

# LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

## **APIK : Sistem Pengendali Alat Elektronik Pada *Smart Building* Untuk Mendukung *Building Energy Management System***



Penyusun:

Dimas Aldio Ilham Agusta (17524006)

Galang Cahyo Rahino (17524040)

Muhammad Rijal Zuhdi (17524092)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

# **APIK : Sistem Pengendali Alat Elektronik Pada *Smart Building* Untuk Mendukung *Building Energy Management System***

Penyusun:

Dimas Aldio Ilham Agusta (17524006)

Galang Cahyo Rahino (17524040)

Muhammad Rijal Zuhdi (17524092)

Yogyakarta, 21 Juni 2021

Dosen Pembimbing 1



Husein Mubarak, S.T.,M.Eng.

095240402

Dosen Pembimbing 2



Dzata Farahiyah, S.T., M.Sc.

155220509

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**APIK : Sistem Pengendali Alat Elektronik Pada Smart Building Untuk Mendukung Building Energy Management System**

**Disusun oleh:**

Dimas Aldio Ilham Agusta (17524006)  
Galang Cahyo Rahino (17524040)  
Muhammad Rijal Zuhdi (17524092)

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
Pada tanggal: 30 Juni 2021

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Husein Mubarak, S.T., M.Eng.,

Anggota Penguji 1 : Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng.,

Anggota Penguji 2 : Dr. Hendri Himawan Triharminto,

Tugas Akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 16 Juli 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini Kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan Kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 30 Juni 2021

Dimas Aldio Ilham Agusta (17524006)



Galang Cahyo Rahino (17524040)



Muhammad Rijal Zuhdi (17524092)



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	2
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	3
PERNYATAAN	4
<b>DAFTAR ISI</b>	5
<b>RINGKASAN TUGAS AKHIR</b>	7
<b>BAB 1 : Definisi Permasalahan</b>	8
1.1 Latar Belakang	8
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Batasan Masalah	9
1.4 Tujuan	9
<b>BAB 2 : Observasi</b>	10
<b>BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem</b>	13
<b>3.1 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem</b>	23
<b>BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem</b>	24
<b>4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem</b>	24
4.1.1 Konektivitas Jaringan Internet	25
4.1.2 Bentuk desain alat	25
<b>4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya</b>	26
<b>4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi</b>	28
<b>BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis</b>	30
<b>5.1 Hasil dan Analisis Implementasi</b>	30
5.1.1 Implementasi Pengujian 802.11g	30
5.1.2 Implementasi Pengujian mode 802.11g	31
5.1.3 Implementasi Pengujian mode 802.11g	32
5.1.4 Analisis implementasi pengujian	33
<b>5.2 Pengalaman Pengguna</b>	33
<b>5.3 Dampak Implementasi Sistem</b>	35
5.3.1 Teknologi/Inovasi	35
5.3.2 Ekonomi	36

**BAB 6 : Kesimpulan dan Saran**

38

**6.1 Kesimpulan**

38

**6.2 Saran**

39

**LAMPIRAN – LAMPIRAN**

41



## RINGKASAN TUGAS AKHIR

Masih banyak orang yang sering sekali meninggalkan kediamannya dalam keadaan peralatan masih menyala alhasil tagihan listrik menjadi membengkak, solusi untuk menangani hal tersebut yaitu dengan membuat alat kendali jarak jauh peralatan elektronik yang dapat mendukung terciptanya *Smart Building untuk Building Energy Management System* bernama APIK (Alat Pengendali Elektronik). Sistem yang dibuat menggunakan beberapa komponen seperti Mikrokontroler ESP32 yang sudah *support Wi-Fi*, untuk kendalinya menggunakan *relay 4 channel*, setelah itu menggunakan *converter AC to DC* agar dapat mengubah ke sumber listrik mikrokontroler. Desain awal *body* alat yang dibuat menyerupai terminal stopkontak agar peralatan elektronik bisa langsung tersambung ke sistem, namun realisasinya diubah ke bentuk yang lebih mendukung terciptanya *Smart Building untuk Building Energy Management System* dengan *coverage area* yang dapat mencakup satu gedung. - Pengujian menggunakan 3 jenis mode pada wifi indihome, yaitu 802.11b, 802.11g dan 802.11n Untuk mode 802.11b mendapatkan rata-rata 11,88 detik, untuk mode 802.11g mendapatkan rata-rata 11,29 detik serta untuk mode 802.11n mendapatkan rata-rata 8,13 detik. Berdasarkan hasil rata-rata dari ketiga jenis pengujian diatas, dapat diambil analisis bahwa semakin cepat koneksi internet yang digunakan oleh pengguna maka semakin cepat pula waktu respon APIK sebagai fungsi kendali, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kecepatan internet sangat mempengaruhi kualitas kerja sistem APIK. Untuk dampak implementasi yang dapat diberikan APIK yaitu dampak teknologi dan ekonomi, untuk dampak teknologi, fungsi dari alat ini mirip dengan stop kontak yang dikeluarkan *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi* dan MCB 1 fase 10A, yang membedakan alat ini dengan yang lain adalah alat ini dapat dioperasikan secara jarak jauh menggunakan aplikasi sosial media *Telegram bot* dibandingkan MCB biasa yang hanya bisa dikendalikan secara manual, sedangkan untuk dampak implementasi ekonomi yaitu harga jual *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi* lebih mahal ketimbang APIK yang hanya memiliki harga produksi sebesar Rp.170.000,- dengan fungsi yang sama dan fungsi penghematan yang sama.

## BAB 1 : Definisi Permasalahan

### 1.1 Latar Belakang

Di zaman sekarang, kebutuhan seseorang terhadap teknologi semakin besar, semakin besarnya kebutuhan seseorang terhadap teknologi maka semakin besar pula permintaan akan teknologi, di Indonesia hal tersebut disikapi dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi yang ada. Menurut Badan Pusat Statistik, perkembangan indeks pembangunan teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK) di Indonesia mengalami kenaikan tahun ke tahun, seperti pada tahun 2017 dari nilai skala 0-10 nilai IP-TIK Indonesia berada pada nilai 4,99 yang itu lebih tinggi dari tahun tahun sebelumnya [1]. Dilihat dari cepatnya perkembangan teknologi maka bisa memicu untuk munculnya ide ide baru, inovasi baru yang dapat membantu manusia dalam kehidupan sehari hari. Semakin tingginya kebutuhan seseorang terhadap teknologi maka dapat dipastikan semakin tinggi pula kebutuhan seseorang terhadap energi listrik, karena hampir seluruh teknologi di zaman sekarang membutuhkan tenaga yang berasal dari listrik seperti lampu rumah, kulkas, mesin cuci, dan masih banyak lagi. Menurut Kementerian ESDM, penggunaan energi listrik di Indonesia meningkat, yang awalnya pada tahun 2015 hanya menggunakan 910 kilowatt jam (KwH), menjadi 1084 kilowatt jam (KwH) pada tahun 2019, serta diproyeksikan pada tahun 2020 akan meningkat ke angka 1142 kilowatt jam(KwH) [10].

Menurut *American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE)*, *Smart Building* adalah sebuah bangunan yang dapat membuat penggunaanya merasa nyaman dan produktif dengan hanya menggunakan energi yang lebih sedikit dari rumah pada umumnya [2]. Menurut Deborah, *Smart Building* adalah sebuah rumah dengan menggunakan *Internet of Things (IoT)* yang mengatur segala sesuatu di bangunan itu dari konstruksinya sampai ke manajemen energinya dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan aset di gedung itu [3]. Menurut A Zannela, dkk, *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah teknologi dimana antar objek dalam kehidupan sehari hari yang didalamnya terdapat mikrokontroler dan *transceiver* sehingga antar objek tersebut dapat saling berkomunikasi satu sama lain dengan pengguna melalui internet [4]. Dari beberapa pendapat diatas maka dapat diambil sebuah pengertian yaitu *Smart Building* yaitu sebuah bangunan dengan tujuan membuat penghuninya memaksimalkan penggunaan energi tetapi dengan meminimalkan pengeluaran menggunakan sistem *Internet of Things (IoT)* dengan kendali jarak jauh untuk mengatur penggunaan energi di bangunan tersebut.

Masih banyak orang yang sering sekali meninggalkan rumahnya dalam jangka waktu yang lama tetapi dengan keadaan alat alat elektronik yang masih menyala, dari permasalahan itu munculah gagasan untuk membuat sebuah alat yang bisa membantu penghematan biaya sehari hari. Pada tulisan ini alat yang dibuat bernama APIK (Alat Pengendali Elektronik) yaitu sebuah



sistem pengendali *Smart Building* untuk peralatan elektronik didalamnya. Peralatan elektronik yang dapat diawasi dan dapat dikontrol penggunaannya melalui *Internet of Things* yang diakses melalui jarak jauh.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka bisa didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana proses cara pembuatan APIK sehingga bisa menjadi sistem pendukung *Smart Building*?
- Adakah pengaruh jarak antara pengguna dengan APIK untuk respon APIK terhadap perintah pengguna?
- Seberapa tinggi tingkat keberhasilan respon APIK saat digunakan?
- Seberapa lama waktu yang dibutuhkan APIK untuk merespon perintah dari pengguna?

## 1.3 Batasan Masalah

- Menggunakan platform sosial media yaitu *Telegram bot* sebagai media pengendali alat
- Hanya difokuskan ke pengendalian alat tanpa monitoring data lainnya
- Pada proses pengendalian di *Telegram bot* hanya bisa melakukan *on/off* tiap *relay* atau semua *relay* sekaligus serta cek status *on/off relay*
- Penyambungan jaringan *Wi-Fi* bisa dilakukan tanpa perlu pengguna mengedit di *script*
- Alat dibuat dalam bentuk 4 colokan dengan tiap colokan terdapat channel *relay* yang mengontrol peralatan elektronik yang tersambung

## 1.4 Tujuan

- Mendeskripsikan proses cara pembuatan APIK sehingga bisa menjadi sistem pendukung *Smart Building*.
- Mengidentifikasi pengaruh jarak antara pengguna dengan APIK untuk respon APIK terhadap perintah pengguna.
- Mengidentifikasi tingkat keberhasilan respon APIK saat digunakan.
- Mengidentifikasi waktu yang dibutuhkan APIK untuk merespon perintah dari pengguna.

## BAB 2 : Observasi

Observasi yang telah dilakukan yaitu dengan membandingkan beberapa penelitian-penelitian yang sudah ada dan juga melakukan wawancara kepada narasumber untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Oleh sebab itu, pada *Smart Building* yang diusulkan sudah sesuai dengan batasan-batasan yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka pada tahapan observasi yang dilakukan yaitu diawali dengan mengumpulkan informasi-informasi penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Selain observasi, informasi mengenai kebutuhan apa saja yang akan diinginkan oleh pengguna juga telah dikumpulkan. Sasaran pengguna dalam alat ini adalah para mahasiswa yang jarang sekali berada di rumah ataupun kos karena terdapat kesibukan. Terdapat dua hal utama sebagai output dari proses observasi yang telah dikumpulkan, yang pertama adalah informasi dan solusi yang memungkinkan serta spesifikasi sistem yang akan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Tabel 2.1 menampilkan beberapa kumpulan sumber informasi yang menunjukkan beberapa alternatif solusi yang telah dibuat saat ini untuk membantu sistem pengendali alat elektronik pada *Smart Building*

Tabel 2.1. Kumpulan solusi yang identik dengan proyek tugas akhir

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Erwan Eko Prasetyo. (2017) [4]	Aplikasi <i>Internet of Things (IoT)</i> menggunakan mikrokontroler NodeMCU E12 <i>Wi-Fi</i> , <i>Relay Driver</i> , <i>LED indicator</i> , dan Sensor PIR	Hasil perancangan aplikasi pembelajaran sudah berjalan dengan baik, namun aplikasi hanya dapat dipasang di perangkat <i>Operating System Android</i> versi 4.2.2
Harun Sujadi, dkk. (2019) [5]	Rancang Bangun <i>Prototype Smart Office system</i> menggunakan Arduino Mega 2650, sensor RFID, sensor LDR, sensor DHT11, dan <i>relay</i>	Hasil perancangan sudah baik, namun tidak dijelaskan secara detail dalam monitoring sistemnya.
Suwito, dkk. (2018) [6]	Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada <i>Smart Class</i> menggunakan <i>power line carrier</i>	Hasil perencanaan sudah baik mencapai 97%, namun terjadi kegagalan pada data slave
I.A. Rozaq, dkk. (2017) [7]	Efisiensi Energi <i>Smart Home</i> (rumah Pintar) menggunakan sensor LDR dan receiver <i>relay</i> dengan mikrokontroler MikroATMega 8535.	Hasil perencanaan sudah berjalan dengan baik, namun pada <i>system</i> ini hanya dapat dilakukan kendali menggunakan <i>remote</i> sejauh 90 meter.
Fauzan Masykur, dkk. [8]	Aplikasi Rumah Pintar ( <i>Smart Home</i> ) Pengendali Peralatan Elektronik menggunakan raspberry Pi	Konsep <i>IoT</i> sudah terlihat dengan baik dengan menggunakan aplikasi raspberry dimana pada pembuatan web menggunakan <i>system</i> operasi <i>software</i> PHP5. Dimana pada fitur web ada 6 tombol, 3 tombol <i>on</i> , dan 3 tombol <i>off</i> .

Dari studi literatur yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa poin penting yaitu dalam pengendalian alat elektronik secara jarak jauh umumnya menggunakan *relay* sebagai modul pengendali, mikrokontroler dan modul sim sebagai media *Internet of Things*. Sesuai dengan target pengguna yaitu mahasiswa, maka hasil dari studi literatur sangat cocok dikarenakan beberapa

komponen masih tergolong murah, tetapi dari studi literatur yang ada belum ditemukan solusi yang cocok untuk konsep *IoT*, sehingga masih diperlukan observasi lebih lanjut berupa wawancara langsung dengan pengguna.

Tahapan proses survei menggunakan sampel yang berjumlah dua orang, alasan digunakannya sampel hanya berjumlah 2 orang karena dari kedua sampel tersebut sudah bisa mewakili kriteria target pengguna yaitu orang yang memiliki kesibukan di luar kediaman dan sering lupa mematikan perangkat elektroniknya. Sampel yang digunakan memiliki kesibukan di bidang asistensi jurusan dan kerja *part time*, kedua sampel tersebut memiliki jam kerja berkisar 4-6 jam pada *weekday* serta sudah mengakui bahwa sering sekali meninggalkan peralatan elektroniknya dalam keadaan menyala dikarenakan terburu-buru untuk berangkat ke tempat kesibukannya. Berdasarkan hasil informasi yang didapatkan dari hasil survei/wawancara dengan sampel, maka dapat ditentukan daftar spesifikasi dari sistem yang akan dikembangkan sebagai solusi permasalahan yang diangkat sesudah mendapatkan sampel yang tepat, beberapa pertanyaan telah disiapkan, dengan tujuan memperoleh informasi-informasi yang dapat membantu dalam menentukan spesifikasi apa saja yang diperlukan dari sistem pengendali alat elektronik pada *Smart Building*. melakukan persiapan berupa daftar pertanyaan yang dapat bermanfaat untuk membantu menentukan spesifikasi sistem dan kebutuhan pengguna. Berikut ini adalah daftar pertanyaan yang telah dibuat beserta tanggapan yang diberikan dari narasumber (Tabel 2.2). Adapun beberapa pertanyaan yang disiapkan dan respon dari sampel adalah sebagai berikut

Tabel 2.2. Hasil survei antara pengembang dan sampel

Pertanyaan	Alasan Mengajukan Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Selama berada di kos sendiri apakah sering meninggalkan kos?	Pertanyaan ini diajukan karena latar belakang dari permasalahan adalah masih seringnya seseorang meninggalkan tempat tinggalnya	Sering terlebih sekarang iki sedang mengurus KKN dan meninggalkan kos kalo ada kebutuhan proker KKN dan beli makanan
Sering keganggu tidak mas pada saat keluar kos setelah itu teringat seperti sudah mematikan alat elektronik apa belum?	Pertanyaan diajukan karena terkadang seseorang meninggalkan kos atau tempat tinggal dengan terburu-buru sehingga lupa mematikan perangkat elektroniknya	Iya mas, kebetulan pernah ada kejadian kabel setrika terbakar karena setrika masih nyala, jadi terkadang juga was was
Kira-kira apakah akan merasa terbantu jika ada alat yang bisa di cek status <i>on/off</i> dan dikendalikan <i>on/off</i> pada alat elektronik di kos? alatnya bisa dikendalikan lewat internet jadi dalam pemantauan dan kendalinya dapat dilakukan secara jarak jauh	Pertanyaan ini diajukan karena nantinya dalam pembuatan sebuah alat pengendali perangkat elektronik berbasis <i>iot</i> ini bertujuan untuk membantu memudahkan pengguna jika keluar kos atau tempat tinggalnya lupa mematikan alat elektronik dan pengguna dapat mengendalikan secara jarak jauh tanpa harus mematikan perangkat elektronik dengan cara balik ke tempat tinggalnya	Saya kira membantu mas, apalagi bisa <i>remote</i> dari jarak jauh.

Pertanyaan	Alasan Mengajukan Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Yang terhubung dengan terminal stop kontak biasanya digunakan alat apa saja mas?	Pertanyaan ini diajukan guna mengetahui alat elektronik apa yang sering digunakan oleh pengguna dan jika ditinggalkan lama apakah akan terjadi pemborosan listrik	Untuk dispenser, charger, kipas dan setrika mas biasanya
Menurut mas kira-kira lebih tertarik media pengendali dari aplikasi sendiri atau dari <i>Telegram bot</i> ?	Pertanyaan ini diajukan karena ingin memastikan ke pengguna apakah pengguna tertarik dengan penggunaan telegram sebagai media kendali karena telegram lebih mudah digunakan oleh semua orang dan keamanan yang ditawarkan lebih aman	Saya rasa lebih praktis jika via sosmed yang sudah ada di hp, karena kebetulan hp saya juga sudah penuh storagennya kalo buat install aplikasi lagi



### BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

. Sistem pengendali alat elektronik pada *Smart Building* dirancang untuk memudahkan pengguna yang sering meninggalkan tempat tinggalnya agar dapat dengan mudah mengecek kondisi pada perangkat elektronik yang masih menyala atau sudah mati dan dapat dikendalikan dari jarak jauh. Beberapa tahapan perlu dilakukan sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering design*. Adapun tahap tersebut *understanding*, *exploration*, dan *Implementation*. Proposal ini adalah sebagai suatu cara untuk memenuhi standar keteknikan dalam perancangan sistem meliputi tahapan *understanding*, *exploration*, dan *Implementation*. Tahapan-tahapan tersebut seperti siklus yang didalamnya dapat terjadi perubahan, perbaikan, maupun penambahan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan pengguna (Gambar 3.1)

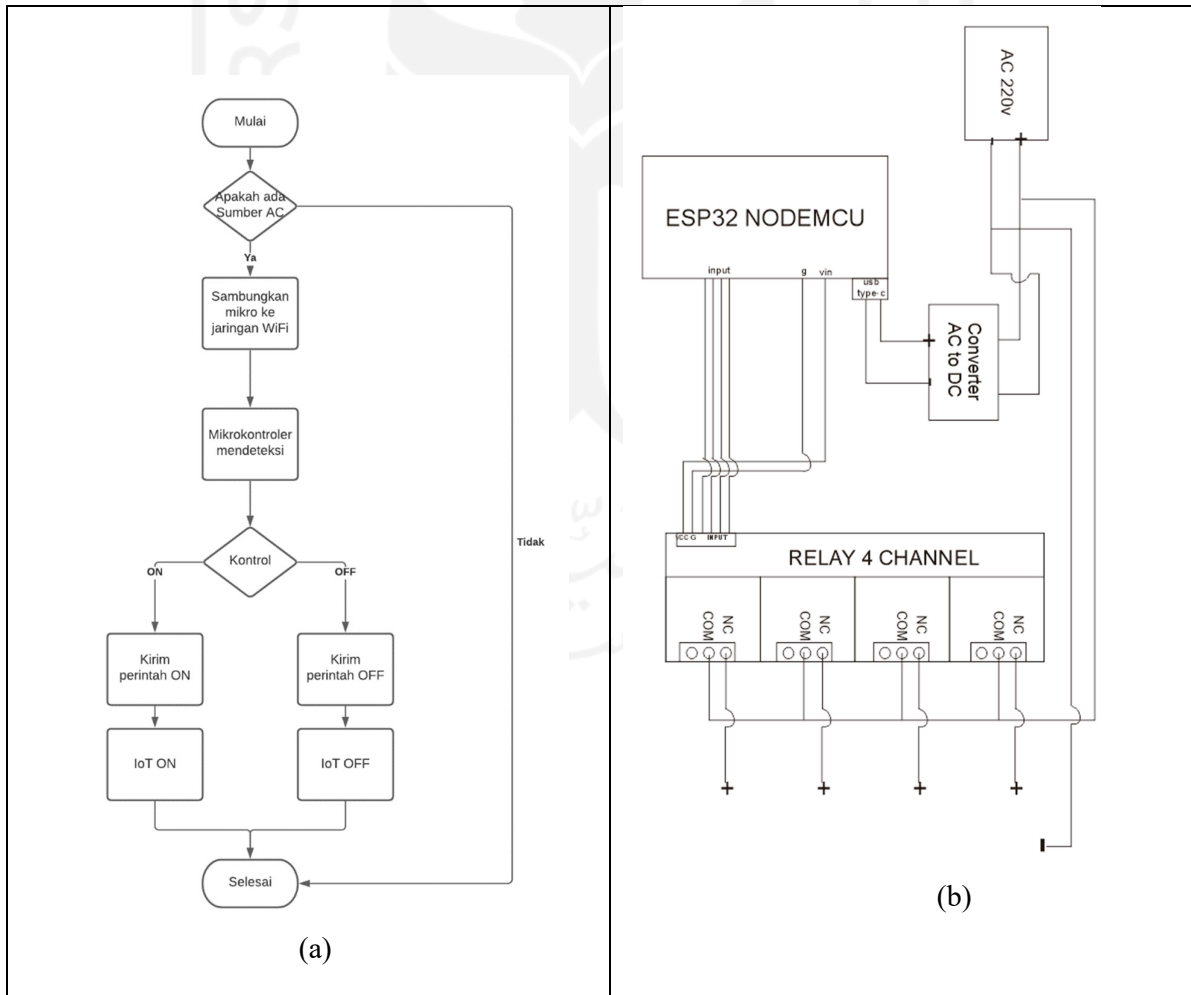


Gambar 3.1. Siklus perancangan suatu sistem rekayasa

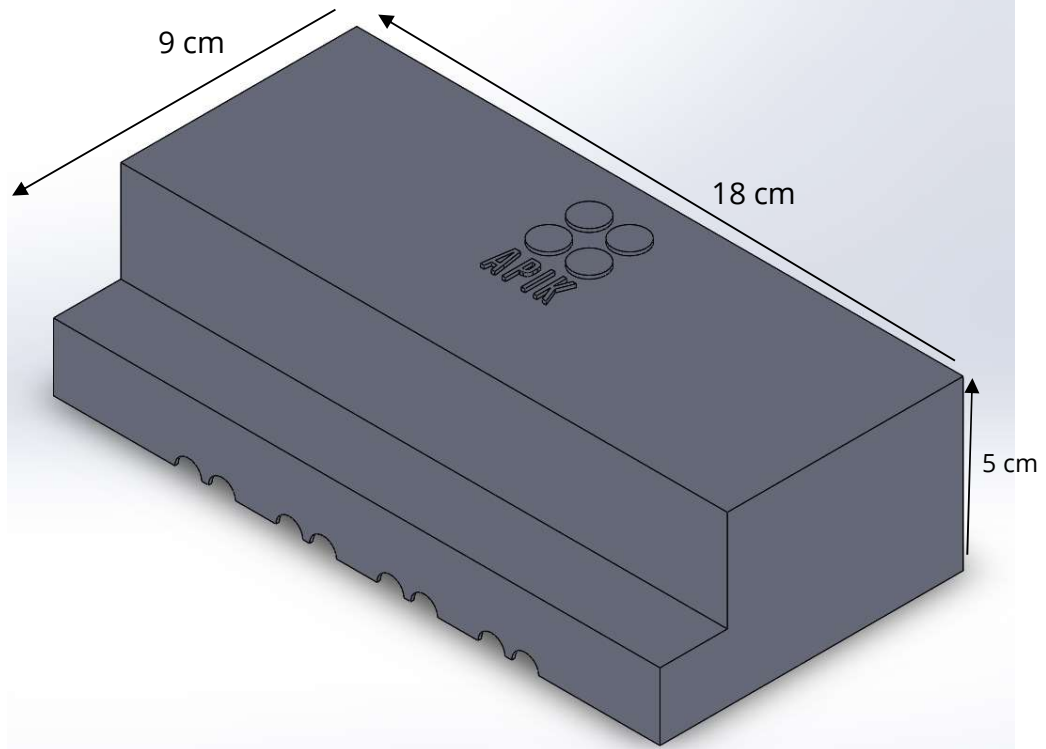
Tahapan *understanding* adalah bagaimana pengembang sistem memahami masalah dengan baik dan menentukan secara spesifik masalah yang akan diselesaikan dengan sistem yang dirancang. *Exploration* adalah tahapan untuk mengumpulkan seluruh informasi agar sistem yang dikembangkan telah mempertimbangkan berbagai macam aspek. Sedangkan untuk *Implementation* yaitu tahapan untuk melakukan pemasangan sekaligus uji coba alat ke pengguna. Pada pembahasan sebelumnya, dapat ditentukan permasalahan beserta kebutuhan pengguna. Pada tahapan ini diusulkan suatu perancangan sistem yang akan menjadi solusi awal dalam menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan beserta spesifikasi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Sistem ini bernama APIK atau Alat Pengendali Elektronik. APIK merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk mewujudkan konsep *Smart Building*. Sesuai namanya sistem ini mengedepankan sistem kendali berbasis *IoT* dengan biaya produk murah.

Pada bagian *hardware* menggunakan ESP32 Nodemcu sebagai mikrokontroler dengan *relay* sebagai pengendali. Untuk pengiriman data menggunakan fitur *Wi-Fi* yang terdapat pada modul ESP32 Nodemcu. Satu sistem APIK dapat digunakan untuk alat kendali maksimal 4 buah saklar atau terminal. Untuk bentuk dan ukuran alat ini memiliki ukuran 18 x 9 x 5 cm, sedangkan rancangan dari *body* yaitu seperti pada tabel dibawah. Sumber tenaga menggunakan listrik PLN AC 220V yang di dalam *body* tersebut terdapat *relay* 4 channel, *converter AC to DC*, dan modul ESP32 Nodemcu.

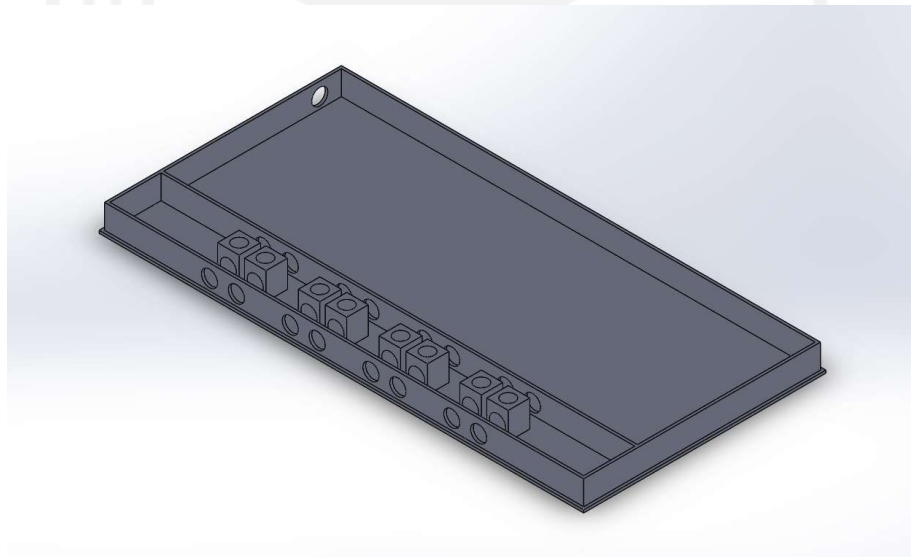
Secara umum cara kerja APIK adalah saat sistem tersambung dengan sumber *AC* maka APIK akan mengirimkan data menggunakan *Wi-Fi* sebagai jaringan internetnya, setelah tersambung dengan jaringan internet, sistem kendali dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi sosial media *Telegram*. Pada sistem kendali *IoT*, pengguna menggunakan devicenyanya untuk memberikan perintah ke APIK melalui *Telegram bot*, selanjutnya *Telegram bot* akan merespon dan melakukan konfirmasi ulang ke pengguna untuk perintah yang dikirimnya, setelah terkonfirmasi maka perintah akan disalurkan ke APIK dan APIK akan merespon sesuai dengan perintah yang dikirimkan oleh pengguna.



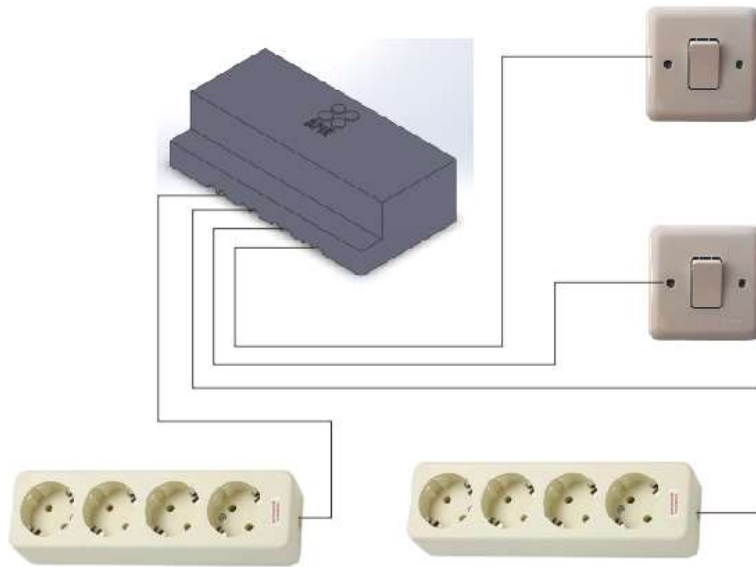
Bagian Atas



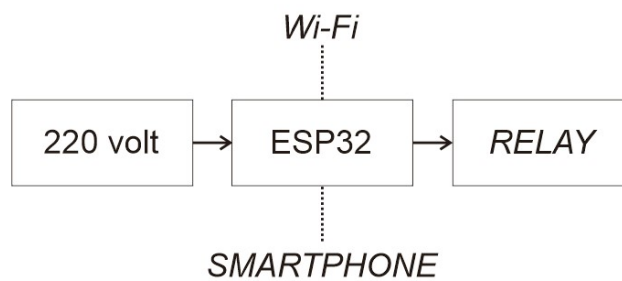
Bagian Dalam Alat



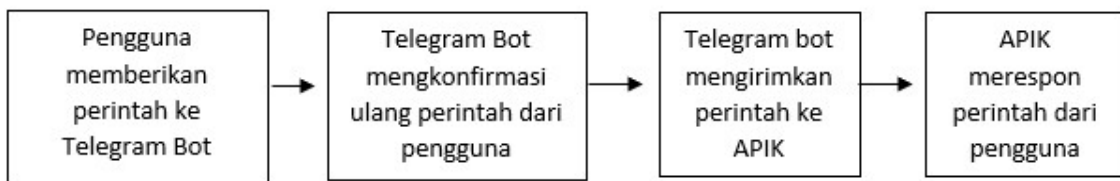
(c)



(d)



(e)



(f)

PROGRAM CONTROL\_RELAY\_DENGAN\_TELEGRAM\_BOT

BEGIN

Int mybot

String msg



```
Int Relay1, Relay2, Relay3, Relay4, RELAY_1_ON, RELAY_1_OFF, RELAY_2_ON, RELAY_2_OFF,
RELAY_3_ON, RELAY_3_OFF, RELAY_4_ON, RELAY_4_OFF, SEMUA_RELAY_ON,
SEMUA_RELAY_OFF, TIDAK, Relay_1, Relay_2, Relay_3, Relay_4, TampilkanTombol
```

```
String Status_Relay_1, Status_Relay_2, Status_Relay_3, Status_Relay_4, token
```

#### ALGORITMA

```
Output ('memulai koneksi')
```

```
If ('mybot.TestConnection = 1')
```

```
    Output ('Koneksi Ke Telegram BOT Berhasil!')
```

```
Else
```

```
    Output ('Tidak Terkoneksi Ke Telegram BOT')
```

```
Relay1 = 1, Relay2 = 1, Relay3 = 1, Relay4 = 1
```

```
msg.txt = "Relay 1", "Relay 2", "Relay 3", "Relay 4", "Semua Relay ON", "Semua Relay OFF", "Cek Status"
```

```
TampilkanTombol = 0
```

```
If (msg.text = '/start')
```

```
    Output ('Assalamualaikum')
```

```
    Output ('Halo... Selamat Datang Di APIK Elektro UII Bot. Gunakan tombol dibawah untuk mengontrol
```

```
relay(channel/colokan) 📌')
```

```
While (msg.text = 'Relay 1')
```

```
If (Relay_1 == 1)
```

```
    Output ('Saat ini Relay 1 dalam keadaan ON, Apakah anda ingin mematikan Relay 1?')
```

```
Else
```

```
Output ('Saat ini Relay 1 dalam keadaan OFF, Apakah anda ingin mematikan Relay 1?')
```

```
While (msg.text = 'Relay 2')
```

```
If (Relay_2 == 1)
```

```
    Output ('Saat ini Relay 2 dalam keadaan ON, Apakah anda ingin mematikan Relay 2?')
```

```
Else
```

```
Output ('Saat ini Relay 2 dalam keadaan OFF, Apakah anda ingin mematikan Relay 2?')
```

```
While (msg.text = 'Relay 3')
```

```
If (Relay_3 == 1)
```

```
    Output ('Saat ini Relay 3 dalam keadaan ON, Apakah anda ingin mematikan Relay 3?')
```

```
Else
```

```
Output ('Saat ini Relay 3 dalam keadaan OFF, Apakah anda ingin mematikan Relay 3?')
```

```
While (msg.text = 'Relay 4')
```

```
If (Relay_4 == 1)
```

```
    Output ('Saat ini Relay 4 dalam keadaan ON, Apakah anda ingin mematikan Relay 4?')
```

```
Else
```

```
Output ('Saat ini Relay 4 dalam keadaan OFF, Apakah anda ingin mematikan Relay 4?')
```

```

While (msg.text = 'Semua Relay ON')
    Output ('Apakah anda ingin menyalakan Semua Relay?')
While (msg.text = 'Semua Relay OFF')
    Output ('Apakah anda ingin mematikan Semua Relay?')
While (msg.text = 'Cek Status')
If (Relay 1 == 1)
    Output (Status_Relay_1 = 'Relay 1 ON')
Else
Output (Status_Relay_1 = 'Relay 1 OFF')
If (Relay 2 == 1)
    Output (Status_Relay_2 = 'Relay 2 ON')
Else
Output (Status_Relay_2 = 'Relay 2 OFF')
If (Relay 3 == 1)
    Output (Status_Relay_3 = 'Relay 3 ON')
Else
Output (Status_Relay_3 = 'Relay 3 OFF')
If (Relay 4 == 1)
    Output (Status_Relay_4 = 'Relay 4 ON')
Else
Output (Status_Relay_4 = 'Relay 4 OFF')
Output ('Status saat ini : \n\n👉 " + Status_Relay_1 + "\n\n👉 " + Status_Relay_2 + "\n\n👉 " + Status_Relay_3 +
"\n\n👉 " + Status_Relay_4 + "\n\nGunakan tombol dibawah untuk mengontrol Relay 👉')

If (msg.equals='RELAY_1_ON')
    Write (Relay1 = 1)
Then (Relay_1 = 1)
    Output ('💡 Relay 1 Telah Dinyalakan')
Else if (msg.equals='RELAY_1_OFF')
    Write (Relay1 = 0)
Then (Relay_1 = 0)
    Output ('💡 Relay 1 Telah Dimatikan)
Else if (msg.equals='RELAY_2_ON')
    Write (Relay2 = 1)
Then (Relay_2 = 1)
    Output ('💡 Relay 2 Telah Dinyalakan')
Else if (msg.equals='RELAY_2_OFF')
    Write (Relay2 = 0)
Then (Relay_2 = 0)
    Output ('💡 Relay 2 Telah Dimatikan)

```

```

Else if (msg.equals='RELAY_3_ON')
    Write (Relay3 = 1)
Then (Relay_3 = 1)
    Output ('💡 Relay 3 Telah Dinyalakan')
Else if (msg.equals='RELAY_3_OFF')
    Write (Relay3 = 0)
Then (Relay_3 = 0)
    Output ('💡 Relay 3 Telah Dimatikan)
Else if (msg.equals='RELAY_4_ON')
    Write (Relay4 = 1)
Then (Relay_4 = 1)
    Output ('💡 Relay 4 Telah Dinyalakan')
Else if (msg.equals='RELAY_4_OFF')
    Write (Relay4 = 0)
Then (Relay_4 = 0)
    Output ('💡 Relay 4 Telah Dimatikan)
Else if (msg.equals='SEMUA_RELAY_ON')
    Write (Relay1 = 1)
    Write (Relay2 = 1)
    Write (Relay3 = 1)
    Write (Relay4 = 1)
Then (Relay_1 = 1, Relay_2 = 1, Relay_3 = 1, Relay_4 = 1)
    Output ('🔴 Semua Relay Telah Dinyalakan)
Else if (msg.equals='SEMUA_RELAY_OFF')
    Write (Relay1 = 0)
    Write (Relay2 = 0)
    Write (Relay3 = 0)
    Write (Relay4 = 0)
Then (Relay_1 = 0, Relay_2 = 0, Relay_3 = 0, Relay_4 = 0)
    Output ('🔴 Semua Relay Telah Dimatikan')
Else if (msg.equals='TIDAK')
    Output ('❌ Perintah Telah Dibatalkan!!!')
Else
    Output ('🚫 ERROR: Perintah tidak dikenal?!\\n\\nGunakan tombol dibawah untuk mengontrol Relay 🖱️')

```



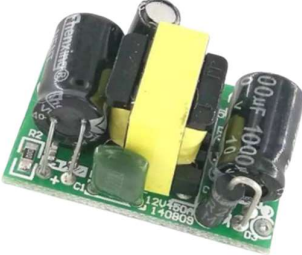
(g)

Gambar 3.2. Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) *Flowchart* proses cara kerja sistem, (b) basis koneksi modul dengan sistem mikrokontroler/Arduino, (c) desain mekanik dengan dimensi 18 x 9 x 5 cm yang akan dibuat, (d) skema penggunaan *system* pada gedung, (e)

diagram blok system, (f) skema *IoT* pada APIK, (g) pseudocode yang digunakan untuk *IoT* APIK

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1. Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras APIK

No	Nama Alat	Keterangan	Bentuk Alat
1	ESP32 Nodemcu	Mikrokontroler ESP32 yang sudah difasilitasi modul <i>Wi-Fi</i> ini digunakan untuk pengguna agar dapat memudahkan dalam penyambungan ke koneksi internet, sehingga dalam desain <i>body</i> nya tidak terlalu banyak komponen lagi. Pada ESP32 ini memiliki pin 12 bit ADC berjumlah 18 yang bisa digunakan sebagai input untuk pin <i>relay</i> 4 channel 5v.	
2	<i>Relay</i> 4 channel 5 VDC	<i>Relay</i> 4 channel ini digunakan sebagai saklar pada setiap colokan <i>body</i> , pada penggunaan <i>relay</i> ini menggunakan sambungan NC sebagai output dan COM sebagai input, dikarenakan arus dari COM dan NC akan terus tersambung kecuali setelah diberi low signal. <i>Relay</i> ini memiliki fitur optocoupler yang akan melindungi mikrokontroler saat terjadi short dari load. <i>Relay</i> ini memiliki maksimum tegangan AC 250v dengan arus 10A serta tegangan DC 30v dengan arus 10A.	
3	<i>Converter AC to DC</i> 220v to 5v	Menggunakan sumber AC 220v pada sistem sehingga membutuhkan <i>converter AC to DC</i> untuk mengubah tegangan menjadi 5 volt DC dan selanjutnya <i>output</i> dari <i>converter</i> tersebut akan masuk ke mikrokontroler sebagai sumber listrik agar mikrokontroler dapat bekerja.	

Selain *Hardware*, terdapat *Software* yang digunakan pada *system* APIK maka dalam usulan perancangan ini, usulan yang dilakukan berupa media *IoT* yang digunakan. Aplikasi kendali untuk APIK ini menggunakan bantuan aplikasi sosial media *Telegram* yang sudah tersedia di Android dan IOS. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi berupa wawancara terhadap target

pengguna yang menginginkan sistem kendali di platform sosial media yang sudah ada dan tidak perlu menginstall aplikasi baru lagi yang akan membebani memori *smartphone*-nya, selain itu alasan menggunakan telegram bot sebagai *UI* yaitu menurut website resmi *Telegram*, pihak *Telegram* meng-*claim* dirinya lebih aman dari sosial media yang ada seperti *WhatsApp* dan *Line*, karena *Telegram* menggunakan protokol *MTPProto*. *MTPProto* yaitu sebuah enkripsi canggih sebagai protokol keamanan utama, enkripsi adalah cara yang digunakan pengembang sosial media untuk memberikan keamanan terhadap pengguna melalui serangkaian kode, cara kerja enkripsi yaitu dengan mengubah pesan menjadi kode rahasia yang hanya bisa dipahami oleh perangkat yang digunakan untuk mengirim dan menerima pesan, begitu juga dengan perintah yang diberikan dari pengguna ke sistem APIK, selain itu *bot* yang ada di *Telegram* memiliki prosedur yaitu hanya bekerja saat diberikan perintah yang sudah didaftarkan oleh pengguna serta *Telegram bot* tidak akan bisa mengakses data data pribadi milik yang berada di *device* pengguna selain yang digunakan untuk pendaftaran akun *Telegram* seperti *public name*, *username*, dan *profile pictures*, sehingga pemilihan *Telegram bot* sebagai *UI* sistem APIK selain penggunaannya yang mudah, untuk bagian *safety* sudah terjamin keamanannya. Aplikasi ini akan melakukan inisialisasi untuk memastikan kendali dengan setiap channel *relay* bekerja berupa chat dengan *Telegram bot* yang sudah diprogram sebelumnya



Gambar 3.4. Bentuk UI aplikasi *Telegram bot* untuk pengguna

Dari aplikasi *Telegram bot* diatas sistem *IoT* yang dapat dilakukan yaitu melakukan kendali *on/off* terhadap tiap *relay* hal itu ditunjukkan pada opsi *Relay 1* hingga *Relay 4* selain itu terdapat opsi *cek status* yang fungsinya untuk pengguna dapat mengetahui apakah *relay* dalam kondisi *on/off*.

### 3.1 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Untuk pengujian alat akan dilakukan secara bertahap, yaitu pengujian awal untuk menguji fungsi *script* pada *IoT* menggunakan respon *Telegram bot*, setelah itu dilakukan pengujian rangkaian dengan *IoT* dilakukan secara minimal 10 kali, untuk parameter uji coba rangkaian dengan *IoT* menggunakan tingkat keberhasilan respon alat terhadap perintah pengguna, jadi dilakukan pengujian untuk mengetahui *IoT* sudah tersambung dengan baik atau belum dengan rangkaian listrik yang digunakan. Dilakukan pengujian akhir atau implementasi percobaan yaitu APIK dengan *IoT* dilakukan secara minimal 10 kali tiap pengujian dengan tiga mode yaitu 802.11b, 802.11g dan 802.11n. Untuk parameter implementasi percobaan yang akan digunakan yaitu sebagai berikut,

- Tingkat keberhasilan respon alat terhadap perintah dari pengguna
- Besar waktu respon alat terhadap perintah dari pengguna

Parameter yang digunakan yaitu tingkat keberhasilan dan waktu respon dikarenakan fungsi APIK yang melakukan kendali pada jarak jauh, dengan setiap kendali hanya memiliki hasil opsi berhasil atau tidak berhasil untuk dikendalikan.

Untuk mengetahui APIK bekerja dan memberikan *impact* sesuai fungsi yang dijabarkan maka akan dilakukan kuesioner terhadap respon kepuasan pengguna untuk APIK sebagai salah satu alat ukur hasil pengujian sistem. Kuesioner dilakukan dengan membuat form menggunakan bantuan *google form* yang diberikan ke pengguna setelah APIK digunakan, pada setiap pertanyaan menggunakan jawaban berupa skala dari 1 (terkecil atau menuju ke tidak setuju) hingga 5 (terbesar atau menuju ke setuju) dengan tambahan pertanyaan pendapat perbaikan untuk jawaban pada skala 3 kebawah, untuk daftar pertanyaan yang diajukan yaitu,

- Apakah pemasangan APIK mudah dan dapat dilakukan tanpa bantuan orang lain?
- Apakah pengoperasian APIK untuk kendali jarak jauh mudah dilakukan?
- Apakah APIK bisa bekerja dan memberikan *impact* sesuai fungsi yang dijabarkan?
- Seberapa Efektif kah APIK dalam penghematan listrik?
- Apakah APIK sangat membantu bagi orang yang sibuk?
- Menurut Anda apakah APIK sudah mendukung *building energy management system*?
- Dengan nilai produksi sebesar 170rb apakah hal tersebut senilai dengan fungsi yang bisa diberikan oleh APIK?

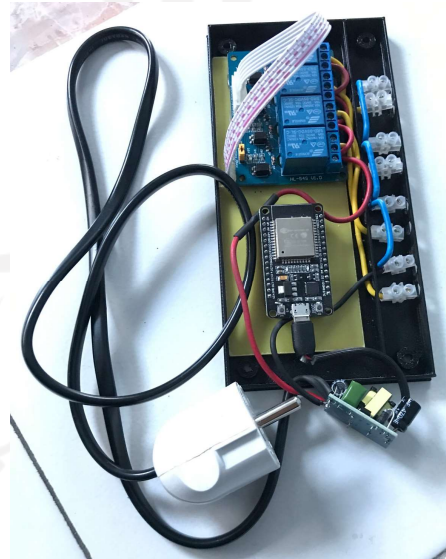
## BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

### 4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Sistem yang dibuat pada awalnya memiliki 2 kondisi, dimana pada kondisi pertama konektivitas yang dipakai memakai sistem *switch* connection otomatis dari SIM ke *Wi-Fi* atau sebaliknya, kemudian pada kondisi kedua konektivitas yang dipakai memakai jaringan *Wi-Fi*, selain itu ada perubahan desain *body* alat yang awalnya menggunakan *body* terminal listrik ke bentuk alat pengendali elektronik, berikut adalah bentuk alat yang sesudah dilakukan perakitan,



Gambar 4.1. Bentuk *body* alat setelah dilakukan *3D printing*



Gambar 4.2. Bentuk alat setelah dilakukan perakitan



#### 4.1.1 Konektivitas Jaringan Internet

Pada awal pengusulan *system* yang akan digunakan, menggunakan dua buah opsi untuk konektivitas jaringan internet, yaitu kondisi satu menggunakan TTGO T-Call ESP32 SIM800L sebagai mikrokontroler dan untuk konektivitas jaringan internet menggunakan *system switch connection* otomatis yaitu dari SIM ke *Wi-Fi*, untuk kondisi kedua menggunakan hardware ESP32 NodeMCU sebagai mikrokontroler dan konektivitas jaringan internet yang digunakan yaitu *Wi-Fi* saja, dari beberapa percobaan alat yang dilakukan, maka dapat diputuskan untuk menggunakan kondisi kedua.

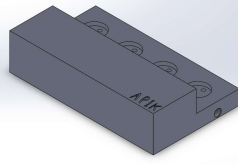
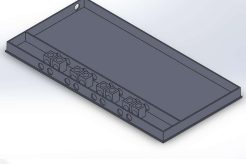
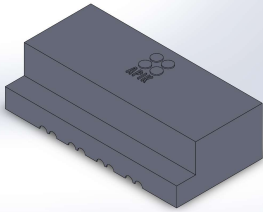
Tabel 4.1 Perbandingan usulan desain *body* alat dan hasil perancangan desain *body* alat

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Konektivitas jaringan internet ke alat	Pemilihan antara dua kondisi, 1. Kondisi 1 dengan <i>switch connection</i> SIM dan <i>Wi-Fi</i> 2. Kondisi 2 dengan jaringan <i>Wi-Fi</i>	Kondisi 2 dengan jaringan <i>Wi-Fi</i>
2	Mikrokontroler	Pemilihan antara dua kondisi, 1. Kondisi 1 dengan TTGO T-Call ESP32 SIM800L 2. Kondisi 2 dengan ESP32 NodeMCU	Kondisi 2 dengan ESP32 NodeMCU

#### 4.1.2 Bentuk desain alat

Di pengusulan bentuk desain alat, diusulkan untuk menggunakan desain yang berbentuk seperti terminal listrik dengan 4 lubang sesuai dengan jumlah *relay* yang digunakan, tetapi setelah melakukan *survey* lebih lanjut ke user dan usulan dari dosen pembimbing, maka desain alat diubah ke bentuk yang lebih *fleksibel* dalam penggunaannya. Untuk perbedaan dari desain usulan dan desain hasil perancangan, dapat dilihat di tabel 4.1

Tabel 4.2 Perbandingan usulan desain *body* alat dan hasil perancangan desain *body* alat

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Panjang	16 cm	18 cm
2	Lebar	9 cm	9 cm
3	Tinggi	4 cm	5 cm
4	Desain <i>Body</i> Alat		 

#### 4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Usaha yang telah dilakukan dari seluruh kegiatan TA2 project alat sesuai dengan RAB kondisi kedua dan *Gantt Chart* yang sudah dibuat di laporan luaran TA1, tetapi pada prakteknya terdapat perbedaan yang tidak dapat dihindari seperti penambahan item di RAB kondisi kedua dan perubahan *timeline* entah lebih cepat atau lebih lambat pada pengerjaan TA2. Pada table 4.3 dan tabel 4.4 akan terlihat perbedaan dalam manajemen tim dalam hal *timeline* pengerjaan dan RAB pembelian dari usulan laporan luaran TA1 dan realisasi pelaksanaan,

Tabel 4.3 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Minggu 1 dan 2 Bulan Maret	Minggu 2 Bulan Maret
2	Pengujian awal script terhadap respon <i>Telegram bot</i> IoT dengan kondisi 1	Minggu 3 dan 4 Bulan Maret	Minggu 3 Bulan Maret
3	Pengujian awal script terhadap respon <i>Telegram bot</i> IoT dengan kondisi 2	Minggu 3 dan 4 Bulan Maret	Minggu 4 Bulan Maret

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
4	Perancangan sistem dan pengujian kedua rangkaian listrik ke IoT dengan kondisi 1	Minggu 1, 2 dan 3 Bulan April	Minggu 1 dan 2 Bulan April
5	Perancangan sistem dan pengujian kedua rangkaian listrik ke IoT dengan kondisi 2	Minggu 1, 2 dan 3 Bulan April	Minggu 2 dan 3 Bulan April
6	Perancangan desain <i>body</i> alat lebih lanjut	Minggu 4 Bulan April	Minggu 4 Bulan April
7	Pembuatan <i>body</i> alat menggunakan vendor 3d print	Minggu 1 dan 2 Bulan Mei	-
8	Perancangan sistem dan pengujian terakhir alat jadi ke <i>IoT</i> dengan kondisi yang sudah dipilih	Minggu 3 dan 4 Bulan Mei – Minggu 1 dan 2 Bulan Juni	Minggu 1 dan 2 Bulan Mei
9	Pembuatan <i>bodi</i> alat menggunakan fasilitas laboratorium jurusan	-	Minggu 3 dan 4 Bulan Mei
10	Pembuatan Laporan TA2	Minggu 3 Bulan Juni	Minggu 3 dan 4 Bulan Mei
11	Pembuatan media untuk expo berupa poster dan video	Minggu 4 Bulan Juni	Minggu 3 dan 4 Bulan Mei
12	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Bulan Juli	31 Mei 2021 untuk pengumpulan dan 15 Juni untuk Expo

Tabel 4.4 Kesesuaian RAB kondisi kedua Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Modul <i>Relay</i> 4 Channel	1 pcs	Rp. 50.000,-	1 pcs	Rp. 50.000,-
2	Mikrokontroler ESP32 Nodemcu (kondisi 2)	1 pcs	Rp. 70.000,-	1 pcs	Rp. 70.000,-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
3	Converter AC to DC 5v	1 pcs	Rp.20.000,-	1 pcs	Rp.20.000,-
4	Cetak kotak kemasan	1 pcs	Rp.200.000,-	-	-
5	Print PCB	-	-	1 pcs	Rp.30.000,-
Total			Rp.340.000,-		Rp.170.000,-

#### 4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Secara umum kesesuaian sistem *project* alat sudah mencapai 80% dari usulan yang dicantumkan pada laporan luaran TA1, terdapat beberapa perbedaan antara perencanaan dan realisasi yang belum dijelaskan secara detail, pada subbab ini akan menjelaskan detail detail yang menyebabkan beberapa perbedaan antara perencanaan dan realisasi di *project* alat TA2, yaitu

Perubahan pada konektivitas jaringan internet yang tersambung di alat menggunakan kondisi kedua sebagai sistem yang digunakan pada alat karena pada kondisi satu menggunakan *system switch* jaringan secara otomatis dari *SIM* ke *Wi-Fi* atau sebaliknya, hal tersebut ternyata tidak bisa dilakukan karena pada modul TTGO Tcall tidak bisa menyambungkan koneksi internet secara bersamaan (*Wi-Fi* dan *SIM*), artinya harus memilih salah satu diantara kedua opsi koneksi internet tersebut, maka dari hal tersebut fungsi *switch* tidak bisa dilakukan karena jika mau melakukan fungsi *switch* secara otomatis kedua koneksi harus tersambung semuanya agar saat salah satu mati, yang lainnya akan otomatis menggantikan, atau jika memang mau dipaksakan, fungsi *switch* jaringan bisa dilakukan secara manual oleh pengguna dengan merubah codingan sendiri tetapi hal tersebut malah membuat alat menjadi tidak mudah dioperasikan oleh orang awam, selain itu terdapat kendala lain jika ingin menggunakan fungsi *switch* secara manual, komponen modul *SIM* yang ada di TTGO Tcall menggunakan SIM800L dengan kemampuannya yang hanya bisa menerima sinyal 2G saja, efeknya *delay* waktu respon alat yang terjadi akan menjadi lama daripada menggunakan jaringan *Wi-Fi*.

Untuk desain *body* alat terjadi perubahan dari bentuk awal pada luaran TA 1 yang menyerupai terminal stopkontak menjadi bentuk alat pengendali elektronik, alasan diganti yaitu terminal stopkontak pada fungsi *building energy management system* tidak bisa mencakup peralatan elektronik satu gedung, hanya terpaku pada peralatan elektronik yang tersambung di terminal stopkontak saja, padahal untuk mencapai *smart building* diharapkan dapat mengontrol peralatan elektronik pada satu gedung, dengan desain bentuk APIK saat ini yaitu alat pengendali yang bisa disambungkan ke saklar lampu atau colokan listrik dengan maksimal berjumlah 4, dengan begitu dapat mengcover lebih banyak dari desain awal untuk pengendalian peralatan elektronik pada sebuah gedung.

Pada *timeline* pengerjaan *project* TA2 mengalami perubahan di beberapa kegiatan dari pembuatan *body* alat menggunakan vendor 3d print hingga kegiatan expo dan pengumpulan laporan akhir, beberapa kegiatan tersebut dipercepat tanggalnya dikarenakan pada waktu pembuatan *Gantt Chart* TA2 di laporan luaran TA1, saat itu belum ada acuan jadwal resmi dari jurusan, hanya mengandalkan kalender akademik universitas dengan jadwal wisuda dilaksanakan pada bulan juli, yang ternyata saat jadwal resmi dari jurusan sudah dirilis, tanggal pengumpulan seluruh komponen untuk *capstone project* dilaksanakan 2 bulan sebelum wisuda, sedangkan untuk perbedaan di *timeline* pada minggu pertama di bulan Maret menjadi tidak ada kegiatan dikarenakan pada realisasinya digunakan untuk sosialisasi TA2. Pada kegiatan Pembuatan bodi alat menggunakan vendor *3D print* tidak dilakukan karena menggunakan fasilitas laboratorium di jurusan untuk membuat body alat dengan 3d print dikarenakan dapat memangkas nilai RAB menjadi lebih kecil, hal itu berkaitan dengan penambahan *timeline* untuk kegiatan pembuatan bodi alat menggunakan fasilitas laboratorium jurusan.

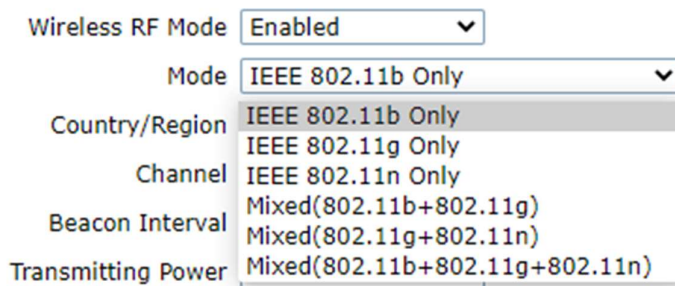
Pada perubahan RAB untuk penambahan item RAB print PCB, dilakukan karena pada alat ini membutuhkan PCB yang sudah didesain mengikuti dimensi bentuk *body* alat. agar saat pemasangan komponen di *body* pada hal *cable management* bisa terlihat lebih baik. Sedangkan untuk *item* cetak kotak kemasan dihilangkan dikarenakan untuk cetak *3D print body* alat menggunakan fasilitas yang sudah tersedia di laboratorium jurusan.

## BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

Pada bab ini dijelaskan mengenai implementasi alat APIK pada target pengguna sesuai dengan laporan luaran TA 1. Implementasi yang dibahas pada bab ini ialah hasil implementasi alat beserta analisisnya, hasil tanggapan berupa kuesioner ke pengguna, serta analisis dampak baik pada aspek inovasi teknologi.

### 5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

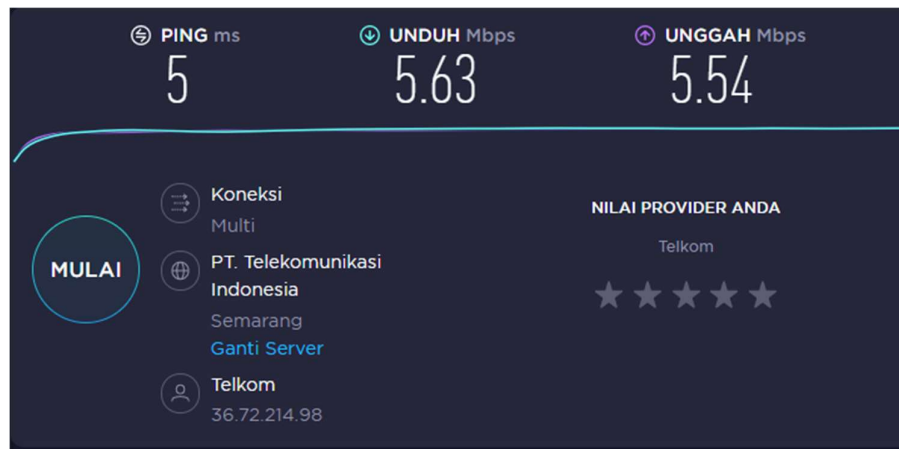
Pengujian menggunakan 3 jenis mode pada *Wi-Fi* Indihome, yaitu 802.11b, 802.11g dan 802.11n. untuk penjelasan secara singkat, perbedaan dari 802.11 b/g/n yaitu untuk 802.11b menggunakan transmisi data 5,4 hingga 11 *Mbps* dengan jarak sinyal bisa cukup jauh dan mudah menebus benda padat seperti dinding, untuk 802.11g memiliki kecepatan maksimal 54 *Mbps* dengan kelebihan memiliki kecepatan tinggi, tahan interfensi dan mudah menembus benda padat, untuk 802.11n memiliki kecepatan maksimal 450 *Mbps* dengan kecepatan lebih cepat dan daya tahan interfensi lebih baik.



Gambar 5.1 Mode yang dapat dipilih di *setting-an router Wi-Fi*

#### 5.1.1 Implementasi Pengujian 802.11b

Pada mode 802.11b kecepatan unduh yang didapat yaitu sebesar 5,63 *Mbps* dan kecepatan unggah sebesar 5,54 *Mbps*. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, dari pengujian tersebut didapat rata rata sebesar 11,88 detik, untuk *datasheet* hasil pengujian tertera pada tabel berikut.



Gambar 5.2 Kecepatan internet yang digunakan pada pengujian *mode 802.11b*

Tabel 5.1 Hasil Pengujian dengan *mode 802.11b*

No	Waktu Respon	Keterangan
1	9,6 detik	Berhasil dikendalikan
2	10,7 detik	Berhasil dikendalikan
3	13,3 detik	Berhasil dikendalikan
4	10,1 detik	Berhasil dikendalikan
5	11 detik	Berhasil dikendalikan
6	13,6 detik	Berhasil dikendalikan
7	10,3 detik	Berhasil dikendalikan
8	14,4 detik	Berhasil dikendalikan
9	14,4 detik	Berhasil dikendalikan
10	11,4 detik	Berhasil dikendalikan
Rata Rata	11,88 detik	

### 5.1.2 Implementasi Pengujian *mode 802.11g*

Pada *mode 802.11g* kecepatan unduh yang didapat yaitu sebesar 17,08 Mbps dan kecepatan unggah sebesar 7,15 Mbps. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, dari pengujian tersebut didapat rata rata sebesar 11,29 detik, untuk datasheet hasil pengujian tertera pada tabel berikut.



Gambar 5.3 Kecepatan internet yang digunakan pada pengujian mode 802.11g

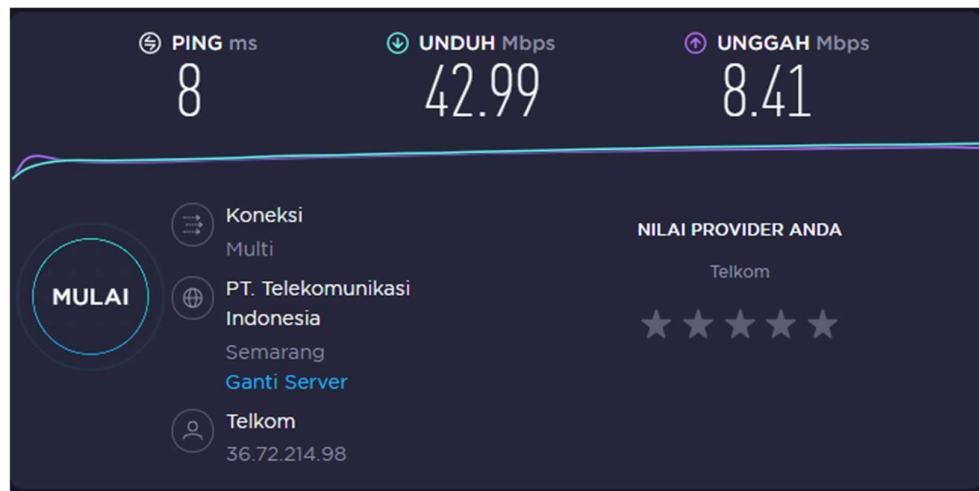
Tabel 5.2 Hasil Pengujian dengan *mode* 802.11b

No	Waktu Respon	Keterangan
1	12,8 detik	Berhasil dikendalikan
2	9,8 detik	Berhasil dikendalikan
3	13,2 detik	Berhasil dikendalikan
4	11,9 detik	Berhasil dikendalikan
5	15,8 detik	Berhasil dikendalikan
6	11,4 detik	Berhasil dikendalikan
7	8,3 detik	Berhasil dikendalikan
8	7,6 detik	Berhasil dikendalikan
9	12,3 detik	Berhasil dikendalikan
10	9,8 detik	Berhasil dikendalikan
Rata Rata	11,29 detik	

### 5.1.3 Implementasi Pengujian mode 802.11n

Pada mode 802.11n kecepatan unduh yang didapat yaitu sebesar 42,99 Mbps dan kecepatan unggah sebesar 8,41 Mbps. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali percobaan, dari pengujian tersebut didapat rata rata sebesar 8,13 detik, untuk datasheet hasil pengujian tertera pada tabel berikut,





Gambar 5.4 Kecepatan internet yang digunakan pada pengujian mode 802.11n

Tabel 5.3 Hasil Pengujian dengan *mode* 802.11n

No	Waktu Respon	Keterangan
1	9,6 detik	Berhasil dikendalikan
2	8,3 detik	Berhasil dikendalikan
3	8,4 detik	Berhasil dikendalikan
4	9,2 detik	Berhasil dikendalikan
5	7,6 detik	Berhasil dikendalikan
6	9,1 detik	Berhasil dikendalikan
7	8,3 detik	Berhasil dikendalikan
8	5,4 detik	Berhasil dikendalikan
9	7,6 detik	Berhasil dikendalikan
10	7,8 detik	Berhasil dikendalikan
Rata Rata	8,13 detik	

#### 5.1.4 Analisis implementasi pengujian

Berdasarkan hasil rata-rata dari ketiga jenis pengujian di atas, dapat diambil analisis bahwa semakin cepat koneksi internet yang digunakan oleh pengguna maka semakin cepat pula waktu respon APIK sebagai fungsi kendali, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kecepatan internet sangat mempengaruhi kualitas kerja sistem APIK.

#### 5.2 Pengalaman Pengguna

Untuk mendapatkan alat yang efisien dan memiliki *impact* pada pengguna, maka dilakukan kuesioner kepuasan pengguna menggunakan bantuan *google form* dengan beberapa pertanyaan

yang sesuai dengan kebutuhan alat. Untuk pemberian kuesioner dilakukan setelah pengguna bisa mengoperasikan APIK. Dari hasil kuesioner kepuasan pengguna tersebut, dimana terdapat 15 responden dan didapatkan hasil bahwa sebagian besar responden memiliki jawaban yang sama. Maka hasil kuesioner ini dapat mewakili target dari pengguna, untuk beberapa capaian dapat dilihat dari tabel sebagai berikut

Tabel 5.4 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Pemasangan	Dari skala 1 sampai 5. 9 dari 15 pengguna memberi nilai 5 bahwa cara pemasangan APIK sangat mudah dan dapat dilakukan tanpa bantuan orang lain	Tidak ada
2	Pengoperasian	Dari skala 1 sampai 5. 5 dari 15 pengguna memberi nilai 3 bahwa pengoperasian apik tidak terlalu mudah dilakukan, pengguna berpendapat bahwa cara memanggil bot pada Telegram kurang praktis, lebih baik pada pemanggilan menggunakan pop up button di chat, tidak dengan menuliskan /start	Dipertahankan karena pada <i>bot Telegram</i> sudah diberi deskripsi instruksi awal cara menggunakan alat dan <i>bot</i> , mulai dari cara penyambungan <i>Wi-Fi</i> dan pemanggilan awal <i>pop up button</i> perintah di <i>chat</i> .
3	Fungsi	Dari skala 1 sampai 5, 12 dari 15 pengguna memberi nilai 5 bahwa APIK bisa bekerja dan memberikan impact sesuai fungsi yang dijabarkan	Tidak ada
4	Penghematan Listrik	Dari skala 1 sampai 5, 10 dari 15 pengguna memberi nilai 4 bahwa APIK dapat digunakan dalam penghematan listrik	Tidak ada,
5	<i>Building Energy Management System</i>	Dari skala 1 sampai 5, 4 dari 15 pengguna memberi nilai 3 bahwa APIK tidak terlalu mendukung <i>Building Energy Management System</i> , pengguna berpendapat bahwa untuk mencapai tahap <i>Building Energy Management System</i> perlu ditambahkan monitoring energi listrik yang dikonsumsi	Dipertahankan karena fokus judul <i>Capstone Design</i> yang dipakai yaitu sistem pengendali alat elektronik bukan sistem monitoring alat elektronik

### 5.3 Dampak Implementasi Sistem

Pada bab ini dijelaskan dampak implementasi APIK dari berbagai bidang kehidupan, dampak yang dapat diambil dari pembuatan *project capstone design* APIK yaitu teknologi dan ekonomi, berikut adalah dampak implementasi APIK

#### 5.3.1 Teknologi/Inovasi

Sebuah teknologi selalu mengalami perkembangan, berlaku juga dengan alat yang dibuat yaitu APIK yang terinspirasi dari teknologi teknologi yang sudah ada dan menambahkan sebuah inovasi ke dalam sistem yang telah dibuat, dengan membandingkan antara *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi* dan MCB dikarenakan fungsi dari alat yang dibuat mendekati dari fungsi keduanya, berikut adalah dampak APIK dalam inovasi dibandingkan dengan sistem yang sudah ada,

Tabel 5.5 Dampak teknologi/inovasi dibandingkan dengan sistem yang sudah ada

No	Fitur/Komponen	APIK	Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi	MCB 1P 10A 1 PHASE 10A SCHNEIDER
1	Pengoperasian	Untuk kendali jarak jauh menggunakan aplikasi sosial media <i>Telegram</i> sebagai media kendali, dikarenakan mayoritas target pengguna sudah menginstall <i>Telegram</i> pada gadgetnya sehingga tidak perlu lagi menginstall aplikasi yang bisa menambah beban memori pada <i>gadget</i>	Untuk kendali jarak jauh menggunakan aplikasi sendiri sebagai media kendali, sehingga pengguna perlu menginstall lagi aplikasi baru pada gadgetnya	Dioperasikan secara manual, tidak bisa digunakan untuk kendali jarak jauh
2	Fungsi	Melakukan kendali terhadap peralatan elektronik dengan menyambungkan kabel fase dan netral atau fase saja pada terminal blok	Melakukan kendali terhadap peralatan elektronik dengan menyambungkan kabel fase dan netral atau fase saja pada terminal blok	Melakukan kendali terhadap peralatan elektronik dengan menyambungkan kabel fase pada mcb
3	Coverage	Dapat disambungkan dengan terminal atau saklar dengan jumlah maksimal 4 di sistem pada suatu gedung, sehingga dapat mengcover peralatan elektronik lebih banyak	Dapat disambungkan dengan terminal atau saklar dengan jumlah maksimal 4 di sistem pada suatu gedung, sehingga dapat mengcover peralatan elektronik lebih banyak	Berfungsi sebagai <i>grouping</i> listrik suatu gedung, sehingga <i>coverage area</i> besar
4	Harga	Dengan harga produksi 170 ribu dapat membuat suatu gedung menjadi <i>smart building</i> dengan mendukung <i>Building Energy Management System</i>	Dengan harga jual Rp.430.000,- dengan fungsi yang sama dengan APIK, bisa dikatakan terlalu mahal	Dengan harga jual diatas 50 ribu untuk satu port dapat membantu <i>grouping</i> listrik suatu gedung tapi tanpa

				menjadikannya <i>smart building</i>
--	--	--	--	--

### 5.3.2 Ekonomi

Sesuai dengan fungsinya, APIK memiliki dampak lain selain inovasi yaitu dampak ekonomi. Listrik PLN pada daerah DIY memberikan tarif setiap 1 watt yang digunakan maka harus membayar sebesar Rp. 1,55 dari tarif tersebut dapat dilakukan simulasi terhadap pekerja yang berada di kantor selama 8 jam setiap harinya, selain harganya yang lebih murah, APIK dapat melakukan penghematan di pengeluaran untuk biaya listrik pada suatu gedung, berikut adalah perbandingan dengan Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi dalam hal simulasi perhitungan pembayaran listrik untuk elektronik dan perhitungan pembayaran listrik untuk device,

Tabel 5.6 Simulasi perhitungan pembayaran listrik dalam satu bulan kerja pada penggunaan APIK dan Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi

No	Nama Barang	Jumlah Barang	Total Watt	Biaya 26 hari dengan pekerja tidak mematikan peralatan elektronik setiap bekerja, dihitung 24 jam pemakaian	Biaya 26 hari dengan pekerja menggunakan APIK untuk mematikan peralatan listrik, dihitung 16 jam pemakaian	Biaya 26 hari dengan pekerja menggunakan Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi untuk mematikan peralatan listrik, dihitung 16 jam pemakaian
1	Lampu LED 10 watt	2	20 watt	Rp. 19.344,-	Rp. 12.896,-	Rp. 12.896,-
2	Kipas angin 103 watt	1	103 watt	Rp. 99.622,-	Rp. 66.614,-	Rp. 66.614,-
3	Magic jar (warm mode) 65 watt	1	65 watt	Rp. 62.868,-	Rp. 41.912,-	Rp. 41.912,-
TOTAL				Rp. 181.834,-	Rp. 121.222,-	Rp. 121.222,-

Tabel 5.7 Simulasi perhitungan pembayaran listrik dalam satu bulan kerja pada penggunaan APIK dan Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi

	Besar watt yang diperlukan dalam satu hari	Besar watt yang diperlukan dalam satu bulan	Besar pengeluaran yang diperlukan	Harga alat
APIK (0,5watt)	0,012 kwh	0,36 kwh	Rp. 558,-	Rp.170.000,- (harga produksi)
<i>Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi (0,5watt)</i>	0,012 kwh	0,36 kwh	Rp. 558,-	Rp.430.000,-

Dari hasil simulasi diatas, bisa diambil analisis bahwa APIK dan *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi* dapat melakukan penghematan dalam tiap bulan sebesar Rp. 60.611,- atau sebesar 33,3% dari harga yang seharusnya dibayarkan, selain itu untuk pembayaran biaya listrik terhadap device pun juga sama, tetapi yang membedakan yaitu harga produksi APIK lebih murah ketimbang harga jual *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi*, maka dari segi ekonomi APIK lebih bisa memberikan penghematan ketimbangan *Sonoff 4CH Pro R2 Channel smart home saklar wifi*.

## BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

- Pada tahapan awal, permasalahan yang dapat dipahami serta dapat ditentukan solusi dengan membuat sistem yang tepat, setelah itu dilakukan studi literatur dan *survey* agar mendapat informasi aspek-aspek yang dibutuhkan pada sistem untuk dapat berjalan sesuai dengan fungsinya, berikutnya dilakukan perancangan sistem APIK menggunakan beberapa komponen, komponen yang digunakan yaitu mikrokontroler ESP32, *relay* 4 channel sebagai kendali dan *converter AC to DC* sebagai pengubah sumber listrik untuk mikrokontroler. Untuk sistem pengoperasian, APIK difasilitasi dengan *IoT* yang bisa mengendalikan peralatan elektronik secara jarak jauh menggunakan *Telegram bot*, setelah sistem sudah terancang, terakhir dilakukan implementasi beserta uji coba agar alat siap pakai untuk menjadi sistem pendukung *Smart Building*.
- Jarak antara pengguna dengan APIK tidak mempengaruhi respon APIK terhadap perintah pengguna. APIK tetap merespon pengguna, walaupun dikendalikan dalam jarak lebih dari 500 meter.
- Dari pengujian implementasi APIK, tingkat keberhasilan respon APIK saat digunakan dalam dalam 3 jenis mode pada *Wi-Fi* Indihome, yaitu 802.11b, 802.11g dan 802.11n semuanya berhasil dikendalikan.
- Pengujian menggunakan 3 jenis mode pada *Wi-Fi* Indihome, yaitu 802.11b, 802.11g dan 802.11n. untuk penjelasan secara singkat, perbedaan dari 802.11 b/g/n yaitu untuk 802.11b menggunakan transmisi data 5,4 hingga 11 Mbps dengan jarak sinyal bisa cukup jauh dan mudah menembus benda padat seperti dinding, untuk 802.11g memiliki kecepatan maksimal 54 Mbps dengan kelebihan memiliki kecepatan tinggi, tahan interferensi dan mudah menembus benda padat, untuk 802.11n memiliki kecepatan maksimal 450Mbps dengan kecepatan lebih cepat dan daya tahan interferensi lebih baik. Untuk *mode* 802.11b mendapatkan rata-rata 11,88 detik, untuk mode 802.11g mendapatkan rata-rata 11,29 detik serta untuk mode 802.11n mendapatkan rata-rata 8,13 detik. Berdasarkan hasil rata-rata dari ketiga jenis pengujian diatas, dapat diambil analisis bahwa semakin cepat koneksi internet yang digunakan oleh pengguna maka semakin cepat pula waktu respon APIK sebagai

fungsi kendali, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kecepatan internet sangat mempengaruhi kualitas kerja sistem APIK.

## 6.2 Saran

Saran untuk rencana pengembangan kedepannya yaitu mencari cara agar *Telegram bot* hanya dapat mengendalikan satu *device* untuk satu pengguna saja, dikarenakan saat ini alat yang dibuat memiliki kekurangan yaitu satu *system* APIK dapat dikontrol banyak orang yang memiliki *Telegram* di gadgetnya, hanya perlu mencari *bot* yang dipakai setelah itu alat dapat dikendalikan.



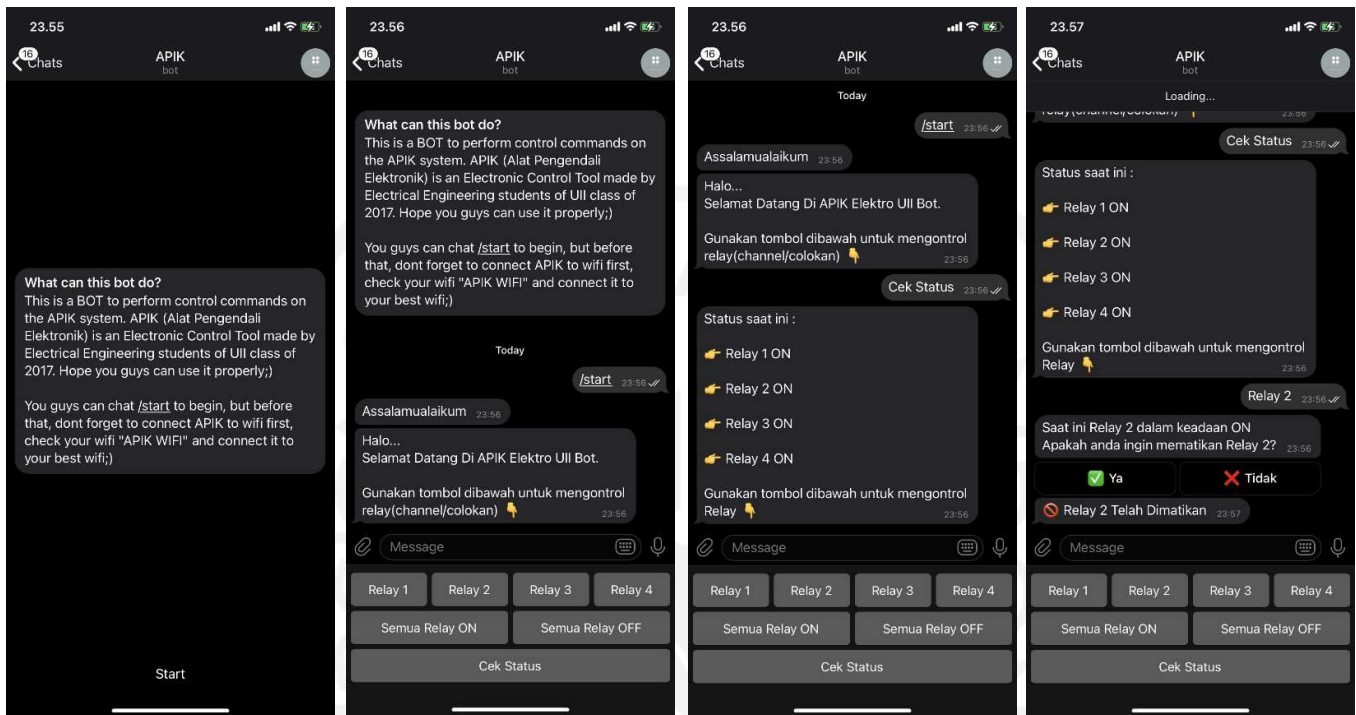
## Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik, “Perkembangan Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK),” no. 102, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2017/12/15/1310/indeks-pembangunan-teknologi-informasi-dan-komunikasi--ip-tik--indonesia-tahun-2016-sebesar-4-34-pada-skala-0---10-.html>.
- [2] Jennifer King and Christopher Perry, “Smart Buildings: Using Smart Technology to Save Energy in Existing Buildings,” *Am. Counc. an Energy-Efficient Econ.*, no. February, pp. 1–46, 2017, [Online]. Available: <http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2017/02/a1701.pdf>.
- [3] D. Snoonian, “Can building automation *systems* overcome interoperability problems to assert control over our offices, hotels, and airports? By Deborah Snoonian,” *IEEE Spectr.*, vol. August, pp. 18–23, 2003.
- [4] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, “Internet of things for smart cities,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2306328.
- [5] Erwan Eko Prasetyo, “APLIKASI INTERNET OF THINGS ( *IoT* ) UNTUK PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN BEBAN LISTRIK DI RUANGAN,” *J. Tek. STTKD*, vol. 4, no. 2, pp. 28–39, 2017.
- [6] H. Sujadi, N. Nurdiana, F. Nurbani, P. S. Informatika, F. Teknik, and U. Majalengka, “RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART OFFICE *SYSTEM* Computer Science | Industrial Engineering | Mechanic Engineering | Civil Engineering Computer Science | Industrial Engineering | Mechanic Engineering | Civil Engineering,” vol. 05, no. 02, pp. 263–271, 2019.
- [7] Suwito, S. Anam, and F. Faizah, “Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Smart Class Menggunakan Media Power Line Carrier,” vol. 2, no. 1, pp. 11–16, 2018.
- [8] I. A. Rozaq and N. Y. Dwi Setyaningsih, “Efisiensi Energi Smart Home ( Rumah Pintar) Berbasis Remote Relay Dan Ldr (Light Dependent Resistant),” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 363–368, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i1.1018.
- [9] F. Masykur and F. Prasetyowati, “Aplikasi Rumah Pintar (Smart Home) Pengendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Web,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, p. 51, 2016, doi: 10.25126/jtiik.201631156.
- [10] A. Lidwina, “Konsumsi Listrik Nasional Terus Meningkatkan,” *Databoks.Katadata.Co.Id*, p. 2020, 2020, [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/01/10/konsumsi-listrik-nasional-terus-meningkat>.
- [11] T. F. Yurnama and N. Azman, “Perancangan Software Aplikasi Pervasive Smart Home,” *Snati*, vol. 2009, no. Snati, pp. E2–E5, 2009, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/116718/perancangan-software-aplikasi-pervasive-smart-home>.



## LAMPIRAN – LAMPIRAN

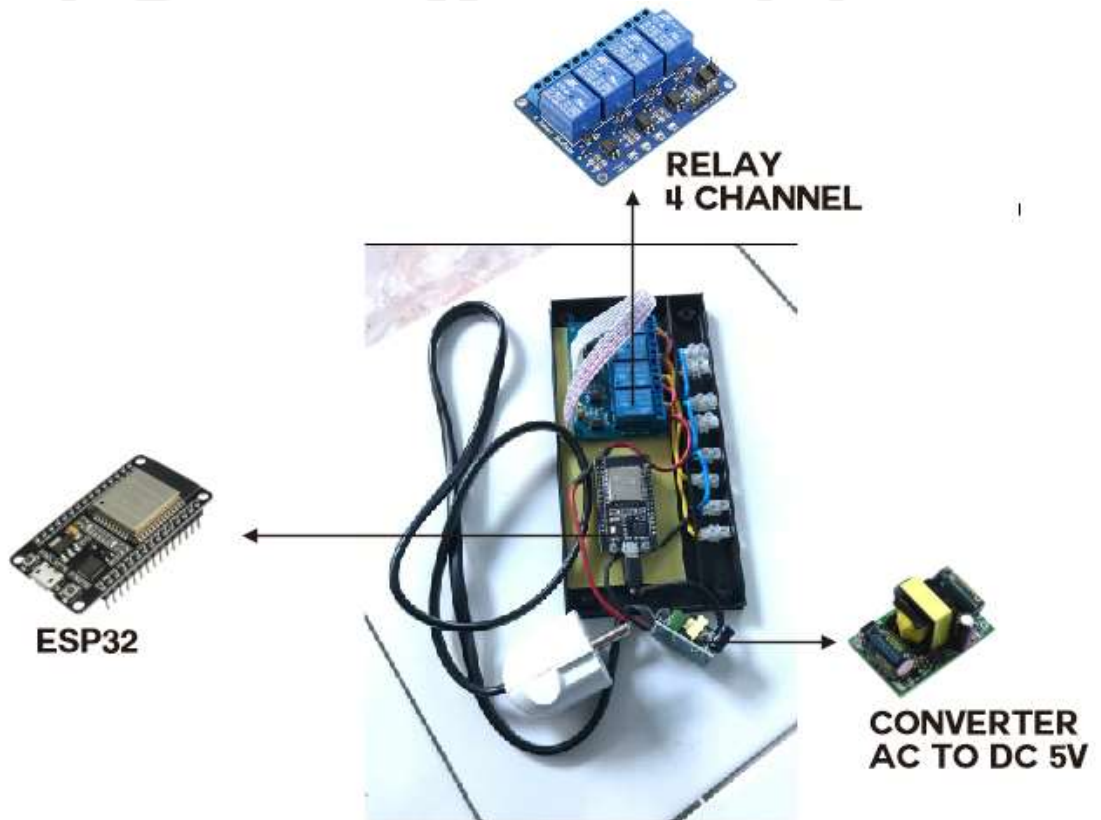
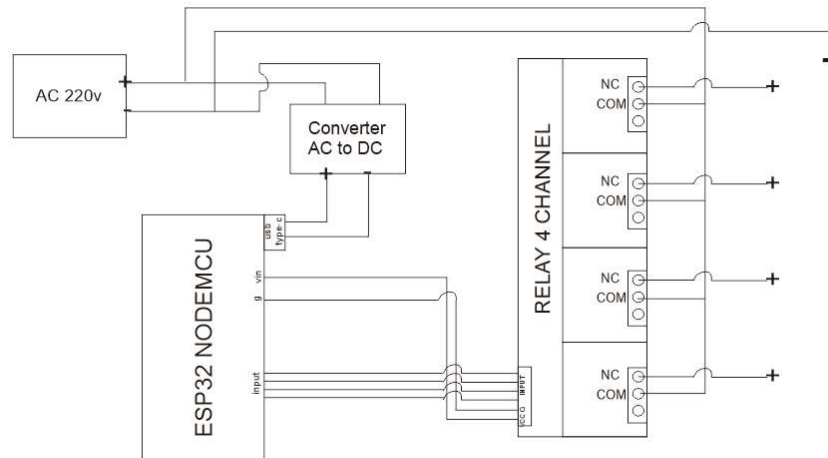
- Desain sistem UI



- Proses Pemasangan Alat ke Pengguna



- Skematik elektronik keseluruhan



- Dokumentasi keuangan (tabel excelnya saja, tidak perlu nota dsb)

No	Jenis Pengeluaran	Harga Satuan	Kuantitas	Total Harga
1	ESP32 NodeMCU	Rp81.500	2 pcs	Rp163.000
2	Relay 4 channel	Rp50.000	1 pcs	Rp50.000
3	Mikrokontroler TTGO T-Call ESP32 SIM800L	Rp280.000	1 pcs	Rp280.000
4	Converter AC-DC 5v	Rp20.000	1 pcs	Rp20.000
5	Jumper Female to Male	Rp10.000	1 bundle	Rp10.000
6	Print PCB	Rp30.000	1 pcs	Rp30.000
TOTAL				Rp553.000

