

## EVALUASI DAN OPTIMASI LOKASI PENDIRIAN SENTRA PENGISIAN BAHAN BAKAR UTAMA (SPBU) DI KABUPATEN BEKASI MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIK

Rahmadya Trias Handayanto<sup>1</sup>, Anita Setyowati Srie Gunarti<sup>2</sup>, Retno Nugroho Whidhiasih<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Komputer Universitas Islam "45" Bekasi

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam "45" Bekasi

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Komputer Universitas Islam "45" Bekasi

Email: <sup>1</sup>rahmadya\_handayanto@unismabekasi.ac.id, <sup>2</sup>anita\_s2ugm@yahoo.com

<sup>3</sup>retno.nw@gmail.com

### ABSTRACT

*Gas Stations are important objects for transportation. Therefore, the location must be optimum regarding to economic, environment, and safety aspects. Genetic Algorithms are used to help calculating for optimum location of gas stations. For easiness we integrated Geographic Information Systems (GIS) with genetic algorithms for Bekasi District. According to GIS rule, we use two kinds of data: vector data and raster data. Road of map and location of object that must far away from gas station as vector data and map as raster data. Conversion from local coordinate to global coordinate is used in order to be integrated with google map application. Testing result showed that optimum gas station location are far enough from vital locations that must far away from gas stations.*

*Keywords: Geographic Information System, Genetic Algorithms, Optimization*

### ABSTRAK

Sentra Pengisian Bahan Bakar Utama (SPBU) merupakan sarana vital rakyat agar sistem transportasi berjalan dengan baik. Oleh karena itu letaknya harus memenuhi syarat optimum yang selain memiliki aspek ekonomis, juga harus tidak menyalahi aspek lingkungan, keamanan dan keselamatan warga yang berada di sekitar SPBU. Algoritma genetik digunakan untuk membantu sistem penentuan lokasi yang optimum. Untuk meningkatkan kemudahan pengguna, sistem ini diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) khusus kabupaten Bekasi. Sesuai aturan SIG dimana data terdiri dari data vektor dan data raster maka sebagai data vektor kami menggunakan data fungsi jalan dan lokasi koordinat dimana lokasi tersebut harus sejauh mungkin dari SPBU. Untuk data raster kami menggunakan peta yang berupa citra. Konversi koordinat lokal menjadi koordinat lintang dan bujur perlu dilakukan agar dapat dikombinasikan dengan aplikasi google map sehingga dapat langsung terkoneksi ke sistem SIG tersebut. Hasil pengujian menghasilkan lokasi optimal SPBU yang secara matematis terbukti terjauh dari lokasi-lokasi yang berbahaya dan kurang optimal untuk berdekatan dengan SPBU.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis, Algoritma Genetik, Optimasi

### 1. Pendahuluan

Riset tentang sistem informasi geografis (SIG) telah banyak dilakukan. Sistem ini selalu terkait dengan bidang-bidang yang lain, seperti riset yang dilakukan oleh Hu *et al.*, (2012) yang menerapkan SIG untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan. Kebanyakan riset terkini mengintegrasikan SIG dengan algoritma-algoritma *soft computing*.

Beberapa usaha telah dilakukan untuk mengintegrasikan SIG dengan algoritma-algoritma *soft computing* untuk meningkatkan kinerja. *support vector machine (SVM)* telah diterapkan untuk pemodelan penggunaan lahan pada SIG oleh Huang *et al.*, (2009). Sementara itu, algoritma genetik sendiri telah banyak diterapkan pada SIG seperti sistem yang dibuat oleh Cao *et al.*, (2012). Bahkan

Huang *et al.*, (2004) telah menerapkan algoritma genetik untuk mengoptimasi lintasan kendaraan dengan muatan berbahaya di Singapura.

Pertamina sebagai BUMN yang ditunjuk pemerintah untuk mengatur distribusi bahan bakar telah mengalihkan wewenang perijinan pendirian SPBU ke pemerintahan daerah. Dengan demikian antara satu daerah dengan daerah lainnya memiliki perbedaan. Pertamina sendiri hanya mengatur apa saja yang harus disiapkan untuk membuat ijin penjualan bahan bakar dari perusahaan minyak negara Indonesia itu. Namun demikian kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mewajibkan pemerintah daerah mengadakan analisa mengenai dampak lingkungan (AMDAL) terhadap badan/perorangan yang akan membuka SPBU. Tujuannya adalah agar mengurangi dampak negatif jika terjadi kecelakaan pada suatu SPBU seperti kebakaran, kebocoran, dan dampak negatif lainnya. Beberapa lokasi seperti di bawah sambungan utama tegangan tinggi (SUTET), di pinggir sungai, di persimpangan / perempatan, dekat rumah sakit, dan lokasi lain yang berbahaya jika berdekatan dengan SPBU (Pertamina, 2013).

Permasalahan yang muncul ketika akan menentukan suatu lokasi SPBU adalah banyaknya lokasi-lokasi yang harus sejauh mungkin dari SPBU akibat perkembangan kota. Tentu saja jika SPBU ditempatkan di tempat yang jauh dari obyek vital secara seratus persen, kebanyakan lokasi itu memiliki akses yang jauh dan tidak

ekonomis. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk selain memiliki tingkat keamanan yang tinggi atau memiliki resiko serendah mungkin juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Karena kebutuhan bahan bakar transportasi sangat tinggi maka lokasi yang optimal adalah di pinggir jalan utama. Permasalahan ini akan kami coba jawab dengan penerapan algoritma genetik pada SIG untuk menentukan lokasi pendirian SPBU yang optimal.

Tujuan dibuatnya sistem ini agar pemerintah kabupaten dapat mengetahui letak optimal SPBU dan dapat menganalisa suatu SPBU yang telah ada selama ini apakah sudah optimal atau tidak. Selain itu pihak calon pemilik SPBU dapat mencari lokasi yang tepat sesuai dengan rekomendasi sistem yang dibuat.

Paper ini mengupas teknik yang digunakan untuk menerapkan algoritma genetik pada SIG agar diperoleh lokasi pendirian SPBU yang optimal. Setelah gambaran sistem dibahas, paper ini diakhiri dengan kesimpulan setelah pembahasan terhadap pengujian sistem dikupas.

## **2. Bahan Dan Metode**

### **2.1 Bahan**

Data yang digunakan adalah data vektor dan data raster. Data raster diambil dari peta lokasi kabupaten bekasi, sementara data vektor berupa persamaan matematis jalan dan lokasi obyek vital yang berupa titik koordinat.

Proses integrasi ketiga data tersebut dilakukan dalam format layerisasi yang sudah merupakan standar SIG. Data vektor

(persamaan jalan dan titik koordinat obyek vital) berada di atas data raster (gambar peta).

## 2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini bermaksud menghasilkan prototipe sistem penentuan lokasi optimum SPBU. Sebuah SIG dihasilkan dengan satu proses optimasi dengan algoritma genetik ketika tombol proses itu ditekan. Hasilnya langsung muncul pada tampilan SIG ketika algoritma genetik berhasil menentukan harga optimumnya. Karena masih berupa prototipe maka sistem yang kami buat hanya sekedar mengetahui kelayakan penerapan algoritma genetik untuk membantu mencari nilai optimum dari SIG yang ada.

Dimulai dengan analisa terhadap lokasi-lokasi tertentu yang harus sejauh mungkin dari SPBU, perancangan diakhiri dengan uji coba terhadap sistem itu dan membandingkannya dengan hitungan matematis total jarak yang diperoleh. Tentu saja sebaiknya lokasi SPBU tidak terlalu berdekatan dengan SPBU yang lainnya karena dapat menghasilkan persaingan yang tidak seharusnya. Namun demikian untuk mengetahui lokasi yang tepat, untuk sementara SPBU yang ada tidak dijadikan dasar perhitungan. Setelah selesai proses perhitungan baru lokasi SPBU yang telah ada sebelumnya dianalisa apakah sudah layak atau tidak.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan SIG dan integrasi algoritma genetik terhadap sistem tersebut guna menentukan lokasi optimum SPBU di

kabupaten bekasi. Lokasi yang optimal dinyatakan dengan koordinat lokal pada SIG sehingga untuk diterapkan secara online lewat aplikasi yang ada di lapangan seperti google map ([www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)) harus di konversikan menjadi koordinat standar yaitu lintang dan bujur.

### 2.2.1 pembuatan SIG

SIG merupakan bidang khusus yang biasanya diintegrasikan dengan *remote sensing*. Bidang ini sangat bermanfaat untuk pertanian, tata kota, sistem informasi management (SIM), dan bidang tertentu yang menggunakan peta sebagai alat kerjanya.

SIG menggunakan sistem basis data agar tampilan bersifat dinamis. Data vektor yang mempermudah manajemen SIG diintegrasikan dengan data raster yang statis (citra). Dengan adanya sistem basis data maka sistem yang dibuat bersifat dinamis karena perkembangan wilayah, seperti pembangunan rumah sakit/puskesmas baru, instalasi listrik, perkampungan, dan lain-lain. Beberapa aplikasi SIG saat ini sudah mampu menampilkan bentuk tiga dimensi (3D) terhadap suatu wilayah.

Perkembangan SIG saat ini sudah semakin canggih karena melibatkan satelit-satelit yang banyak beredar di permukaan bumi. Jarak antara satu wilayah sudah dapat dilakukan secara langsung dengan akurat. Selain memotret permukaan, satelit mampu menghitung kedalaman di bawah permukaan bumi/laut, bahkan saat ini sudah mampu mendeteksi kebakaran hutan.

### 2.2.2 Penentuan lokasi optimum

Sebenarnya perhitungan dapat dilakukan tanpa pembuatan SIG, tetapi dengan adanya SIG pengguna dapat memperoleh gambaran lokasi dengan mudah dan cepat. Sistem yang baik mengharuskan interaksi yang baik antara pengguna dengan aplikasi. SIG kami buat dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab karena lebih mudah. Matlab telah menyiapkan toolbox-toolbox yang membantu program mengimplementasikan algoritma tertentu, termasuk salah satunya algoritma genetik.

Bersama dengan *fuzzy*, Jaringan Syaraf Tiruan, dan kombinasi keduanya, algoritma genetik masuk dalam *soft computing*. Sesuai dengan artinya, *soft computing* di sini adalah lawan dari *hard computing*. *Soft computing* berusaha melakukan perhitungan dengan data yang kurang, rancu, dan perhitungan lain yang selain perhitungan secara konvensional (Chambers, 2001).

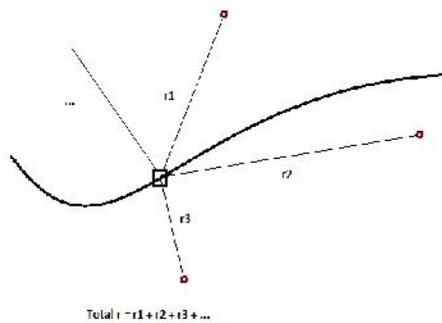
Sebagai alat bantu komputasi penentuan nilai optimum, algoritma genetik memiliki keunggulan terhadap metode komputasi konvensional. Salah satunya adalah *robustness* yang mampu berjalan dengan baik terhadap seluruh kondisi yang sering dijumpai. Jika pada teknik langsung hasil optimasi terkadang terjebak di optimasi lokal, pada algoritma genetik tidak terjadi karena seluruh kemungkinan berasal dari populasi yang ada, tidak hanya pada titik terdekat dari sebelumnya.

Algoritma genetik dikembangkan pertama kali oleh John Holland bersama dengan muridnya di sekitar tahun 1970-an (Coley, 1999). Sesuai dengan namanya algoritma ini mengambil ide dari Charles Darwin dimana individu saat ini merupakan individu unggul karena mampu bertahan hidup. Istilah-istilah yang ada pada ilmu genetika juga diterapkan dalam algoritma genetik, seperti kromosom, gen, allele, populasi, dan lain-lain. Istilah kawin silang (*cross over*), mutasi, dan rekombinasi diperlukan untuk menghasilkan individu baru yang lebih baik dari induknya (Chambers, 2001). Karena populasi dipilih secara acak maka algoritma genetik sering disebut pencarian optimum secara heuristik.

Karena banyaknya variabel yang dipakai sebagai kriteria untuk menghitung fungsi tujuan, maka beberapa riset telah dilakukan untuk memperoleh nilai optimum yang jamak yang dikenal dengan nama *multi objective genetic algorithms*. Beberapa riset telah dilakukan untuk algoritma genetik dengan fungsi tujuan yang jamak antara lain Huang (2008), Horn (1993) dan Fonseca (1993). Jika algoritma genetik pertama dengan satu fungsi tujuan hanya menghasilkan satu individu terbaik, dengan algoritma genetik dengan fungsi tujuan banyak menghasilkan individu baik lebih dari satu.

Fungsi matematis jalan pada sistem penentuan lokasi optimum SPBU ini menjadi sumber populasi SPBU yang akan dianalisa karena letak SPBU yang menurut Pertamina harus terletak sepanjang jalan

utama (Hermawan, 2001). Persamaan matematis yang merepresentasikan jalan memiliki variabel bebas dan tidak bebas. Variabel bebas yang akan digunakan sebagai populasi dalam algoritma genetik. Variabel tidak bebas tentu saja dapat dihitung dengan memasukan nilai variabel bebas ke dalam persamaan matematis jalan. Untuk setiap titik pada jalan raya utama akan dihitung jaraknya terhadap seluruh obyek vital dengan menggunakan normal *euclidean* (Gambar 1).

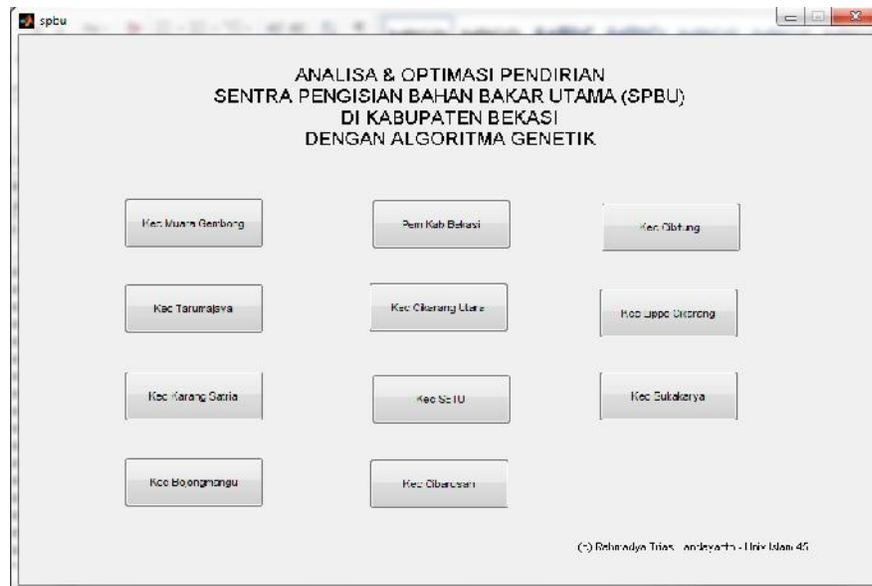


Gambar 1. Penentuan Jarak Total terhadap Lokasi Vital

Untuk kasus tertentu misalnya jalan vertikal dari atas ke bawah, tentu saja variabel bebas dan tidak bebasnya sedikit diubah karena algoritma genetik menghasilkan hitungan yang lebih akurat dengan sumbu vertikal sebagai variabel bebas dari pada sebaliknya. Perhitungan menjadi sedikit lebih lama karena ada konversi sebelum dan setelah perhitungan individu optimal.

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Karena ada 23 kecamatan di kabupaten Bekasi, maka diperlukan menu utama agar pengguna dapat lebih memfokuskan daerah yang akan dijadikan kandidat pendirian SPBU. Ketika tombol kecamatan di tekan, sistem langsung mengarahkan ke peta kecamatan tersebut. Beberapa kecamatan yang letaknya berdekatan terkadang dijadikan satu region optimasi. Gambar 2 memperlihatkan menu utama prototipe SIG.

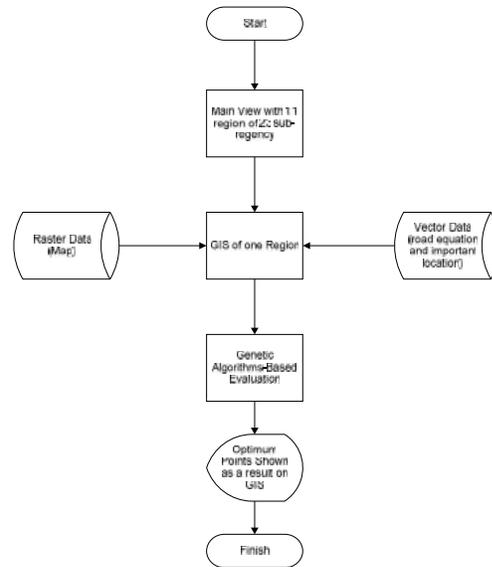


Gambar 2. Menu Utama SIG

Data raster yang berupa citra dilakukan secara sederhana dengan *scanning* terhadap peta manual menjadi file *joint picture graphic* (JPG). Dapat juga dilakukan dengan memanfaatkan *google map* dan aplikasi GPS lainnya. Berbeda dengan data vektor, data raster bersifat statis karena berupa citra digital. Data raster harus disertai dengan data vektor karena tanpa data vektor, SIG yang dihasilkan sangat kaku dan hanya berfungsi sebagai peta saja.

Data vektor dilakukan dengan menerapkan titik koordinat lokasi vital yang harus jauh dari SPBU pada data raster. Data dimasukkan dalam format kolom seperti tabel dalam *spreadsheet*. Data yang disimpan kemudian dipanggil oleh aplikasi SIG untuk menentukan letak koordinat lokasi yang harus jauh dari SPBU. Teknik menginput data juga sangat mudah dan dapat dilakukan oleh pengguna awam, asalkan nama data tepat dan disimpan di lokasi yang tepat yaitu pada direktori kerja yang sama dengan letak program Matlabnya. Gambar 3 memperlihatkan diagram alir SIG yang akan diintegrasikan dengan algoritma genetik.

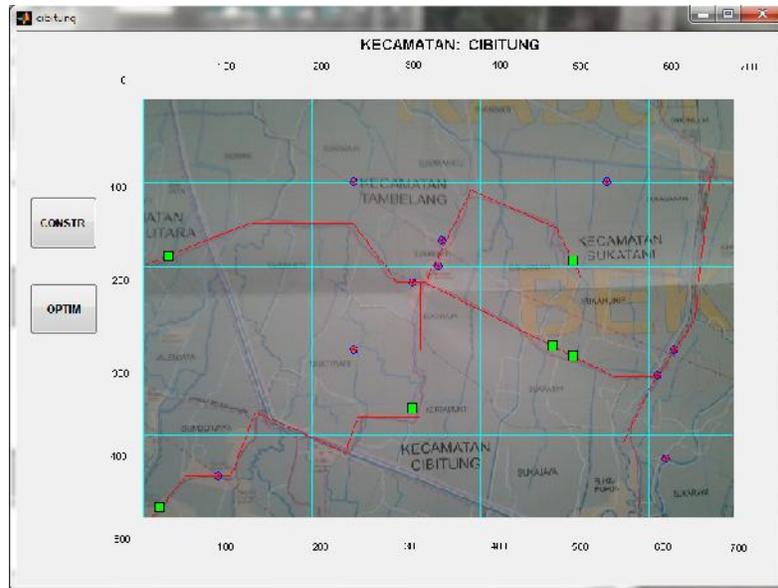
Kesulitan utama adalah pembuatan data vektor jalan karena harus merubah jalan menjadi persamaan matematis yang menjadi sumber populasi pada sistem algoritma genetik. Untuk mempermudah perhitungan, digunakan teknik konversi jalan menjadi garis lurus, sehingga persamaan jalan yang rumit menjadi hanya berorde satu. Makin banyak segmen garis yang dibentuk akan menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik dari jumlah segmen yang sedikit.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Informasi Geografis

Banyak aplikasi-aplikasi SIG di pasaran yang dapat dimanfaatkan untuk membuat SIG, tetapi karena belum ada yang mengintegrasikan dengan *soft computing*, maka terpaksa prototipe yang kami buat menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Gambar yang merupakan potongan peta suatu lokasi tertentu, dipanggil dalam aplikasi untuk disinkronkan dengan data vektor. Setelah proses ditekan, sistem akan menampilkan hasilnya pada SIG tersebut.

Fungsi tujuan memanfaatkan perhitungan jarak *euclidean* terhadap lokasi-lokasi vital. Lokasi tertentu mungkin lebih *urgen* dari pada lokasi yang lain untuk sejauh mungkin dari lokasi SPBU. Untuk melakukan pembobotan terhadap lokasi obyek vital, cara termudah adalah dengan menuliskan pada data vektor lebih dari satu kali. Jika gardu listrik berbobot dua kali lebih penting dari kantor pemerintahan, maka koordinat lokal gardu listrik ditulis dua kali.



Gambar 4. Integrasi SIG dengan Algoritma Genetik

Ketika nilai optimum telah didapat pada satu fungsi tujuan tertentu (sepanjang jalan kandidat), sistem langsung menyimpan koordinat lokal dan menampilkannya di SIG (Gambar 4). Koordinat lokal ini kemudian dikonversi menjadi koordinat global (koordinat standar SIG).

Pengujian pertama dilakukan terhadap SIG terhadap data jalan-jalan dan data lokasi-lokasi objek vital dan hasilnya sudah tepat. Pengujian dilakukan terhadap seluruh lokasi di kecamatan-kecamatan yang masuk wilayah administratif kabupaten Bekasi dari Muara Gembong di utara hingga Cibarusah di selatan.

Berikutnya sistem diuji ketika menentukan lokasi optimal SPBU berdasarkan batasan-batasan lokasi vital. Hasilnya diperoleh lokasi optimal di tiap jalan yang dijadikan target/objek. Beberapa SPBU didapati tidak sesuai dengan saran dari aplikasi SIG, bahkan ada yang terletak di pinggir sungai dan di perempatan jalan

yang mengakibatkan kemacetan akibat antrian ketika mengisi bahan bakar.

Hasil optimasi yang berupa kordinat lokal harus dikonversi menjadi koordinat global. Manfaat konversi ini adalah agar dapat ditampilkan dalam sistem GIS yang banyak tersedia di internet seperti *google map* dan aplikasi SIG lain yang berbasis android. Jika pada SIG suatu kabupaten memiliki koordinat 0,0 setara dengan 200,300 di *google map* maka suatu titik optimum 100,100 di koordinat lokal SIG harus dikonversikan menjadi (100+200), (100+300) di koordinat *google*.

Dibanding penelitian yang telah dilakukan oleh Huang (2009), penelitian kami menerapkan langsung perhitungan di SIG sehingga mempermudah pengguna. Selain itu SIG yang ada dapat disisipkan lebih lanjut dalam perhitungan optimasi atau peramalan yang menyangkut bidang kependudukan, kesehatan, kemandirian, dan bidang lainnya.

#### 4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh hasil bahwa sistem mampu menentukan lokasi optimal pendirian SPBU di kabupaten Bekasi. Riset ke depan sepertinya layak untuk menerapkan SIG untuk fungsi tujuan yang memiliki variabel dua dimensi (region) seperti luas persawahan optimal, wilayah yang optimal untuk pemukiman, dan sejenisnya. Fungsi tujuan pun tidak hanya sekedar jarak dari lokasi tertentu melainkan variabel-variabel lain yang justru menarik letak SPBU untuk dekat ke titik tersebut.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Riset ini didanai oleh Direktorat jenderal pendidikan tinggi (DIKTI) sebagai riset multi tahun hibah bersaing (APHB) Nomor: 0935/K4/KL/2013.

#### Daftar Pustaka

- Cao, Kai, Bo Huang, Shaowen Wang, Hui Lin. 2012. Sustainable land use optimization using Boundary-based Fast Genetic Algorithm. *Computers, Environment and Urban Systems* 36(2012) : 257–269.
- Chambers, Lance. 2001. *The Practical Handbook of Genetic Algorithms Applications*, Second Edition. United States of America: Chapman & Hall/CRC.
- Coley, David A. 1999. *An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers*, USA: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Fonseca, Carlos M., Peter J. Fleming. 1993. *Genetic Algorithms: Proceedings of the Fifth International Conference (S. Forrest, Ed.)*, San Mateo, CA: Morgan Kauffman.
- Hermawan, Ferry, Bambang Riyanto, Kami Hari Basuki. 2001. Pengembangan Angkutan Umum di Daerah Suburban Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi. *Journal Transportasi – Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi* 9(1) : 39 – 50.
- Horn, Jeffrey, Nicholas Nafpliotis. 1994. Multiobjective Optimization Using The Niched Pareto Genetic Algorithms. *Proceeding of the First IEEE Conference on Evolutionary Computation, IEEE World Congress on Computational Intelligence Volume 1*.
- Huang, Bo, Chenglin Xie, Richard Tay, Bo Wu. 2009. Land Use Change Modeling Using Unbalanced Support Vector Machines. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(2009): 398-416.
- Huang, Bo, Ruey Long Cheu, Yong Seng Liew. 2004. GIS and genetic algorithms for HAZMAT route planning with security considerations. *Int. J. Geographical Information Science*. 18(8).
- Huang, Bo, P. Fery, L. Xue, Y. Wang. 2008. Seeking the Pareto Front for Multiobjective Spatial Optimization Problems. *International Journal of Geographical Information Science*.
- Hu, He-Bing, Hong-Yu Liu, Jing-Feng Hao, Jing An. 2012. Analysis of Land Use Change Characteristics Based on Remote Sensing and GIS in The JiuXiang River Watershed. *International Journal On Smart Sensing And Interlligent Systems*. 5(4).
- Pertamina. 2013. Sentra Pengisian Bahan Bakar Utama (SPBU). from: <http://spbu.pertamina.com/spbu.aspx#spbu6>, accessed on 29 Juni 2013.