

Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Pada Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah Menggunakan Metode Genetik Algoritma

Samsuddin^{1*}, T.M Azis Pandria², Munawir³

^{1,2,3}Prodi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah

*Koresponden email : samsuddin@serambimekkah.ac.id

Diterima: 25 Februari 2019

Disetujui : 15 Maret 2019

Abstract

Ideally the increase in electrical energy needs is proportional to the supply, but these conditions often cannot be met by the energy provider. This condition can affect the quality of electrical energy supply to customers, such as system outages to power outages. Short-term solutions and concrete steps in an effort to overcome these problems is saving electricity usage. In accordance with presidential regulation no. 5 of 2006 concerning energy conversion and the decision of the Minister of National Education No. 13 of 2012 about Savings on the Use of Electric Energy in government and private institutions, it is necessary to make efficient use of electricity in the University Of Serambi Mekkah Faculty of Engineering. There is no data on energy consumption in the building. It is necessary to conduct an energy audit of the building to determine the level of energy use in the building. The initial IKE value is a guideline for decision making whether or not a detailed audit is needed for the building. The audit results are Energy Saving Opportunities (PHE) that can be obtained by applying the optimal Energy Consumption Intensity (IKE). The results obtained energy savings reached 45.65% from the initial data.

Keywords: *IKE, Energy Audit, Veranda of Mecca, Genetic Algorithms, PHE*

Abstrak

Secara ideal peningkatan kebutuhan energi listrik sebanding dengan pasokannya, namun kondisi tersebut sering tidak dapat dipenuhi oleh pihak penyedia energi. Kondisi ini dapat berpengaruh pada kualitas pasokan energi listrik terhadap pelanggan, seperti gangguan sistem hingga pemadaman listrik. Solusi jangka pendek dan langkah nyata dalam upaya mengatasi masalah tersebut adalah penghematan penggunaan energi listrik. Sesuai peraturan presiden No. 5 tahun 2006 mengenai konversi energi dan keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik di lembaga pemerintah maupun swasta, perlu dilakukan efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah. Belum adanya data konsumsi energi pada gedung tersebut, maka perlu dilakukan audit energi pada gedung tersebut guna mengetahui tingkat penggunaan energi pada gedung tersebut. Nilai IKE awal merupakan pedoman pengambilan keputusan perlu tidaknya untuk dilakukan audit rinci pada gedung tersebut. Hasil audit adalah Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat diperoleh dengan menerapkan Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Hasil penelitian didapatkan penghematan energi mencapai 45,65 % dari data awal.

Kata Kunci: *IKE, Audit Energi, Serambi Mekkah, Genetik Algoritma, PHE*

1. Pendahuluan

Pengelolaan dan pemanfaatan energi secara efisien dengan nilai yang rasional merupakan suatu kebutuhan yang perlu dipertimbangkan tanpa mengurangi fungsi dasar pada bagian yang benar-benar diperlukan [1]. Instruksi presiden Nomor 10 tahun 2005 dan peraturan presiden Nomor 5 tahun 2006 mengeluarkan ketentuan dalam bentuk peraturan mengenai konversi energi. Peraturan ini bertujuan untuk pengelolaan energi listrik secara efisien dan efektif di lingkungan lembaga pemerintahan maupun swasta. Berdasarkan instruksi presiden tersebut, selanjutnya dikeluarkan

Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Manusia (ESDM) Nomor 031 tahun 2005 yang mengatur tata cara pelaksanaan hemat energi yang mengatur secara lebih terinci pemakaian energi, seperti pengurangan waktu penggunaan *Air Conditioner* (AC) [2]. Di lingkungan lembaga pendidikan, peraturan ini dijadikan rujukan untuk mengawasi penggunaan energi seperti yang telah digagas oleh Kementerian Pendidikan Nasional yang telah dimulai dari tahun 1991.

Mengacu pada keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 13 tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik, Fakultas

Teknik Universitas Serambi Mekkah sebagai lembaga pendidikan memandang perlu untuk mengambil langkah konkrit terhadap penerapan keputusan menteri tersebut. Permasalahan yang terjadi hingga saat ini adalah tidak tersedianya data konsumsi energi pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah yang menggambarkan tingkat penggunaan energi listrik. Merujuk pada data pembayaran rekening listrik per bulan dapat diketahui bahwa penggunaan energi listrik rata-rata sebesar 3.059 kWh/bulan, dengan biaya rata-rata sebesar Rp. 3.036.333 per bulan di tahun 2016. Berdasarkan data pembayaran yang ditampilkan dalam bentuk tagihan rekening diperlukan suatu kajian berupa audit terhadap energi yang digunakan, sehingga dapat ditentukan langkah-langkah penghematan terhadap penggunaan energi listrik pada gedung tersebut [2].

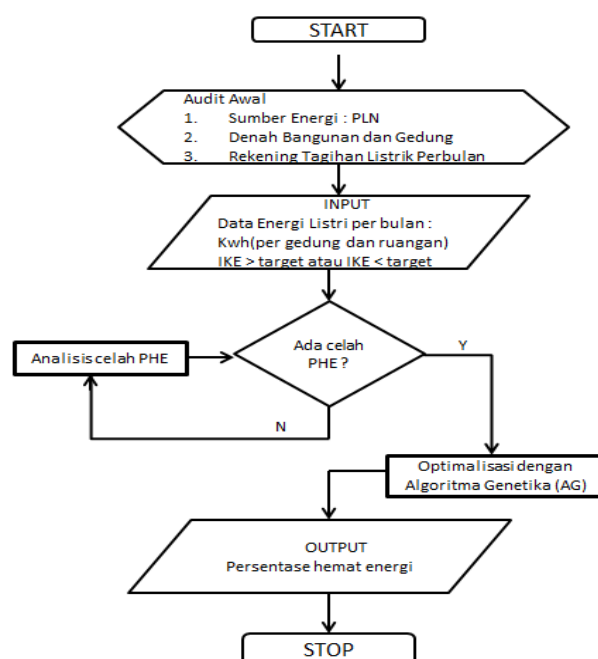
Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) merupakan parameter yang dijadikan pedoman perlu tidaknya dilakukan audit terhadap penggunaan energi pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah. Langkah-langkah efisiensi yang dapat dilakukan seperti menggunakan optimalisasi penggunaan ruang dengan peralatan yang hemat energi, dan dari sisi sumber daya manusia dengan memberikan pedoman perilaku hemat energi. Hasil dari audit energi dapat dijadikan pedoman dalam rangka mendukung program efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah, dengan menggunakan *descriptive research method* yang bertujuan untuk menemukan solusi dari masalah yang dihadapi saat ini [3].

Berdasarkan evaluasi studi literatur melalui metode yang telah diterapkan sebelumnya, capaian penelitian ini berkaitan dengan keputusan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 13 tahun 2012 tentang Penghematan Penggunaan Tenaga Listrik di lingkungan lembaga pendidikan. Salah satunya dapat mengetahui nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) maksimum setiap bulannya, kemudian menganalisis dan mengaudit IKE guna mencari Peluang Hemat Energi (PHE) dan selanjutnya hasil PHE akan diimplementasikan guna tercapainya nilai IKE optimum pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah [4].

Tujuan utama penelitian melakukan audit dan analisis terkait nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan data historis tahunan. Kemudian berdasarkan IKE akan dikenali Peluang Hemat Energi (PHE) dengan mengkombinasikan alat sensor infrared dengan algoritma genetika (GA), lalu mengimplementasikan pada gedung Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah dalam bentuk nilai IKE optimum [5].

2. Metode Penelitian

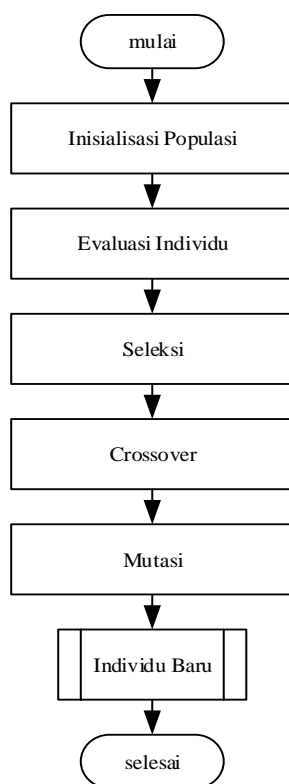
Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mulai pengambilan data hasil IKE tahunan yang diperoleh dari rekening pembayaran listrik bulanan hingga audit (awal dan rinci). Kemudian dikombinasikan dengan Algoritma Genetika (GA) dan diimplementasikan dengan menggunakan alat bantu sensor infrared guna mengontrol IKE harian [6]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

2.1 Tahapan Algoritma Berevolusi

Langkah – langkah yang dilakukan dalam algoritma berevolusi untuk pengoptimalan energi listrik adalah dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Tahapan algoritma

Berdasarkan tahapan penelitian di atas, maka dapat dijelaskan beberapa metode di bawah yaitu sebagai berikut :

- a. Inisialisasi populasi
Inisialisasi populasi adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak. Pada tahap inisialisasi perlu menentukan jumlah ukuran populasi yang akan dibentuk.
- b. Evaluasi individu
proses ini akan menghitung nilai fitness dari setiap kromosom yang telah dibangkitkan secara random pada tahap inisialisasi populasi, nilai fitness dari setiap kromosom dihitung berdasarkan energi (kwh) yang dihasilkan dari perhitungan IKE sebelum optimasi [7].
- c. Penskalaan Nilai Fitness (*Linear Fitness Ranking*)
Perbedaan nilai-nilai fitness yang terlalu kecil pada semua individu dalam populasi akan menyebabkan kecenderungan konvergen pada optimum local, maka

untuk mengurangnya digunakan penskalaan nilai fitness.

- d. Seleksi
Seleksi digunakan untuk memilih individu yang akan dipilih untuk proses crossover dan mutasi. Fungsi dari seleksi ini adalah untuk mendapatkan calon induk yang baik, induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik.
- e. Crossover
Crossover adalah operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru, sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus bisa diperoleh dari proses memindah-silangkan dua buah kromosom.
- f. Mutasi
Pada mutasi ini skema mutasi yang digunakan adalah skema swap mutation. Dengan skema *swap mutation* ini mutasi dilakukan dengan cara menukarkan gen-gen yang dipilih secara acak dengan gen yang dipilih secara acak juga.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka mendapatkan hasil yaitu optimalisasi penggunaan energi listrik [8]. Analisa dan intensitas konsumsi energi (IKE) berdasarkan pemakaian energi listrik bulanan selama setahun (September 2016 - Agustus 2017) dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dari tabel tersebut hasil analisa menunjukkan bahwa $IKE <$ dari hitungan

pemakaian listrik berdasarkan rekening per-bulannya. Namun secara persentase masih tergolong besar, dikarenakan rata-rata 93,58% kebutuhan IKE per-bulan dibanding pemakaian standar energi berdasarkan hitungan rekening listrik. Hasil evaluasi awal IKE listrik per-satuan luas rata-rata sebesar 2,86 kWh/m² atau 2.862 Wh/m² per tahun.

Tabel 1. Konsumsi pemakaian energi listrik

Tahun	Bulan	Pembayaran (per-bulan)	Pemakaian (per-bulan)	Luas Bangunan (3 Lantai)	IKE (per-bulan)	
					KWh	Watt
2016	September	Rp 2,533,990	2,551 kWh	1.069 m ²	2.39 kWh	2,387 W
2016	Oktober	Rp 1,906,330	1,917 kWh	1.069 m ²	1.79 kWh	1,794 W
2016	November	Rp 4,370,440	4,407 kWh	1.069 m ²	4.12 kWh	4,124 W
2016	Desember	Rp 3,680,410	3,709 kWh	1.069 m ²	3.47 kWh	3,471 W
2017	Januari	Rp 3,232,930	3,257 kWh	1.069 m ²	3.05 kWh	3,048 W
2017	Februari	Rp 3,071,560	3,094 kWh	1.069 m ²	2.90 kWh	2,895 W
2017	Maret	Rp 2,539,930	2,557 kWh	1.069 m ²	2.39 kWh	2,393 W
2017	April	Rp 2,224,120	2,238 kWh	1.069 m ²	2.09 kWh	2,094 W
2017	Mei	Rp 3,395,290	3,420 kWh	1.069 m ²	3.20 kWh	3,200 W
2017	Juni	Rp 3,238,870	3,264 kWh	1.069 m ²	3.05 kWh	3,054 W
2017	Juli	Rp 2,450,830	2,467 kWh	1.069 m ²	2.31 kWh	2,309 W
2017	Agustus	Rp 3,791,290	3,821 kWh	1.069 m ²	3.58 kWh	3,576 W

Evaluasi rinci kWh energi listrik yang terdapat pada **Tabel 1** merupakan hasil pendekatan dengan penggunaan energi listrik setiap hari dengan rata-rata pemakaian adalah sama. Karakteristik pengguna pemakaian energi dari ruangan yang ada diabaikan, artinya tingkat *occupancy rate* yang sama jumlah energi yang dikeluarkan atau dikonsumsi belum tentu sama [9]. Perbedaan ini dikarenakan faktor karakter dan kebutuhan masing-masing pengguna ruangan berbeda.

Peluang Hemat Energi

Tahap awal telah dilakukannya pengambilan data hasil IKE tahunan yang diperoleh dari rekening pembayaran listrik bulanan hingga evaluasi (awal dan rinci), kemudian dikombinasikan dengan Algoritma Genetika (GA). Sebelum diimplementasikan dengan menggunakan alat bantu sensor *infrared* guna mengontrol IKE harian, maka perlu dilakukan penghematan energi utamanya adalah pada bagian tenaga yang menggunakan energi paling besar (90%) dari kWh yang digunakan [10]. Sumber tenaga yang dimaksud antara lain:

- Air Conditioning (AC)*; sebesar 52% penggunaan, sebanyak 17 unit.
- Personal Computer (PC)*; sebesar 25% penggunaan sebanyak 51 unit.

- Kipas Angin; sebesar 13% penggunaan, sebanyak 50 unit.

Penggunaan pada lantai-1, lantai-2 ruangan laboratorium komputer dan server, serta lantai-3 pada ruangan laboratorium komputer. Manajemen Fakultas Teknik USM menginginkan adanya usaha peningkatan efisiensi peralatan dan pengurangan konsumsi energi, diawali dengan jalan mengoptimalkan kerja peralatan dengan jalan yang sederhana, tidak harus mengeluarkan biaya yang besar dan mengganggu operasional Fakultas Teknik USM. Peluang hemat energi (PHE) diharapkan menurunkan konsumsi energi listrik terutama pada sistem penggunaan sumber tenaga dan pada akhirnya dapat menurunkan nilai IKE listrik Fakultas Teknik USM.

Analisis Peluang hemat energi (PHE) berdasarkan survey dan evaluasi yang dilakukan, maka PHE dapat dilakukan pada sisi jumlah jam penggunaan peralatan sumber tenaga dan penerangan berdasarkan efisiensi jumlah jam pemakaian [11].

Penggunaan Algoritma Genetika

Tahap kegiatan berikutnya adalah menkombinasikan dengan Algoritma Genetika-AG (*Algorithm Genetica-GA*), sebelum diimplementasikan dengan menggunakan alat bantu sensor *infrared* guna mengontrol IKE harian [12].

Algoritma Genetika digunakan untuk memperoleh optimasi penggunaan daya listrik dengan penjadwalan pemakaian daya yaitu sesuai kondisi yang terjadi ketika kombinasi antara jadwal perkuliahan secara keseluruhan, serta ketersediaan fasilitas dan ruang yang cukup untuk seluruh mata kuliah yang ada.

Terdapat berbagai aspek yang berkaitan dalam penggunaan daya listrik jika dikaitkan dengan penggunaan ruangan, diantaranya :

- a. Pemakaian ruangan khusus bagi Pejabat USM (Dekan, Wakil Dekan dan Ketua Prodi)

- b. Pemakaian ruangan khusus tenaga pengajar dan akademik (Dosen dan Administrasi)
- c. Pemakaian ruangan khusus kuliah teori dan praktek (Ruang kuliah dan laboratorium)
- d. Pemakaian ruangan khusus server dan bacaan.
- e. Hari atau waktu dimana ruangan tidak digunakan.

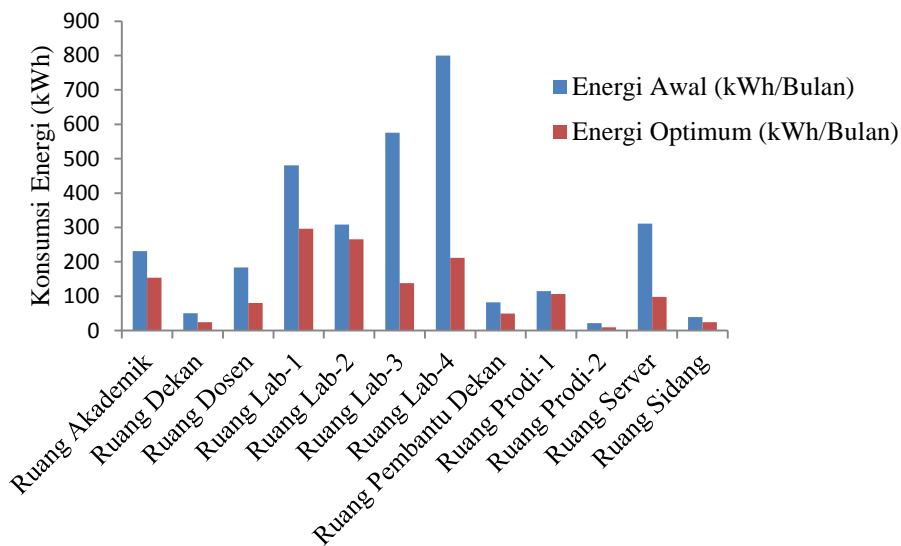
Data optimasi energi listrik menggunakan algoritma genetika, memiliki 3 gen yaitu luas, daya, dan jam penggunaan ruangan, untuk datanya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data gen untuk optimasi

No.	Ruangan	Luas m2	Daya	Energi Awal	Energi Optimasi
1.	Ruang Akademik	40	3,128	231,36	153,62
2.	Ruang Dekan	30	1,045	50,16	24,75
3.	Ruang Dosen	40	2,483	183,96	80,08
4.	Ruang Lab-1	40	3,902	480,27	296,31
5.	Ruang Lab-2	40	6,872	308,58	265,28
6.	Ruang Lab-3	40	3,752	575,33	138,30
7.	Ruang Lab-4	40	6,902	799,76	211,74
8.	Ruang Pembantu Dekan	20	0,852	81,79	50,03
9.	Ruang Prodi-1	30	0,957	114,84	106,76
10.	Ruang Prodi-2	30	2,052	21,65	9,88
11.	Ruang Server	4	2,095	310,80	98,26
12.	Ruang Sidang	32	1,724	38,98	24,68

Setelah melakukan penelitian, maka mendapatkan 2 perbandingan penggunaan energi listrik yaitu penggunaan awal dan penggunaan

setelah optimasi dengan menggunakan algoritma genetika [13]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik perbandingan penggunaan energi awal dan setelah optimasi

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil audit pemakaian energi listrik perbulan di gedung FT USM diperoleh nilai IKE sebesar 3,595 kWh/m²/bulan, setelah dianalisis Peluang Hemat Energi (PHE) yang dapat dilakukan adalah ruangan yang menggunakan AC [14]. Faktor yang mempengaruhi borosnya pemakaian energi adalah peralatan yang digunakan mengkonsumsi daya yang besar, menghidupkan peralatan listrik yang tidak sesuai dengan kebutuhan [15]. Setelah dilakukan optimalisasi dengan menggunakan metode Algoritma Genetika (AG) [16], mendapatkan hasil penggunaan energi yang lebih optimal sebesar 1.459,70 kWh/ bulan, lebih hemat 45,65 % dari energi awalnya sesuai dengan perhitungan IKE, dan untuk penerapan Peluang Hemat Energi (PHE) direkomendasikan dengan menggunakan sensor infrared.

5. Daftar Pustaka

- [1] Ida Bagus Putra Setanu M, Rukmi Sari Hartati, I Nyoman Satya Kumara, "Pengelolaan Energi Listrik pada Gedung Fakultas Kedokteran Universitas UDAYANA Kampus Sudirman Denpasar," Denpasar. Desember 2012.
- [2] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI, "Peraturan Menteri Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," Jakarta, 2012.
- [3] Yadi Mulyadi, Anggi Rizki, Sumarto, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi di Gedung FPMIPA-JICA Universitas Pendidikan Indonesia," vol. 12, no. 1, pp. 81-88, Bandung, Maret 2013.
- [4] J. Untoro, H. Gusmedi, dan N. Purwasih, "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan UNILA," Bandar Lampung, Mei 2014.
- [5] A. Rianto, "Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang," Semarang, 2007.
- [6] SNI, "Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung," SNI 03-6196-2010, Jakarta, 2010.
- [7] D. S. Pasisarha, "Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines," pp. 1-7, Semarang, April 2010.
- [8] W. C. Turner and S. Doty, "Energy Management," Handbook. 2007.
- [9] B. Priyandono, "Analisis Konservasi Energi Listrik pada Rumah Tinggal Daya 2200VA dengan Beban Penerangan," pp. 1-10, Bandung, 2014.
- [10] Agung Wahyudi Biantoro, Dadang S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB Kabupaten Tangerang, Banten," vol. 06, pp. 24-32, Jakarta, 2017.
- [11] A. Solichan, "Audit dan Konservasi Energi Sebagai Upaya Pengoptimalan Pemakaian Energi Listrik di Kampus Kasipah UNIMUS," Proseding Seminar Nasional UNIMUS, vol. 1, no. 1, pp. 309-313, 2010.
- [12] Raharjo, Muhamad Aris dan Riadi, Riadi, "Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung Pt Indonesia Caps And Closures," Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [13] I. Pusnik, "Energy Efficiency of Buildings," Elektroteh. Vestn., vol. 74, no. 5, pp. 248-254, 2007.
- [14] B. Mukhlis, "Evaluasi Penggunaan Listrik Pada Bangunan Gedung Di Lingkungan Universitas Tadulako," Jurnal Ilmiah Foristek Vol. 1, No. 1, pp. 33-42, Palu, Maret 2011.
- [15] R. Rayhana, M. A. U. Khan, T. Hassan, R. Datta, and A. H. Chowdhury, "Electric and Lighting Energy Audit: A Case Study of Selective Commercial Buildings in Dhaka," in 2015 IEEE International WIE Conference on Electrical and Computer Engineering, WIECON-ECE 2015, 2016, pp. 301-304.
- [16] Ryan Iriany, Agus Wahyu Widodo, Wayan Firdaus Mahmudy, "Pemanfaatan Algoritma Genetika Untuk Optimasi 0/1 Multi-Dimension Knapsack Problem Dalam Pendistribusian Produk (Studi Kasus UD. TOSA)," Malang, Jawa Timur. Januari 2017.