

SN_17_SNM_UNS_2010

by Admi Syarif

Submission date: 20-Nov-2020 08:14AM (UTC+0530)

Submission ID: 1451783454

File name: SN_17_SNM_UNS_2010_-_Conf._Only.pdf (18.78M)

Word count: 4299

Character count: 26536

GENETIC ALGORITHM DAN OPTIMASI

Admi Syarif

Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika
FMIPA Universitas Lampung
admisyarif@unila.ac.id

Abstract – Research on optimization problems have taken great interest of researchers because of its great impact on engineering and economics. For real world applications, the optimization problems are usually associated with various constraints. Thus it becomes difficult to solve it exactly. Genetic Algorithm (GA) is known as one of powerful heuristic methods for solving various optimization problems. In this several years, we have applied GA on many variants of optimization problems such as Transportation Problem (TP), Traveling Salesman Problem (TSP), Vehicle Routing Problems (VRP), Production Distribution and Inventory Problem (PDI), Supply Chain Management (SCM), Scheduling and so on. We have shown that GA, in general, would give good solution for those problems.

Keywords: Genetic Algorithm, Network and Engineering design, Heuristic, Optimization

1. PENDAHULUAN

Persoalan optimisasi sangat sering kita jumpai dalam kehidupan kita sehari-hari. Umumnya persoalan ini terkait pencarian nilai maksimum atau nilai minimum dari suatu fungsi dengan sejumlah pembatas yang harus dipenuhi. Karenanya persoalan optimisasi biasanya sangat kompleks dan sulit diselesaikan dengan metode-metode konvensional. Gen dan Cheng (2000) mengelompokkan persoalan optimisasi menjadi empat kelompok sebagai berikut: Optimisasi tanpa pembatas (*Unconstraint Optimization*), Optimisasi dengan pembatas (*Constraint Optimization*), Optimisasi kombinatorik (*Combinatorial Optimization*) dan Optimisasi dengan beberapa fungsi tujuan (*Multi-objective optimization*)

Riset yang mensimulasikan proses evolusi (*evolutionary process*) untuk menyelesaikan persoalan-persoalan optimasi yang sulit diselesaikan dengan metode matematika tradisional telah banyak dilakukan sejak tahun 1960-an. Beberapa diantaranya yang termasuk kelompok ini adalah *Genetic Algorithm* (GA) (Holland, 1975), *Evolutionary Strategies* (ES) (Rechenberg, 1973), *Evolutionary Programming* (Fogel, 1966) dan *Genetic Programming* (GP) (Koza, 1992 dan 1994). Diantara metode-metode tersebut, GA dapat dikatakan sebagai metode yang sangat populer saat ini. GA banyak dipakai pada berbagai aplikasi bisnis,

teknik maupun pada bidang-bidang keilmuan lain.

Berbeda dengan metode-metode lainnya, GA melakukan pencarian terhadap solusi optimal dengan empat cara berikut (Goldberg, 1989) :

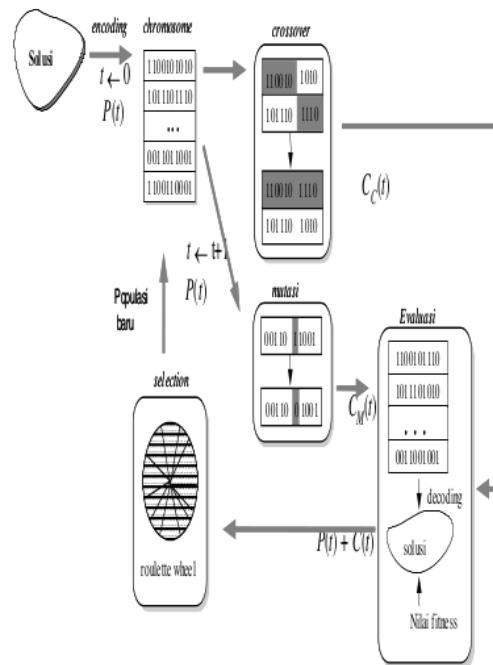
1. GA bekerja dengan proses coding dari parameter.
2. GA melakukan proses pencarian menggunakan sekumpulan kandidat solusi (kromosom).
3. GA bekerja dengan memanfaatkan informasi dari fungsi tujuan dan bukan menggunakan fungsi turunan atau sejenisnya.
4. GA bekerja menggunakan aturan probabilitas.

Dalam beberapa tahun terakhir, kami telah fokus pada riset implementasi GA pada berbagai persoalan optimisasi. Makalah ini bertujuan memberikan rangkuman aplikasi GA pada berbagai persoalan optimasi diantaranya: *Transportation Problem* (TP), *Traveling Salesman Problem* (TSP), *Vehicle Routing Problems* (VRP), *Production Distribution and Inventory Problem* (PDI), *Supply Chain Management* (SCM), *Scheduling* dll.

2. GENETIC ALGORITHM (GA)

Dilihat dari namanya akan sangat mudah diketahui bahwa GA adalah suatu metode yang meniru mekanisme pada proses evolusi. Proses evolusi ini dilakukan pada sekumpulan kandidat solusi (kromosom) dengan mengikuti prinsip seleksi alam yang dikembangkan oleh Darwin.⁹ GA pertama kali diperkenalkan oleh Holland pada tahun 1975. Kemudian, beberapa ahli mempopulerkan GA diantaranya Goldberg (1989), Gen dan Cheng (1997 dan 2000) dan Michalewicz (1994).⁴

Telah dikenal luas bahwa kinerja dari GA sangat dipengaruhi oleh 5 komponen : Cara merepresentasikan kromosom; Cara pembentukan generasi awal; evaluasi kromosom; Metode operasi genetika dan nilai dari parameter GA misalnya ukuran populasi, probabilitas crossover, probabilitas mutasi dan maksimum generasi. Secara umum struktur dasar dari GA secara umum disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur GA

2.1. Representasi kromosom

Pada saat mengimplementasikan GA, suatu hal yang pertama kali harus dipertimbangkan adalah bagaimana merepresentasikan kandidat solusi (kromosom) yang sesuai untuk persoalan yang akan diselesaikan. Proses ini dikenal dengan istilah *encoding*. Disini kita harus menyatakan karakteristik dari persoalan dalam bentuk sekumpulan *string* (bilangan atau alphabet). Representasi yang baik haruslah mampu mempresentasikan semua parameter dan solusi yang mungkin (*feasible solutions*) dari persoalan.

Penentuan metode representasi kromosom sangat berpengaruh pada komponen-komponen lain dari GA misalnya evaluasi, *crossover*, mutasi dan seleksi. Karenanya metode representasi mempunyai peran yang sangat penting terhadap efektifitas dan efisiensi dari GA.

2.2. Pembentukan generasi awal

Pada umumnya, generasi awal dari proses GA berisikan kromosom yang dibangkitkan secara random. Untuk menghindari diperolehnya solusi yang tidak layak (*infeasible solution*), setiap kromosom generasi awal harus diuji kelayakannya untuk semua pembatas (*constraint*) yang ada. Kromosom yang tidak memenuhi salah satu pembatas dikatakan sebagai kromosom yang tidak layak. Ada dua cara yang sering dipakai untuk menangani kromosom yang tidak layak pada generasi awal. Pertama, membuang kromosom tersebut dan membangkitkan kromosom baru hingga diperoleh kromosom yang layak (*rejecting strategy*). Cara kedua adalah dengan membuat suatu prosedur tertentu untuk memperbaiki kromosom tersebut (*repairing strategy*).

2.3. Evaluasi kromosom

Ada banyak metode yang digunakan untuk mengevaluasi suatu kromosom. Namun demikian, metode yang paling sering digunakan adalah dengan menghitung nilai fungsi tujuan sebagai *fitness value*. Metode lain yang juga sering digunakan adalah metode penskalaan (*scaling function*).

2.4. Operasi genetika

2.4.1 Crossover

⁸ Crossover merupakan suatu proses pembentukan kromosom turunan (*offspring*) dengan menggabungkan elemen dari kromosom induk yang terpilih (*parent*). Proses ini dilakukan dalam upaya pembentukan kromosom baru dengan solusi yang lebih baik. Ada banyak metode *crossover* yang dibahas pada berbagai literatur. Penggunaan metode *crossover* sangatlah berkaitan dengan metode representasi yang kita pilih.

³

2.4.2 Mutasi (*Mutation*)

Proses mutasi biasanya dilakukan dengan melakukan perubahan terhadap gen pada suatu kromosom. Proses ini bertujuan meningkatkan keragaman kromosom yang ada pada populasi sehingga kita tidak terbawa pada solusi optimum local (*local optimum*).

2.4.3 Seleksi (*Selection*)

Salah satu hal penting pada proses GA adalah bagaimana memilih kromosom yang akan diikutkan ke generasi berikutnya. Berdasarkan teori evolusi Darwin, hanya kromosom yang

terbaik yang dipilih ke generasi berikutnya. Pada proses GA dikenal beberapa metode yang digunakan untuk memilih kromosom. Metode seleksi tersebut secara umum dapat dikelompokan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah metode seleksi yang dilakukan dengan memilih kromosom berdasarkan nilai *fitness relative* terhadap nilai *fitness* kromosom lain yang ada pada populasi atau sering dikenal dengan metode proporsional (*proportional selection methods*). Yang termasuk kelompok ini diantaranya *roulette wheel selection*, *stochastic universal selection* dsb. Kelompok kedua adalah metode seleksi berdasarkan ranking suatu kromosom pada populasi. Pemberian ranking ini tentu saja didasarkan pada nilai *fitness cromosome* tersebut. Kelompok ini sering dikenal dengan *ordinal-based selection methods*. Adapun metode seleksi yang termasuk pada kelompok ini adalah *elitist selection*, *tournament selection*, *rank selection*, $\mu + \lambda$ selection dan lain sebagiannya.

Parameter GA

Pada saat mengaplikasikan GA pada suatu persoalan, kita harus menentukan nilai-nilai dari beberapa parameter diantaranya Probabilitas Crossover (p_C), Probabilitas Mutation (p_M), Population size (pop_size), Maksimum generasi (max_gen).

3. IMPLEMENTASI GA

3.1. Persoalan Logistik

TP dikenal sebagai salah satu persoalan LP yang diperkenalkan oleh Hitchcock (Hitchcock, 1941). Persoalan ini memformulasikan penentuan cara pengiriman produk dari beberapa sumber ke beberapa tujuan tertentu. Untuk beberapa aplikasi tertentu, sering kali TP memiliki beberapa tambahan pembatas (*constraint*). Cao (1992, 1995) memperkenalkan TP dengan *nonlinear side constraint* dan metode *branch-and-bound* untuk menyelesaiakannya. Metode GA untuk menyelesaikan persoalan ini juga dikembangkan oleh Admi and Gen (2003a).

Persoalan lain yang dikenal dengan *exclusionary side constraint transportation problem* (escTP) diperkenalkan oleh Sun (1998). Pada persoalan ini, pengiriman produk ke suatu tujuan dari dua sumber yang berbeda tidak diperkenankan. Tentu saja persoalan ini menjadi lebih sulit diselesaikan. Aplikasi persoalan ini pada dunia sangat banyak dijumpai

diantaranya: pada suatu pengiriman, bahan kimia yang berbeda tidak boleh disimpan dalam satu ruangan, makanan dan racun tidak boleh dikirim secara bersama-sama dsb.

Untuk menyelesaikan persoalan ini, telah dikembangkan implementasi GA yang berbasis *spanning tree* dan dihibridisasi dengan *fuzzy logic controller* (FLC) (Admi dan Gen, 2003a). Makalah ini menjelaskan pengembangan kriteria kelayakan kromosom, metode penanganan *constraint* dan FLC untuk meningkatkan kinerja GA (Wang, Wang and Hu, 1997).

Model pengembangan persoalan TP yang lain adalah *two-stage transportation problem* (tsTP) diperkenalkan oleh Heragu. Model persoalan ini diberikan oleh Heragu. tsTP merepresentasikan persoalan pengiriman sejumlah bahan mentah dari beberapa *supplier* ke beberapa pabrik dan selanjutnya pengiriman produk dari pabrik untuk memenuhi permintaan pelanggan. Fungsi tujuannya adalah meminimisasi total biaya transportasi. Heragu menyelesaikan persoalan ini dengan mentransformasikan tsTP kebentuk *solid transportation problem* (sTP). Pada riset terdahulu, kami mengimplementasikan GA untuk persoalan ini (Admi dan Gen, 2003b). Metode yang dikembangkan mampu menyelesaikan tsTP tanpa perlu mentansformasiknya ke bentuk sTP.

Riset pada persoalan logistik multi tahap juga cukup banyak menarik perhatian peneliti dalam beberapa dekade terakhir. Tujuan umumnya adalah menentukan aliran dan jumlah produk / bahan mentah yang harus diproduksi atau dikirimkan mulai dari supplier hingga ke pelanggan sedemikian hingga total biayanya minimum.

Admi, Yun, dan Gen (2002) mengembangkan model *multi-stage logistic system problem*. Pada model ini ditambahkan pembatas jumlah pabrik dan gudang yang akan dibuka. Persoalan ini dapat dilihat sebagai kombinasi dari *multiple-choice Knapsack problem* dan *location-allocation problem* secara simultan. Dengan demikian persoalan ini akan termasuk kelompok *NP-hard* (Gen and Cheng, 1997). Ilustrasi persoalan ini dapat dilihat pada Gambar 2 (Yu, 1997).

Implementasi GA untuk menyelesaikan persoalan ini dikembangkan oleh Admi, Yun dan Gen (2002). Metode ini mengadopsi representasi berbasis *Tree* yang dihibridisasi dengan FLC. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan GA representasi matriks.

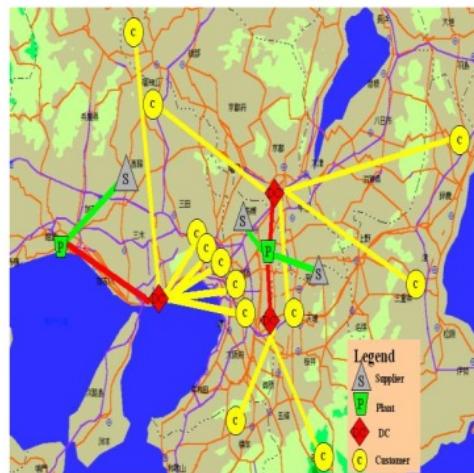
7

3.2 Traveling Salesman Problem (TSP)

Traveling Salesman Problem (TSP) dikenal sebagai salah satu masalah optimisasi yang

7

cukup banyak aplikasinya dalam dunia nyata dan banyak menarik perhatian para peneliti sejak beberapa dekade terdahulu (Eisele, Castaneda, dan Galindo, 2003; Reinelt, 1994).



Gambar 2. Ilustrasi *three-stage logistics system*

3

Secara sederhana, TSP dideskripsikan sebagai permasalahan untuk menentukan sirkuit terpendek yang harus dilalui oleh seorang *salesman*, yang berangkat dari sebuah kota asal dan menyinggahi setiap kota tepat satu kali kemudian kembali lagi ke kota semula.

Meskipun tidak begitu jelas, siapa yang pertama kali memperkenalkan TSP, TSP dikarakteristikkan kedalam permasalahan *NP-complete* (Aarth dan Lenstra, 1997). Berbagai metode telah banyak dilaporkan, namun demikian, sampai saat ini diyakini belum ada metode atau algoritma yang dapat memberikan solusi eksak untuk TSP yang berukuran besar. Para peneliti terkemuka dunia terus berupaya mengembangkan metode-metode yang dapat memberikan solusi optimal (<http://www.tsp.gatech.edu/>).

Implementasi GA yang dihibridisasi dengan local search untuk memperoleh solusi optimal dari TSP telah (Admi, Wamiliana dan Yasir. 2007). Untuk persoalan TSP, representasi kromosom yang biasanya digunakan adalah representasi permutation-based encoding. Sebagai *Local Search* digunakan dua metode yaitu **algoritma 2-opt** dan **algoritma 3-opt**.

Eksperimen dilakukan terhadap 15 contoh persoalan standard (*Benchmark Test Problems*) untuk TSP (Beasley, 1993). Pada tabel 1 disajikan hasil eksperimen implementasi

GA pada persoalan TSP yang dibandingkan dengan hasil dari metode-metode lain.

Tabel 1. Hasil Eksperimen untuk TSP

No	TSPLIB	Optimum	METODE HEURISTIC					
			Gr	Br	NN	L-K	sGA	hGA
1	eil51	426	521	541	486	426	488	426
2	eil76	538	631	574	634	538	588	538
3	rat99	1211	1487	1387	1424	1211	1375	1211
4	kroA100	21282	24287	25446	25525	21282	24192	21282
5	lin105	14379	16766	16479	17052	14467	16397	14379
6	pr144	58537	65844	67638	60964	58537	98943	58537
7	kroA150	26524	31892	32266	33745	26525	31580	26524
8	pr152	73682	84703	81132	85427	73682	116689	73682
9	pr226	80369	96178	87953	94520	80369	140108	80369
10	A280	2579	3016	2903	3281	2579	2935	2579
11	pr299	48191	60766	58220	60585	48627	60857	48191
12	lin318	42029	49744	48690	50306	42174	50282	42029
13	rat575	6773	8059	7859	8201	6787	8098	6773
14	rat783	8806	10180	10020	11024	8814	10500	8806
15	pr1002	259045	297719	299001	319514	260414	416539	260575

Keterangan:

Gr : *Greedy*

L-K : *Lin-Kernighan*

sGA : Standar Genetika Algoritma

hGA : hybrid Genetika Algoritma

Br : *Boruvka*

NN : Nearest Neigbor

3.3. Problem Lokasi/Alokasi (*Facility Location / Allocation Problem*)

Permasalahan lokasi atau alokasi dari suatu fasilitas merupakan persoalan yang sangat sering dihadapi pada berbagai aplikasi di dunia industri. Fasilitas yang dimaksud disini dapat berupa suatu pabrik, gudang, sekolah, rumah sakit dan lainnya. Pada persoalan ini, biasanya kita dihadapkan pada penentuan lokasi dari suatu fasilitas dan strategi pengalokasian fasilitas-fasilitas untuk memenuhi keinginan pelanggan sedemikian hingga diperoleh total biaya operasional terkecil. Total biaya yang dimaksud biasanya terdiri dari biaya tetap (pengoperasian fasilitas) dan biaya pengalokasian (misalnya biaya transportasi untuk memenuhi keinginan pelanggan).

Ada sangat banyak variasi model dari persoalan ini untuk berbagai aplikasi yang berbeda. Namun demikian, secara umum kita dapat mengelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan keberadaan pembatas kapasitas dari fasilitas. Untuk persoalan dimana setiap fasilitas dilengkapi dengan batasan kapasitas maksimum, dikenal dengan istilah *Capacitated Facility Location/Allocation Problem* (cLAP). Sebaliknya untuk persoalan lokasi / alokasi yang mengasumsikan bahwa tidak terdapat pembatas kapasitas (atau dengan kapasitas tak terhingga) dikenal dengan istilah *Uncapacitated Facility Location/Allocation Problem* (uLAP).

uLAP dikenal sebagai suatu persoalan yang termasuk kelompok persoalan. Beberapa peneliti melaporkan metode heuristik untuk penyelesaian uLAP. Al-Sultan and Al-Fawzan (1999) melaporkan penggunaan *Tabu Search Algorithm*. Disini, mereka menggunakan suatu algoritma yang disebut algoritma *Net Benefit Heuristic* (NBH) untuk memperoleh solusi heuristik dari uLAP. Selanjutnya Al-Fawzan juga melaporkan suatu algoritma sebagai suatu pengembangan dari algoritma NBH. Metode Heuristik yang lain untuk menyelesaikan persoalan ini juga dikembangkan oleh Kuehn and Hamburger (1963).

Aplikasi GA untuk menyelesaikan uLAP diberikan oleh Admi dan Gen (2005). Admi menggunakan Paralel GA yang dihibridisasi dengan *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Konsep sub-populasi (*sub-population*) diperkenalkan untuk mempertinggi tingkat keragaman kromosom. Disini kromosom pada setiap generasi dibagi menjadi dua sub-populasi. Pada masing-masing sub-populasi, dipergunakan operasi genetika (*crossover* dan mutasi) yang berbeda. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, Admi dan Gen (2003a) melakukan hibridisasi GA dengan metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC). Mereka mempergunakan metode Wang-Wang-Hu (1997).

Untuk menguji efektifitas GA, dilakukan penelitian menggunakan persoalan standar yang diberikan oleh *OR-library* (Beasley,1993). Untuk masing-masing persoalan, *hp-GA* dijalankan 10 kali dan diperoleh hasil pada Tabel 2.

3.4 Persoalan Penjadwalan (*Scheduling Problem*)

Masalah penjadwalan merupakan salah satu permasalahan yang menjadi perhatian utama para praktisi yang berkecimpung dalam dunia industri. Penjadwalan atau sering disebut dengan *scheduling* didefinisikan sebagai suatu kegiatan untuk mengerjakan sekumpulan pekerjaan / *job* dalam suatu periode tertentu. Pekerjaan diproses pada setiap sumber daya dengan urutan tertentu selama waktu tertentu. Pada umumnya, Fungsi tujuan dari penjadwalan adalah meminimumkan waktu penyelesaian semua tugas (*makespan*), keterlambatan pengerjaan, waktu tunggu pada mesin, biaya, dan lain-lain.

Dalam beberapa literatur, masalah penjadwalan dikelompokan menjadi dua kelompok yaitu: *flow shop scheduling* dan *job shop scheduling*. *Job Shop Scheduling* merupakan satu dari masalah penjadwalan mesin yang menentukan urutan proses operasi pada tiap mesin dengan tujuan meminimumkan waktu penyelesaian maksimum. JSP merupakan salah satu persoalan yang dikarakteristikkan sebagai *NP-complete*. (Betrianis dan Aryawan, 2003). JSP merupakan persoalan yang telah banyak diaplikasikan pada berbagai persoalan dunia nyata diantaranya perencanaan pembangunan dan perencanaan produksi dsb. Pengembangan metode heuristic untuk penyelesaian persoalan ini cukup banyak dilakukan diantaranya: *Neural Network*, *Simulated Annealing*, *Tabu Search*, dll.

Pada riset terdahulu, kami mengimplementasikan GA untuk persoalan JSP. Pengujian Implementasi GA untuk persoalan ini dilakukan dengan menggunakan 10 persoalan standard Pengembangan aplikasi GA untuk JSP dilakukan dengan menggunakan Software Aplikasi Dev C++. Tabel 3 menunjukkan perbandingan hasil GA dan metode-metode lain yang ada pada literatur. Ilustrasi, solusi penjadwalan terbaik pada persoalan ta061 diberikan pada Gambar 3.

Tabel 2. Hasil Eksperimen untuk uLAP

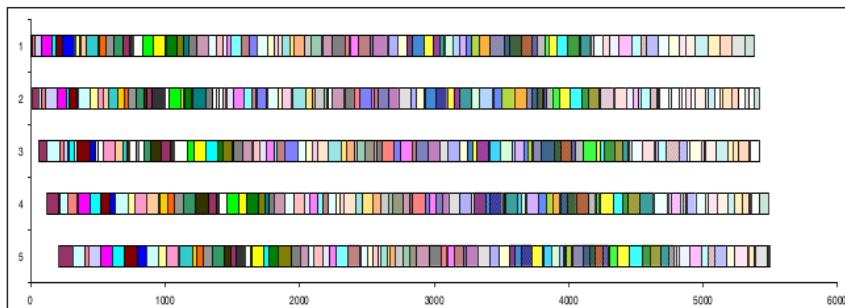
Data File	m	n	Pop_size	Max_gen	Best	Average	%error	ACT	Optimal
Cap 72	16	50	100	3000	977799.4	977799.40	0	9.03	977799.4
Cap 73	16	50	100	3000	1010641.45	1010641.45	0	7.89	1010641.45
Cap 74	16	50	100	3000	1034976.98	1034976.98	0	8.45	1034976.98
Cap 101	25	50	100	4000	796648.44	796734.52	0.09	49.37	796648.44
Cap 102	25	50	100	4000	854704.20	855801.20	0.11	51.28	854704.20
Cap 103	25	50	100	4000	893782.11	894937.58	0.13	58.76	893782.11
Cap 104	25	50	100	4000	928941.75	928941.75	0	38.9	928941.75
Cap 131	50	50	100	5000	793439.56	794217.63	0.1	203.34	793439.56
Cap 132	50	50	100	5000	851495.33	853362.75	0.21	186.45	851495.33
Cap 133	50	50	100	5000	893076.71	894252.26	0.13	247.83	893076.71
Cap 133	50	50	100	5000	928941.75	930432.32	0.16	192.67	928941.75

Tabel 3. Hasil Eksperimen untuk Persoalan Penjadwalan

No	Test	Job	Mach	Metode Job Shop Scheduling									Optimal
				GA			SA	Tabu Search	Local Search with Shifting Bottleneck	Taboo Search with NS	Applegate &Cook's Algorithm		
				Best	Worst	Average							
1	ta02	15	15	1022	1062	1040,6	-	1244 (NS)	-	-	1244 (VA)	978	
2	ta09	15	15	1065	1112	1078,1	-	1274 (B)	1274 (BV)	-	1274 (VA)	1040	
3	ta13	20	15	1199	1230	1213,2	-	-	1342 (H2)	1282 (S)	1271 (VA)	1180	
4	ta17	20	15	1267	1312	1289,1	-	-	1478 (BV)	1462 (S,Nsb)	1458 (VA)	1256	
5	ta24	20	20	1440	1500	1474,7	1646 (ZLGR)	-	1659 (BV)	-	1602 (VA)	1408	
6	ta26	20	20	1454	1514	1476,3	-	1655 (We)	1647 (H2)	1645 (Nsd)	1539 (VA)	1402	
7	ta31	30	15	1764	1764	1764	-	1764 (Ta1) 1766 (NS)	-	1764 (AHLS)	-	1764	
8	ta40	30	15	1804	1673	1638,8	1673 (ZLGR)	1673 (Ta1)	1681 (BV)	1674 (Nsb)	1631 (VA)	1590	
9	ta45	30	20	1893	1948	1908,9	-	-	-	2000 (Nsb)	1997 (VA)	1785	
10	ta50	30	20	1863	1920	1901,8	-	1926 (JPC)	1967 (BV)	-	1807 (VA)	1809	

Keterangan :

- GA (Genetic Algorithm)
- SA(Simulated Annealing)
ZLGR=CY Zhang,P Li,Z Guan,Y Rao
(2005)
- Taboo Search
NS= E. Nowicki, C. Smutnicki (1993)
B=Wolfgang Brinkkoetter
(27.1.1999)
Ta1= E. D. Taillard, (1994)
We = M. Wennink (1995)
- Local Search with Shifting Bottleneck
BV= E. Balas, A. Vazacopoulos (1995)
- H2 = André Henning (2002)
- Taboo Search with Neighborhood Structure
S = R. Schilham (11.7.2000)
- Nsb= E.Nowicki,C.Smutnicki, (2001)
- Nsd= E.Nowicki,C.Smutnicki, (2002)
- JPC = João Paulo Caldeira (2003)
- Applegate & Cook's Algorithm
VA = R.J.M. Vaessens (1995)
Vaa = R.J.M. Vaessens (1996),
(Adi, 2009)



Gambar 3 : Contoh Gant Chart untuk ta61

10

3.4. Vehicle Routing Problem

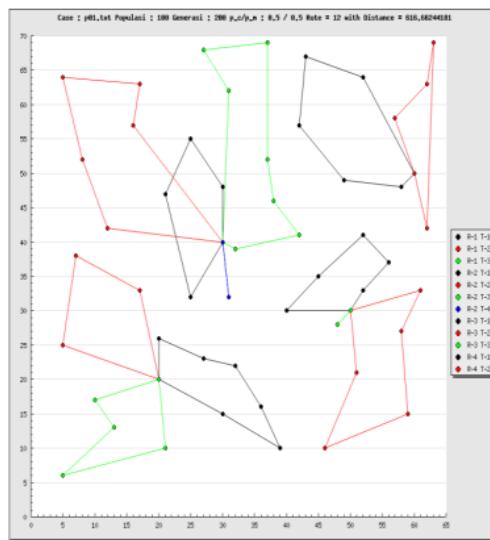
Permasalahan *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah sebuah permasalahan optimasi kombinatorial yang kompleks, yang didefinisikan sebagai persoalan pencarian rute dari sejumlah *vehicle* (kendaraan) yang harus mengunjungi sejumlah tempat untuk mengantar dan/atau menjemput orang/barang (Fisher, 1995). Setiap tujuan hanya boleh dilayani oleh satu *vehicle* saja. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *vehicle* dalam satu kali angkut, untuk meminimalkan biaya yang diperlukan. Di dunia nyata, sangat sering kita jumpai aplikasi dari persoalan VRP. VRP merupakan kombinasi antara persoalan *Bin Packing Problem* (BPP) dan *Traveling Salesman Problem* (TSP). Baik BPP dan TSP, keduanya dikategorikan sebagai permasalahan *NP-hard* (Falkenauer, 1996).

Selama satu dekade terakhir, setidaknya ada enam metode metaheuristic untuk aplikasi VRP yang ditemukan, metode - metode tersebut adalah *Simulated Annealing* (SA), *Deterministic Annealing* (DA), *Tabu Search* (TS), *Ant Systems* (AS), *Neural Network* (NN), dan *Genetic Algorithm* (Bambang, 2007).

Pada penelitian kami terdahulu, kami telah mengimplementasikan GA untuk persoalan *multi-depot VRP* (mdVRP) (Gen, Admi, dan Adiguna, 2010). Persoalan ini merupakan pengembangan dari VRP dengan sejumlah depot untuk melayani permintaan pelanggan. Perjalanan truk dimulai dari suatu depot

tertentu dan kembali ke depot semula. Tujuan utama adalah menjawab beberapa pertanyaan terkait beberapa hal berikut: dari depot dan rute mana pelanggan dilayani; urutan dalam rute pelayanan pelanggan.

Implementasi GA dilakukan dengan menggunakan PHP. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan beberapa persoalan standard yang ada pada literatur. Sebagai ilustrasi, berikut disajikan hasil yang diperoleh



Gambar 4 : Hasil eksperimen untuk mdVRP

4. KESIMPULAN

Pada penelitian terdahulu, kami telah mengimplementasikan GA untuk berbagai persoalan logistik, TSP, *Scheduling* dan VRP dll. Implementasi GA diuji dengan menggunakan persoalan standard yang ada pada literatur dan perbandingan terhadap metode metode yang ada.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa GA mampu memberikan solusi yang baik dari persoalan tersebut. Dengan hasil yang diperoleh, diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan mengaplikasikannya pada berbagai persoalan dunia nyata.

1 UCAPAN TERIMA KASIH

Riset penulis dibiayai oleh Hibah Penelitian (Hibah Kompetensi dan Hibah Bersaing) dari DP2M DIKTI

DAFTAR PUSTAKA

- Aarth, E. H. L. dan Lenstra, J. K.**, *Local Search in Combinatorial Optimization*, John and Wiley, London, 1997.
- Adi, S.**, Analisis Kinerja *Genetic Algorithm* Pada *Job Shop Schedulling*, skripsi Jurusan Matematika FMIPA-Universitas Lampung, 2009 (pembimbing Admi Syarif)
- Admi, S., dan Gen, M.**, Solving Exclusionary Side Constrained Transportation Problem by Using A Hybrid Spanning Tree-bassed Genetic Algorithm, *the Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol .14(3/4), pp. 389-399, 2003a
- Admi, S., dan Gen, M.**, Double Spanning Tree-Based Genetic Algorithm for Two Stage Transportation Problem, *The International Journal of Knowledge-based Engineering Systems*, Vol. 7, No. 4, pp. 214-221, 2003b
- Admi, S, Wamiliana dan Yasir, W.**, Solving Traveling Salesman Problem by Hybridized Genetic Algorithm, *Proceedings of International Conference on Green Engineering and Engineering*, pp. 373-381, 2007
- Admi, S, Young Su Yun, dan Gen, M.** Study on Multi-Stage Logistics Chain Network: A Spanning Tree Based Genetic Algorithm, 2002
- Al-sultan, K. S. and Al-Fawzan, M. A.**, A new approach to the Uncapacitated Facility Location Problem, *Annal. Of Operations Research*, 86, pp. 91-103, 1999
- Bambang E, H.**, *Implementasi Algoritma Paralel Genetic Algorithm Untuk Penyelesaian Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem*, Department : Teknik Informatika FTIf-ITS, 2007 (skripsi mahasiswa)
- Beasley, J. E.**, "OR-Library: Distributing test problems by electronic mail", *Journal of the Operational Research Society*, No. 41, pp.1069, <http://mscmga.ms.ic.ac.uk/jeb/orlib/>, 1993
- Betrianis dan Aryawan., P.T.**, Penerapan *Algoritma Tabu Search* dalam Penjadwalan *Job Shop*. Makara. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 7 (3), 2003
- Cao, B. and G. Uebe.**, Solving Transportation Problems with Nonlinear Side Constraints with Tabu Search, *Computer Ops. Res.* Vol 22, No. 6, pp 593-603, 1995.
- Cao, B.**, Transportation Problems with Nonlinear Side Constraints: a branch-and- bound approach, *Zeitschrift Operations Research*, 36, pp 185-197, 1992

- Eisele, J.G., Castaneda R, dan Galindo, O.**, Usefulness of Solution of the Travelling Salesman Problem in Typing of Biological Sequences in a Clinical Laboratory Setting, 2002, (di download 2006).
- Falkenauer, E.** A hybrid grouping genetic algorithm for bin packing. *Journal of Heuristics*, 2:5-30, 1996.
- Fisher, M.** Vehicle routing. *Handbooks of Operations Research and Management Science*, chapter 1, 8:1-31, 1995
- Fogel, L., A. Owens, and M.,** Walsh - *Artificial Intelligence through Simulated Evolution*, John Wiley & Sons, 1966.
- Gen, M. dan R. Cheng.,** *Genetic Algorithms and Engineering Design*, John Wiley & Sons, New York, 1997.
- Gen, M. dan R Cheng.,** *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, John Wiley & Sons, New York, 2000.
- Gen, M, Admi, S, dan Adiguna, S.,** *Genetic Algorithms and Engineering Optimization*, Asia Pasific Industrial and Engineering Conference, Melaka, Malaysia 2010 (accepted).
- Goldberg., D. E.,** Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Incorporated, Reading, Massachusetts, 1989
- Hitchcock, F. L.,** The Distribution of a Product from Several Sources to Numerous Localities, *J. Math. Phys*, Vol. 20, pp. 24-230, 1941
- Holland, J.,** - *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, 1975 and MIT Press, 1992
- <http://www.tsp.gatech.edu/history/milestone.html>,
- Koza, J. R.,** Genetic Programming II, *MIT Press*, 1994
- Kuehn, A. A. and Hamburger, M, L.,** A heuristic program for location warehouse, *Management Science*, 9, pp.643-666, 1963.
- Michalewicz, Z.,** *Genetic Algorithms + Data Structures =Evolution Programs*, 2nd ed., Springer-Verlag, 1994.
- Rechenberg, I.,** *Evolutionsstrategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*, Frommann- Holzboog, 1973.
- Reinelt, G.,** *The Travelling Salesman:Computational Solutions for TSP Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1994.

- Sun, M.**, A Tabu Search Heuristic Procedure for Solving the Transportation Problems with Exclusionary Side Constraints, *Journal of Heuristic*, Vol. 3: pp. 305-326, 1998
- Wang, P. T., G. S. Wang and Z. G. Hu.**, "Speeding Up the Search Process of Genetic Algorithm by Fuzzy Logic", *Proc. of the 5th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing*, pp. 665-671, 1997
- Yu, H.** ILOG in supply chain. *ILOG Technical Report*. 1997

AUTHOR BIOGRAPHIES



Dr. Eng. Admi Syarif lahir di Bandar Lampung, 03 Januari 1967. Sejak 1992, ia adalah dosen program studi Ilmu Komputer, Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung. Saat ini, ia menjabat sebagai Ketua Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bidang riset yang ditekuni saat ini *mathematical programming*, *Combinatorial Optimization*, *Genetic Algorithm and Supply Chain Management*. Ia juga telah mempublikasikan karya tulis penelitiannya pada jurnal internasional diantaranya: *International Journal of Inverse Problems*, *International Journal of Applied Mathematics*, *Journal for Analysis and its Applications*, *Journal of Plant Engineer Society of Japan*, *International Journal of Computer and Industrial Engineering*, *International Journal of Intelligent Manufacturing*, *International Journal of Smart Engineering*, *International Journal of Knowledge Engineering and System Design* dll. Beberapa karya tulis penelitiannya telah dipresentasikan pada berbagai konferensi internasional di berbagai Negara: Jepang, USA (Los Angeles, San Francisco, Las Vegas, Florida, Hawaii, Maui island), Hong Kong, Australia, Singapore, Beijing, Greece, Canada, South Korea, New Zealand, Taiwan, Ireland dan Indonesia. Salah satu karya tulis penelitiannya telah diikutkan pada buku berjudul *Fuzzy Set and System* yang diterbitkan oleh *Springer Verlag*. Ia menjadi *reviewer European Journal of Operational Research* (EJOR), *Central European Journal of Operational Research* (CEJOR), IEE Japan dan editor ahli pada Jurnal Teknik Industri, Universitas Petra, Indonesia. Beberapa penghargaan dianugerahkan kepadanya. salah satunya memperoleh penghargaan dari Menteri Negara Riset dan Teknologi pada tahun 2008 sebagai peneliti terbaik dengan memperoleh anugerah peneliti program instentif bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi. (*admi_syarif@unila.ac.id*)



PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|---|-----------|
| 1 | zombiedoc.com
Internet Source | 2% |
| 2 | emirul.staff.gunadarma.ac.id
Internet Source | 2% |
| 3 | digilib.unila.ac.id
Internet Source | 2% |
| 4 | www.distributorbuku.com
Internet Source | 1% |
| 5 | Submitted to Universitas Muria Kudus
Student Paper | 1% |
| 6 | queenlittle.wordpress.com
Internet Source | 1% |
| 7 | eprints.unsri.ac.id
Internet Source | 1% |
| 8 | Submitted to Universitas Negeri Jakarta
Student Paper | 1% |
| 9 | id.123dok.com
Internet Source | 1% |
-

10	123dok.com Internet Source	1 %
11	segalamacam.com Internet Source	1 %
12	oa.upm.es Internet Source	<1 %
13	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
14	"Fuzzy Sets Based Heuristics for Optimization", Springer Science and Business Media LLC, 2003 Publication	<1 %
15	Jhon Pontas Simbolon, Muhammad Zarlis. "Penyelesaian Masalah TSP Pada Rute Kunjungan ATM Dengan Pendekatan Heuristik (Tabu Search)", Jurasic (Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika), 2017 Publication	<1 %
16	adoc.pub Internet Source	<1 %
17	repository.ipb.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
18	documents.mx Internet Source	<1 %
"Network Models and Optimization", Springer		

19

Science and Business Media LLC, 2008

Publication

<1 %

20

Pradeepmon, T.G., and Brijesh Paul. "A simulated annealing-based hybrid algorithm for solving UFL problems", International Journal of Applied Management Science, 2012.

Publication

<1 %

21

repository.unhas.ac.id

Internet Source

<1 %

22

www.scribd.com

Internet Source

<1 %

23

Gen, M.. "Hybrid genetic algorithm for multi-time period production/distribution planning", Computers & Industrial Engineering, 200506

Publication

<1 %

24

garuda.ristekbrin.go.id

Internet Source

<1 %

25

tips-belajar-matematika.blogspot.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes

On

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

On

SN_17_SN_M_UNS_2010

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15
