

# BAB 1

## USULAN GAGASAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat yang mendukung berbagai aktivitas di rumah, bisnis, dan industri. Seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan jumlah penduduk, konsumsi energi listrik terus meningkat. Hal ini dapat menimbulkan dampak negatif, terutama terhadap bangunan yang menggunakan energi listrik dalam jumlah besar, yang dapat meningkatkan risiko kebakaran [1]. Selain itu, penggunaan energi listrik yang berlebihan menimbulkan masalah dalam pengelolaan dan optimalisasi penggunaannya, terutama dalam skala kecil seperti kos, kantor, dan rumah tinggal. Salah satu contoh yang relevan adalah kos Gang Saleh, yang menjadi fokus penelitian ini karena penggunaan alat elektronik di tempat tersebut tidak seimbang, terjadinya mati listrik akibat sulitnya mengetahui penyebab matinya listrik pada kamar atau MCB (*Miniature Circuit Breaker*), tidak terpantaunya beban listrik di setiap kamar yang menyebabkan sulitnya menegur penghuni kos yang menggunakan beban berlebih, dan pemilik kos kesulitan dalam menyelesaikan masalah pemutusan listrik karena pemilik kos berdomisili di Bogor, sementara lokasi kos berada di Bandung.

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, dilakukan wawancara dan pengamatan langsung dengan pemilik kos. Dari hasil wawancara, diketahui bahwa kos ini memiliki 11 kamar dengan sistem listrik pascabayar. Pascabayar adalah kondisi penghuni menggunakan energi listrik terlebih dahulu, kemudian membayar tagihan sesuai dengan pemakaian listrik yang digunakan. Kos ini memiliki empat MCB, 3 di antaranya masing-masing digunakan untuk 3 kamar, dan satu MCB digunakan untuk 2 kamar. Setiap penghuni kamar membayar dengan biaya tetap antara Rp500.000 hingga Rp600.000 setiap bulan. Perbedaan harga kamar tergantung dari luas kamarnya dan harga setiap kamar sudah termasuk biaya listrik, air, dan tempat tinggal selama satu bulan.

Masalah utama yang terjadi pada rumah kos Gang Saleh adalah peristiwa MCB "menjepret". MCB adalah komponen saklar otomatis yang memutus aliran listrik apabila beban pada sirkuit listrik melebihi batas kemampuan komponen. Beban listrik berlebih terjadi karena daya alat elektronik yang digunakan melebihi batas. Di setiap kamar terdapat penggunaan alat elektronik yang berbeda-beda. Terdapat kamar yang memiliki alat elektronik seperti *rice cooker*, setrika, dan kipas. Namun, terdapat juga kamar yang memiliki lampu dan stopkontak. Penggunaan beban listrik yang tidak merata juga menjadi kekhawatiran pemilik kos karena

kondisi tersebut dapat menyebabkan pemadaman listrik atau turunnya MCB. Mati listrik pada rumah kos dapat menghentikan aktivitas penghuni yang dapat menjadi masalah bagi pemilik rumah kos. Selain itu, mati listrik secara tiba-tiba dapat mengakibatkan kerusakan peralatan elektronik.

Masalah ini berdampak pada pemilik rumah kos dalam mengidentifikasi sumber permasalahan karena harus memeriksa setiap kamar dan MCB satu per satu. Permasalahan semakin kompleks karena pemilik kos tinggal di luar kota, sedangkan penghuni tidak memahami cara mengidentifikasi atau menyelesaikan masalah tersebut. Selain itu, apabila terjadi pergantian penghuni atau terdapat penghuni yang tidak teratur, pemilik rumah kos akan kesulitan dalam menjaga penggunaan energi listrik.

Berdasarkan permasalahan yang dialami, dapat disimpulkan bahwa rumah kos Gang Saleh memiliki masalah penggunaan energi listrik yang berlebihan pada saat yang bersamaan. Ketidakseimbangan energi listrik yang digunakan oleh penghuni kos memerlukan solusi. Tanpa harus meningkatkan kapasitas daya listrik yang dapat menambah biaya, pemilik rumah kos ingin menjaga penggunaan energi listrik agar tetap berada dalam batas yang telah ditetapkan. Untuk menjaga keberlangsungan penggunaan energi listrik di rumah kos Gang Saleh, diperlukan sistem pemantauan yang dapat memantau konsumsi energi listrik di setiap kamar dan mencegah terjadinya mati listrik pada seluruh kamar kos.

## **1.2 Informasi Pendukung Masalah**

Kos Gang Saleh menggunakan satu unit meteran listrik untuk 11 kamar dengan kapasitas 1300 VA (*volt-ampere*) dan dibagi menjadi empat bagian MCB dengan batas arus 6 A (*ampere*). Berdasarkan spesifikasi yang dimiliki oleh rumah kos, pembagian kapasitas listrik untuk 11 kamar relatif rendah jika setiap kamar menggunakan 100 W (*watt*) secara bersamaan. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan pada setiap kamar untuk menjaga penggunaan energi listrik dan mencegah terjadinya mati listrik.

Setiap kamar tersedia lampu LED 7 W dan 2 stopkontak sebagai fasilitas untuk digunakan oleh penghuni kamar. Alat listrik yang tersedia cukup sedikit sehingga penghuni dapat membawa alat elektronik pribadi. Beberapa penghuni menggunakan stopkontak hanya untuk mengisi daya ponsel. Jika terdapat penghuni yang menggunakan alat elektronik seperti kipas angin, *rice cooker*, dan lainnya, maka hal tersebut dapat mengakibatkan ketidakseimbangan pemakaian listrik di setiap kamar. Apabila penggunaan alat elektronik tidak dijaga, hal tersebut dapat menyebabkan MCB memutuskan aliran listrik ke seluruh kamar kos.

### 1.3 Analisis Umum

Kos Gang Saleh menggunakan sistem listrik pascabayar. Namun, terdapat beberapa masalah, seperti penggunaan beban yang tidak merata, sulitnya pemilik kos dalam mengidentifikasi sumber gangguan saat terjadinya mati listrik, tidak terdapat pemantauan konsumsi listrik di setiap kamar, dan pemilik kos yang berdomisili di Bogor, sedangkan lokasi kos berada di Bandung sehingga sulitnya pemilik kos dalam mengatasi masalah. Masalah tersebut dapat memengaruhi beberapa aspek berikut ini.

#### 1.3.1 Aspek Lingkungan

Lampu konvensional dapat mempengaruhi penghematan energi listrik karena membutuhkan daya yang lebih besar dibandingkan lampu LED. Lampu LED lebih hemat energi, memiliki daya yang rendah, umur pakai lebih panjang, dan tetap menghasilkan cahaya yang cukup terang. Selain itu, membiarkan televisi tetap terhubung ke listrik meskipun dalam keadaan mati bisa berisiko terjadi lonjakan tegangan secara tiba-tiba [2].

Teknologi energi yang berkelanjutan sangat dibutuhkan untuk menggantikan sumber pembangkit listrik konvensional seperti bahan bakar fosil, seiring dengan meningkatnya permintaan global, terutama di negara maju dan berkembang. Sumber energi berbasis fosil menyebabkan masalah lingkungan yang merugikan, seperti pemanasan global dan perubahan iklim [3].

#### 1.3.2 Aspek Ekonomi

Tingginya penggunaan energi listrik di rumah sering kali menjadi tantangan dalam mengelola peralatan elektronik seperti lampu, kipas angin, kulkas, dan televisi. Sulitnya mengatur penggunaan listrik oleh penghuni rumah berdampak pada biaya energi yang harus dibayarkan [4]. Dalam penggunaan listrik pascabayar, pencatatan kWh (*kilowatt-hour*) meter yang tidak dilakukan secara rutin dan tepat waktu pada sistem listrik pascabayar dapat mengurangi efisiensi penggunaan energi listrik [5].

Rumah kos Gang Saleh tidak memiliki sistem pemantauan listrik per kamar. Hal ini dapat menimbulkan ketidakpastian dalam pengelolaan energi listrik. Tanpa adanya pemantauan daya listrik per kamar, terdapat kemungkinan terjadinya penggunaan daya listrik yang berlebihan yang dapat meningkatkan risiko MCB memutus aliran listrik. MCB yang memutus aliran listrik terus-menerus dapat menyebabkan listrik hidup dan mati secara tiba-tiba. Apabila terdapat alat elektronik yang disambungkan ke sumber listrik saat terjadinya listrik mati, maka alat elektronik tersebut dapat berpotensi untuk rusak. Selain itu, MCB yang terus menerus

mengalami pemutusan, dapat berpotensi rusak sehingga perlu untuk diganti. Hal ini dapat merugikan pemilik kos dan penghuni kos secara ekonomi.

### 1.3.3 Aspek Teknologi

Kurangnya pengembangan rumah pintar secara optimal dapat menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan penghuni rumah seperti kenyamanan, keamanan, dan efisiensi energi. Rumah yang tidak dilengkapi teknologi pintar yang terintegrasi dapat mengurangi kemampuan untuk merespons kebutuhan dan perilaku penghuni secara otomatis dan efektif [6].

### 1.3.4 Aspek Keamanan

Kurangnya perhatian individu terhadap protokol keselamatan, seperti mengamankan pintu atau mematikan perangkat, dapat menyebabkan risiko keamanan yang serius serta pemborosan energi dan biaya listrik yang tinggi. Jika masalah ini diabaikan, dampaknya bisa berupa pencemaran lingkungan, beban sosial karena harus meminta bantuan orang lain, dan meningkatnya potensi ancaman keamanan [7].

### 1.3.5 Aspek Sosial

Pemenuhan kebutuhan listrik merupakan salah satu tantangan utama yang masih dihadapi di Indonesia. Keterbatasan negara dalam memenuhi kebutuhan listrik masih terlihat dari adanya sejumlah wilayah di Indonesia yang belum menerima pasokan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), sekitar 2.500 desa atau 7% dari total desa di Indonesia masih menunggu untuk mendapatkan akses listrik [8].

Dalam situasi rumah kos Gang Saleh, ketimpangan ini tercermin secara sosial ketika terdapat penghuni kamar yang menggunakan listrik berlebih yang dapat menyebabkan gangguan aktivitas penghuni yang lain. Penghuni yang diketahui menggunakan banyak alat elektronik memungkinkan untuk mendapat perlakuan yang berbeda, bahkan ketegangan di antara penghuni kos. Maka dari itu dibutuhkan sistem pemantauan penggunaan energi listrik setiap kamar yang dapat digunakan oleh pemilik kos sehingga pemilik dapat menetapkan kebijakan atau memberikan teguran berdasarkan informasi yang terdapat pada sistem.

## 1.4 Analisis Solusi yang Ada

Sistem energi berbasis IoT (*Internet of Things*) memungkinkan pemantauan dan pengaturan penggunaan energi secara *real-time*, sehingga berpotensi mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi energi. Namun, sistem ini memerlukan koneksi internet yang stabil untuk mengirimkan data secara langsung sehingga menjadi kurang efektif jika jaringan terganggu. Sistem ini memanfaatkan modul PZEM-004T untuk mengukur berbagai parameter,

seperti tegangan, arus, faktor daya, daya aktif, frekuensi, dan energi aktif. Mikrokontroler NodeMCU ESP32 digunakan untuk mengolah data dan menghubungkannya ke internet melalui platform Blynk, yang memungkinkan pemantauan data secara *online* di perangkat *mobile*. Selain itu, relay diintegrasikan untuk mengendalikan beban listrik [9].

Penerapan sistem pemantauan berbasis IoT memungkinkan pemilik kos memperoleh akses langsung ke data konsumsi energi. Sistem ini menyediakan informasi akurat tentang penggunaan energi di setiap unit dan memungkinkan prediksi kebutuhan energi di masa depan berdasarkan pola konsumsi sebelumnya. Namun, pendekatan ini kurang memperhatikan sistem yang dapat berfungsi dengan optimal dalam kondisi jaringan yang tidak stabil [10].

Penelitian ini menawarkan pendekatan manajemen energi yang efisien untuk mengatur konsumsi energi di kawasan perumahan secara sistematis, dengan tujuan mengurangi rasio puncak terhadap rata-rata dan menekan biaya listrik, tanpa mengorbankan kenyamanan pengguna. Pengembangan skema manajemen energi ini menggunakan metode MILP (*mixed integer linear programming*) yang menjadwalkan penggunaan perangkat pintar serta pengisian dan pengosongan kendaraan listrik (*Electric Vehicle*/EV) secara optimal untuk menekan biaya energi. Pada model yang diajukan, konsumen dapat memproduksi energi sendiri melalui mikrogrid yang dilengkapi dengan panel surya dan turbin angin. Penelitian ini juga mengintegrasikan sistem penyimpanan energi (*Energy Storage System*/ESS) untuk memaksimalkan pemanfaatan energi. Selain itu, prediksi energi dilakukan dengan memanfaatkan perkiraan kecepatan angin dan radiasi matahari guna mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien. Simulasi ekstensif dilakukan untuk memvalidasi skema berbasis MILP ini, dan hasilnya menunjukkan bahwa teknik penghematan energi yang diusulkan efektif dan efisien [11].

Penggunaan metode respons permintaan berdasarkan harga (*Demand Response*/DR) dengan algoritma pencarian bakteri yang didorong angin (*Wind-Driven Bacterial Foraging Algorithm*/WBFA) untuk manajemen energi di rumah pintar dapat membantu mengoptimalkan pemakaian listrik. Metode ini menjadwalkan perangkat pintar agar beroperasi pada waktu ketika harga listrik lebih rendah. Algoritma ini memadukan keunggulan dari optimasi berbasis angin (*Wind-Driven Optimization*/WDO) dan optimasi pencarian bakteri (*Bacterial Foraging Optimization*/BFO) sehingga dapat menurunkan biaya listrik, mengurangi beban puncak, dan meningkatkan kenyamanan bagi pengguna. Metode ini memungkinkan perangkat rumah tangga diatur secara otomatis tanpa perlu campur tangan langsung dari pengguna, yang membantu kurangnya pengetahuan konsumen tentang cara menghemat energi [12].

Penggunaan IoT dalam manajemen energi cerdas dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini, sistem manajemen berbasis IoT mampu mengontrol pencahayaan dan pendingin udara secara otomatis dengan mendeteksi keberadaan pengguna di dalam ruangan, serta dapat dikendalikan langsung oleh pengguna. Selain itu, disediakan *website* untuk memantau dan mengendalikan perangkat elektronik sehingga mempermudah pengguna dalam menjalankan fungsinya. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti kebutuhan sumber daya yang besar untuk pengembangan dan pemeliharaan sistem, serta tantangan dalam integrasi dengan sistem yang sudah ada [13].

Solusi lainnya adalah penelitian mengenai penggunaan lampu pintar berbasis IoT yang dapat menghemat energi secara signifikan dengan mendeteksi keberadaan manusia secara otomatis. Lampu hanya akan menyala ketika dibutuhkan, dan pengguna dapat mengontrolnya dari jarak jauh melalui perangkat yang terhubung ke internet, sekaligus menerima notifikasi perawatan jika terjadi kerusakan. Namun, teknologi ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk ketergantungan pada koneksi internet yang stabil dan biaya awal yang relatif tinggi untuk perangkat serta instalasinya [14].

Penggunaan program DR dengan skema RTP (*Real Time Pricing*) yang merupakan metode penetapan harga listrik yang dapat berubah-ubah sesuai dengan waktu dan kondisi permintaan. Hal ini memungkinkan pengurangan beban puncak listrik dan efisiensi pengeluaran energi rumah tangga melalui sistem otomatisasi manajemen energi rumah (*Home Energy Management System/HEMS*). Program ini membantu pengguna menghemat biaya sekaligus menjaga keuntungan bagi distributor. Namun, penerapan program ini memiliki tantangan dalam pemrosesan data besar dan kebutuhan komputasi tinggi untuk menetapkan harga yang sesuai serta mengelompokkan konsumen secara akurat [15].

## **1.5 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1**

Mati listrik yang diakibatkan oleh MCB putus dan penggunaan alat elektronik yang tidak seimbang merupakan permasalahan dibutuhkannya sistem pemantauan. Pengelolaan energi di kos tersebut memerlukan sistem yang tidak hanya memantau penggunaan listrik, tetapi juga mampu mengontrol penggunaan konsumsi listrik secara jarak jauh. Saat ini, tidak ada sistem pemantauan yang dapat memberikan informasi penggunaan energi listrik setiap kamar dan juga tidak ada pengendalian yang dapat menjaga rumah kos dari mati listrik. Maka pemantauan tidak dapat dilakukan untuk mencegah penggunaan energi listrik yang berlebihan.