulkan tersebut, dilakukan pula pengujian terhadap algoritma Palgunadi dan algoritma genetika biasa. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data jadwal jurusan informatika dan fisika semester genap periode februari-juli 2013 Universitas Sebelas Maret dengan total 9 kelas mahasiswa, 59 mata kuliah, 107 perkuliahan, 17 ruangan, 5 hari kuliah, dan 10 jam kuliah.

Setting parameter untuk pengujian algoritma genetika dan kombinasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Populasi maksimum: 10; 20
- Generasi yang diganti: 5; 10
- Kromosom elitism: 5
- Kemungkinan terjadi *crossover*: 0,7
- Kemungkinan terjadi mutasi: 0,3
- Titik mutasi: 5 titik

Setting kemungkinan terjadi *crossover* 0,7 dan kemungkinan terjadi mutasi 0,3 diambil dari hasil percobaan kombinasi setting *crossover* (70, 80, 90) dengan kemungkinan mutasi (10, 20, 30) yang memiliki fitness terbaik. Sedangkan pemilihan setting parameter lainnya dianggap telah mewakili hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Hasil Pengujian Algoritma Palgunadi

Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan algoritma Palgunadi dalam menyelesaikan masalah penjadwalan universitas. Setelah menjalankan algoritma Palgunadi didapatkan bahwa jadwal telah berhasil dijadwalkan dengan tidak ada pelanggaran batasan kaku dan terdapat satu pelanggaran batasan lunak dengan rata-rata waktu proses algoritma Palgunadi ini adalah 2 menit 20 detik. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa algoritma Palgunadi bekerja untuk penjadwalan mata kuliah universitas sebagaimana seharusnya.

3.1.2. Hasil Pengujian Algoritma Genetika

Dari hasil berjalannya algoritma didapatkan bahwa dengan jumlah data yang banyak ternyata menghasilkan hasil yang kurang memuaskan. Pada hasil algoritma ini masih terdapat banyak pelanggaran yang terjadi pada generasi ke-40. Selain itu waktu proses algoritma genetika sangat lama yaitu untuk 10 populasi membutuhkan waktu 3 jam 24 menit 19 detik, dan untuk 20 populasi membutuhkan waktu 7 jam 17 menit 23 detik. Lamanya waktu proses ini disebabkan karena lamanya pengecekan atau proses evaluasi dari kromosom.

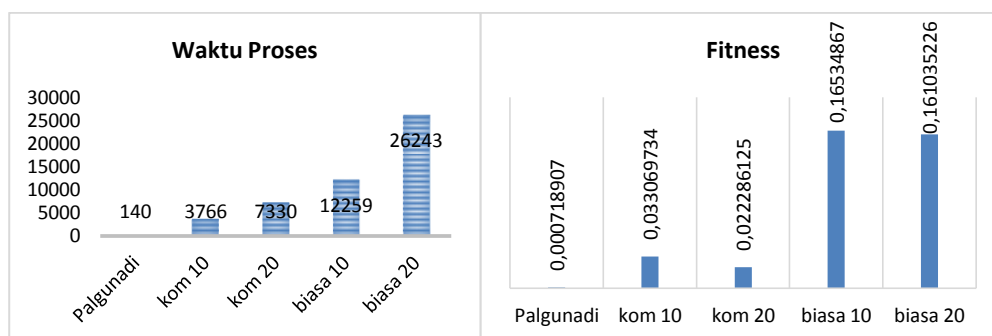
3.1.3. Hasil Pengujian Algoritma Kombinasi

Dari hasil berjalannya algoritma didapatkan bahwa dengan menggabungkan algoritma genetika dan algoritma Palgunadi. Pada hasil algoritma ini didapatkan bahwa hasil penjadwalan memuaskan dengan jumlah pelanggaran yang jauh lebih sedikit dibanding dengan algoritma genetika biasa. Selain itu dengan mengeleminasi batasan kaku, secara tidak langsung mengurangi proses dan waktu dari proses evaluasi dari kromosom, sehingga waktu proses yang ditempuh algoritma hibridasi ini adalah untuk populasi 10 membutuhkan waktu 1 jam 2 menit 46 detik, dan untuk populasi 20 membutuhkan waktu 2 jam 2 menit 10 detik.

3.2. Pembahasan

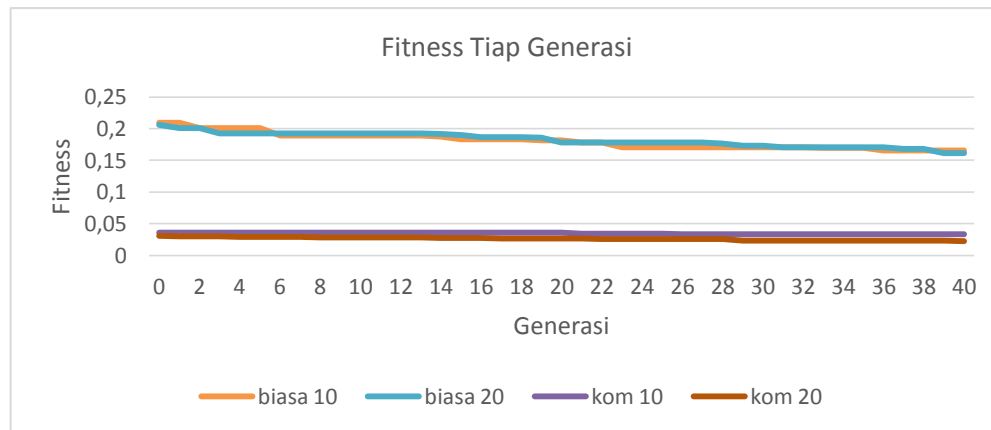
Pada percobaan ketiga algoritma tersebut dengan menggunakan dataset penjadwalan jurusan informatika dan fisika pada semester genap periode februari-juli 2013 didapatkan hasil yaitu:

Algoritma Palgunadi berhasil menjadwalkan mata kuliah dengan waktu paling singkat, dibanding dengan kedua algoritma lainnya. Selain itu algoritma Palgunadi juga menjadwalkan dengan fitness yang lebih baik. Grafik waktu proses dan fitness akhir dapat dilihat di gambar 3.



Gambar 3. Grafik waktu proses dan fitness akhir

Untuk perbandingan algoritma genetika biasa dan kombinasi algoritma genetika dengan algoritma palgunadi, didapatkan waktu proses algoritma kombinasi jauh lebih sedikit dibanding dengan algoritma genetika biasa. Selain itu nilai fitness yang didapatkan pengkombinasian ini sangat jauh lebih baik dibanding algoritma genetika biasa. Gambar 4 menunjukkan grafik nilai fitness untuk setiap generasi pada algoritma genetika biasa dan algoritma genetika yang dikombinasi.



Gambar 5. Grafik fitness tiap generasi pada GA kombinasi dan GA biasa

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah kombinasi algoritma genetika dengan algoritma Palgunadi. Kombinasi ini berhasil memperbaiki proses heuristik dari algoritma genetika dibuktikan dengan semakin baiknya nilai fitness yang dihasilkan dan semakin sedikit waktu proses yang dibutuhkan. Namun pada generasi ke 40 dari kombinasi algoritma ini masih menyisakan sejumlah pelanggaran batasan lunak. Selain itu waktu proses yang dibutuhkan masih tergolong lama dibanding algoritma Palgunadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B. (2003). Strategi Menggunakan Algoritma Genetika. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya PENS-ITS.
- Arous, N., Ellouze, N., dan Abdallah, S. (1999). *Evolutionary potential timetables optimization by means of genetic and greedy algorithms. Proceedings of the 1999 International Conference on Information Intelligence and Systems (ICIIS)*.
- Davis. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Fariza, A., Martiana, E., Sucipto H. (2006). Aplikasi Algoritma Genetika Multi Obyektif pada Traveling Salesman Problem. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya ITS: Surabaya.
- Fitri. (2002). Penjadwalan Perkuliahan Dengan Pengujian Tabel Waktu (Time- Tabel) Menggunakan Algoritma Genetika. Bandung: Jurnal Jurusan Teknik Informatika. Universitas Komputer.
- Gen, M. (1996). *Genetic algorithms and engineering design*. Wiley-IEEE. ISBN 0471127418.
- Goldberg, D. (1989). *Genetic algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison – Wesley. Reading. MA.
- Gunawan, A.Ng.K.M. dan Poh, K.L. (2007), *Solving the Teacher Assignment Course Schedulling Problem by a Hybird Algorithm*. *World Academy of Science Engineering and Technology* 33.
- Kumar, A. (2013). *Encoding Schemes in Genetic Algorithm*. *International Journal of Advanced Research in IT and Engineering*. Vol. 2, No. 3, Maret 2013.
- Kusumadewi, S. d. (2005). Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-teknik Heuristik. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Lukas, S. (2005). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Traveling Salesman Problem Dengan Menggunakan Metode Order Crossover Dan Insertion Mutation. Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005.
- Palgunadi. (2012). *Timetabling Construction Problem (TCP)*. Surakarta: Jurnal ITSMART Vol.1 No.1 Juni 2012.
- Puspaningrum, W.A., Djunaidy, A., dan Vinarti, R.A. (2013). Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS. *Jurnal Teknik POMITS* Vol.2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539.
- Siahaan, D. (2012). Penggunaan Algoritma Genetika dalam Menentukan Penjadwalan Perkuliahan. Medan: Jurusan Matematika. Universitas Negeri Medan.
- Syamsuddin, A. (2004). Pengenalan Algoritma Genetik. Kuliah Umum IlmuKomputer.Com.