

Penentuan Lokasi Depo dan Jalur Pengiriman Bantuan Bencana di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur

Hans Christian¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: This research was conducted to the determination of the location of depot and disaster relief delivery line by minimizing delivery distance from one location to another. Method used in this research is one of VRP which is Evolutionary Algorithm by using each village as chromosome. The object of this research is distance between villages within Pohjentrek and Gondang Wetan district. The result of this research shows that the optimum delivery distance of Pohjentrek District is 92.8 kilometers and the best location for the depot is in Legowok Village. The optimum delivery distances for Gondang Wetan District is 81 kilometers and the best location for the depot is in Gondangrejo Village.

Keywords: VRP, Evolutionary Algorithm, Logistic

Pendahuluan

Bencana alam di suatu tempat dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa dapat diprediksi oleh siapapun. Bencana terjadi karena adanya beberapa faktor penyebab baik faktor alam, non-alam, maupun manusia (BNPB, 2016). Salah satu bencana alam yang paling sering terjadi adalah banjir. Banjir adalah peristiwa dimana terendamnya suatu daerah atau daratan karena volume air yang meningkat. Dalam keadaan banjir maupun bencana alam yang lain, banyak korban yang terkena dampak baik dampak secara fisik, batin, maupun dampak secara material. Korban dari bencana alam sangat membutuhkan bantuan baik bantuan dari segi fisik maupun bantuan dari segi mental atau hiburan kepada korban bencana. Ketika bencana terjadi, bantuan harus diberikan di tempat yang tepat, waktu yang tepat, dan dalam jumlah yang tepat (IFRC,2006).

Penentuan lokasi-alokasi Depo bantuan korban bencana telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan model matematis untuk mencari jumlah korban maksimal yang mendapatkan bantuan melalui Depo yang telah ditetapkan di beberapa tempat. Menurut Clark et al [1], penelitian lain juga dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti *goal programming*, *inventory-allocation models*, *supply chain models*, *vehicle routing models*,

location-distribution models, *network models*, *multi-criteria optimization models* dan *inventory control models*. Fungsi tujuan dari metode-metode tersebut sebagian besar memiliki tujuan untuk meminimalkan biaya operasional. Namun, tujuan tersebut bertentangan dengan *Code of Conduct* dari IFRC (*The International Federation of Red Cross and Red Crescent*), yang menyatakan bahwa pertolongan harus didistribusikan berdasarkan kebutuhan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan lokasi depo dengan meminimalkan jarak pengiriman bantuan bencana berdasarkan jarak yang tersedia.

Metode Penelitian

Definisi Bencana dan Bencana Alam

Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

^{1,2}Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: oct.7th.94@gmail.com, gede@peter.petra.ac.id

(Sumber: <http://www.bnpb.go.id/pengetahuan-bencana/definisi-dan-jenis-bencana>).

Vehicle Routing Problem (VRP)

VRP (Vehicle Routing Problem) merupakan suatu bentuk permasalahan transportasi pendistribusian barang maupun orang kepada pelanggan dengan kendaraan dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi. *VRP* dapat dilakukan dengan menentukan jumlah kendaraan optimal yang akan digunakan dan memperhitungkan jarak atau rute perjalanan untuk setiap kendaraan untuk memenuhi permintaan pelanggan (*demand*).

Dantzig dan Ramser (1959) dalam "*Truck Dispatching Problem*" memperkenalkan *VRP* yang memodelkan bagaimana truk-truk tangki bahan bakar disebar agar dapat memenuhi permintaan dari setiap stasiun pengisian bahan bakar dengan meminimalkan jarak pengiriman dari pusat menuju stasiun pengisian.

Pengembangan model *VRP* kemudian dilakukan oleh Clarke dan Wright (1964) yang mengembangkan model tersebut menjadi model optimasi linear yang biasa dijumpai di berbagai bidang logistik dan transportasi. Berdasarkan Eksioglou et al. (2009) literatur untuk membahas tentang *VRP* berkembang dengan rasio perkembangan 6% per tahun. Popularitas dari topik *VRP* menimbulkan kesulitan dalam menelusuri perkembangan-perkembangan yang terjadi dan untuk mencari tahu solusi dan variasi yang digunakan. Terdapat banyak variasi yang muncul dalam *VRP*. Contoh variasi dari *VRP* adalah *capacitated VRP* (Laporte, 2009), *periodic VRPs* (Campbell & Wilson 2014), *the VRP with time windows* (Bräysy & Gendreau, 2005a, 2005b; Gendreau & Tarantilis, 2010), *dynamic VRPs* (Pillac, Gendreau, Guéret, & Medaglia, 2013), *pickup and delivery problems* (Berbeglia, Cordeau, Gribkovskaia, & Laporte, 2007), dll.

Genetic Algorithm

Metode heuristik adalah metode yang dirancang untuk memecahkan masalah yang lebih sederhana yang mengandung atau memotong dengan pemecahan masalah yang lebih kompleks. Metode heuristik yang biasa dipakai untuk memecahkan permasalahan *VRP* adalah metode GA atau *Genetic Algorithm*. *Genetic Algorithm* atau GA adalah sistem orisinal yang diharapkan bekerja seperti kehidupan dan

metodenya sangat berbeda dengan kebanyakan algoritma optimasi.

Prinsip-prinsip dasar dari *Genetic Algorithm* adalah :

1. Mengkodekan permasalahan dalam string biner.
2. Membuat suatu populasi acak termasuk membuat sebuah kumpulan genetic yang mempresentasikan kelompok-kelompok solusi yang mungkin.
3. Menghitung nilai kecocokan (*fitness*) dari masing-masing subyek. Nilai ini akan langsung bergantung dengan jarak dari solusi optimumnya.
4. Seleksi subyek yang akan berpasangan sesuai dengan bagiannya pada populasi kecocokan global.
5. Perkawinan silang dan mutasi genom
6. Kemudian diulangi lagi langkah demi langkah dari langkah ke-3 sampai menemukan hasil optimum.

TSP (Traveling Salesman Problem)

Menurut Larranaga et.al [2] *TSP* atau *Traveling Salesman Problem* merupakan suatu permasalahan dimana seorang sales harus mengunjungi setiap kota yang diketahui jarak masing-masing dari kota tersebut. Kota yang dilalui oleh salesman tersebut hanya boleh dilalui sekali dan salesman tersebut harus memulai dan mengakhiri di tempat yang sama. Permasalahan yang harus diselesaikan adalah perhitungan jarak oleh salesman tersebut sehingga jarak yang dilalui merupakan jarak optimal dari setiap jalur yang ada.

Hasil dan Pembahasan

Wilayah Kejadian Banjir di Kabupaten Pasuruan

Kabupaten Pasuruan merupakan kabupaten yang sering mengalami bencana banjir pada setiap tahunnya. Bencana banjir yang melanda di Kabupaten Pasuruan mencakup beberapa Kecamatan dan desa-desa yang berada dalam kecamatan tersebut. Daerah yang sering terkena banjir terdapat di DAS (Daerah Aliran Sungai) Petung yang mencakup 7 kecamatan. Kecamatan yang dipilih untuk diteliti dalam penelitian ini adalah Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan. Beberapa desa dalam kecamatan ini sering terdampak oleh bencana banjir diakibatkan meluapnya air sungai.

Tabel 1. Desa yang Terkena Banjir

Kecamatan	Desa
	Tidu
Pohjentrek	Sungiwetan
	Sungikulon
	Sukorejo
	Ranggeh
Gondang Wetan	Sekarputih
	Bajangan

Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan merupakan kecamatan yang terletak di daerah bawah atau daerah dataran rendah dari Kabupaten Gresik khususnya daerah yang dilewati oleh DAS (Daerah Aliran Sungai) Petung. Beberapa desa di kedua kecamatan ini terkena banjir dikarenakan adanya aliran air yang turun dari daerah atas atau dataran tinggi Kabupaten Pasuruan yang mengakibatkan Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan terdampak banjir.

Jumlah desa yang tercatat dalam Kecamatan Pohjentrek terdapat 9 desa namun hanya 4 desa yang merupakan desa yang sering terkena banjir. Jumlah desa yang tercatat di Kecamatan Gondang Wetan terdapat 20 desa dan hanya terdapat 3 desa yang sering terdampak banjir berdasarkan data RPB (Rencana Penanggulangan Bencana) BPBD Kabupaten Pasuruan 2013-2018.

Beberapa desa yang terkena banjir di Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan dapat dilihat pada Tabel 1.

Bantuan untuk Korban Bencana Banjir

Bantuan yang diberikan untuk para korban bencana banjir di Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan berdasarkan kebutuhan dari setiap korban bencana banjir. Penanganan atau pemberian bantuan untuk korban bencana banjir ini dikoordinasi oleh BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Pasuruan. Pemberian bantuan diberikan kepada setiap KK yang tercatat dalam laporan bencana dari masing-

masing desa. Bantuan kepada warga dikirimkan melalui truk serbaguna milik BPBD dan beberapa bantuan lain datang dari pihak warga dan relawan-relawan lain. Jenis-jenis bantuan yang diberikan kepada warga yang terkena bencana banjir sebagai berikut :

- Sembako
- Mie Instan
- Makanan Kaleng
- Obat-obatan
- Selimut
- Air bersih

Beberapa jenis bantuan bencana tersebut tidak termasuk dengan bantuan berupa nasi bungkus yang dimasak di truk serbaguna milik BPBD Kabupaten Pasuruan. Jenis-jenis bantuan tersebut didapat melalui wawancara dengan pihak logistic BPBD Kabupaten Pasuruan dan pengamatan langsung di lokasi gudang milik BPBD Kabupaten Pasuruan.

Pengumpulan Data

Rencana penanganan bantuan bencana banjir untuk Kabupaten Pasuruan terdapat pada dokumen RPB (Rencana Penanggulangan Bencana) Kabupaten Pasuruan untuk periode 2013-2018. Dokumen tersebut berisi latar belakang bencana, gambaran umum kebencanaan, kajian risiko bencana, kebijakan penanganan bencana, dll. Berikut adalah jumlah KK yang terdapat pada setiap desa di Kabupaten Pohjentrek dan Kabupaten Gondang Wetan. Berikut adalah data jumlah KK dari desa yang terkena bencana banjir pada Kecamatan Pohjentrek. Data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Data jumlah KK setiap desa di kecamatan pohjentrek

Desa	Jumlah KK
Susukanrejo	3195
Warungdowo	5702
Pleret	4357
Parasrejo	2756
Legowok	1619
Tidu	2083
Sungiwetan	3186
Sungikulon	3634
Sukorejo	1776
Total	28308

Tabel 3. Data jumlah KK daerah bencana banjir desa pohjentrek

Desa	Jumlah KK
Tidu	578
Sungiwetan	922
Sungikulon	1044
Sukorejo	409
Total	2953

Tabel 4. Data jumlah KK setiap desa di kecamatan gondang wetan

Desa	Jumlah KK
Tebas	715
Brambang	581
Bayeman	978
Keboncandi	419
Tenggilisrejo	549
Wonojati	712
Wonosari	773
Kersikan	446
Karangsantul	1867
Gayam	598
Lajuk	342
Kalirejo	808
Pateguhan	548
Grogol	511
Pekangkungan	548
Gondangwetan	772
Ranggeh	557
Sekarputih	492
Bajangan	593
Gondangrejo	742
Total	13551

Data pada tabel 3 menunjukkan jumlah KK yang tercatat pada desa yang terkena bencana banjir pada Kecamatan Pohjentrek dan dapat dilihat bahwa ada 4 desa yang terkena banjir dari 9 desa yang termasuk dalam Kecamatan Pohjentrek.

Tabel 4 merupakan data jumlah KK yang terdapat pada setiap desa yang ada di Kecamatan Gondang Wetan. Kecamatan Gondang Wetan memiliki 20 desa dan terdapat 3 desa yang terkena bencana banjir yaitu Desa Ranggeh, Desa Sekarputih, dan Desa Bajangan.

Data Jarak Antar Desa

Data jarak antar desa juga dibutuhkan untuk penelitian ini. Data tersebut digunakan untuk menghitung jarak minimum jalur pengiriman barang berupa bantuan untuk korban bencana dari BPBD ke desa dan jarak dari depo ke desa. Jarak antar desa dicari dengan menggunakan *software Google Earth* dengan cara mengisi kolom A untuk destinasi pertama dan B untuk destinasi kedua.

Penentuan Lokasi Depo Bantuan dan Jalur Pengiriman Barang

Penentuan lokasi depo bantuan untuk Kecamatan Pohjentrek dan Kecamatan Gondang Wetan dilakukan untuk menampung bantuan bencana yang dipasok oleh BPBD untuk keperluan darurat bencana.

Penentuan jalur pengiriman bantuan bencana dilakukan untuk meminimalkan jarak tempuh pengiriman dari satu desa ke desa lain yang membutuhkan bantuan karena terkena bencana banjir dan bencana-bencana yang lain. Penentuan jalur ini juga diperlukan untuk menentukan desa yang mendapat distribusi bantuan bencana dari BPBD.

Penentuan lokasi depo dan jalur pengiriman bantuan bencana dilakukan dengan metode *VRP (Vehicle Routing Problem)* dengan menggunakan *software Solver* di *Microsoft Excel*. Lokasi potensial depo merupakan lokasi-lokasi yang telah ditetapkan selain lokasi yang terkena bencana. Lokasi potensial di Kecamatan Pohjentrek terdapat 5 desa sedangkan di Kecamatan Gondang Wetan terdapat 16 desa yang dapat dijadikan sebagai depo.

Model Evolutionary Algorithm

Langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan adalah dengan menggunakan metode *Evolutionary Algorithm*. Langkah-langkah penyelesaian adalah sebagai berikut.

- Menentukan parameter yang digunakan dalam metode penyelesaian. Parameter yang digunakan adalah jumlah populasi dari setiap generasi. Jumlah populasi dalam permasalahan ini adalah 100 yang berarti bahwa dari setiap generasi akan muncul 100 individual baru atau *offspring*.
- Penentuan lokasi depo dari beberapa lokasi potensial depo yang ada. Lokasi depo dipilih dengan menggunakan cara *binary* dimana 0 untuk depo yang tidak terpilih sedangkan 1

untuk depo terpilih. Penentuan depo juga didasarkan pada jarak terpendek yang ditempuh untuk mendistribusikan bantuan bencana ke desa-desa terdampak.

- Membangkitkan bilangan acak yang akan digunakan sebagai gen dalam permasalahan ini. Nilai bilangan acak mencakup bilangan antara 0 sampai 1. Bilangan acak tersebut dijadikan perwakilan satu lokasi dan diurutkan berdasarkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar. Contoh : Terdapat 4 desa A, B, C, dan D. Setiap desa diwakili oleh satu bilangan acak. Bilangan acak yang dibangkitkan untuk setiap desa secara berurutan adalah 0.21, 0.43, 0.15, 0.52. Bilangan acak tersebut kemudian diurutkan dari kecil ke besar dan didapat rute C-A-B-D.
- Mengurangi jumlah kapasitas kendaraan bantuan dengan *demand* dari setiap desa terdampak. Jika kapasitas masih memenuhi untuk rute selanjutnya maka akan dilanjutkan dan apabila tidak mencukupi maka akan kembali ke depo untuk melakukan pengisian ulang bantuan. Apabila seluruh *demand* sudah terpenuhi maka rute distribusi sudah terbentuk.
- Menghitung *fitness function* dari permasalahan ini. *Fitness function* yang terdapat pada permasalahan ini adalah meminimalkan total jarak tempuh pendistribusian bantuan. Total jarak tempuh didapat dari penjumlahan setiap jarak pendistribusian antar desa dengan menggunakan rute yang didapat sebelumnya.
- Melakukan seleksi kromosom dengan memilih dua kromosom yang menghasilkan *fitness function* yang paling baik dan kemudian akan di *crossover*.
- Hasil dari *crossover* akan dimutasi dengan menukar gen dalam dirinya sendiri. Hasil dari proses ini akan membentuk kromosom-kromosom baru yang berjumlah 100 sesuai dengan parameter awal.
- Kromosom-kromosom tersebut kemudian akan digunakan kembali untuk menghitung *fitness function*-nya. Apabila solusi dari *fitness function* sudah mengarah pada satu nilai maka proses dihentikan dan apabila belum mengarah ke satu nilai maka proses akan dilakukan terus sampai didapat solusi yang optimal.

Penyelesaian Permasalahan dengan Software Solver

Penentuan lokasi depo bantuan bencana banjir dan jalur pengiriman bantuan bencana dilakukan melalui *software solver* dari Microsoft Excel. Hasil dari *software solver* tersebut yang akan dijadikan sebagai hasil akhir dalam penetapan depo bantuan bencana banjir dan jalur pengiriman bantuan bencana banjir.

Hasil Perhitungan dengan Software Solver untuk Kecamatan Pohjentrek

Kecamatan Pohjentrek memiliki 4 desa yang merupakan lokasi desa yang terkena bencana banjir. Lokasi desa yang terkena banjir adalah Desa Tidu, Desa Sungiwetan, Desa Sungikulon, dan Desa Sukorejo. Hasil untuk perhitungan dengan *solver* untuk menentukan jalur pendistribusian bantuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Jarak yang didapat merupakan hasil dari perhitungan dengan menggunakan *solver*. Jarak BPBD menuju depo adalah jarak yang ditempuh sebanyak 3 kali pulang-pergi menggunakan mobil berkapasitas 1000 milik BPBD. Hasil perhitungan didapatkan dengan memilih jarak tempuh terpendek dan didapatkan apabila depo diletakkan di Desa Legowok. Jalur pengiriman yang ditempuh adalah Legowok - Sungiwetan2 – Tidu - Legowok -Sungiwetan1-Legowok-Sungikulon1 - Legowok-Sungikulon2-Sukorejo-Legowok.Total jarak tempuh untuk jalur tersebut termasuk dengan jalur pemasokan dari BPBD ke Depo adalah 92.8 km.

Hasil Perhitungan dengan Software Solver untuk Kecamatan Gondang Wetan

Kecamatan Gondang Wetan mempunyai 3 desa dari 20 desa tercatat yang merupakan lokasi yang terkena bencana banjir. Desa-desa yang terkena banjir di Kecamatan Gondang Wetan adalah Desa Ranggeh, Desa Sekarputih, dan Desa Bajangan. Hasil perhitungan jalur untuk Kecamatan Gondang Wetan dilihat berdasarkan total jarak minimal dari pemasokan bantuan dari BPBD ke Depo dan dari pendistribusian bantuan dari Depo ke desa-desa terdampak. Hasil untuk perhitungan *solver* adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Jumlah permintaan bantuan bencana di kecamatan pohjentrek

	Desa	Demand
1	Tidu	578
2	Sungiwetan1	750
3	Sungiwetan2	172
4	Sungikulon1	750
5	Sungikulon2	294
6	Sukorejo	409
	Total	2953

Tabel 6. Hasil perhitungan kecamatan pohjentrek

Depo	Susukanrejo	Warungdowo	Pleret	Parasrejo	Legowok
Jarak	47.2	56.8	49.7	36.7	20.8
BPBD --> Depo (x6)	96	88.8	78.6	71.4	72
Total	143.2	145.6	128.3	108.1	92.8

Tabel 7. Jumlah permintaan bantuan bencana di kecamatan gondang wetan

	Desa	Demand
1	Ranggeh1	500
2	Ranggeh2	57
3	Sekarputih	492
4	Bajangan1	500
5	Bajangan2	93
	Total	1642

Tabel 8. Hasil perhitungan kecamatan gondang wetan

Depo	Jarak	BPBD --> Depo (x4)	Total Jarak
Tebas	32.4	82	114.4
Brambang	35.7	81.6	117.3
Bayeman	53.1	90.4	143.5
Keboncandi	46.9	87.2	134.1
Tenggilisrejo	54.6	85.6	140.2
Wonojati	36.3	82	118.3
Wonosari	28.4	78	106.4
Kersikan	32.7	80.4	113.1
Gayam	21	73.2	94.2
Lajuk	21.4	74.4	95.8
Kalirejo	42.2	86	128.2
Pateguhan	46.4	79.6	126
Grogol	33.4	76.4	109.8
Pekangkungan	24.8	69.2	94
Gondangwetan	45.7	79.6	125.3
Gondangrejo	22.6	58.4	81

Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan total jarak tempuh untuk pendistribusian bantuan bencana banjir di Kecamatan Gondang Wetan. Total jarak terkecil untuk pendistribusian bantuan didapat apabila depo diletakkan di Desa Gondangrejo.

Jalur pendistribusian untuk lokasi depo di Desa Gondangrejo adalah Gondangrejo - Sekarputih-Gondangrejo - Bajangan1 - Gondangrejo - Ranggeh2 - Bajangan2 - Gondangrejo - Ranggeh - Gondangrejo. Total permintaan dari Kecamatan Gondang Wetan adalah 1642 bantuan sehingga membutuhkan 2 kali pulang pergi untuk mobil pemasok berkapasitas 1000 bantuan sehingga didapatkan jarak dari BPBD menuju ke Depo dikalikan sebanyak 4 kali jarak. Total jarak tempuh terkecil adalah 81 km yang merupakan jarak pendistribusian ditambahkan dengan jarak pemasokan dari BPBD menuju ke depo terpilih.

Simpulan

Hasil dari penyelesaian untuk penentuan lokasi depo dan jalur pengiriman bantuan bencana banjir didapat untuk Kecamatan Pohjentrek berada di Desa Legowok. Jalur pengiriman bantuan rute pertama untuk Kecamatan Pohjentrek adalah pengiriman dimulai dengan jalur pengiriman dari depo menuju desa yaitu Legowok - Sungiwetan2 - Tidu - Legowok - Sungiwetan1 - Legowok - Sungikulon1 - Legowok - Sungikulon2 - Sukorejo - Legowok. Total jarak yang ditempuh adalah 92.8 km. Total jarak 92.8 km merupakan total jarak pendistribusian ditambahkan dengan jarak 3 kali pulang pergi untuk pemasokan bantuan bencana dari BPBD ke Desa Legowok sebagai depo terpilih.

Hasil perhitungan untuk Kecamatan Gondang Wetan didapatkan hasil paling optimal apabila lokasi depo diletakkan di Desa Gondangrejo. Jalur pendistribusian bantuan untuk Kecamatan Gondang Wetan adalah Gondangrejo - Sekarputih - Gondangrejo - Bajangan1 - Gondangrejo - Ranggeh2 - Bajangan2 - Gondangrejo - Ranggeh - Gondangrejo. Total jarak yang ditempuh untuk pendistribusian bantuan adalah 81 km. Jarak tersebut didapat dari penjumlahan jarak pendistribusian dari depo ke desa terdampak dengan jarak pemasokan 2 kali pulang-pergi dari BPBD menuju depo terpilih.

Daftar Pustaka

1. Clark, et al. (2013): *A network transshipment model for planning humanitarian relief operations after a natural disaster: Decision Aid Models for Disaster Management and Emergencies*, Paris, Atlantis Press, Vol. 7, pg.237
2. Larranaga, P.; Kuijpers, C. M. H.; Murga, R. H.; Inza, I. & Dizdarevic, S. (1999): *Genetic algorithms for the travelling salesman problems: A review of representations and operators*, Artificial Intelligence Review, Vol. 13, 129–170

