

## DAFTAR SINGKATAN

<i>BBM</i>	<i>: Bahan Bakar Minyak</i>
<i>PLC</i>	<i>: Programmable Logic Controller</i>
<i>TDL</i>	<i>: Tarif Dasar Listrik</i>
<i>KWh</i>	<i>: Kilo Watt Hour</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kehidupan manusia saat ini, dimana hampir semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari rumah tangga. Energi listrik dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan juga proses produksi yang melibatkan barang-barang elektronik dan alat-alat / mesin industri. Mengingat begitu besar dan pentingnya manfaat energi listrik sedangkan sumber energi pembangkit listrik utama berasal dari sumber daya tak terbarui yang keberadaannya terbatas, maka untuk menjaga kelestarian sumber energi ini perlu diupayakan langkah-langkah strategis yang dapat menunjang penyediaan energi listrik secara optimal dan terjangkau (Alpensteel, 2010). Terjadinya pemutusan sementara dan pembagian energi listrik secara bergilir merupakan dampak dari terbatasnya energi listrik yang dapat disediakan oleh PLN. Hal ini terjadi karena laju pertumbuhan sumber energi baru dan pengadaan pembangkit tenaga listrik tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah telah mengeluarkan beberapa himbauan yang mengajak masyarakat untuk mulai hidup hemat dengan mengatur pemakaian energi listrik (Alpensteel, 2010).

Penggunaan energi secara hemat kini sudah selayaknya menjadi kearifan semua orang. Semakin mahalnya harga energi utama untuk pembangkit tenaga listrik di Indonesia, terutama harga BBM memacu peningkatan kesadaran tersebut. Namun sebenarnya bukan hanya karena semakin tingginya harga energi dari fosil itu. Melainkan juga sebagai wujud tanggung jawab dan sikap dalam memanfaatkan sumber daya energi dinegeri ini.

Permintaan dan sosialisasi kepada masyarakat agar menghemat pemakaian listrik terus didengungkan melalui berbagai media dan kesempatan. Akan tetapi, karena sebatas himbauan dan bukan suatu kewajiban yang harus dilaksanakan dengan sanksi hukum yang jelas, menjadikan kegiatan itu hanya sedikit

memberikan dampak. Perilaku boros dalam pemakaian listrik seakan sudah merasuk tulang sumsum, sehingga sulit untuk diubah.

Pengaturan konsumsi listrik pada dasarnya adalah suatu upaya yang mempunyai tujuan untuk membantu mengurangi penggunaan daya listrik agar produksi energi listrik yang diubah dari sumber daya alam tidak terbarukan dapat direduksi. Selain itu, pengaturan energi listrik dapat mengubah perilaku konsumen energi listrik dalam menggunakan energi listrik, baik dari besar daya maupun waktu aktif alat-alat listrik menjadi lebih efisien, sehingga dapat bermanfaat bagi konsumen itu sendiri, penyedia energi listrik, maupun konsumen energi listrik secara umum.

Pada tugas akhir ini, pengendali yang akan digunakan untuk mengendalikan konsumsi energi listrik adalah PLC. Metode yang digunakan yaitu permasalahan *Knapsack 0/1* dan menggunakan algoritma Greedy. Alat yang dirancang ini dapat mengestimasi besarnya biaya bulanan yang harus dibayarkan berdasarkan jadwal pemakaian peralatan listrik sehari-hari. Apabila konsumen listrik ingin mengurangi jumlah tagihan perbulannya, maka alat ini akan menyesuaikan biaya listrik yang diinginkan oleh kosumen agar penggunaan alat-alat listrik berfungsi sesuai algoritma penjadwalan berdasarkan prioritasnya agar jumlah biaya konsumsi listrik dapat mendekati nilai yang diinginkan.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah :

1. Merealisasikan alat yang dapat mengatur pemakaian daya listrik berdasarkan prioritas alat dan jadwal pemakaiannya.
2. Merancang Algoritma Greedy untuk manajemen pemakaian daya listrik.
3. Menerapkan Algoritma Greedy untuk mengatur penggunaan alat agar biaya yang menjadi masukan mendekati nilai yang sebenarnya.
4. Menganalisis performansi sistem yang telah dirancang.

### 1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang diteliti dalam tugas akhir ini yaitu :

1. Bagaimana cara merealisasikan alat yang dapat mengatur pemakaian listrik berdasarkan jadwal kebutuhan penggunaan dan prioritas dari alat-alat listrik.
2. Bagaimana cara merancang sistem pengaturan pemakaian listrik menggunakan permasalahan Knapsack 0/1.
3. Bagaimana cara menghitung biaya listrik berdasarkan nilai prioritas yang telah ditentukan.
4. Bagaimana menerapkan Algoritma Greedy untuk mengatur jadwal agar biaya yang diinginkan mendekati dengan biaya yang sebenarnya.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah :

1. Alat yang dibuat ini untuk pelanggan listrik rumah tangga dengan batas daya 2200VA dan nilai faktor daya pada setiap alat dianggap 1.
2. Nilai prioritas yang dicantumkan untuk masing-masing *relay* sejumlah alat ditentukan pengguna.
3. Tegangan jala-jala yang digunakan sebesar 220 Volt.
4. Minimal pembacaan daya dari sensor sebesar 55 Watt dikarenakan pembacaan nilai arus dari sensor yang tidak stabil saat tidak ada beban.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Penulisan buku tugas akhir ini menggunakan metode penelitian berikut:

- a. Studi literatur dilakukan dengan cara mempelajari materi yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Referensi yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah jurnal, buku perkuliahan, dan situs resmi yang bisa dipercaya.
- b. Pengujian terhadap sistem yang dirancang meliputi kontrol, pemantauan, dan performansi sistem.
- c. Penyusunan buku tugas akhir ini beriringan dengan proses penerapan hasil perancangan tugas akhir ini.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan untuk tugas akhir ini.

### **BAB II DASAR TEORI**

Berisikan teori-teori dasar yang menjadi fondasi pengerjaan tugas akhir ini.

### **BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM**

Berisikan digram blok sistem yang dirancan, dan diagram alir sistem.

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM**

Berisikan hasil pengujian terhadap performansi sistem.

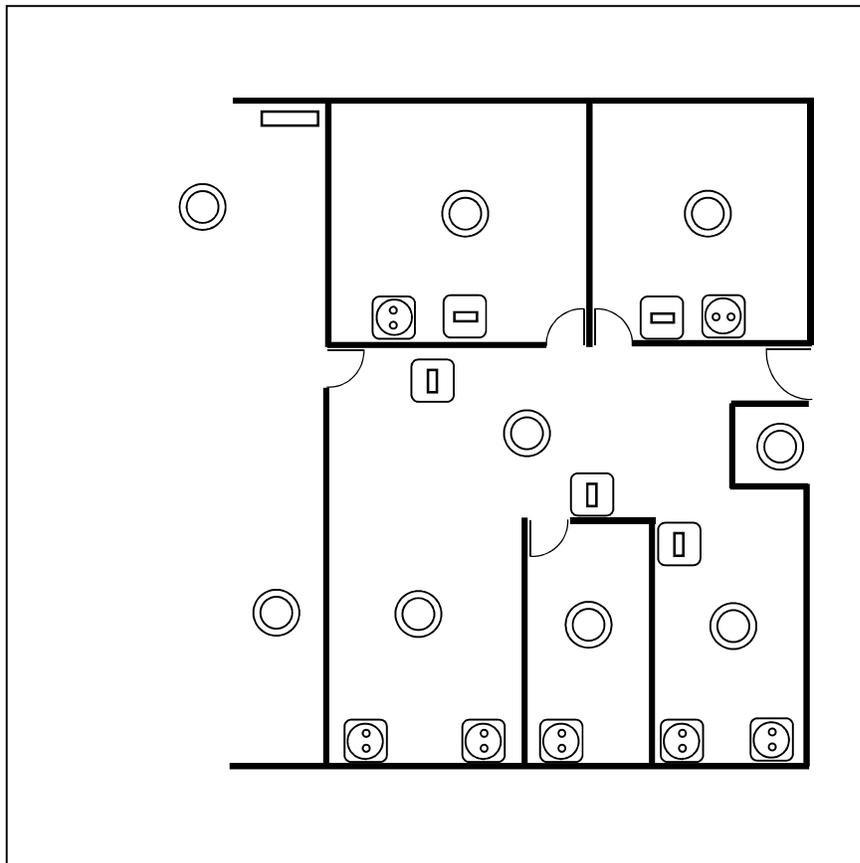
### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari seluruh proses pengerjaan tugas akhir ini dan saaran untuk penelitian yang lebih lanjut.

## BAB II LANDASAN TEORI

Dalam pembuatan permodelan rumah ini, ada beberapa teori dasar. Teori dasar tersebut meliputi metode yang digunakan yaitu algoritma greedy dan beberapa komponen utama penunjang alat. Komponen utama alat meliputi Prototipe rumah, PLC, sensor arus ACS712, Relay.

### 2.1 Prototipe Rumah



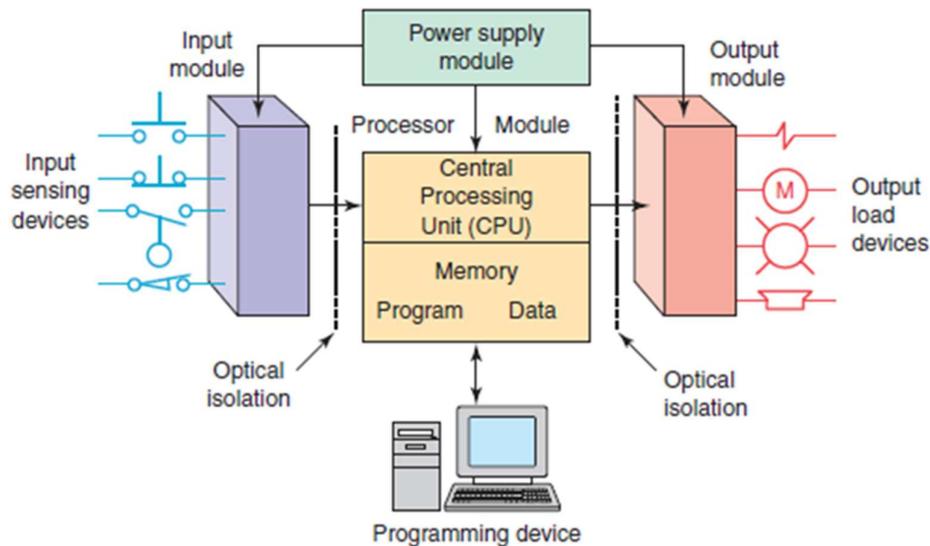
**Gambar 2. 1** Prototipe Rumah

Prototipe rumah pada tugas akhir ini berfungsi untuk mensimulasikan *output* dari PLC yaitu pengendalian penggunaan daya dengan mengatur keaktifan dari stop kontak berdasarkan perhitungan menggunakan algoritma greedy yang telah disusun. Pada prototipe rumah ini menggunakan 7 buah stop kontak dan 9

buah lampu. Alat yang digunakan sebagai *Feedback* sistem yaitu sensor arus ACS 712 20A pabrikan *Allegro MicroSystem* yang mampu mengukur arus hingga 20 ampere arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC). Sedangkan alat yang digunakan sebagai actuator sistem yaitu relay omron MK2P-I yang mengatur keaktifan dari stop kontak.

## 2.2 PLC (Programmable Logic Controller)<sup>[1]</sup>

*Programmable Logic Controller* (PLC) adalah perkembangan dari sistem kendali berbasis *relay* ke sistem kendali yang menggunakan *Central Processing Unit* (CPU). Keunggulan dari penggunaan PLC dibandingkan dengan sistem kendali berbasis *relay* adalah sistem pengkabelannya (*wiring*) yang jauh lebih sederhana dan prosesnya dikendalikan oleh CPU. Input dari PLC diproses oleh *Central Processing Unit* (CPU) lalu disimpan di memory lalu dikeluarkan melalui *output module* PLC.



**Gambar 2. 2** Bagian – Bagian PLC

Salah satu keuntungan dari penggunaan PLC adalah pengguna tidak harus mengubah pengkabelan (*wiring*) jika program yang sudah tertanam ingin diubah. Di dalam CPU terdapat program yang mengatur PLC untuk menjalankan fungsi-fungsi berikut ini:

- a. Mengeksekusi intruksi kendali yang mengandung program dari pengguna. Program ini disimpan di dalam *nonvolatile memory* (ROM).
- b. Komunikasi dengan perangkat lain, termasuk perangkat I/O , pemrograman, dan sistem jaringan.
- c. Menjalankan fungsi *housekeeping* seperti komunikasi, *maintenance* dan *internal diagnostic*.

Tahapan proses didalam PLC terdiri dari: *Input Scan*, *Program Scan*, *Output Scan* dan *Housekeeping*. Pada proses *Input Scan* PLC mendeteksi status dari perangkat masukan yang tersambung ke PLC. Yang kemudian dilanjutkan dengan mengeksekusi program logika yang dibuat, dan kemudian mengendalikan perangkatan keluaran.

PLC yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu PLC Omron CPH-XA40DR-A. Memiliki 40 *input* dan *output* yaitu, 24 *input* dan 16 *output* 24 volt dan 6 analog input dan output yaitu, 4 analog input dan 2 analog output.

### 2.3 Knapsack 0/1<sup>[1]</sup>

Knapsack merupakan salah satu problematika maksimalisasi, yang merupakan bagian dari kombinatorial dan matematika terapan. Knapsack dapat diibaratkan sebagai suatu kantong atau tempat yang digunakan untuk memuat sesuatu objek. Kantong atau tempat tersebut hanya dapat menyimpan beberapa objek saja dengan ketentuan total ukuran objek tersebut sama atau lebih kecil dengan ukuran kapasitasnya. Setiap objek tidak harus dimasukkan secara keseluruhan namun bisa sebagian objek saja. Untuk penilaian cara ini bukan hanya dari hasil nilai optimalnya. Banyak tahap tahap yang diperlukan untuk mendapatkan penyelesaian masalah tersebut. Salah satu contoh penyelesaiannya menggunakan strategi algoritma yang benar-benar dapat menghasilkan solusi yang optimal adalah Brute Force, tetapi strategi ini sangat tidak efisien.

Sehingga untuk menyelesaikan permasalahan knapsack 0-1 diperlukan suatu algoritma yang dapat menghasilkan solusi yang optimal, efektif dan efisien yaitu dengan menggunakan strategi algoritma greedy. Analisis persoalan knapsack 0-1 ini dikerjakan menggunakan strategi algoritma greedy. Pendekatan yang digunakan di dalam algoritma greedy adalah membuat pilihan yang dapat memberikan perolehan yang terbaik yaitu dengan membuat pilihan optimum lokal

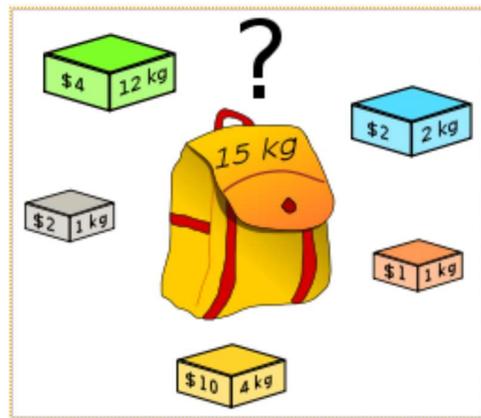
pada setiap langkah dengan tujuan bahwa sisanya mengarah ke solusi optimum global.

Pada persoalan Knapsack 0-1 supaya mendapatkan hasil yang optimal dapat diselesaikan dengan strategi algoritma greedy. Untuk mencari dan mendapatkan solusi yang optimal yaitu dengan cara menggunakan strategi greedy by profit, atau greedy by weight, atau dapat juga diselesaikan dengan greedy by density. Setelah dilakukan analisis ternyata dapat dibuktikan bahwa algoritma greedy dapat mengurangi jumlah langkah kompleksitas pencarian.

Knapsack problem memiliki tiga jenis persoalan, yaitu:

1. *Knapsack 0-1*
2. *Knapsack Bounded*
3. *Knapsack Unbounded*

Knapsack yang dibahas pada makalah ini merupakan jenis knapsack 0-1. variabel keputusan yang diperoleh yaitu  $X_i$  bernilai 1 jika objek itu dipilih dan  $X_i$  bernilai 0 jika objek tidak dipilih.



**Gambar 2.3** Ilustrasi Penerapan Algoritma Knapsack

<sup>[5]</sup>Jika terdapat  $n$  buah benda, dimana masing-masing benda memiliki bobot  $w_i$  dan kapasitas maksimal tas adalah  $W$ . Maka persamaan umum untuk permasalahan Knapsack 0-1 adalah

$$\sum_{i=1}^n x_i w_i \leq W, x_i \in \{0,1\}$$

**Persamaan 2. 1** Permasalahan Knapsack 0-1

Nilai  $x_i$  yang akan menentukan apakah benda ke- $i$  tersebut akan dimasukkan kedalam tas atau tidak. Semua kombinasi akan dicoba sehingga ditemukan total bobot yang paling mendekati tetapi tidak melebihi kapasitas tas. Penyelesaian masalah ini ditampilkan dalam bentuk himpunan sebagai berikut:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n\}$$

$$; \left\{ \begin{array}{l} x_i = 1 \text{ bila objek ke } - i \text{ dimasukan} \\ \text{kedalam Knapsack} \\ x_i = 0 \text{ bila objek ke } - i \text{ tidak dimasukan} \\ \text{kedalam Knapsack} \end{array} \right.$$

**Persamaan 2. 2** Himpunan Permasalahan Knapsack 0-1

- **Algoritma Greedy**<sup>[2]</sup>

Algoritma greedy adalah algoritma untuk menyelesaikan permasalahan secara bertahap (Brassard G, 1996).

Tahap penyelesaiannya adalah:

1. Mengambil pilihan yang terbaik yang dapat diperoleh pada saat itu tanpa memperhatikan konsekuensi ke depan.
2. Berharap bahwa dengan memilih optimum lokal pada setiap langkah akan berakhir dengan optimum global.

Untuk memilih objek yang akan dimasukkan ke dalam Knapsack 0-1 terdapat beberapa strategi greedy yang heuristic (Silvano, 1990) yaitu:

- a. Greedy by profit

Knapsack diisi dengan objek yang mempunyai keuntungan terbesar pada setiap tahap. Objek yang paling menguntungkan dipilih terlebih dahulu untuk memaksimalkan keuntungan. Tahap pertama yang dilakukan mengurutkan secara menurun objek-objek

berdasarkan profitnya. Kemudian baru diambil satu-persatu objek yang dapat ditampung oleh knapsack sampai knapsack penuh atau sudah tidak ada objek lagi yang bisa dimasukkan.

b. Greedy by weight

Knapsack diisi dengan objek yang mempunyai berat paling ringan pada setiap tahap. Sebanyak mungkin objek dimasukkan ke dalam knapsack untuk memaksimalkan keuntungan. Tahap pertama yang dilakukan mengurutkan secara menaik objek-objek berdasarkan weight-nya. Kemudian baru diambil satu persatu objek yang dapat ditampung oleh knapsack sampai knapsack penuh atau sudah tidak ada objek lagi yang bisa dimasukkan.

c. Greedy by density

Knapsack diisi dengan objek yang mempunyai densitas terbesar pada setiap tahap. Memilih objek yang mempunyai keuntungan per unit berat terbesar untuk memaksimalkan keuntungan. Tahap pertama yang dilakukan adalah mencari nilai profit perunit (density) dari tiap-tiap objek. Kemudian objek-objek tersebut diurutkan berdasarkan densitynya. Kemudian baru diambil satu persatu objek yang dapat ditampung oleh knapsack sampai knapsack penuh atau sudah tidak ada objek lagi yang bisa dimasukkan. Algoritma greedy mengurangi jumlah langkah pencarian.

Secara umum teknik ini menggunakan *heuristic* untuk mencari solusi suboptimum sehingga diharapkan solusi optimum. Strategi greedy yang diterapkan pada 0-1 Knapsack:

- a. Pilih item yang memiliki nilai maksimum dari item-item yang tersedia, hal ini akan menambah nilai dari Knapsack dengan cepat.
- b. Pilih item yang memiliki bobot minimum dari item-item yang ada sehingga kapasitas terisi secara perlahan dan dapat memuat lebih banyak item.
- c. Pilih item yang memiliki nilai tinggi untuk bobot/berat.

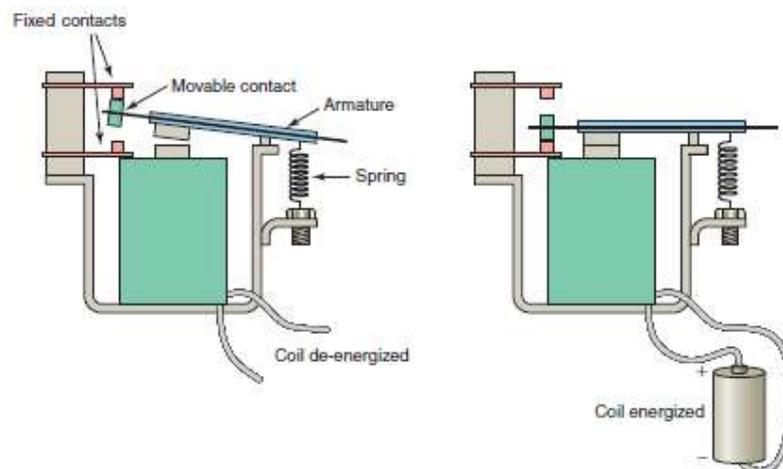
Setelah tiga strategi tersebut diterapkan dan diuji, maka didapat hasil terbaik dari aturan ketiga, yaitu memilih item bernilai tinggi dari rasio bobot terhadap berat.

## 2.4 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

- a. Electromagnet (Coil)
- b. Armature
- c. Switch Contact Point (Saklar)
- d. Spring



**Gambar 2. 4** Bagian-Bagian Relay