

Aliran Daya Optimal Menggunakan Metode Ant Colony Optimization

by I Made Ari Nrartha

Submission date: 28-Oct-2022 10:31AM (UTC+0700)

Submission ID: 1937493696

File name: 30_AGus_Faturahman,_IMade_Ari_N_177-182_-1-6.pdf (780K)

Word count: 2966

Character count: 17185

Aliran Daya Optimal Menggunakan Metode *Ant Colony Optimization*

Agus Fathurrahman¹, I Made Ari Nrartha², dan Agung Budi Muljono³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62, Mataram – NTB

Email : agus_fathurrahman@rocketmail.com, nrartha@yahoo.com, agungbm@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian ini mengkaji sebuah pendekatan yang dapat diandalkan untuk memecahkan aliran daya optimal (OPF). Pendekatan yang diusulkan dengan menggunakan algoritma *ant colony optimization* (ACO) untuk mengatur optimasi dari masalah OPF yaitu mengurangi biaya pada fungsi objektif. OPF dengan algoritma ACO telah di periksa dan diuji pada sistem standar IEEE 30 bus. OPF dengan ACO di bandingkan dengan penyelesaian secara konvensional *lagrange*. Hasil simulasi OPF dengan ACO memberikan penurunan biaya pembangkitan sebesar 4.33 \$/hr (0.75%) dan rugi-rugi daya sebesar 0.08 MW (2.87%).

Kata kunci : Aliran Daya Optimal, *Ant Colony Optimization*, ACO

I. Introduksi

Sistem tenaga listrik telah mengalami pertumbuhan dan perkembangan teknologi yang berkelanjutan dalam tiga sektor bisnis ketenagalistrikan, yaitu sektor pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Pada tahun 1990-an, sistem transmisi tidak menarik para pelaku usaha untuk terjun di sektor ini, hal ini ditandai dengan rendahnya kompetisi antar pelaku dalam mengelola sistem interkoneksi antar transmisi, sehingga tidak sulit untuk membagi beban listrik antara beberapa unit pembangkit. Sistem pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber panas untuk menghasilkan panas yang bertemperatur dan bertekanan tinggi dalam menghasilkan energi listrik. Penggunaan bahan bakar fosil harus efisien karena ketersediaannya yang terbatas.

Masalah aliran daya optimal (OPF) banyak diperhatikan. Hal yang menarik saat ini banyak perlengkapan dan telah ditandai sebagai salah satu kebutuhan operasi. Solusi masalah OPF bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi objektif yang dipilih seperti biaya bahan bakar, sementara disaat yang bersamaan memenuhi kekangan *equality* dan *inequality*. Kekangan *equality* adalah persamaan aliran daya, sedangkan kekangan *inequality* adalah batasan pada variabel kontrol dan batasan operasi sistem tenaga beban variabel. Masalah variabel kontrol ini meliputi daya nyata generator, tegangan bus generator, pengaturan tap trafo, dan daya reaktif dari sumber VAR yang berubah-ubah, sedangkan beban variabel meliputi masalah tegangan bus beban, daya reaktif generator, dan arus saluran [1].

Agustiawan menerapkan OPF pada sistem kelistrikan Lombok menggunakan algoritma

MINOPF untuk mengoptimalkan pembangkitan dalam batas-batas kekangan system [2].

Chandrabuana melakukan penelitian tentang "evaluasi operasi sistem tenaga listrik 500 kV Jawa Bali menggunakan *particle swarm optimization*" persoalan *economic dispatch* mempunyai batasan *equality* dan *inequality* yang kompleks. Karena itu pada penelitian ini diaplikasikan *particle swarm optimization* untuk menghitung *economic dispatch*. Hasil simulasi yang diperoleh menggunakan metode *particle swarm optimization* pada saat terjadi beban puncak. Dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa *particle swarm optimization* mampu mereduksi biaya pembangkitan pada [3].

20 Krisna melakukan penelitian tentang "*economic dispatch using ant colony optimization in 500 kv jawa bali transmission system*" dalam tugas akhir ini, *economic dispatch* diaplikasikan pada sistem transmisi 500 kV Jawa Bali dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization*. Namun sebelum diaplikasikan pada sistem transmisi 500 kV Jawa Bali, metode *ant colony optimization* ini di uji terlebih dahulu pada sistem 26 bus. Penelitian ini menghasilkan biaya pembangkitan yang lebih optimal jika dibandingkan dengan metode *lagrange* [4].

Aliran daya optimal di definisikan sebagai proses pengalokasian unit pembangkit dalam sistem tenaga, sehingga beban sistem diberikan seluruhnya dan dengan biaya ekonomis [1,6]. Tujuan dari masalah OPF adalah untuk menghitung, untuk jangka waktu tunggal, daya keluaran dari setiap unit pembangkit memenuhi beban dengan biaya minimum.

II. Landasan Teori

Pembangkit listrik adalah bagian dari sistem tenaga listrik yang dipakai untuk memproduksi dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber tenaga, pembangkit termis di antaranya adalah PLTD, PLTN, PLTU, PLTG, dan PLTGU pembangkit hidro yaitu PLTA, sedangkan pembangkit terbarukan yaitu PLTS dan PLTB. Bagian utama dari pembangkit listrik ini adalah generator, yakni mesin berputar yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip medan magnet dan penghantar listrik. Mesin generator ini diaktifkan dengan menggunakan berbagai sumber energi yang sangat bermanfaat dalam suatu pembangkit listrik. Pada pembahasan tentang aliran daya optimal banyak dibahas tentang pembangkit termis.

Karakteristik pembangkit merupakan modal dasar dalam melakukan pengaturan output pembangkit untuk menekan pembiayaan bahan baku energi. Melalui karakteristik pembangkit ini dibuat model matematisnya sehingga dapat dilakukan proses optimasi dalam memperoleh optimum ekonomi biaya pembangkitan [2].

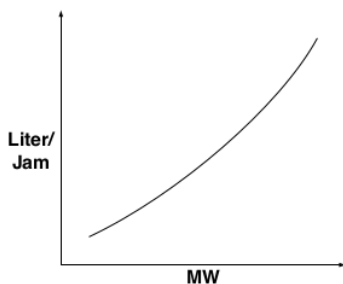
A. Karakteristik Input-Output Pembangkit Listrik Tenaga Termal

Karakteristik ini menyetarakan hubungan antara input pembangkit sebagai fungsi dari output pembangkit [2]. Persamaan karakteristik input-output pembangkit menyatakan hubungan antara jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya tertentu pada pembangkit tenaga listrik yang didekati dengan fungsi binomial, yaitu :

$$F(P) = a + bP + cP^2 \quad (1)$$

Keterangan :

- F : input bahan bakar (liter/jam)
- P : output daya pembangkit (MW)
- a,b,c : karakteristik input-output pembangkit



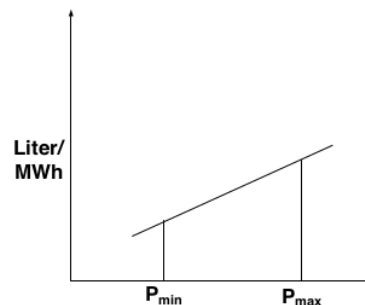
Gambar 1. Karakteristik input-output pembangkit termal

B. Incremental Fuel Cost

Laju pertumbuhan pemakaian bahan bakar (IFR) menggambarkan hubungan antara perubahan masukan dan perubahan keluaran yang sesuai dengan perubahan tersebut. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut : [2]

$$IFR = \frac{\Delta input \left(\frac{liter}{MWh} \right)}{\Delta output} \quad (2)$$

Kurva karakteristik laju pertumbuhan bahan bakar pembangkit thermal diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2. Kurva Incremental Fuel Cost

C. Aliran Daya

Analisa aliran daya dalam sistem tenaga listrik digunakan untuk menentukan parameter-parameter sistem tenaga listrik. Proses perhitungannya sendiri terkait dengan masalah optimasi sistem. Metode yang telah lama digunakan dalam perhitungan aliran daya adalah metode iterasi *Newton-Rhapson*.

Saluran transmisinya dapat digambarkan dengan model π yang mana impedansi-impedansinya telah diubah menjadi admitansi-admitansi per unit pada base/dasar MVA [5].

Formulasi perhitungan aliran daya adalah sebagai berikut [5]:

$$I_i = y_{i0}V_i + y_{i1}(V_i - V_1) + y_{i2}(V_i - V_2) + \dots + y_{in}(V_i - V_n) \\ = (y_{i0} + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{in})V_i - y_{i1}V_1 - y_{i2}V_2 - \dots - y_{in}V_n \quad (3)$$

Atau

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \quad j \neq i \quad (4)$$

19 Daya aktif dan daya reaktif pada bus i adalah [5]:

$$P_i + jQ_i = V_i I_i \quad (5)$$

Atau

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i} \quad (6)$$

Substitusi untuk I_i pada persamaan pada persamaan (4), hasilnya [5]:

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i} = V_i \sum_{j=0}^n Y_{ij} - \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \quad j \neq i \quad (7)$$

Dari hubungan diatas formulasi perhitungan aliran daya dalam sistem tenaga harus diselesaikan dengan teknik iterasi [5].

D. ACO Di Aplikasikan Pada Masalah Aliran Daya Optimal

Tujuan utama kami adalah meminimalikan sedemikian mungkin dari fungsi objektif OPF yang didefinisikan pada [8], penggunaan / pengaplikasiannya dalam persamaan constraint [9], dan pertidaksamaan constraint [10]. Fungsi biaya di implementasikan dalam ACO seperti di definisikan di bawah ini

$$F_i(P_{g_i}) = \sum_{i=1}^{ng} (a_i + b_i P_{g_i} + c_i P_{g_i}^2); P_{g_i}^{min} \leq P_{g_i} \leq P_{g_i}^{max}; \quad i=1, ng \quad (8)$$

Perhitungan himpunan parameter optimal dilakukan dengan menggunakan parameter tersebut kedalam bagian dari persamaan kekangan [9] yang mempresentasikan kerugian system transmisi (PI) untuk penanganan dalam wilayah yang memungkinkan.

Perhitungan pengoptimalisasian control vector dilakukan dengan cara melibatkan kerugian system transmisi dalam vector tersebut.

$$Pf = \left(1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_g} \right)^{-1} \quad (9)$$

Kerugian direpresentasikan sebagai *penalty vector* yang di dapat dari :

$$P_L = \sum_{i=1}^{ng} \sum_{j=1}^{ng} P_{g_i} \cdot B_{ij} \cdot P_{g_j} \quad (10)$$

Kerugian transmisi sistem tenaga PI dapat diperhitungkan dengan metode koefisien B [11], dan didapat dari :

$$P_L = P_g^T \cdot B \cdot P_g + P_g^T \cdot B_0 + B_{00} \quad (11)$$

Koefisien P_g merupakan vector berdimensi- ng dari unti-unit generator power, P_g^T merupakan koefisien matrix P_g , B merupakan koefisien matrix $ng \times ng$, B_0 merupakan koefisien

vector berdimensi- ng dan B_{00} merupakan sebuah koefisien biasa.

Tujuan adalah mencari himpunan (P_g) dalam batas yang diterima untuk memperoleh pengoptimalisasian dari OPF. Pada level inialisasi, (P_g) di pilih secara acak antara $P_{g_i}^{max}$ dan $P_{g_i}^{min}$.

Penggunaan fungsi *penalty* dalam kasus-kasus teknik penyelesaian OPF untuk menangani kekangan pertidaksamaan dapat mengarah pada masalah konvergensi yang dikarenakan distorsi dari solusi. dalam metode ini generator tenaga aktif digunakan dalam fungsi biaya. Dan kekangan pertidaksamaan di jadwalkan terisi pada aliran proses. Dikarenakan inti dari ide ini dibuat agar kekangan di bagi-bagi ke dalam dua tipe kekangan, kekangan aktif diperiksa menggunakan prosedur ACO-OPF dan kekangan reaktif di perbarui menggunakan *Newton-Rhapson*.

Setelah perhitungan selesai dilakukan, atau pembangkitan yang diizinkan didapatkan dengan menggunakan algoritma ACO. maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengisi aliran solusi dengan tujuan untuk menghasilkan nilai-nilai optimum yang sesuai dari prosedur ACO-OPF. hal ini akan memperbarui tegangan, sudut, dan transformer taps serta titik batas diluar kemampuan generator. untuk menentukan keseluruhan tenaga reaktif dari generator dan tenaga aktif yang diberikan oleh generator *slack* menggunakan perhitungan kekangan reaktif. Contoh dari kekangan reaktif adalah rerata nilai minimum dan maksimum dari bus-bus generator serta level tegangan dari semua bus. Hal di atas memerlukan percepatan pengisian program aliran dengan keterangan-keterangan konvergensi. Pengembangan proses aliran pengisian didasarkan pada lagoritma newton-rhapson menggunakan teknik perkalian optimal.[12,13].

Ada beberapa parameter yang harus ditentukan untuk algoritma semut, parameter ini adalah: p rerata evaporasi, m jumlah koloni semut, koefisien alpha dan beta. Dalam kasus OPF nilai-nilai ini didapatkan dari fase pengoptimalisasian utama, yang ternyata merupakan nilai maksimum experimental dari parameter yang pada umumnya merupakan masalah terbesar. Inialisasi feromon τ_0 di dapatkan dari $\tau_0 = (ng.L0)-l$. Jumlah semut yang digunakan adalah $m = 5$. Mengenai posisi awal mereka, semut ditempatkan secara acak, dengan paling banyak satu semut di setiap unit generator.

Algoritma Ant Colony

Step 1 initialize :

Set $t = 0$ { t is the time counter};

For every path (i,j) set an initial value $\tau_0(t)$ and set $\Delta\tau_{ij}(t,t+n) = 0$; Place $bi(t)$ ants on every bus i { $bi(t)$ is the number of ants on bus i at time t }.

Set $s = 1$ { s is the tabu list index};

For $i = 1$ to n do;

For $k = 1$ to $bi(t)$ do;

Tabuk $(s) = i$ {starting bus is the first element of the tabu list of the k -th ant}.

Step 2 Repeat until tabu list is full {this step will be repeated $(n - 1)$ times};

Set $s = s+1$;

For $i = 1$ to n do {for every bus};

For $k = 1$ to $bi(t)$ do {for every k -th ant on bus i still not moved};

choose the bus j to move to, with probability

$p_{ij}(t)$

$$p_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{m \in J_k} [\tau_{im}]^\alpha \cdot [\eta_{im}]^\beta} & \text{if } j \in J_k \\ \text{otherwise} & \end{cases}$$

Move the k -th anto to j {this instruction creates the new values $b_j(t + 1)$ }

Insert bus j in tabu $k(s)$

Step 3 For $k = 1$ to m do {for every ant}

Compute L_k {it results from the tabu list}

For $s = 1$ to $n - 1$ do {scan the tabu list of the k -th ant}

Set $(h,l) = (\text{tabuk}(s), \text{tabuk}(s+1))$

{ $[h,l]$ is the edge connecting bus s and $s+1$ in the tabu list of ant k }

$$\Delta\tau_{h,l}(t+n) = \Delta\tau_{h,l}(t+n) + \frac{Q}{L^k}$$

L_k : represent the length crossed by the K -th ant}

Q : represent the amount of pheromone laid by the K -th ant.

Step 4 for every edge (i,j) set $\Delta\tau_{ij}(t+n)$

Set $t = t + n$

For every path (i,j) set $\Delta\tau_{ij}(t,t+n) = 0$

Step 5 Memorize the shortest path found up to now

If $(NC < NC_{max})$ or (not all the ants choose the same tour) { NC is the number of algorithm cycles in NC are tested NC_m tours} then;

Empty all tabu lists

Set $s = 1$

For $i = 1$ to n do

For $k = 1$ to $bi(t)$ do

Tabuk $(s) = i$ {after a rour the k -th ant is again in the initial position}

Goto step 2

Else

Print shortest tour stop.

III. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, simulasi yang dilakukan menggunakan software matlab 7.7.0.471(R2008b). studi aliran daya menggunakan matpower 4.1 yang juga berjalan dibawah matlab, dimana yang dikembangkan R.D. Zimmerman.

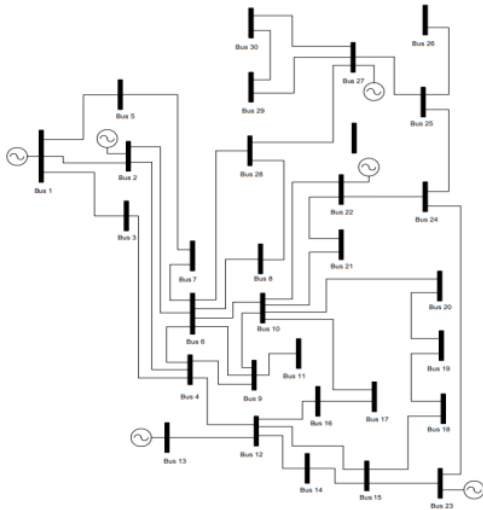
B. Langkah-langkah Penelitian

Rincian proses penelitian yang akan dilakukan antara lain: proses pengumpulan literatur pendukung yang berhubungan dengan aliran daya optimal, data-data pendukung untuk aliran daya optimal, dan metode ant colony optimization. Data dari aliran daya optimal dengan penyelesaian lagrange sebagai pembanding penerapan ant colony optimization pada OPF.

Langkah awal yang dilakukan adalah mengumpulkan data yang dilakukan dengan mencari literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Kemudian merumuskan metode Ant Colony Optimization untuk OPF lalu menerapkan metode tersebut dengan data-data standar IEEE. Setelah mendapatkan hasil, lalu membandingkan hasil tersebut dengan hasil OPF dari metode lagrange dan menarik kesimpulan

C. Pemodelan Sistem

Model yang digunakan dalam simulasi penelitian ini menggunakan data IEEE 30-bus yang ditunjukkan pada gambar 3, dengan data generator yang ditabelkan pada tabel 1.



Gambar 3. Topologi Jaringan 30-bus IEEE

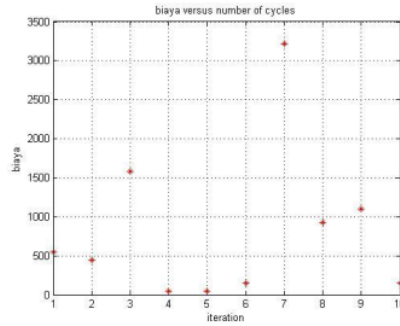
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi metode *ant colony optimization* dilakukan pada sistem IEEE 30 bus. Persamaan karakteristik biaya pembangkitan dan batas kemampuan pembangkitan daya aktif masing-masing pembangkit pada sistem standar IEEE 30 bus dapat dilihat pada tabel 1.

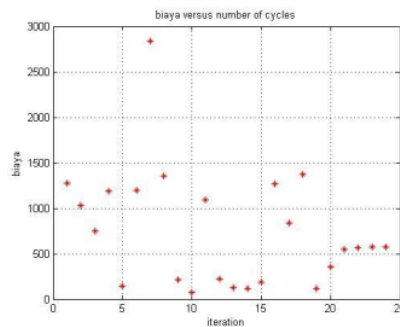
Tabel 1
 Data Generator

No Bus	$P_{g_i}^{min}$ [MW]	$P_{g_i}^{max}$ [MW]	a [\$/Jam]	b [\$/MW jam]	c [\$/MW ² jam]
Bus 1	0	80	0	2	0.02
Bus 2	0	80	0	1.75	0.0175
Bus 22	0	50	0	1	0.0625
Bus 27	0	55	0	3.25	0.00834
Bus 23	0	30	0	3	0.025
Bus 13	0	40	0	3	0.025

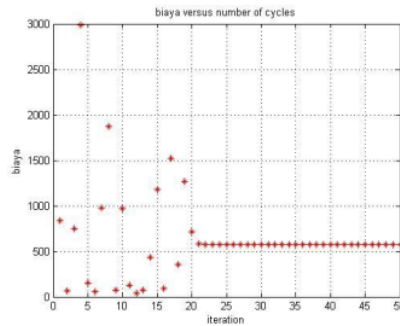
Unjuk kerja OPF dengan ACO ditunjukkan dengan pergerakan semut yang berupa biaya pembangkitan setelah dijalankan algoritma ACO pada matlab dengan berapa tahap iterasi seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4. Pergerakan semut atau partikel yang berupa biaya pembangkitan iterasi ke 10



Gambar 5. Pergerakan semut atau partikel yang berupa biaya pembangkitan iterasi ke 24



Gambar 6. Pergerakan semut yang berupa biaya pembangkitan iterasi ke 50

Gambar 5 dan 6 terlihat bahwa semut menuju suatu biaya tertentu pada data ini akan menuju biaya pembangkitan sebesar 572.56 \$/hr yang merupakan biaya pembangkitan yang minimum setelah menggunakan algoritma ACO.

Hasil simulasi OPF menggunakan metode *ant colony optimization* dan dibandingkan dengan hasil yang didapatkan menggunakan metode *lagrange* di tunjukkan pada tabel 2. Besar total daya pembebanan pada sistem standar IEEE 30 bus ini sebesar 189,2 MW.

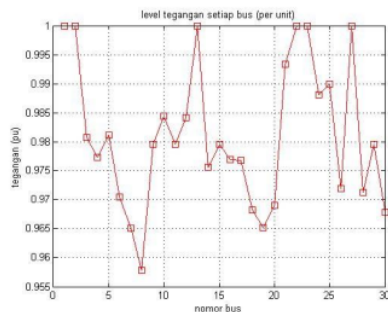
Tabel 2
 Hasil simulasi menggunakan ACO dan *lagrange*

Generator	P_{g}^{\min}	P_{g}^{\max}	Lagrange OPF	ACO OPF
Pg1 [MW]	0	80	41.54	44.28
Pg2 [MW]	0	80	55.40	57.79
Pg22 [MW]	0	50	16.20	23.05
Pg27 [MW]	0	55	22.74	31.72
Pg23 [MW]	0	30	16.27	16.70
Pg13 [MW]	0	40	39.91	17.54
Total [MW]			192.06	191.08
Power Loss [MW]			2.86	2.78
Generation cost [\$/hr]			576.89	572.56

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa pada penggunaan metode *lagrange* dibangkitkan daya aktif sebesar 192.06 MW sedangkan *losses* di jaringan transmisi sebesar 2.86 MW dan biaya pembangkitan total sebesar 576.89 \$/hr.

Sedangkan hasil yang menggunakan metode *ant colony optimization* dibangkitkan daya aktif sebesar 191.08 MW dengan *losses* di jaringan transmisi sebesar 2.78 MW dan biaya pembangkitan total sebesar 572.56 \$/hr.

Profil tegangan pada setiap bus dari hasil aliran daya *newton raphson* dapat ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Level tegangan pada setiap bus data IEEE 30-bus

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa profil tegangan bernilai antara 0.958 – 1. Hal ini masih sesuai dengan batas tegangan yang diijinkan (0.95-1.05 pu).

V. KESIMPULAN

Dari kedua hasil simulasi dengan metode konvensional *lagrange* dan *ant colony optimization* dapat dilihat bahwa dengan besar pembebanan yang sama, penggunaan algoritma ACO dapat menghasilkan biaya dan rugi-rugi daya yang minimum dibandingkan dengan *lagrange* sebesar 4.33 \$/hr (0.75%) dan *losses* sebesar 0.08 MW (2.87%). Hal ini menunjukkan bahwa metode *ant colony optimization* dapat digunakan sebagai solusi dalam analisis aliran daya optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gasbaoui, Brahim, & Allaoua, Boumediène., 2009. "Ant Colony Optimization Applied on Combinatorial Problem for Optimal Power Flow Solution" *Jurnal, Bechar University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Electrical Engineering, Algeria.* http://academicdirect.org/A14/001_017.pdf
- [2] Agustian, I. P., 2006. "Penerapan Aliran Daya Optimal (OPF) Pada Sistem Kelistrikan Lombok", Skripsi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram.
- [3] Chandrabuana, R., 2009. "Evaluasi Operasi Sistem Tenaga Listrik 500 Kv Jawa Bali Menggunakan Particle Swarm Optimization", *Jurnal, Jurusan Teknik Elektro-FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.* <http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=15616>
- [4] Krisna P, I. B., 2009. "Economic Dispatch Menggunakan Ant Colony Optimization Pada Sistem Transmisi 500 Kv Jawa Bali", *Jurnal, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.* <http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=7615>
- [5] *Cekdin. Cek mas., 2007. Sistem Tenaga Listrik Contoh Soal dan Penyelesaiannya Menggunakan MATLAB. Andi, Yogyakarta*
- [6] Wood A. J., Wollenberg B. F., 1984. *Power Generation, Operation and Control, New York, John Wiley and Sons.*
- [7] Mutakhir, Ling., 2007. *Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut Dan Algoritma Genetika, jurnal, Yogyakarta.*
- [8] Bouktir T., Belkacemi M., Zehar K., 2000. *Optimal power flow using modified gradient method, Proceedings ICEL'2000, U.S.T. Oran, Algeria, p. 436-442.*
- [9] Dorigo M., 1992. *Optimization, learning, and natural algorithms*, Ph.D. Dissertation (in Italian), Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy.
- [10] Dorigo M., Di Caro G., 1997. *The ant colony optimization metaheuristic*, in Corne D., Dorigo M., Glover F., *New Ideas in Optimization*, McGraw-Hill, p. 11-32.
- [11] Del Toro V., 1992. *Electric Power Systems, Vol. 2*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- [12] Stagg G. W., El Abiad A. H., 1968. *Computer methods in power systems analysis*, McGraw Hill International Book Company.
- [13] Kumar S., Billinton R., 1987. *Low bus voltage and ill-conditioned network situation in a composite system adequacy evaluation*, *IEEE Transactions on Power Systems, Vol. PWR-2, No. 3.*
- [14] Johnson D.S., McGeoch L.A., 1997. *The traveling salesman problem: a case study in local optimization*, in E. H. L. Aarts, J. K. Lenstra: *Local Search in Combinatorial Optimization*, John Wiley and Sons, p. 21.

Aliran Daya Optimal Menggunakan Metode Ant Colony Optimization

ORIGINALITY REPORT

21 %
SIMILARITY INDEX

19 %
INTERNET SOURCES

6 %
PUBLICATIONS

6 %
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.bilmuh.gyte.edu.tr Internet Source	3 %
2	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	2 %
3	eprints.umg.ac.id Internet Source	1 %
4	puslit2.petra.ac.id Internet Source	1 %
5	de.scribd.com Internet Source	1 %
6	eprints.umm.ac.id Internet Source	1 %
7	stt-pln.e-journal.id Internet Source	1 %
8	Liping Wang. "A self-guide mobile system based on multi-objects ants colony algorithm", 2009 IEEE International	1 %

Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems, 11/2009

Publication

9	neuro.bstu.by Internet Source	1 %
10	te.unram.ac.id Internet Source	1 %
11	article.sciencepublishinggroup.com Internet Source	1 %
12	Chi-Bin Cheng, Chun-Pin Mao. "A modified ant colony system for solving the travelling salesman problem with time windows", <i>Mathematical and Computer Modelling</i> , 2007 Publication	1 %
13	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	1 %
14	Submitted to SASTRA University Student Paper	1 %
15	Kanyapat Watcharasitthiwat, Paramote Wardkein. "Reliability optimization of topology communication network design using an improved ant colony optimization", <i>Computers & Electrical Engineering</i> , 2009 Publication	1 %
16	slidedocuments.org Internet Source	<1 %

17	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
18	ejurnal.poliban.ac.id Internet Source	<1 %
19	jurnalnasional.ump.ac.id Internet Source	<1 %
20	iosrjournals.org Internet Source	<1 %
21	www.considered-harmful.org Internet Source	<1 %
22	ejournal.upi.edu Internet Source	<1 %
23	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
24	sugionomuslimin.wordpress.com Internet Source	<1 %
25	informatika.stei.itb.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Aliran Daya Optimal Menggunakan Metode Ant Colony Optimization

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6
