

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MANAJEMEN DAYA LISTRIK MENGUNAKAN ALGORITMA GREEDY UNTUK OTOMATISASI RUMAH

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF POWER MANAGEMENT USING GREEDY ALGORITHM FOR HOME AUTOMATION

Putri Suryani Juwita¹, Dr. Erwin Susanto, S.T., M.T.², Junartha Halomoan, S.T., M.T.³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹putriisj_14@yahoo.co.id, ²erwinelektro @telkomuniversity.ac.id, ³junartha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi setiap manusia, dimana setiap aktivitas tidak terlepas dari energi listrik. Persediaan energi listrik semakin terbatas karena berasal dari sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Maka untuk menjaga persediaan energi listrik, perlu dilakukan upaya yang dapat menunjang persediaan energi listrik secara optimal. Salah satunya dengan membuat *home automation* (otomatisasi rumah). Sistem otomatisasi ini diperlukan untuk memberikan kenyamanan, kemudahan, efisiensi energi dan keamanan. Otomatisasi rumah dengan pengaturan daya diharapkan menjadi solusi terbaik untuk menekan pemakaian energi.

Pada penelitian tugas akhir ini penulis merancang dan mengimplementasikan algoritma *greedy* pada suatu prototipe. Pengaturan penggunaan energi listrik didasari dari permasalahan *Knapsack 0/1* yang penggunaannya dibatasi sehingga menghasilkan nilai optimum. Peralatan listrik dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) berdasarkan penjadwalan yang menyesuaikan dengan biaya awal. Data yang masuk akan tersimpan dalam *database* sehingga pengguna dapat memantau, meninjau, serta mengontrol sistem melalui komputer atau dapat diakses melalui internet.

Sebagai hasil dari penelitian ini tercipta sistem untuk manajemen daya dengan menggunakan algoritma *greedy*. Sehingga membuat sistem otomatisasi rumah untuk mengendalikan peralatan listrik yang dibatasi dengan biaya tertentu. Dari hasil pengujian diperoleh waktu penjadwalan untuk menyalakan atau mematikan lampu didapatkan rata-rata 0,296 detik. Serta hasil pengujian efisiensi manajemen daya dengan algoritma *greedy* mendekati 100%.

Kata Kunci: Otomatisasi rumah, Manajemen daya listrik, *Knapsack problem*, Algoritma *greedy*.

Abstract

Electrical energy is a primary need for every human being, where every activity is inseparable from electrical energy. Supply of electrical energy are increasingly limited because they come from un-renewable resources. So to maintain the supply of electrical energy, should make efforts that can support the supply of electrical energy optimally. One of them by making home automation. This automation system is needed to provide comfort, convenience, energy efficiency and security. House automation with power management is expected to be the best solution to reduce energy consumption.

In this final project, the writer design and implement greedy algorithm on a prototype. The regulation of electrical energy usage is based on *Knapsack 0/1* problems whose use is limited to produce optimum value. Electrical equipment can be controlled automatically using PLC (*Programmable Logic Controller*) based on scheduling that adjusts to the initial cost. Incoming data will be stored in the database so that users can monitor, review, and control the system through a server on the computer or can be accessed via internet.

As results of this research is to created a system for power management by using greedy algorithm. So to created the home automation system for control the electrical equipment that is limited for certain cost. From the experimental results, it is obtained the scheduling time to turn on or turn off the lights obtained time average is 0.296 seconds. So for efficiency experimental results of power management using greedy algorithm is approaching 100%.

Keywords: Home automation, Power management, *Knapsack problem*, greedy algorithm.

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi setiap manusia, dimana setiap aktivitas tidak terlepas dari energi listrik. Persediaan energi listrik semakin terbatas karena berasal dari sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Untuk memperpanjang cadangan energi listrik maka pemerintah mengimbau masyarakat agar menggunakan listrik dengan

bijak. Upaya lainnya, masyarakat disarankan untuk menggunakan energi alternatif. Tetapi kurangnya pengetahuan serta biaya yang mahal menghambat penggunaan energi alternatif pada masyarakat. Oleh karena itu, otomatisasi rumah dengan pengaturan daya diharapkan menjadi solusi terbaik untuk mengurangi pemakaian energi.

Otomatisasi rumah atau yang lebih sering dikenal dengan istilah rumah pintar merupakan sebuah sistem otomatisasi untuk memudahkan kontrol didalam rumah. Otomatisasi rumah diperlukan untuk memberikan kenyamanan, kemudahan, efisiensi energi dan keamanan. Untuk menciptakan otomatisasi tersebut diperlukan sebuah perangkat yang dapat bekerja secara terorganisir dimana setiap perangkat melakukan fungsi masing-masing dan dapat berkomunikasi dengan perangkat lainnya dalam sistem. Otomatisasi rumah untuk penelitian tugas akhir ini mengarah bagaimana mengatur daya listrik sehingga pemakaian listrik tidak berlebihan.

Pengaturan penggunaan energi listrik tugas akhir ini didasari dari permasalahan *Knapsack*, yaitu permasalahan optimasi yang objeknya dibatasi ruang atau wadah. Untuk memecahkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini menggunakan metode *greedy* untuk mengoptimalkan penggunaan daya. Daya listrik dapat dibatasi sesuai dengan biaya yang diinginkan pengguna dan peralatan listrik dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Data yang masuk akan tersimpan dalam *database* sehingga pengguna dapat memantau, dan mengontrol sistem melalui komputer atau dapat diakses melalui internet. Penelitian ini diharapkan dapat mengendalikan peralatan listrik secara otomatis berdasarkan keinginan pengguna. Dengan mengendalikan konsumsi energi listrik maka pengguna dapat meninjau pemakaian daya listrik, dapat menentukan biaya yang dikeluarkan setiap bulannya, serta dapat menghemat energi listrik.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Home Automation

Home Automation dalam bahasa Indonesia yang berarti Otomatisasi Rumah atau yang biasa dikenal dengan rumah pintar merupakan sistem otomatisasi untuk memudahkan kontrol pada rumah atau bangunan. *Home automation* diperlukan karena memberi kenyamanan, kemudahan, efisiensi waktu dan energi, dan keamanan yang dirasa sangat bermanfaat oleh pengguna.

Dalam pengaplikasian, *Home automation* bekerja dengan mengintegrasikan perangkat listrik satu dengan yang lain dalam sebuah rumah. Perangkat tersebut dihubungkan melalui jaringan komputer atau dapat juga dikontrol melalui jaringan internet sehingga dapat diakses pengguna dimanapun dan kapanpun. *Home automation* memberikan fasilitas yang diinginkan secara otomatis dan sudah terprogram.

2.2 Knapsack Problem

Knapsack Problem adalah suatu permasalahan optimasi pada pemilihan objek yang dapat disimpan dimasukkan ke dalam sebuah wadah yang memiliki keterbatasan ruang atau daya tampung. Sejumlah objek memiliki berat dan sebuah nilai yang digunakan untuk menentukan prioritasnya dalam pemilihan. Wadah ini memiliki nilai konstanta yang membatasi jumlah barang yang dapat dimasukkan, sehingga menghasilkan hasil yang optimum tetapi tidak melebihi kapasitas wadah.

Pada tugas akhir ini diterapkan prinsip 0/1 *knapsack*. 0/1 *knapsack problem* adalah salah satu permasalahan dalam *knapsack problem*, yaitu membatasi jumlah pengambilan barang yang akan dimasukkan ke dalam wadah untuk setiap jenisnya dengan nol atau satu kali. Permasalahan 0/1 *knapsack* dipandang sebagai mencari himpunan bagian dari keseluruhan objek yang muat ke dalam *knapsack* dan memberikan total keuntungan terbesar. Total bobot objek yang dimasukkan ke dalam *knapsack* tidak boleh melebihi kapasitas *knapsack*.

2.3 Algoritma Greedy

Metode *greedy* merupakan teknik yang paling populer untuk memecahkan beragam permasalahan untuk mencapai solusi yang optimal (maksimum atau minimum). Metode *greedy* menyelesaikan permasalahan langkah demi langkah, pada setiap langkah terdapat banyak pilihan yang perlu dieksplorasi. Oleh karena itu, pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan. Metode *greedy* merupakan metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah *knapsack* 0/1. Metode ini tidak selalu memberikan solusi optimal, tetapi dapat menghasilkan solusi optimal lokal yang mendekati solusi optimal global dengan waktu yang layak.

Untuk memilih objek yang akan dimasukkan ke dalam *knapsack* terdapat beberapa strategi metode *greedy* yaitu: *Greedy by profit*, *Greedy by weight*, *Greedy by density*. Pada tugas akhir ini hanya menerapkan metode *greedy by density*. *Greedy by density* merupakan salah satu permasalahan *knapsack* yang diisi dengan objek yang mempunyai densitas terbesar pada setiap tahap. Memilih objek yang mempunyai keuntungan tiap unit berat terbesar untuk memaksimalkan keuntungan. Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari nilai profit tiap unit dari tiap-tiap objek. Kemudian objek-objek tersebut diurutkan berdasarkan densitasnya. Kemudian diambil satu demi satu objek yang dapat ditampung oleh *knapsack* sampai *knapsack* penuh atau sudah tidak ada objek lagi yang bisa dimasukkan. Strategi tersebut yang digunakan dalam penelitian.

2.4 PLC

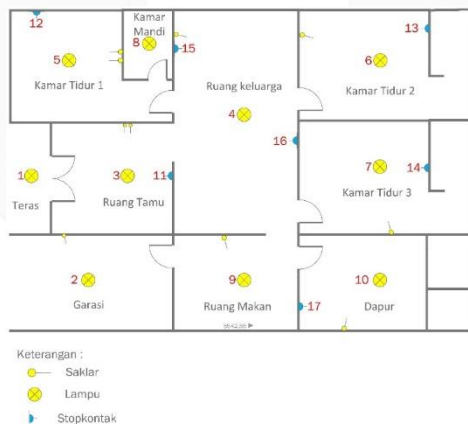
PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah suatu mikroprosesor yang digunakan untuk otomatisasi proses industri. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri. Dengan kata lain, hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik membutuhkan PLC.

PLC dirancang *multi input* dan *multi output* (MIMO), tingkat suhu yang tinggi, kebal terhadap *noise*, dan tahan terhadap getaran dan benturan. PLC memiliki perangkat masukan dan keluaran yang digunakan untuk berhubungan dengan perangkat luar seperti sensor, relai, kontaktor dll. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *ladder diagram* (diagram tangga), yang hanya berisi *input-proses-output*. PLC Omron tipe CP1H memiliki 40 *Input/Output* (I/O), 24 *input* dan 16 *output*. Komunikasi CP1H yang digunakan adalah *ethernet* dua *port*.

2.5 Visual Studio

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi, dalam bentuk aplikasi *console*, aplikasi Windows, ataupun aplikasi web. *Compiler* yang dimasukkan ke dalam paket Visual Studio antara lain Visual C++, Visual C#, Visual Basic, Visual Basic.NET, Visual InterDev, Visual J++, Visual J#, Visual FoxPro, dan Visual SourceSafe. Visual Studio juga memiliki Visual Database Tools untuk membuat *table*, *query*, diagram *database*, dan fitur-fitur tambahan untuk membuat *database*. Hanya saja bahasa pemrograman yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan Visual Basic.Net merupakan salah satu bahasa pemrograman yang berorientasi pada objek atau OOP (*Object Oriented Programming*) dan untuk *database* menggunakan bahasa SQL (*Structure Query Language*) merupakan sebuah bahasa yang digunakan untuk mengakses data dalam basis data relasional yang digunakan untuk mengakses *database*.

2.6 Perancangan Sistem



Gambar 1. Prototipe Denah Rumah

Sistem otomatisasi rumah untuk pengaturan daya akan diaplikasikan pada prototipe rumah yang dibuat menggunakan triplek dengan panjang 120cm, lebar 200cm dan tebal 1,2cm. Prototipe rumah memiliki luas 100x150cm dan memiliki 10 lampu, dan 4 stopkontak yang akan dikontrol untuk bahan penelitian. Seperti pada Gambar 1. Pengaturan daya listrik dirancang pada rumah dengan tegangan 220V. Pengaturan daya yang dirancang akan sesuai dengan jumlah biaya masukan, nama peralatan listrik yang disertai dengan daya komponen serta waktu pemakaian. Semua persyaratan tersebut perlu dijadwalkan terlebih dahulu pada tampilan Windows, lalu akan tersimpan dalam *database* yang nantinya dapat diakses melalui internet.

Tabel 1. Penamaan Perangkat

No.	Nama Perangkat	Alamat PLC
1	Lampu Teras	CIO 100.00
2	Lampu Garasi	CIO 100.01
3	Lampu Ruang Tamu	CIO 100.02
4	Lampu Ruang Keluarga	CIO 100.03
5	Lampu Kamar Tidur 1	CIO 100.04
6	Lampu Kamar Tidur 2	CIO 100.05
7	Lampu Kamar Tidur 3	CIO 100.06
8	Lampu Kamar Mandi	CIO 100.07
9	Lampu Ruang Makan	CIO 101.00
10	Lampu Dapur	CIO 101.01
11	Stopkontak Kamar Tidur 2	CIO 101.05
12	Stopkontak Kamar Tidur 3	CIO 101.03
13	Stopkontak Ruang Keluarga 1	CIO 101.06
14	Stopkontak Ruang Keluarga 2	CIO 101.04

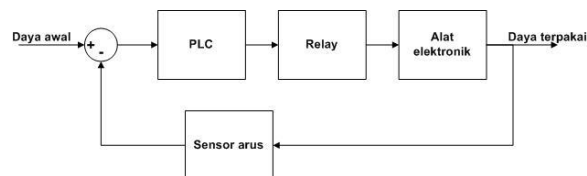
Berikut adalah alamat *input analog* yang disertai dengan nama stopkontak yang akan dikontrol oleh PLC. *Input analog* PLC akan masuk ke *data memory* (DM) untuk menyimpan data yang nantinya sebagai masukan algoritma.

Tabel 2. *Input Analog*

No.	I/O Poin	Nama Perangkat	Alamat <i>Analog Input</i> PLC
1	<i>Analog Input</i> 0	Stopkontak kamar tidur 3	CIO 200
2	<i>Analog Input</i> 1	Stopkontak kamar tidur 2	CIO 201
3	<i>Analog Input</i> 2	Stopkontak keluarga 2	CIO 202
4	<i>Analog Input</i> 3	Stopkontak keluarga 1	CIO 203

2.7. Diagram Blok

Diagram blok keseluruhan sistem ini yaitu, daya awal sebagai *set point*. PLC sebagai kontroler, digunakan untuk mengaktifkan serta me-non-aktifkan peralatan listrik. Apabila sistem kelebihan beban maka PLC memerintahkan relai sebagai *aktuator* untuk memutuskan arus, relai tersebut dipasang pada 4 buah stopkontak dan 10 buah lampu. Umpan balik sistem ini yaitu sensor arus, digunakan untuk mengetahui arus yang terpakai pada 4 buah stopkontak yang terpasang pada peralatan listrik, nilai tersebut akan diubah kembali menjadi daya listrik. Daya awal akan dibandingkan dengan daya yang terpakai, apabila jumlah daya yang terpakai kurang dari daya awal maka sistem akan terus mengulang hingga jumlah daya yang terpakai mendekati daya awal.

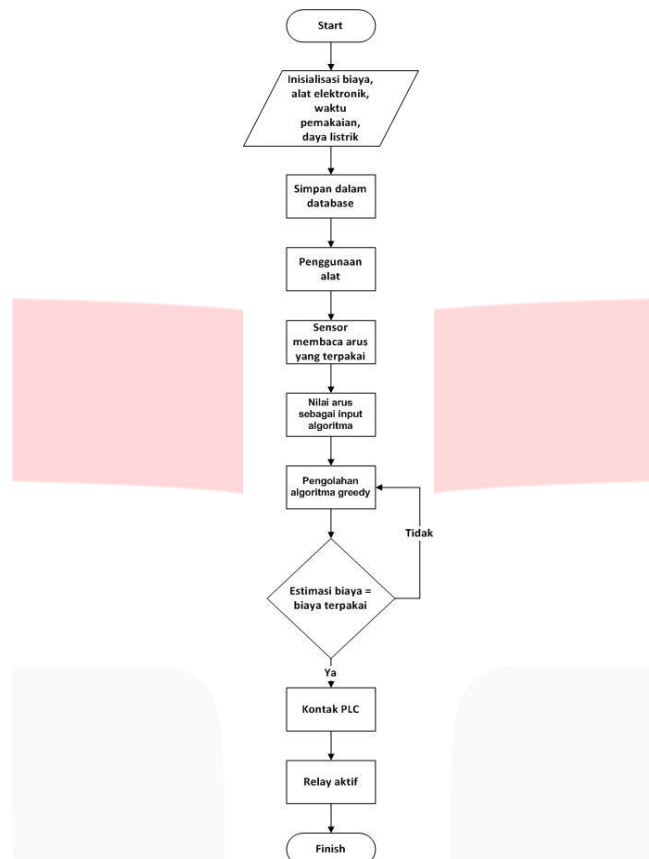


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

2.8. Diagram Alir Sistem

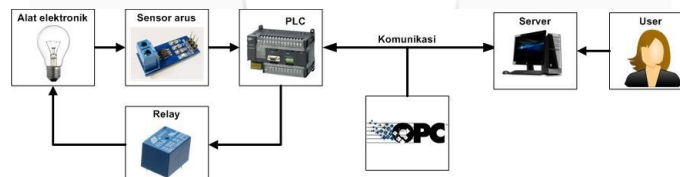
Ilustrasi kerja sistem yaitu, sistem dimulai saat pengguna memberi masukan jumlah biaya awal dan menjadwalkan peralatan listrik pada *Windows Application*, lalu jumlah tersebut dikonversikan menjadi daya. 4 buah stopkontak akan dipasang sensor arus, nilai tersebut digunakan sebagai masukan untuk mengolah algoritma *greedy*, algoritma ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan daya listrik. Pada perhitungan algoritma *greedy* hasil yang didapat tidak selalu sama persis dengan nilai masukan (daya awal), tetapi pada perhitungannya dicari hasil yang paling mendekati nilai yang dikehendaki dengan selisih sekecil mungkin. Nilai dari sensor arus akan diubah menjadi daya, nilai daya tersebut akan dibandingkan dengan daya awal. Apabila daya yang terpakai melebihi dari daya awal maka secara otomatis relai memutuskan arus pada peralatan listrik tersebut. Hasil dari sistem

ini, berupa penjadwalan ulang yang disertai dengan pengurangan waktu pemakaian pada peralatan listrik tertentu. Pengguna dapat mengontrol sistem ini melalui *Windows Application* atau melalui internet. Ilustrasi sistem secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

2.9. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Desain Perangkat Keras

Komponen dari desain sistem yang dirancang, yaitu:

1. PLC merupakan sistem elektronik yang berfungsi untuk mengontrol sistem. Pada penelitian ini PLC Omron CP1H sebagai pengendali akan mengendalikan relai untuk mengatur kombinasi penggunaan peralatan listrik.
2. Sensor arus yang digunakan adalah ACS712 5A pada rangkaian ini adalah untuk mendeteksi pemakaian arus.
3. PC digunakan sebagai *server* dan dapat juga untuk memonitor sistem dan digunakan sebagai tampilan *Windows Application* untuk penjadwalan peralatan listrik yang akan digunakan.
4. Relai yang digunakan yaitu relai Omron 24 volt yang berfungsi sebagai menghubungkan dan memutuskan arus listrik. Relai bekerja ketika PLC memberi perintah yakni dengan menghidupkan atau mematikan aliran listrik. Relai akan dihubungkan dengan stopkontak.
5. Peralatan listrik digunakan sebagai beban dan uji coba dari sistem ini. Peralatan listrik yang dipakai yaitu alat yang biasa digunakan untuk rumah tangga. Beberapa contoh peralatan listrik yang akan diuji coba, yaitu: setrika, lampu, komputer, kipas angin, penanak nasi, dispenser, monitor dan pemanas air.
6. Komunikasi antara Visual Studio dengan PLC menggunakan *OPC server* dan *OPC klien*.

2.8 Perancangan Perangkat Lunak

Flowchart perancangan algoritma *greedy* diilustrasikan sebagai berikut, daya pemakaian akan dipisah menjadi dua bagian daya yang terjadwal dengan daya yang terhubung ke stopkontak, nilai daya yang digunakan untuk stopkontak yaitu hasil pengurangan daya awal dengan daya yang sudah terjadwal. Sistem akan membagi daya stopkontak menjadi 4 zona waktu: waktu pagi diantara jam 00:01 – 06:00 dengan perbandingan daya pemakaian 1/8, waktu siang diantara jam 06:01 – 12:00 dengan perbandingan daya pemakaian 2/8, waktu sore diantara jam 12:01 – 18:00 dengan perbandingan daya pemakaian 2/8, dan waktu malam diantara jam 18:01 – 24:00 dengan perbandingan daya pemakaian 3/8.

Kemudian sensor arus membaca nilai tegangan setiap stopkontak, nilai tersebut dikonversi menjadi daya, daya tersebut bersifat dinamis, lalu diurutkan dari daya terbesar sampai daya terkecil. Kemudian algoritma akan membandingkan daya pada setiap stopkontak, apabila daya pada stopkontak tertentu tidak melebihi daya yang ditentukan maka kondisinya adalah *true*, sedangkan apabila daya pada stopkontak tertentu melebihi daya yang sudah ditentukan maka kondisinya adalah *false* nilai ini akan mengaktifkan relai untuk memutuskan arus listrik stopkontak tersebut. Hasil yang didapat adalah status pada setiap stopkontak nilainya berupa *true* atau *false*.

Kelemahan dari sistem ini yaitu, ketika peralatan listrik memiliki daya tertentu dimana daya tersebut sudah melebihi daya yang telah ditentukan, maka peralatan listrik tersebut akan mati walaupun sedang digunakan, tetapi stopkontak yang lain tetap akan menyala dimana peralatan listrik tersebut memiliki daya yang tidak melebihi daya yang ditentukan. *Flowchart* perancangan algoritma *greedy* digambarkan pada gambar III-7.

3. Uji Coba dan Analisis

3.1. Pengujian Algoritma Greedy

Pengujian manajemen daya dengan menggunakan algoritma *greedy* dibagi menjadi 4 zona waktu, yaitu: pagi, siang, sore, dan malam. Dengan biaya awal Rp. 200.000/bulan, dimana tarif dasar listrik tahun ini sebesar Rp. 1467,28 / KWh. Sehingga didapatkan batas beban per bulan sebesar 96,4 KWh, dan batas beban per hari sebesar 3,21 KWh. Batas beban untuk stopkontak yaitu, hasil pengurangan dari batas beban per hari dengan daya yang terjadwal, sehingga didapatkan 2,22 KWh.

1. Pengujian Siang

Jam = 06:01 – 12:00

Batas beban stopkontak = $2/8 \times 2,22 \text{ KWh} = 0,555 \text{ KWh}$

Tabel 3. Pengujian tanpa algoritma *greedy* ke-1

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	286,59 Watt	60 menit	0,286 KWh
2	Setrika	320,56 Watt	60 menit	0,35 KWh
3	Kipas angin	15,12 Watt	180 menit	0,045 KWh
4	Penanak nasi	93,25 Watt	60 menit	0,093 KWh
Jumlah daya terpakai				0,774 KWh

Tabel 4. Pengujian dengan algoritma *greedy* ke-1

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	286,59 Watt	45 menit	0,215 KWh
2	Setrika	320,56 Watt	45 menit	0,240 KWh
3	Kipas angin	15,12 Watt	120 menit	0,03 KWh
4	Penanak nasi	93,25 Watt	45 menit	0,07 KWh
Jumlah daya terpakai				0,555 KWh

Analisis:

Berdasarkan hasil pengujian sistem, didapatkan nilai yang terbaca setiap stopkontak yang telah diatur oleh PLC. Pengujian waktu pagi, total penggunaan daya dengan algoritma *greedy* sebesar 0,555 KWh,

sedangkan total penggunaan daya tanpa algoritma *greedy* sebesar 0,774 KWh, dengan batas stopkontak waktu pagi sebesar 0,555 KWh. Efisiensi manajemen daya dengan menggunakan algoritma *greedy* sebesar 100%.

2. Pengujian Sore

Jam = 12:01 – 18:00

Batas beban stopkontak = $2/8 \times 2,22 \text{ KWh} = 0,555 \text{ KWh}$

Tabel 5. Pengujian tanpa algoritma *greedy* ke-2

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	289,46 Watt	90 menit	0,434KWh
2	Monitor	6,32 Watt	120 menit	0,013 KWh
3	Kipas angin	16,17 Watt	120 menit	0,032 KWh
4	Pemanas air	598 Watt	15 menit	0,15 KWh
Jumlah daya terpakai				0,629 KWh

Tabel 6. Pengujian dengan algoritma *greedy* ke-2

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	289,46 Watt	75 menit	0,362 KWh
2	Monitor	6,32 Watt	135 menit	0,014 KWh
3	Kipas angin	16,17 Watt	105 menit	0,028 KWh
4	Pemanas air	598 Watt	15 menit	0,15 KWh
Jumlah daya terpakai				0,554 KWh

Analisis:

Berdasarkan hasil pengujian sistem, didapatkan nilai yang terbaca setiap stopkontak yang telah diatur oleh PLC. Pengujian waktu siang, total penggunaan daya dengan algoritma *greedy* sebesar 0,554 KWh, sedangkan total penggunaan daya tanpa algoritma *greedy* sebesar 0,629 KWh, dengan batas stopkontak waktu siang sebesar 0,555 KWh. Efisiensi manajemen daya dengan menggunakan algoritma *greedy* sebesar 99,8%.

3. Pengujian Malam

Jam = 18:01 – 24:00

Batas beban stopkontak = $3/8 \times 2,22 \text{ KWh} = 0,825 \text{ KWh}$

Tabel 7. Pengujian tanpa algoritma *greedy* ke-3

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	289,46 Watt	120 menit	0,579 KWh
2	Monitor	6,32 Watt	240 menit	0,025 KWh
3	Kipas angin	16,17 Watt	240 menit	0,065 KWh
4	Penanak nasi	94 Watt	120 menit	0,188 KWh
Jumlah daya terpakai				0,857 KWh

Tabel 8. Pengujian dengan algoritma *greedy* ke-3

Stop kontak	Nama Beban	Daya terbaca	Durasi	Total daya
1	Dispenser	289,46 Watt	120 menit	0,579 KWh
2	Monitor	6,32 Watt	240 menit	0,025 KWh
3	Kipas angin	16,17 Watt	210 menit	0,057 KWh
4	Penanak nasi	94 Watt	120 menit	0,188 KWh
Jumlah daya terpakai				0,824 KWh

Analisis:

Berdasarkan hasil pengujian sistem, didapatkan nilai yang terbaca setiap stopkontak yang telah diatur oleh PLC. Pengujian waktu malam, total penggunaan daya dengan algoritma *greedy* sebesar 0,824 KWh, sedangkan total penggunaan daya tanpa algoritma *greedy* sebesar 0,857 KWh, dengan batas stopkontak waktu malam sebesar 0,825 KWh. Efisiensi manajemen daya dengan menggunakan algoritma *greedy* sebesar 99,8%.

4. Kesimpulan

1. Waktu untuk menyalakan lampu melalui PLC membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan melalui saklar. *Delay* PLC saat menyalakan atau mematikan lampu didapatkan rata-rata 0,296 detik.
2. Algoritma *greedy* dapat mengatur penggunaan beban peralatan listrik agar sesuai dengan batas yang telah ditentukan, dilihat dari hasil pengujian efisiensi manajemen daya dengan algoritma *greedy* mendekati 100%.
3. Penggunaan aplikasi Visual Studio sebagai GUI memudahkan pengguna untuk mengontrol dan memantau sistem untuk otomatisasi rumah.

Daftar Pustaka

- [1] Sansani, Sisdika (2008): Penggunaan Aritmetika Modulo dan Balikan Modulo pada Modifikasi Algoritma Knapsack. Bandung: Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung.
- [2] Bednorz, Witold (2008): Advances in Greedy Algorithms. Croasia: In-Tech
- [3] Silvano et al, 1990, Knapsack problem : Algorithm and Computer Implementation, John Wiley & Sons, ISBN : 0-471-92420
- [4] Putra, Agfianto E (2007): PLC: Konsep, Pemrograman dan Aplikasi. Yogyakarta: Gava Media.
- [5] Petruzella, Frank D (2011) Programmable Logic Controller. New York: McGraw-Hill
- [6] Omron. Omron tipe CP1H <https://www.ia.omron.com/products/family/1778/>
- [7] Firdaus (2006): 7 Jam Belajar Interaktif Visual Basic 6.0 untuk Orang Awam. Palembang: Maxicom
- [8] Nugroho, Adi (2010): Mengembangkan Aplikasi Basis Data Menggunakan C# dan SQL Server.
- [9] Omron (2005): CP1H CPU Unit Operation Manual.
- [10] Sianipar, R.H (2014): Pemrograman Visual Basic.NET. Bandung: Informatika Bandung
- [11] Lee, Christopher (2016): Belajar Visual Basic 2015 Step-by-Step. Jakarta: PT. Gramedia.
- [12] Taqy, Mochamad Abiyan (2012): Perancangan dan Implementasi Algoritma Greedy Pada Manajemen Daya Listrik Gedung Perkantoran/Rumah. Telkom University Bandung