

Optimasi Algoritme Genetika Untuk Memaksimalkan Laba Pembangunan Perumahan

Muhammad Faris Mas'ud¹, Imam Cholissodin², Wayan Firdaus Mahmudy³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹fariscrispybite@gmail.com, ²imamcs@ub.ac.id, ³wayanfm@ub.ac.id

Abstrak

Tempat tinggal ialah kebutuhan dasar. Fungsi utama tempat tinggal yaitu untuk tempat beristirahat, keamanan dan beraktifitas dengan keluarga. Permintaan pembangunan tempat tinggal dan pertumbuhan penduduk di Kota Malang yang semakin tinggi membuat semakin tinggi pula permintaan pembangunan rumah. Dalam membangun rumah, perusahaan pengembang selalu mengutamakan keuntungan di setiap pembangunannya tanpa mengurangi kualitas bangunan. Pembangunan rumah membutuhkan sumber daya manusia dan beberapa material yang terbatas, oleh karena itu Algoritme Genetika akan sangat membantu dalam segi pencarian optimasi keuntungan. Berdasarkan beberapa penelitian Algoritme Genetika lain, algoritme ini menghasilkan solusi yang diharapkan seperti: optimasi laba jilbab yang optimal, optimasi distribusi barang yang efisien dan optimasi pemilihan pekerja bangunan yang tepat sasaran. Sesuai pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data dari Perumahan Margobasuki Residence, didapatkan jumlah keuntungan yang optimal.

Kata kunci: Tempat Tinggal, Optimasi, Algoritme Genetika

Abstract

Residence is a basic need. The main function of the residence is for a place to rest, security and family activities. Residential development highly demand along High population growth in the Malang city. when building homes, developers always prioritize the benefits in every construction without reducing the quality of the building. House construction requires human resources and some limited material, therefore genetic algorithms will be very helpful in terms of profit-seeking search. Based on several other Genetic Algorithm studies, this algorithm produces the expected solutions such as: hijab profit optimization, optimization of efficient distribution of goods and optimization of selection of targeted building workers. In accordance with the tests performed using data from Margobasuki Residence, obtained the optimal amount of benefits.

Keywords: Genetic Algorithm, Optimization, Residence

1. PENDAHULUAN

Dijelaskan bahwa tempat tinggal merupakan salah satu kebutuhan dasar, maka permintaan pembangunan tempat tinggal semakin tinggi. Kepala kantor perumahan Kota Malang, Wahyu Hidayat menyatakan kekurangan permintaan tersebut belum terpenuhi walaupun tiap tahun telah dibangun kurang lebih 1000 unit rumah baru siap huni (Editor,2015). Bertambahnya jumlah penduduk yang terjadi setiap tahun menyebabkan pertumbuhan permintaan rumah. Tercatat hasil sensus Badan Pusat Statistik Kota Malang (BPS) pada tahun 2000 jumlah kepala keluarga yang ada di Kota

Malang sebesar 211749, sedangkan pada tahun 2010 jumlah kepala keluarga naik cukup pesat menjadi 220431. Jumlah ini naik 4 persen dari 10 tahun sebelumnya. Dengan meningkatnya perkembangan populasi maka perumahan merupakan salah satu jawaban dalam mengatasi masalah tersebut.

Pembangunan rumah tidak hanya dilakukan oleh pemerintah saja, tetapi terdapat pihak swasta. Di Indonesia khususnya Kota Malang, pembangunan perumahan dijalankan oleh Perumnas atau Perusahaan Umum Pembangunan Perumahan Nasional yang keseluruhan sahamnya dimiliki oleh Badan Usaha Milik Negara atau biasa disebut BUMN.

Perumnas didirikan oleh pemerintah sebagai solusi dalam menyediakan perumahan yang layak (Rozaq, Et.al. 2017). Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh *Real Estate Indonesia (REI)*, proyek yang dikerjakan pemerintah sebesar 5 persen. Sedangkan 95 persen dikerjakan oleh developer atau swasta, dimana 80 persennya dilakukan anggota REI (Zuraya, Nidia. 2013).

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai proses optimasi Laba maksimum menggunakan Algoritme Genetika. Dari sudut pandang pengembang, penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir waktu perhitungan laba dari pengembang yang ingin mengembangkan rumah baru kurang dari 50 unit dan meminimalisir perhitungan manual yang kurang akurat sehingga ke depannya dapat memudahkan para pengembang baru dalam membangun perumahan kecil dengan jumlah rumah kurang dari 50 unit rumah. Dari beberapa kasus yang menggunakan Algoritme Genetika, optimasi laba dari penjualan jilbab yang optimal. Penelitian lain memperkirakan harga jual rumah juga mendapatkan akurasi yang lebih baik dengan ditambahkannya fungsi keanggotaan. Diharapkan Algoritme Genetika ini mampu menyelesaikan masalah optimasi laba pada proses produksi rumah dan memberikan solusi yang lebih optimum dibandingkan dengan perhitungan manual tanpa menggunakan Algoritme Genetika.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optimasi

Optimasi berasal dari kata Bahasa Inggris *optimization* yang memiliki arti memaksimalkan atau meminimumkan sebuah fungsi yang diberikan untuk beberapa macam kendala. Menurut Sayed (2014), optimasi ialah suatu usaha untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dengan menggunakan fungsi, peluang, maupun metode lainnya.

2.2 Perumahan

Perumahan ialah sekumpulan rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana lingkungan. Menurut Undang-Undang No.1 tahun 2011 Pasal 1 angka 2, perumahan ialah kumpulan rumah yang dijadikan sebagai pemukiman baik perkotaan maupun pedesaan yang dilengkapi dengan

sarana prasarana sebagai hasil pemenuhan lingkungan yang layak huni (Santoso, 2014).

Dalam pembangunan perumahan, seorang pengembang selalu mempunyai tujuan utama dan alasan utama untuk membangun perumahan tersebut. Berikut beberapa tahapan pembangunan rumah (Aldaini, 2016):

- Penentuan Daerah Perumahan
- Pembelian Tanah
- Perancangan Denah serta Desain Rumah

2.3 Algoritme Genetika

Algoritme genetika ialah teknik pencarian *heuristik* yang didasarkan pada gagasan evolusi seleksi alam dan seleksi genetik. Algoritme ini memanfaatkan proses seleksi ilmiah yang dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan denah lingkungan hidupnya. Proses seleksi ilmiah melibatkan perubahan gen yang terjadi pada individu melalui proses perkembangbiakan (Sutojo, 2011).

2.3.1 Inisialisasi Populasi

Menurut Sutojo (2011), sebelum membangkitkan populasi awal, terlebih dahulu harus menentukan ukuran individu dalam populasi tersebut. Dalam tahap ini akan ditentukan ukuran populasi (*PopSize*), nilai ini digunakan untuk menyatakan banyaknya individu yang akan ditampung dalam individu (Mahmudy, 2015).

2.3.2 Crossover (Tukar Silang)

Crossover ialah proses menukar suatu data pada gen dan menukarnya dengan data yang lain sehingga didapatkan urutan gen yang berbeda. Dalam proses *crossover* ditentukan tingkat *crossover* (*Crossover Rate*), nilai ini digunakan untuk menyatakan rasio *offspring* (keturunan) sehingga dihasilkan *offspring* sebanyak $Crossover Rate \times PopSize$ (Mahmudy, 2015). Pada penelitian ini menggunakan proses *crossover extended intermediate*.

2.3.4 Mutasi

Mutasi ialah proses mengubah nilai data dari suatu gen dengan tujuan untuk mendapatkan individu yang berbeda. Proses awal yaitu dengan menentukan *mutation rate* agar dapat menentukan jumlah *offspring* yang diinginkan. Dalam proses ini digunakan metode *random mutation*.

2.3.5 Evaluasi

Proses evaluasi digunakan untuk menghitung nilai *fitness* pada masing-masing kromosom. Semakin besar *fitness* maka semakin baik pula kromosom tersebut untuk dijadikan solusi optimum. Evaluasi tentunya melihat dari semua hasil yang didapat pada proses *crossover* dan mutasi. Dari proses tersebut dievaluasi mana *fitness* yang terbaik. Pada penelitian ini menggunakan optimasi fungsi berkendala yaitu memperhatikan batasan untuk setiap variabel. Untuk menyelesaikan permasalahan ini dibutuhkan sebuah model matematis. Model ini disusun atas sejumlah fungsi tujuan (*objective functions*) dan sejumlah fungsi kendala (*constraints*). Fungsi tujuan merepresentasikan tujuan yang ingin dioptimalkan (maksimumkan atau minimumkan). Jika banyaknya rumah yang harus dibangun dilambangkan dengan x_1 dan x_2 , maka fungsi tujuan bisa dinyatakan sebagai berikut :

$$f(x_1, x_2, \dots, x_8) = ((Tx_1 * x_1) + \dots + (Tx_8 * x_8)) + ((Kx_1 * x_1) + \dots + (Kx_8 * x_8))$$

Kendala ketersediaan bahan material bisa dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Kendala 1 : } 3,8x_1 + 4x_2 + 4,9x_3 + 4,3x_4 + 7,7x_5 + 8,3x_6 + 8,3x_7 + 9,1x_8 \leq 250$$

Kendala 1 adalah keterangan penyebutan terhadap variabel material pembuatan rumah yang digunakan dalam penelitian ini. Jumlah kendala yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 21 kendala.

Rumus *fitness* yang digunakan ialah dari keuntungan dari tiap rumah dikurangi hasil perkalian fungsi kendala dengan pinalti yang terjadi di setiap bahan material.

$$fitness(x_1, \dots, x_{24}) = f(x_1, x_2, \dots, x_{24}) - (M(c_1 + c_2 + \dots + c_{20}))$$

2.3.6 Seleksi

Proses seleksi dilakukan untuk memilih individu terbaik dari proses evaluasi dan bertujuan untuk dipertahankan hidup pada generasi berikutnya. Semakin besar nilai *fitness* sebuah kromosom maka semakin besar peluang untuk terpilih. Metode seleksi yang akan digunakan ialah *elitism selection*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas beberapa hal, yaitu tahapan penelitian, formulasi permasalahan dan siklus penyelesaian masalah menggunakan Algoritme Genetika

3.1 Formulasi Masalah

Masalah yang dijadikan topik dalam penelitian ini yaitu memanfaatkan bahan bangunan yang terbatas untuk mendapatkan laba pembangunan rumah yang maksimum. Dalam pembangunan rumah tentunya terdapat penggunaan bahan yang kurang optimal. Serta pembangunan unit yang kurang tepat menyebabkan keuntungan yang diterima tidak sesuai harapan pengembang perumahan. Sehingga diharapkan kedepannya menggunakan penelitian ini untuk menjadi acuan pada proses perencanaan pembangunan beberapa unit rumah dengan variabel bahan bangunan yang terbatas sehingga didapatkan laba maksimum. Adapun tahap tahap yang dilakukan ialah sebagai berikut :

1. Inisialisasi kromosom
2. Proses Crossover
3. Proses Mutasi
4. Proses Seleksi
5. Proses Evaluasi

3.2 Siklus Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritme Genetika

Pada bagian ini akan dibahas proses perencanaan sistem untuk memperoleh solusi keluaran yang baik. Langkah awal proses ini ialah menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendali. Langkah selanjutnya memasukkan data yang akan digunakan. Kemudian melakukan proses Algoritme Genetika sesuai dengan parameter yang telah didefinisikan.

3.3 Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan dilakukan untuk mengevaluasi apakah Algoritma Genetika mampu menyelesaikan permasalahan optimasi laba pada proses produksi rumah.

a. Pengujian ukuran Populasi

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui jumlah *popsize* terbaik untuk dapat menyelesaikan permasalahan optimasi laba.

b. Pengujian Mr dan Cr

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui kombinasi nilai terbaik dan nilai *fitness* terbaik untuk dapat menyelesaikan masalah optimasi laba.

c. Pengujian Generasi / iterasi

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui banyak generasi terbaik untuk dapat menyelesaikan permasalahan optimasi laba.

d. Pengujian Konvergensi

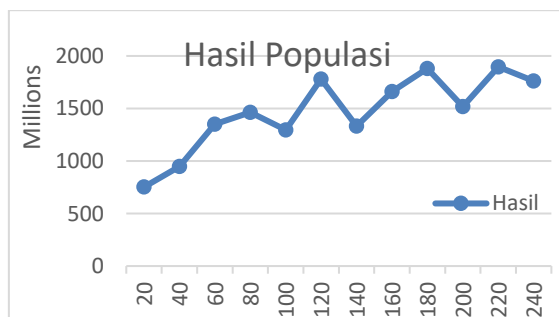
Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai *fitness* yang konvergen pada generasi keberapa akan berhenti dan stagnan.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam tahap ini akan dilakukan pengujian dan bertujuan untuk mendapatkan parameter algoritma genetika terbaik sehingga dapat menghasilkan nilai *fitness* yang paling mendekati optimal. Terdapat pengujian 4 jenis pengujian yang akan dilakukan, yaitu pengujian ukuran populasi, pengujian kombinasi cr dan mr, pengujian ukuran generasi, serta pengujian konvergensi. Tetapi sebelum melakukan pengujian ukuran populasi, dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai variabel r pada proses random mutation agar menghasilkan nilai *fitness* yang maksimum. Dari masing-masing pengujian yang dilakukan kemudian akan dihitung nilai *fitness* rata-rata.

4.1 Uji Coba Ukuran Populasi

Pengujian ini menggunakan parameter 5 generasi dengan ukuran populasi kelipatan 20 dari 0 hingga 240 populasi. Kombinasi nilai Crossover rate dan Mutation rate yang digunakan masing-masing sebesar 0,5. Pada setiap generasi dilakukan 10 kali percobaan dan dihitung rata-rata nilai *fitness* nya. Dari hasil ujicoba akan diperoleh beberapa ukuran populasi optimum untuk menyelesaikan masalah pada penelitian. Grafik uji coba populasi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



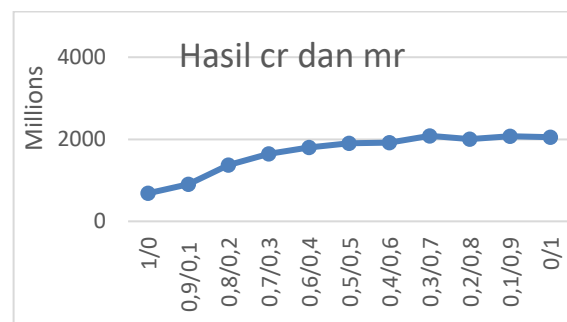
Gambar 1. Grafik hasil uji coba ukuran populasi

Dari grafik Gambar 1 dapat dilihat bahwa ukuran populasi berpengaruh terhadap hasil algoritma genetika yang terlihat pada nilai rata-rata *fitness*nya. Nilai terendah terdapat pada populasi 20 dan yang optimal sebesar 220 dengan nilai

1896218850. Pada populasi 20 kemungkinan solusinya terbatas dan sulit untuk mendapatkan solusi yang mendekati optimum.

4.2 Uji coba kombinasi Crossover Rate dan Mutation Rate

Ukuran populasi yang digunakan ialah yang menghasilkan nilai *fitness* terbaik pada uji coba sebelumnya yaitu 220 populasi. Banyak generasi yang digunakan ialah 10. Jika cr bernilai 1 maka mr bernilai 0, ketika terjadi penurunan nilai cr 0,1 itu berlaku untuk kenaikan nilai mr sebanyak 0,1. Pada tiap populasi dilakukan 10 kali percobaan dan dihitung nilai rata-rata *fitness* nya. Grafik uji coba Kombinasi cr dan mr dapat dilihat pada Gambar 2.

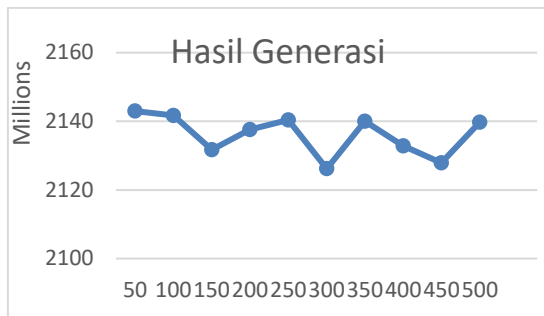


Gambar 2. Grafik hasil uji coba kombinasi cr dan mr

Dari grafik Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa kombinasi cr dan mr berpengaruh terhadap nilai rata-rata *fitness*nya. Nilai terendah terdapat pada kombinasi cr dan mr masing masing 1 dan 0 dikarenakan jika lebih banyak dilakukan proses *crossover* maka tidak dapat ditemukan *offspring* yang bervariasi lagi. Kombinasi cr dan mr yang optimal ialah 0,3 dan 0,7 dengan nilai rata-rata *fitness* 2084126235.

4.3 Uji Coba Jumlah Generasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran generasi yang optimum untuk menghasilkan rata-rata nilai *fitness* terbaik. Populasi yang dipakai ialah 220, Nilai cr dan mr ialah 0,3 dan 0,7 sedangkan ukuran generasi yaitu kelipatan 50 dari 50 hingga 500 generasi. Dari uji coba diperoleh ukuran generasi optimum untuk menyelesaikan masalah pada penelitian. Hasil dari uji coba generasi bisa dilihat pada Gambar 6.3.

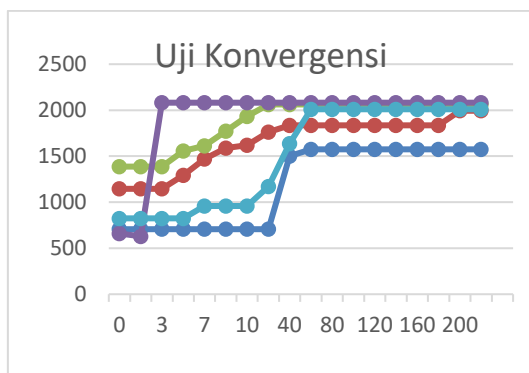


Gambar 3. Grafik hasil uji coba ukuran generasi

Dari grafik Gambar 6.3 dapat dilihat bahwa ukuran generasi berpengaruh terhadap hasil Algoritme Genetika. Nilai *fitness* terendah terdapat pada generasi 300. Sedangkan yang terbesar ialah generasi 50 dengan nilai rata-rata *fitness* 2142970057.

4.4 Uji Coba Konvergen

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja maksimal sistem dalam menghasilkan solusi. Pengujian ini dilakukan dengan menganalisis hasil stagnasi nilai *fitness* berdasarkan iterasi. (Azhari, M Khusnul et al. 2018). Jumlah generasi yang digunakan ialah 500 dengan ukuran populasi 1 sampai 10 hingga kelipatan 10 dan 20 dari 220 populasi, nilai *cr* dan *mr* yaitu 0,3 dan 0,7. Hasil uji coba konvergen dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 4. Grafik hasil uji coba konvergen

Dari grafik Gambar 6.4 diatas dapat dilihat bahwa tiap percobaan memiliki nilai *fitness* yang beragam dan terkadang mengalami konvergensi sampai akhirnya terjadi kenaikan nilai rata-rata *fitness* pada iterasi tertentu, Percobaan 1 hasilnya mengalami beberapa konvergensi yaitu pada saat iterasi ke 1 hingga ke 2 dan konvergensi terpanjang didapat saat memasuki iterasi 60. Percobaan 2 pada iterasi pertama hingga terakhir terus mengalami kenaikan sampai pada akhirnya terjadi konvergen pada iterasi ke 200 percobaan 3 mengalami konvergensi pada iterasi ke 20.

Percobaan 4 mengalami konvergensi dini yaitu pada iterasi ke 3. Pada percobaan 5 dari iterasi pertama terus mengalami kenaikan hingga akhirnya terjadi konvergensi pada iterasi 60 hingga terakhir. Semakin banyak iterasi yang dilakukan maka semakin tinggi rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan, meskipun terkadang mengalami beberapa kondisi konvergen tetapi pada saat iterasi ke 200 dari hasil percobaan itulah batas konvergensi terjadi. Pada pengujian ini nilai rata-rata *fitness* tertinggi terjadi pada iterasi 220 dengan nilai *fitness* sebesar 2081776782.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Optimasi Algoritme Genetika untuk memaksimalkan laba pembangunan rumah dapat disimpulkan bahwa :

1. Representasi kromosom dengan cara *real coded* dengan proses reproduksi *extended intermediate crossover*, metode *random mutation* yang digunakan dalam penelitian ini mampu menyelesaikan permasalahan optimasi laba dalam pembangunan rumah. Algoritme Genetika mampu menentukan kombinasi berapa rumah yang akan dibangun sesuai dengan modal dan persediaan yang mampu menghasilkan laba maksimum.
2. Disimpulkan bahwa nilai parameter Algoritme Genetika (ukuran populasi, generasi maksimum, *crossover rate*, dan *mutation rate*) memiliki pengaruh terhadap hasil optimasi. Nilai parameter yang kecil menyebabkan area pencarian semakin sempit atau sedikit. Tetapi, ukuran parameter yang terlalu besar menyebabkan waktu komputasi semakin lama dan tidak selalu menghasilkan solusi yang lebih baik.
3. *Fitness* terbesar yaitu 2142970057 dengan menggunakan ukuran populasi 220, kombinasi *cr* dan *mr* masing-masing 0,3 dan 0,7 dan generasi 50.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggabungkan Algoritme Genetika dengan algoritma lain yang sejenis ataupun tidak sejenis. Menambah data input serta pengujian metode lain pada parameter *crossover* dan atau

menggunakan variabel (r) pada proses *random mutation* agar mendapat hasil solusi yang lebih variatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, C., & Mahmudy, W. F., 2016. *Optimasi Persediaan Baju Pada Distro Menggunakan Algoritma Genetika*. Ruang Baca fakultas Ilmu Komputer. Malang.
- Azizah, EN., Cholissodin, I., Mahmudy, W. F. 2015. *Optimasi fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto menggunakan algoritma genetika untuk penentuan harga jual rumah*. JEEST, Vol. 02 No. 02, pp. 79-82.
- Azhari, M Khusnul., Cholissodin, Imam., Bachtiar Fitra Abdurrahman., 2018. *Optimasi Travelling Salesman Problem Pada Angkatan sekolah dengan Algoritme Particle Swarm Optimization*. Malang. JTIK.
- Bahtiar, A., & Mahmudy, W. F., 2017. *Optimasi Pemilihan pekerja bangunan Proyek pada PT. Citra Anggun Pratama menggunakan algoritme genetika*. Jurnal pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer Vol. 1 No. 2 hlm 80-84. Malang.
- Editor. 2015. *Bangun Satu Juta Rumah, REI Beri 14 Syarat ke Pemerintah*. Jakarta. Tersedia di: <<http://www.rei.or.id/berita.php>> [Diakses 7 Februari 2018].
- Editor. 2012. *KEBUTUHAN PERUMAHAN: Permintaan hunian baru di Malang capai 22.000 unit*. Malang. Tersedia di: <<http://kabar24.bisnis.com/read/20121216/78/110051/kebutuhan-perumahan-permintaan-hunian-baru-di-malang-capai-22-dot-000-unit>> [Diakses 6 Maret 2018]
- Fachrurrazi, Sayed. *Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Pendistribusian Pupuk di PT Pupuk Iskandar Muda Aceh Utara*. Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe Aceh.
- Mahmudy, W. F. 2015. *Algoritma Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya, Malang.
- NIDIA Z. 2013. *REI: Swasta Lebih Berperan Dalam Sektor Perumahan*. Jakarta. Tersedia di: <http://www.republika.co.id/berita/ekonomi/bisnis/13/11/20/mwjupo_rei_swasta_lebih_berperan_dalam_sektor_perumahan> [Diakses 7 Februari 2018].
- Normalita, Andiliani Soca., 2017. *Pengawasan Pekerjaan Tangga Utama Gedung Pasca Sarjana Fakultas kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*. Universitas Atma Jaya. Jogjakarta.
- Panharsi, Y. G. & Mahmudy, W. F. 2015. *Optimasi distribusi barang dengan algoritma genetika*. DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIK Universitas Brawijaya, no. 5. Malang.
- Prihastomo, Bondan., 2017. *Pergeseran Paradigma dan Persepsi Karya Arsitektur bagi Arsitek di era Informasi*. Jurnal Arsitektur dan Perencanaan. Jakarta.
- Putri, Restu Diantina. 2017. *Seribu Akal Pengembang Nakal*. Jakarta. Tersedia di: <<https://tirto.id/seribu-akal-pengembang-nakal-cxlg>> [Diakses 7 Maret 2018].
- Rozaq, Akbar. Ratnawati, Dian Eka. Sutrisno. 2017. *Optimasi Keuntungan Pembangunan Perumahan Berdasarkan Jumlah Rumah Setiap Tipe Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)*. Malang. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK) Vol 4, No. 1, pp.37-43. Malang
- Rahmawati, Dina. 2012. *Analisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Praktik Perataan Laba*. Semarang. EprintsUndip.
- Samaher, & Mahmudy, W. F. 2015. *Penerapan algoritma genetika untuk memaksimalkan laba produksi jilbab*. JEEST, Vol. 02 No. 01, pp. 06-11. Malang.
- Santoso, Iwan. 2014. *Inkonsistensi Perencanaan Pembangunan Perumahan Masyarakat Kurang Mampu Di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Jogjakarta. ETD UGM Library.
- Znouda, Essia., Morcos, Nadia., Alouane, Atidel., 2005. *Optimization of Mediterranean building design using genetic algorithms*. Elsevier. Tunisia.