



**SMART CONTROL ENERGI PADA IDLE TIME DI GEDUNG
PERKANTORAN EVIZA JAYA MEDICA**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH

NAMA : IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
NPM : 1924210030
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2021

**Smart Control Energi Pada Idle Time Di Gedung Perkantoran
Eviza Jaya Medica**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi Medan**

S K R I P S I

O L E H

Nama : Irwan Saputra Hutahuruk
NPM : 1924210030
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Hamdani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Hamdani, S.T., M.T

Ketua Program Studi



Siti Anisah, S.T., M.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Desember 2020

Irwan Saputra Hutahuruk

1924210030

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Irwan Saputra Hutahuruk
NPM : 1924210030
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty-free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Smart Control Energi Pada Idle Time Di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/ alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Maret 2021

Irwan Saputra Hutahuruk
1924210030



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap

: IRWAN SAPUTRA HUTAURUK

Nomor Pokok Mahasiswa

: SIBOLGA / 00 0000

Program Studi

: 1924210030

Konsentrasi

: Teknik Elektro

Persentase Kredit yang telah dicapai

: Teknik Energi Listrik

Nomor Hp

: 155 SKS, IPK 3.65

Permohonan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut

: 082274041996

:

Judul

Smart Control Energi pada Idle Time di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica

Isian : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu

Rektor,

(Cahyo Pramono, S.E., M.M.)



Medan, 06 April 2021

Pemohon,

(Irwan Saputra Hutaauruk)

Tanggal :

Disahkan oleh :

Dekan

(Hamdani, ST., MT)

Tanggal :

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing I :

(Hamdani, ST., MT)

Tanggal :

Disetujui oleh:
Ka. Prodi Teknik Elektro

(Siti Anisah, ST., MT)

Tanggal :

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing II :

(Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT)

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02

Revisi: 0

Tgl. Eff: 22 Oktober 2018

Sumber dokumen: <http://mahasiswa.pancabudi.ac.id>

Dicetak pada: Selasa, 06 April 2021 12:14:05



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
NPM : 1924210030
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Hamdani, ST., MT
Judul Skripsi : Smart Control Energi pada Idle Time di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
27 Mei 2020	acc seminar proposal, siapkan bahan presentasi yang presentatif	Revisi	
08 Februari 2021	ACC seminar proposal, siapkan bahan presentasi	Disetujui	
08 Februari 2021	klarifikasi	Revisi	
08 Februari 2021	cek kembali BAB 1, kita fakultas Apa ??, isi bab 3 sudah cukup matang dan lengkap, silahkan lanjut bab 4	Revisi	
20 Maret 2021	kata metodologipenelitian pada bab 3, agar diganti dengan kata metode penelitian. lanjutkan lengkapi seluruh isi skripsi	Revisi	
27 Maret 2021	acc seminar hasil, siapkan bahan presentasi	Disetujui	
30 Juni 2021	acc sidang	Disetujui	
08 September 2021	ACC jilid	Disetujui	

Medan, 09 September 2021
Dosen Pembimbing,



Hamdani, ST., MT

YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDIJL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

**LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
 NPM : 1924210030
 Program Studi : Teknik Elektro
 Jenjang Pendidikan : Strata Satu
 Dosen Pembimbing : Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT
 Judul Skripsi : Smart Control Energi pada Idle Time di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
16 Mei 2020	SAYA SUDAH MELIHAT PROPOSAL A DAN SAYA ACC	Revisi	
30 Mei 2020	acc seminar proposal	Revisi	
27 Maret 2021	mhn di perhatikan lagi penulisan miring itu utk penulisan bahasa apa..... dan utk fakultah mhn di ganti.....	Revisi	
27 Maret 2021	mhn di lihat kembali spasi penulisan di bab 4 coba di cek ulang , apakah sdh pas margin a 4 , 3 , 3 sesuai prosedur	Revisi	
27 Maret 2021	mhn di perbaiki terlebih dahulu	Revisi	
28 Maret 2021	Acc Seminar Hasil	Disetujui	
25 Juni 2021	Mhn di perhatikan kembali peletakan nomor halaman	Revisi	
25 Juni 2021	untuk sistematisa penulisan , silahkan buat rata kiri - kanan dan line spasi a sesuaikan dengan kertas Letter	Revisi	
25 Juni 2021	untuk di bab 4 , line spasi a belum sesuai dengan aturan yg ada... masih selang seling mhn di lihat kembali	Revisi	
29 Juni 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui	
02 September 2021	Acc jilid	Disetujui	

Medan, 09 September 2021
Dosen Pembimbing,

Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT

SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13.R.2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------

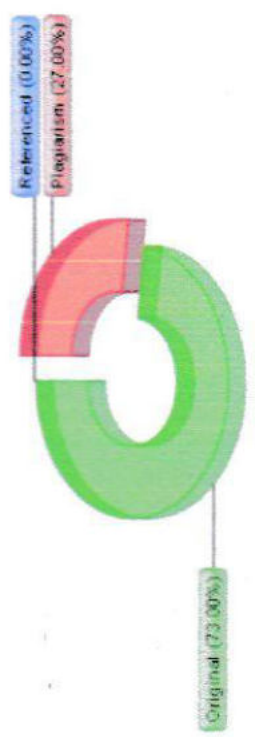
Analyzed document: IRWAN SAPUTRA HUTAURUK_1924210030_TEKNIK ELEKTRO.docx Licensed to: Universitas Pembangunan Panca Budi_License03

- Comparison Preset Rewrite Detected language
- Check type: Internet Check



Detailed document body analysis:

Relation chart



Distribution graph



Top sources of plagiarism 28

11% 932 https://sejten.pu.go.id/puscat/in/insur.../file%20pdf/Anti%20Thesis%20Internet%20Data%20Things.pdf



SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 4529/PERP/BP/2021

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan
saudara/i:

: IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
: 1924210030

t/Semester : Akhir
as : SAINS & TEKNOLOGI
an/Prodi : Teknik Elektro

sannya terhitung sejak tanggal 06 Juli 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus
gi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 06 Juli 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan



Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

Dokumen : FM-PERPUS-06-01

isi : 01

Efektif : 04 Juni 2015



KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 33/BL/LTPE/2021

Bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
M. : 1924210030
Kelas/Semester : Akhir
Jurusan/Prodi : SAINS & TEKNOLOGI
: Teknik Elektro

dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 06 Juli 2021
Ka. Laboratorium

[Approve By System]
D T O
Hamdani, S.T., M.T.



Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 05 Juli 2021
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
UNPAB Medan
Di -
Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
Tempat/Tgl. Lahir : SIBOLGA / 07 September 1996
Nama Orang Tua : KARLES HUTAURUK
N. P. M : 1924210030
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
No. HP : 082274041996
Alamat : Tapian Nauli II

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Smart Control Energi pada Idle Time di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntun ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
Total Biaya	: Rp.	2,750,000

Ukuran Toga : **M**

Diketahui/Disetujui oleh :

Hormat saya



Hamdani, ST., MT.
Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



IRWAN SAPUTRA HUTAURUK
1924210030

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan bertaku bila ;
 - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

SMART CONTROL ENERGI PADA IDLE TIME DI GEDUNG PERKANTORAN EVIZA JAYA MEDICA

Irwan Saputra Hutaauruk*
Hamdani, S.T., M.T.**
Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.**
Universitas Pembangunan Pancabudi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengontrolan konsumsi energi listrik saat *idle time* atau diluar jam kerja pada gedung perkantoran swasta dalam rangka penghematan konsumsi energi listrik. Untuk mengontrol penggunaan energi listrik tersebut dilakukan pengembangan sistem smart control energi dengan menerapkan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Thing* (IoT) dalam rangka mengujudkan Smart Office hemat energi untuk mendukung Smart City (SC) di Era Industri 4.0. Pengujian *Sistem Smart Control Energi* (SiSCE) dilakukan di Kantor Eviza Jaya Medica. Alat ini bekerja secara otomatis menghentikan aliran energi listrik pada saat *idle time* dan informasinya disampaikan kepada pengelola gedung secara mobile. Hasil pengukuran SiSCE apabila aliran listrik tidak dimatikan selama *idle time* menunjukkan konsumsi energi listrik pada *idle time* hampir mencapai 50% lebih tinggi dibandingkan dengan jam operasional kegiatan perkantoran. Dengan menggunakan SiSCE memberikan efek penghematan hampir 50% konsumsi energi listrik.

Kata kunci : *Idle Time, Smart Control Energi, SiSCE, IoT, Mobile, WSN*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : Irwanhutaauruk123@gmail.com

**Dosen Program Studi Teknik Elektro

***SMART CONTROL ENERGY ON IDLE TIME IN EVIZA JAYA MEDICA
OFFICE BUILDING***

Irwan Saputra Hutaauruk*
Hamdani, S.T., M.T.**
Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.**
University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

This study aims to control the consumption of electrical energy at idle time or outside working hours in private office buildings in order to save electricity consumption. To control the use of electrical energy, a smart energy control system was developed by applying Wireless Sensor Network (WSN) and Internet of Thing (IoT) technology in order to create an energy-efficient Smart Office to support Smart City (SC) in the Industrial Age 4.0. The Energy Smart Control System (SiSCE) test was conducted at the Eviza Jaya Medica Office. This tool works automatically to stop the flow of electrical energy at idle time and the information is conveyed to the building manager by mobile. The SiSCE measurement results if the electricity is not turned off during idle time, it shows that the electricity consumption at idle time is almost 50% higher than the operating hours of office activities. By using SiSCE, it can save almost 50% of electrical energy consumption.

Keywords: Idle Time, Smart Energy Control, SiSCE, IoT, Mobile, WSN

** Electrical Engineering Study Program Student : Irwanhutaauruk123@gmail.com*

*** Lecturer in Electrical Engineering Study Program*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Smart Control Energi Pada Idle Time Di Gedung Perkantoran Eviza Jaya Medica**” tepat pada waktunya.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.H.M.Isa Indrawan, SE.,MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Pak Hamdani, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T.,M.T selaku Ketua Prodi Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Hamdani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bapak Dicky Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta staff pegawai Fakultas Sains dan Teknologi khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Orang tua tercinta, Ayahanda Alm. Karles Hutauruk dan Ibunda Anastasia yang telah memberikan segalanya hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Teman – teman kelas Reg II LA J/S.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Skripsi ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, khususnya pembaca.

Medan, Maret 2021

Irwan Saputra Hutauruk
1924210030

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Sistem Smart Control Energi.....	7
2.2 Manajemen Energi	7
2.3 Internet Of Things	8
2.4 Sensor	14
2.4.1 Wireless Sensor Network.....	18
2.5 Arduino.....	19

2.6	Wemos D1	22
2.7	Gateway.....	23
2.8	Relay.....	24
2.9	Energi Listrik.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		26
3.1	Jadwal Penelitian.....	26
3.2	Alat dan Bahan	26
3.2.1	Hardware.....	26
3.2.2	Software	27
3.3	Cara Kerja Alat.....	27
3.3.1	Secara Umum.....	27
3.3.2	Skema Komunikasi Sistem Arduino Nano	28
3.3.3	Wiring Diagram Sistem	31
3.3.4	Diagram Waktu.....	32
3.4	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	33
3.5	Perancangan Diagram Alir Sistem	34
3.5.1	Flowchart	35
BAB 4 HASIL DAN ANALISA		39
4.1	Prosedur Kerja dan Pengetesan SiSCE.....	39
4.2	Upload Program Pada Arduino Nano dan Wemos D1	41
4.3	Pengujian Komponen	44
4.3.1	Pengujian LCD 20x4	45
4.3.2	Pengujian Modul RTC	46
4.3.3	Pengujian Energi Meter	49
4.3.4	Pengujian Relay dan Kontaktor	52
4.4	Pengumpulan Data dan Pengolahan Data.....	53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP8266, Salah satu mikrokontroler populer untuk IOT	10
Gambar 2. 2 Contoh Sensor Temperatur (Kiri) dan Sensor Api (Kanan).....	16
Gambar 2. 3 Wireless Sensor Networks (WSNs)	18
Gambar 2. 4 Arduino Uno.....	21
Gambar 2. 5 Pinout Wemos D1	23
Gambar 2. 6 Relay dan Simbol Relay.....	24
Gambar 3. 1 Skema komunikasi data Arduino Nano.....	29
Gambar 3. 2 Wiring diagram sistem	32
Gambar 3. 3 Diagram waktu sistem.....	33
Gambar 3. 4 Flowchart SiSCE	35
Gambar 4. 1 Keseluruhan Alat (Panel kontrol SiSCE).....	45
Gambar 4. 2 Pengujian LCD.....	46
Gambar 4. 3 Pengujian Modul RTC	48
Gambar 4. 4 Pengujian Energi Meter.....	53
Gambar 4. 5 Lokasi Beban Uji.....	56
Gambar 4. 6 Grafik Penggunaan Energi Listrik.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Modul RTC	47
Tabel 4. 2 Fungsi dan Akses Modbus Energi Meter.....	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengetesan Energi Meter	51
Tabel 4. 4 Data Penggunaan Listrik Pada Operational Time dan Idle Time Selama 11 Hari di Gedung Eviza Jaya Medica.....	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Idle Time merupakan masa tidak produktif yang terjadi pada suatu institusi baik instansi pemerintah maupun swasta seperti pada jam istirahat atau jam pulang kantor. Pada saat idle time sering terjadi peralatan elektronik, seperti AC sentral tetap standby, komputer, printer, penerangan dan lain-lain yang sudah tidak digunakan lagi tetap menyala, sehingga konsumsi energi listrik tetap terus berjalan. Sebagai kontrol kapan PLN mengambil alih suplai daya ke beban dan sebaliknya. Maka diperlukan suatu sistem yang dapat bekerja secara otomatis untuk mengubah suplai daya dari PLTS ke PLN. Kontrol otomatis ini sering disebut Automatic Transfer Switch (ATS).

Hasil Penelitian PT. Energy Management Indonesia (EMI) menunjukkan persentase pemborosan energi listrik pada idle time yaitu kantor pemerintah 25-30%, kantor milik swasta 20%, industri 25%, rumah tangga 10%, toko-toko dan pasar 25%. Dari hasil penelitian tersebut kantor pemerintah memberikan kontribusi tertinggi dalam pemborosan energi listrik pada idle time dibandingkan kantor lainnya.

Untuk menurunkan pemborosan konsumsi energi listrik terutama pada gedung bertingkat diperlukan tenaga manusia yang banyak dan memakan waktu yang panjang untuk mematikan peralatan elektronik dan penerangan pada ruangan- ruangan disetiap lantai gedung yang tidak digunakan.

Penelitian tentang konsumsi energi listrik sudah banyak dilakukan seperti : Nusa dkk (2015), membangun alat untuk mengukur konsumsi energi listrik

menggunakan sensor arus ACS712 dan mikrokontroler ATmega 328. Alamsyah dkk (2015), membangun sistem kontrol peralatan elektronik jarak jauh berbasis web. Sedangkan Zhou, dkk (2016) mengemukakan konsep Home Energy Management System (HEMS) untuk pengaturan konsumsi energi listrik dan kombinasi dengan energi terbarukan. Sementara Calvillo, dkk (2016) mengemukakan strategi perencanaan konsumsi energi listrik dan energi terbarukan dalam rangka mewujudkan smart city. Dari penelitian yang sudah dilakukan belum melakukan pengontrolan penggunaan energi listrik pada idle time (diluar jam kerja perkantoran).

Berdasarkan hal tersebut diatas maka peneliti mengusulkan sistem smart control energi listrik pada idle time perkuliahan atau perkantoran dengan menerapkan teknologi WSN dan IoT secara mobile menggunakan ESP8266-EX microcontroller berbasis Wemos D1 yang diimplementasikan pada Arduino platform yang digunakan untuk mengambil data dari cloud.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi adalah :

1. Seberapa besar energi yang dapat dihemat dengan menggunakan Sistem *Smart Control Energy* (SiSCE).
2. Bagaimana merancang komunikasi antara penghitung daya (energy meter) dan mikrokontroler.
3. Bagaimana merancang sistem informasi agar data yang diperlukan dapat di tampilkan dan di kendalikan pada web secara efektif.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan ini, terdapat beberapa batasan masalah, maka pembahasan pada skripsi ini akan dibatasi tentang:

1. *Smart Control Energy* pada *idle time* perkantoran dibangun menerapkan teknologi WSN dan IoT yang dapat diakses melalui perangkat mobile
2. Sistem *Smart Control Energi* dibangun prototipe percontohan dan dilakukan pengujian di gedung perkantoran PT. EVIZA MEDICA JAYA
3. Rancang bangun hardware Sistem Smart Control Energi ini menerapkan teknologi WSN, mikrokontroler ESP8266-EX berbasis Wemos D1, acces point dan relay.
4. Rancang bangun software aplikasi menggunakan C++, java dan Android Studio untuk User Interface pada perangkat mobile. Sebagai data store dan pengolahan data menggunakan teknologi ThingSpeak berbasis cloud.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan penelitian ini antara lain:

1. Merancang sistem yang dapat secara otomatis memutuskan listrik saat *idle time*.
2. Merancang sistem yang dapat melakukan fungsi pemantauan dan pengendalian berbasis *Internet Of Things (IoT)*.
3. Merancang komunikasi yang dapat dilakukan oleh mikrokontroler dan energi meter.
4. Merancang sistem datalogging pada database web.

5. Merancang desain web yang dapat memudahkan interaksi dengan pengguna.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Penerapan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan yang berhubungan dengan penerapan alat pada kehidupan sehari-hari.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Diharapkan hasil penelitian ini bisa digunakan sebagai referensi untuk melakukan penelitian berikutnya.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mempermudah manusia dalam mengoptimalkan penghematan energy sehingga kegiatan sehari – hari dapat berjalan optimal.

1.6 Metode Penelitian

Dalam melaksanakan realisasi penelitian ini penulis mendapatkan data dan masukan dengan cara:

1. Metode Pustaka yaitu dengan cara mencari buku referensi yang berhubungan dengan judul penelitian yang dibahas baik di perpustakaan, toko buku maupun via internet.

2. Metode lapangan yaitu dengan mempraktekkan langsung cara kerja pengukuran tegangan baterai sekaligus dijadikan data pengambilan keputusan bagi alat.
3. Metode Bimbingan yaitu dengan melakukan konsultasi dan meminta arahan atau bimbingan dari dosen pembimbing serta meminta saran kepada orang yang mengetahui tentang pembuatan penelitian ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini ditujukan untuk memaparkan hasil pembuatan, perakitan dan pengujian sistem yang dibuat. Untuk mempermudah pemahaman, maka penulis menyusun skripsi ini dalam beberapa bab, yang masing-masing bab mempunyai hubungan yang saling terkait dengan bab lain, yaitu seperti dibawah ini:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, metode pengumpulan data, serta sistematika penulisan laporan.

BAB 2. LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang teori–teori dasar yang menunjang dalam pengerjaan skripsi, yaitu mencakup tentang rangkaian penunjang dan komponen yang digunakan dalam pembuatan alat.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang perancangan subjek skripsi ini, blok diagram secara keseluruhan dan realisasi rangkaian dan mekanik, serta cara kerjanya.

BAB 4. HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini disertakan hasil–hasil pengujian alat dan analisa sebagai pembuktian dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang telah diterapkan ke dalam alat ini.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang simpulan yang diperoleh dalam perancangan dan pembuatan skripsi serta saran-saran yang ingin disampaikan penulis untuk pengembangan selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Smart Control Energi

Sistem merupakan kumpulan komponen (hardware dan software) yang bekerjasama dan terintegrasi untuk mencapai suatu tujuan. Sistem yang bisa dikendalikan secara dinamis disebut sebagai suatu sistem yang cerdas (Smart). Sehingga dapat dikatakan bahwa Sistem Smart Control Energi merupakan suatu sistem kontrol energi yang mampu bekerja secara dinamis.

2.2 Manajemen Energi

Manajemen Energi Manajemen energi adalah kegiatan di suatu perusahaan yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen, dengan tujuan agar dapat dilakukan konservasi energi, sehingga biaya energi sebagai salah satu komponen biaya produksi/operasi dapat ditekan serendah-rendahnya.

Konservasi energi sendiri mengandung arti sebagai suatu usaha untuk tetap menggunakan energi secara rasional tapi tetap mempertahankan produktifitas dan terpenuhinya syarat-syarat kelola perusahaan. Penggunaan energi rasional diantaranya dengan penghematan dan efisiensi energi. Jadi harus dibedakan antara penghematan energi dengan konservasi energi.

Penghematan energi bisa saja dilakukan dengan hanya mengurangi penggunaan energinya tapi kenyamanan dan produktitas menjadi turun. Sementara konservasi energi adalah penerapan kaidah-kaidah dalam pengelolaan energi tidak hanya

mengurangi pemakaian energinya tapi juga menerapkan pola operasi yang efisien, pemasangan alat tambahan yang meningkatkan performa sistem sehingga pemakaian energinya lebih rendah tapi tidak mengurangi kenyamanan dan produktifitas. Jadi pada intinya konservasi energi merupakan panduan bagaimana menghemat energi dengan benar dan berisi metode-metode dan alat alat yang bisa dipakai untuk penghematan energi tanpa mengurangi produktifitas dan kenyamanan. Sementara efisiensi energi artinya perbandingan antara penggunaan energi dengan hasil produksinya. Yang dimaksud produksinya bisa kenyamanan, gerak dan lain-lain.

Jadi efisiensi energi yang tinggi berarti pemakaian energinya rendah tapi produksi tinggi. Dengan demikian konsep konservasi energi lebih luas dibandingkan dengan efisiensi energi. Manajemen energi secara umum dapat didefinisikan sebagai manajemen yang berdampak langsung pada organisasi, teknik dan aksi yang ekonomis dalam rangka meminimalisasi konsumsi energi, termasuk energi untuk produksi/kegiatan dan untuk meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan tambahan lainnya. Dengan demikian manajemen energi merupakan kegiatan yang terstruktur terhadap energi dengan tujuan mengurangi konsumsi energi secara terus menerus dan menjaga peningkatan yang telah dicapai.

2.3 Internet Of Things

Paradigma baru dalam teknologi jaringan global adalah Industri Internet yang dikenal juga dengan Internet of Things (IoT). Teknologi masa depan yang menjadi fokus terpenting diberbagai bidang industri adalah implementasi IoT untuk memudahkan dalam melaksanakan operasional oraganisasi. Setiap bagian, mesin dan

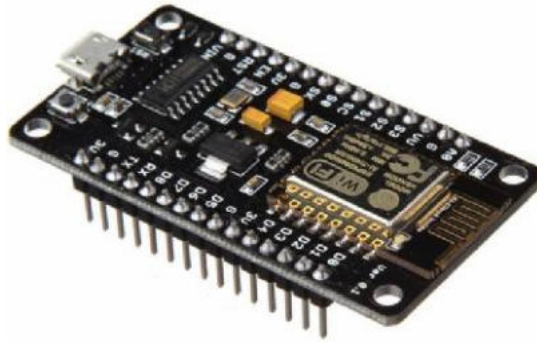
perangkat yang ada terhubung melalui jaringan ini dan saling bekerja sama (lee dan lee, 2015).

Konsep IoT memberikan manfaat yang lebih luas bagi perangkat yang tersambung ke jaringan internet secara terus menerus, misalnya perangkat elektronik atau benda lainnya yang ditanamkan sensor dan disiapkan selalu aktif tersambung secara meluas baik secara lokal maupun global (Panduardi dan Haq, 2016).

Internet of Things merupakan sebuah gagasan yang bertujuan untuk memperluas fungsi dari konektivitas internet yang terhubung secara terus- menerus. Adapun kegunaan yang dimiliki seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Penerapan iot pada dunia nyata dapat digunakan untuk memonitoring atau mengontrol berbagai aspek bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang sudah tertanam dan juga selalu aktif.

IoT sudah berkembang pesat mulai dari penggabungan teknologi nirkabel, MicroElectromechanical Systems (MEMS) dan juga Internet. IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam topologi jaringan, Radio Frequency Identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan (C. Wang et al., 2013). IoT juga bisa mencakup teknologi-teknologi sensor lainnya, seperti teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering kita temukan di sekitar kita, contoh penerapannya dalam benda yang ada di dunia nyata adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang semuanya tersambung ke jaringan lokal

maupun global lewat sensor yang tertanam dan selalu menyala aktif. IoT ini mengacu pada mesin atau alat yang bisa diidentifikasi sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis Internet.



Gambar 2. 1 ESP8266, Salah satu mikrokontroler populer untuk IOT
Sumber: Future Electionics, 2020

Tantangan terbesar yang bisa menjadi hambatan dalam mengkonfigurasi IoT adalah menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi dan bagaimana menyusun jaringan komunikasinya, dikarenakan jaringan yang dibutuhkan oleh IoT sangatlah kompleks. Selain itu, IoT juga memerlukan suatu sistem keamanan yang cukup ketat. Di samping masalah tersebut, biaya pengembangan IoT yang mahal juga sering menjadi faktor penyebab kegagalan, sehingga pembuatan dan pengembangannya bisa berakhir gagal produksi.

Cara kerja IoT, dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, di mana tiaptiap perintah argumen tersebut dapat menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa dibatasi oleh jarak yang jauh. Internet menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Manusia dalam IoT tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut.

Unsur-unsur pembentuk IoT yang mendasar adalah:

1. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI), IoT membuat hampir semua mesin yang ada menjadi “Smart” (pintar). Ini berarti IoT bisa meningkatkan segala aspek kehidupan kita dengan pengembangan teknologi yang didasarkan pada AI. Pengembangan teknologi yang ada dilakukan dengan pengumpulan data, algoritma kecerdasan buatan, dan jaringan yang tersedia. Contohnya sederhana seperti meningkatkan atau mengembangkan perangkat lemari es/kulkas sehingga dapat mendeteksi jika stok susu dan sereal sudah hampir habis, bahkan bisa juga membuat pesanan ke supermarket secara otomatis jika stok akan habis.
2. Konektivitas dalam IoT, ada kemungkinan untuk membuat atau membuka jaringan baru, dan jaringan khusus IoT. Jaringan ini tidak lagi terikat hanya dengan penyedia utamanya saja. Jaringannya tidak harus berskala besar dan mahal, bisa tersedia pada skala yang jauh lebih kecil dan lebih murah. IoT bisa menciptakan jaringan kecil di antara perangkat sistem.
3. Sensor merupakan pembeda yang membuat IoT unik dibanding mesin canggih lainnya. Sensor ini mampu mendefinisikan instrumen, yang mengubah IoT dari jaringan standar dan cenderung pasif dalam perangkat, sehingga menjadi suatu sistem aktif yang dapat diintegrasikan ke dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari.
4. Keterlibatan Aktif (Active Engagement), IoT mengenalkan paradigma yang baru bagi konten aktif, produk, maupun keterlibatan layanan.

5. Perangkat Berukuran Kecil. IoT memanfaatkan perangkat-perangkat kecil yang dibuat khusus agar menghasilkan ketepatan, skalabilitas, dan fleksibilitas yang baik.

Unsur-unsur pembentuk IoT yang mendasar adalah:

1. Pertanian

Beberapa diantaranya seperti mengumpulkan data soal suhu, curah hujan, kelembaban, kecepatan angin, serangan hama, dan muatan tanah. Data-data tersebut bisa dipakai untuk mengotomatisasi teknik pertanian dan dapat dipakai untuk mengambil keputusan (decision making) berdasarkan informasi yang diperoleh sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas, meminimalkan risiko dan limbah, serta mengurangi upaya yang diperlukan dalam mengelola tanaman. Sebagai contoh, petani sekarang sudah bisa memantau suhu dan kelembaban tanah dari jauh, dan bahkan menerapkan data yang diperoleh IoT untuk program pemupukan yang lebih merata.

2. Energi

Sejumlah perangkat yang memakan energi besar saat ini sudah bisa terintegrasi dengan konektivitas internet yang memungkinkan mesin-mesin maupun jaringan untuk berkomunikasi dalam menyeimbangkan pembangkitan listrik serta penggunaan energi yang lebih hemat dan efektif. Perangkat ini juga bisa memungkinkan akses remote control dari pengguna. Selain itu, bisa juga mengaktifkan fungsi semacam penjadwalan (misalnya untuk menyalakan/mematikan mesin pemanas, mengendalikan oven, mengubah

kondisi pencahayaan dari terang menjadi redup hingga ke gelap, dan lain sebagainya).

3. Lingkungan

Aplikasi pemantauan lingkungan dari IoT biasanya menggunakan sensor dalam membantu terwujudnya perlindungan lingkungan. Contoh penerapannya seperti pemantauan kualitas udara atau air, kondisi atmosfer atau tanah, dan dapat mencakup pemantauan terhadap satwa liar dan habitatnya. IoT juga dimanfaatkan dalam penanggulangan bencana seperti sistem peringatan dini Tsunami atau gempa bumi. Perangkat IoT dalam hal ini memiliki jangkauan geografis yang sangat luas serta mampu bergerak.

4. Otomatisasi Rumah

Perangkat IoT dimanfaatkan untuk memantau dan mengontrol sistem mekanis dan elektronik yang digunakan pada berbagai jenis bangunan, seperti industri atau perumahan. Selain itu juga dapat mengontrol penggunaan energi secara real-time dalam mengurangi konsumsi energi. Perangkat IoT dapat terintegrasi menjadi sistem rumah pintar. Contoh penerapannya seperti: lampu menyala secara otomatis ketika malam hari, kemudian lampu akan mati secara otomatis pada saat jadwal tidur. Pagi hari, taman Anda akan disiram air oleh mesin penyiram otomatis. Begitu juga dengan kulkas Anda yang bisa memesan stok makanan sendiri ketika habis.

5. Medik dan Kesehatan

Dalam dunia medik dan kesehatan, Perangkat IoT akan merekam data-data kesehatan pasien dan ditransfer langsung ke tenaga medis maupun Rumah

Sakit. Data-data yang bisa dideteksi dan dikirimkan seperti detak jantung, tingkat gula dalam darah, dan lain sebagainya. Smartphone atau ponsel akan jadi alat pemantau kesehatan yang canggih dan tentunya bisa sangat membantu. Salah satu contoh penerapannya seperti, tempat tidur pintar yang bisa otomatis memberitahukan dokter atau perawat ketika pasien hendak bangun dari tempat tidur.

6. Transportasi

Penerapan IoT dapat membantu manusia dalam berkomunikasi, mengontrol, dan pemrosesan informasi pada berbagai aspek sistem transportasi. Interaksi dinamis yang terjadi antara komponen-komponen itu berasal dari sebuah sistem transportasi. Sistem tersebut memungkinkan komunikasi antara kendaraan dengan kontrol lalu lintas yang lebih efektif, parkir yang lebih cerdas, manajemen logistik dan armada, kontrol kendaraan, dan juga terkait faktor keselamatan maupun bantuan di jalan raya.

2.4 Sensor

Sensor merupakan suatu komponen yang dipakai untuk mendeteksi suatu perubahan yang terjadi pada suatu objek atau lingkungan baik perubahan fisik atau kimia dan mengubah besaran-besaran fisik atau kimia tersebut menjadi besaran listrik. Teknologi manufaktur, Struktur sensor, dan algoritma pengolahan sinyal merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas kinerja suatu sensor.

Banyak jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi suatu perubahan sesuai dengan kondisi objek yang mau dideteksi seperti sensor tekanan, cahaya, tekanan, suara, suhu, penyandi, flame sensor dan lain-lain.

Kunci utama yang sama untuk semua sensor adalah konversi: sensor, (atau "detektor"), mendeteksi dan mengukur benda-benda fisik atau kuantitas, yang dapat beragam seperti kode identifikasi elektronik pada label yang dirancang khusus dikenal sebagai chip RFID, (di mana RFID kepanjangan dari Radio Frequency Identification), kuantitas panas dalam suatu objek, cairan atau orang, pergerakan suatu objek, orang atau hewan ke bidang elektronik dipantau visi, atau jenis percepatan suatu benda mengalami, seperti free-fall atau rotasi. Setelah pengukuran, sensor mengkonversi data yang telah diterima ke dalam sinyal atau tampilan visual yang kemudian dapat bermakna ditafsirkan oleh salah satu agen manusia atau oleh perangkat elektronik lain. Sensor A, dengan kata lain, juga selalu transduser - perangkat yang mengkonversi salah satu bentuk energi atau stimulus ke lain.



Gambar 2. 2 Contoh Sensor Temperatur (Kiri) dan Sensor Api (Kanan)
Sumber: Maxim Integrated, 2020

Salah satu bentuk dari sensor gerak, misalnya, dapat diintegrasikan ke dalam mesin industri dan kabel ke safety-saklar. Hal ini memungkinkan shutdown yang aman jika terjadi dalam peristiwa detektor sinyal ke switch gerakan mekanik menyimpang yang dapat merusak peralatan, karena jika dilanjutkan akan menimbulkan bahaya bagi manusia didekatnya. Ini adalah contoh pengukuran yang diubah menjadi sinyal untuk masukan ke perangkat non-human, tapi tentu saja banyak sensor mengkonversi pengukuran ke dalam skala atau menampilkan ditujukan untuk pengukuran oleh mata manusia.

Merkuri dalam gelas termometer, misalnya, adalah bentuk di mana-mana dari sensor suhu yang mengubah ekspansi atau kontraksi bohlam kecil merkuri ke skala dibaca (Celcius atau Fahrenheit): merkuri mengembang atau kontraksi, itu naik atau jatuh di dalam filamen berongga sempit dalam kaca, yang memiliki skala suhu dikalibrasi yang tertulis pada bagian luar permukaan thermometer.

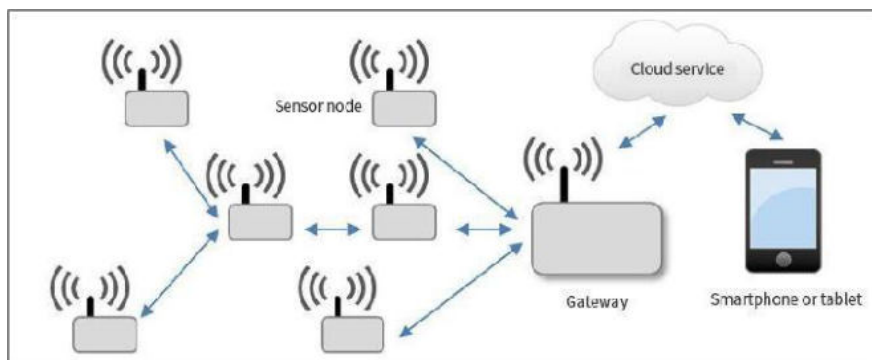
Masih mengenai merkuri yang ada dalam gelas termometer, dalam suhu berkisar dirancang untuk mengukur, menampilkan fitur penting yang diperlukan dari semua sensor: linearitas. Dengan kata lain, perubahan fisik dalam detektor bahan sensor, dalam hal ini merkuri, yang dalam proporsi langsung dengan perubahan objek, kekuatan, gerakan atau radiasi di bawah pengukuran. Tipe lain dari sensor, termokopel, sama akan merespon perubahan suhu secara linear, dalam hal ini menghasilkan perubahan tegangan output yang sebanding dengan perubahan panas. Untuk memastikan akurasi, sensor secara hati-hati dikalibrasi untuk menyesuaikan diri dengan mendirikan, dicoba dan diuji skala.

Dalam peradaban elektronika, sensor memainkan peran penting dalam memastikan berfungsinya sejumlah besar mesin, gadget, kendaraan dan proses manufaktur. Kebanyakan orang mungkin sama sekali tidak menyadari bahwa sensor di balik banyak hal yang mereka anggap remeh, seperti accelerometer, yang menjamin layar pada ponsel atau tablet selalu dengan cara yang benar sampai gerakan apa pun atau rotasi perangkat mengalami, atau yang sensor bantuan mobil dan pesawat terbang berfungsi dengan aman. Sensor banyak digunakan dalam peralatan medis, teknik aerospace, dalam proses automasi manufaktur dan robotika, dan beberapa aplikasi yang lain.

Sensitivitas sensor menentukan banyak aplikasi sensor itu sendiri. Ketika sensor merespon perubahan yang relatif besar dalam suatu medium dengan perubahan yang relatif kecil dengan detektor material dan output yang konsekuen, itu menunjukkan sensitivitas rendah. Tapi kadang-kadang diperlukan sensor untuk mengukur perubahan kecil, dalam hal ini sensor dituntut untuk menunjukkan sensitivitas tinggi, menanggapi secara signifikan untuk perubahan menit dalam medium dibawah pengukuran. Seringkali, linearitas sensor tersebut terbatas pada kisaran ketata yang dibatasi, diluar itu akan merespon tidak akurat.

2.4.1 Wireless Sensor Network

Merupakan salah satu jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek atau lingkungan dengan menggunakan node sensor yang terdistribusi secara terpisah pada suatu lokasi tertentu seperti terlihat pada Gambar 2.1 . Di era internet, Wireless Sensor Networks (WSNs) telah muncul sebagai aspek yang sangat fleksibel dan dinamis dapat digunakan hampir di setiap bidang implementasi seperti bidang pertanian, pertahanan, lingkungan dan lain-lain. (Rashid dan Rehmani, 2016)



Gambar 2. 3 Wireless Sensor Networks (WSNs)

Sumber: Rashid dan Rehmani, 2016

2.5 Arduino

Pendiri atau pembuat dari Arduino adalah Massimo Banzi dan David Cuartielles, warga negara Ivrea, Italia. Awalnya mereka memberi nama proyeknya dengan sebutan Arduino. Kemudian nama proyek tersebut diubah menjadi Arduino yang berarti “teman yang kuat” atau dalam versi bahasa Inggrisnya dikenal dengan sebutan “Hardwin”. Tujuan dibuatnya Arduino adalah untuk memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan lingkungannya dengan menggunakan mikrokontroler AVR.

Ada beberapa yang terlibat dalam pengembangan Arduino seperti seniman sekaligus *programmer* asal Kolombia bernama Hernando Barragain (*wiring*). Software IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino dibuat oleh Casey Reas dan Ben Fry, serta beberapa *programmer* lainnya juga terlibat seperti Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambett. Mereka mengembangkan Arduino dengan *bootloader* dan *software* yang *user friendly* sehingga menghasilkan sebuah board mikrokontroler yang bersifat *open source* yang bisa dipelajari dan dikembangkan oleh siapa pun, baik itu mahasiswa, pelajar, profesional, pemula, penggemar elektronika maupun penggemar robotik di seluruh dunia. Pembuatan Arduino sendiri dimulai pada tahun 2005 dan sejak awal dilepaskan di pasar sampai dengan bulan Mei 2011, lebih dari 300.000 unit Arduino telah terjual.

Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroler serba guna yang bisa diprogram dan bersifat *open-source*. Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan penambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, arduino tidak lagi membutuhkan

perangkat keras terpisah (disebut *programmer* atau *downloader*) untuk memuat atau meng-*upload* kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk memulai menggunakan Arduino (Dr. Muhammad Yusro,. MT., 2016).

Arduino ialah sebuah *single board* yang memiliki pin *power*, *input/output* digital, analog, mikrokontroler, RAM (*Random Access Memory*), EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), Komunikasi Serial seperti SPI(*Serial Peripheral Interface*), UART(*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) dan I2C(*Inter Integrated Circuit*), ROM(*Random Only Memory*), serta USB type B yang digunakan untuk mengupload program ke Arduino. Arduino sendiri merupakan perkembangan dari sebuah Atmega (*mikrokontroler*), untuk mengaktifkan pin *input/output* digital ataupun analog Arduino harus diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa program seperti bahasa BASIC, Python, C dan Arduino. Arduino mempunyai bahasa pemrograman sendiri yaitu bahasa pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman Arduino merupakan implementasi dari bahasa C dan C++ yang sudah disederhanakan dengan sedemikian mungkin. Sehingga para pengguna dapat lebih mudah untuk berinteraksi dengan Arduino. Arduino memiliki software sendiri bernama Arduino IDE. Dengan menggunakan software tersebut, kita dapat memberikan instruksi kepada Arduino sesuai apa yang kita inginkan.

Arduino merupakan perangkat keras sekaligus perangkat lunak yang memungkinkan siapa saja melakukan pembuatan prototype suatu rangkaian elektronika yang berbasis mikrokontroler dengan mudah dan cepat. Dari sisi perangkat lunak, Arduino IDE adalah *tool* yang bermanfaat untuk menuliskan program (yang

secara khusus dinamakan sketsa di Arduino), mengompilasinya, dan sekaligus mengunggahnya ke papan Arduino.

Melihat perkembangan dipasaran sekarang Arduino sudah sangat pesat berkembang, sehingga terdapat beberapa jenis Board Arduino seperti Arduino Uno, Arduino Mega2560, Arduino Nano, Arduino Promini, Arduino Lylipad, Arduino Leonardo dan sebagainya. Pertama kali board arduino yang dijual dipasar ialah Arduino Uno. Dibawah ini merupakan bentuk fisik dari Arduino Uno yang dapat dilihat pada gambar 2.1 Arduino Uno.



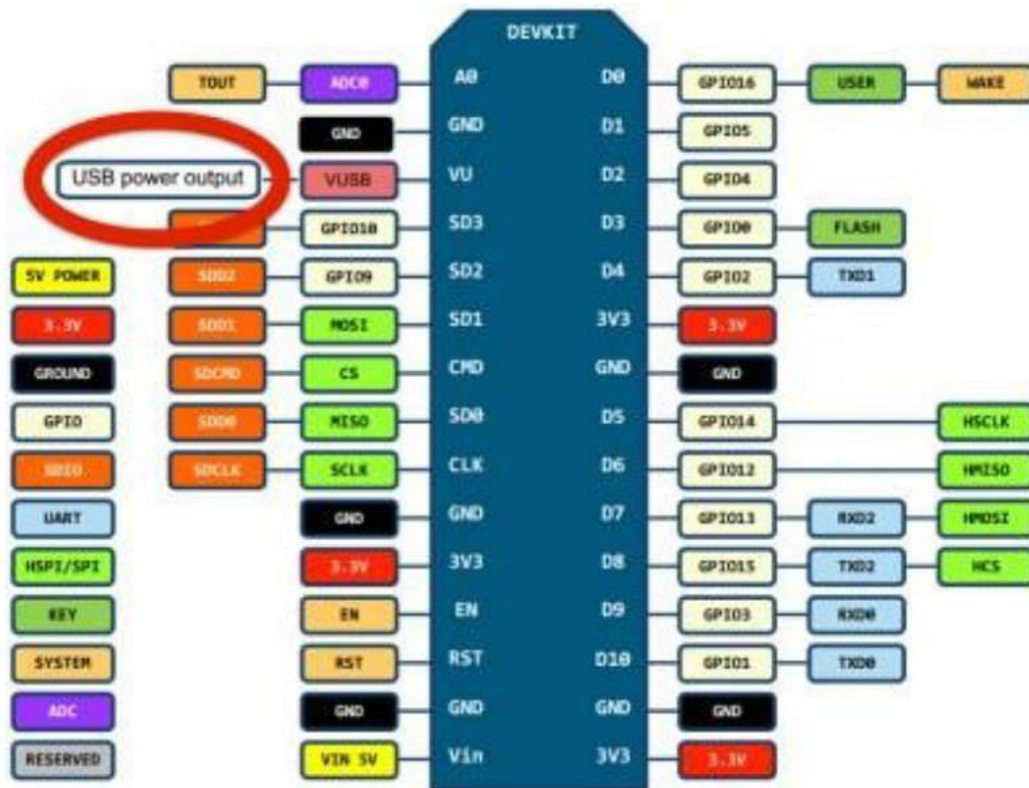
Gambar 2. 4 Arduino Uno
Sumber: Penulis, 2020

Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan *obyek* interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer anda (seperti Flash, Pengolahan, atau Max / MSP). Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli. IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino bersifat *open source*.(Steven dkk, 2016, vol.5). Arduino Uno sendiri sudah memiliki versi 3 setelah revisi dari versi 1 dan 2. Penulis menggunakan Arduino Uno R3 yang DIP(*Double In Page*), arduino tersebut penulis gunakan untuk mengolah data gas metana.

2.6 Wemos D1

Wemos D1 tipe ESP8266 merupakan Sistem dalam chip (SoC/System on a Chip) dengan spesifikasi Micro Controller Unit (MCU) dan Wi-Fi transceiver. Terdiri dari 11 pin GPIO (General Purpose Input / Output pins), serta input analog. Sehingga dapat diprogram seperti arduino atau microcontroller pada umumnya. Board ini juga dilengkapi dengan fitur komunikasi Wi-Fi.

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), IIC, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu board. GPIO NodeMCU ESP8266 seperti gambar berikut.



Gambar 2. 5 Pinout Wemos D1

Sumber: Arranda, 2017

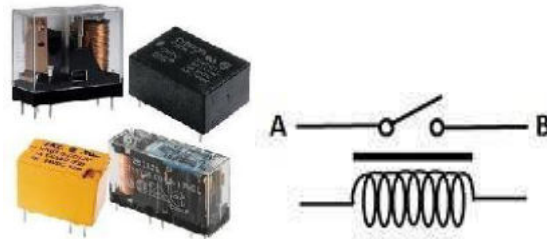
Wemos D1 berukuran panjang 4.83cm, lebar 2.54cm, dan berat 7 gram. Board ini sudah dilengkapi dengan fitur WiFi dan Firmwarena yang bersifat opensource

2.7 Gateway

Gateway merupakan server yang digunakan untuk menyimpan data dan mengolah data dan menyampaikan informasi melalui internet kepada komputer user atau Smartphone (Hadwan dan Reddy, 2016). Salah satu Gateway yang dapat digunakan untuk menyimpan data dari WSNs adalah 'Thingspeak', merupakan layanan web service berbasis cloud.

2.8 Relay

Relay merupakan suatu peralatan yang berfungsi sebagai saklar menggunakan elektromagnet untuk mengontrol switch listrik. Relay terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi, seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 6 Relay dan Simbol Relay
Sumber: Penulis, 2020

2.9 Energi Listrik

Energi yang tersimpan dalam arus listrik dalam satu ampere (A), tegangan listrik dengan satuan volt (V) dan Watt (W) untuk satuan konsumsi daya listrik disebut sebagai Energi listrik. Untuk Menghidupkan penerangan/lampu, motor, mendinginkan/memanaskan atau menggerakkan suatu perangkat mekanik lainnya untuk menghasilkan energi yang lain digunakan Energi listrik (Calvillo, dkk 2016).

Penggunaan energi listrik dapat dikontrol dalam rangka penghematan energi listrik. Kontrol energi listrik merupakan penyampaian informasi terhadap penggunaan energi listrik disetiap titik beban pengamatan (Santoso B, dkk, 2014).

State of the art dari penelitian ini adalah mengimplementasikan salah satu komponen untuk mengujudkan Smart Vocational Education dari penelitian penulis sebelumnya tentang Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Pendidikan

Vokasional berbasis Model Dinamik, salah satunya adalah komponen organisasi yang berfungsi untuk mengatur sumber daya internal organisasi termasuk didalamnya penghematan sumber daya energi listrik.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal kegiatan yang akan dilakukan untuk merancang dan membuat Smart Control Energy pada Idle Time adalah sebagai berikut :

No.	Kegiatan	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■					
2	Perancangan Sistem		■				
3	Pembuatan sistem			■	■		
4	Uji Coba dan Evaluasi					■	
5	Penyusunan Buku		■	■	■	■	■

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang mendukung sistem tersebut antara lain, yaitu:

3.2.1 Hardware

1. Arduino Nano 1 buah
2. Wemos D1 1 buah
3. Energi Meter 1 buah
4. *Converter Max 485* 1 buah
5. *Power Supply 12V* 1 buah

6. <i>Relay</i>	1 buah
7. <i>RTC Module</i>	1 buah
8. <i>LCD 16 x 2</i>	1 buah

3.2.2 Software

1. Software C++	1 buah
2. Arduino IDE	1 buah
3. Laravel Framework	1 buah

3.3 Cara Kerja Alat

Sistem SiSCE (Sistem Smart Control Energy) merupakan sebuah kesatuan sistem yang terdiri dari beberapa alat yang bekerja secara bersamaan. Secara garis besar, SiSCE terdiri dari 2 komponen besar, yakni Arduino nano sebagai pengontrol data dari modul-modul lain, dan Wemos D1 sebagai pengirim data ke server. Adapun komponen-komponen pendukung lain adalah modul pembacaan waktu (RTC) dan sensor pembaca energi listrik (energy meter).

3.3.1 Secara Umum

Sistem pertama kali akan melakukan inisialisasi terhadap komponen- komponen elektronika lainnya. Seperti mengecek hubungan antara RTC yang dilakukan oleh Arduino Nano. Jika pada proses ini terdapat salah satu komponen bermasalah, maka sistem dianggap defektif (tidak bekerja secara efektif). Jika sistem terus bekerja dengan keadaan seperti ini dikhawatirkan sistem akan memberi keputusan/output yang tidak sesuai dengan harapan. Misal, jika pada siang hari (jam operasi/listrik mengalir ke beban) sistem dinyalakan tetapi baterai RTC habis, maka akan mereset waktu pada

RTC. Jika waktu ini yang digunakan sebagai variable pengambil keputusan maka pada jam siang (operasi) tersebut, maka beban tidak akan dialiri listrik karena sistem akan mendapatkan waktu dari RTC jam 00.00 atau waktu idle time. Kemudian sistem akan membaca data set jam operasi dan jam idle time. Data ini disimpan oleh wemos dan akan dibaca oleh Arduino nano. Subroutine dimulai pada proses berikutnya, yaitu pembacaan data dari energi meter. Data tersebut akan ditampilkan di LCD dan Website monitoring.

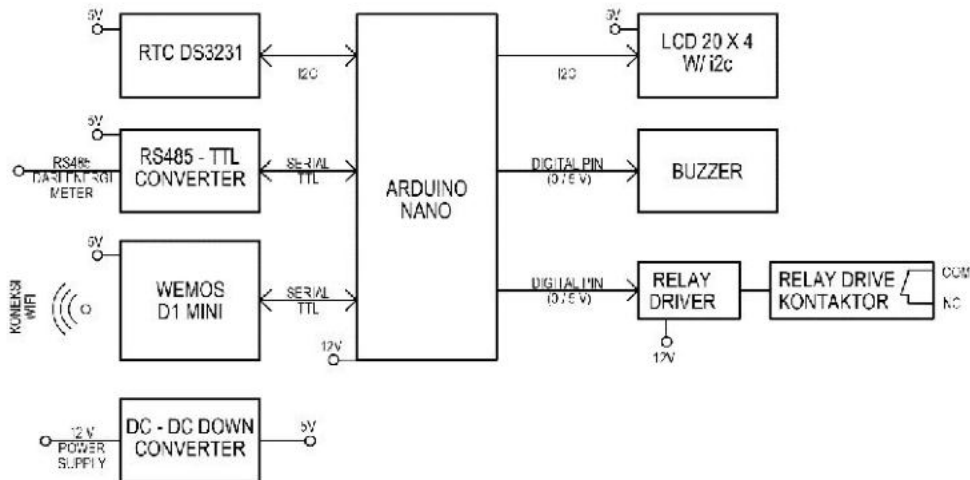
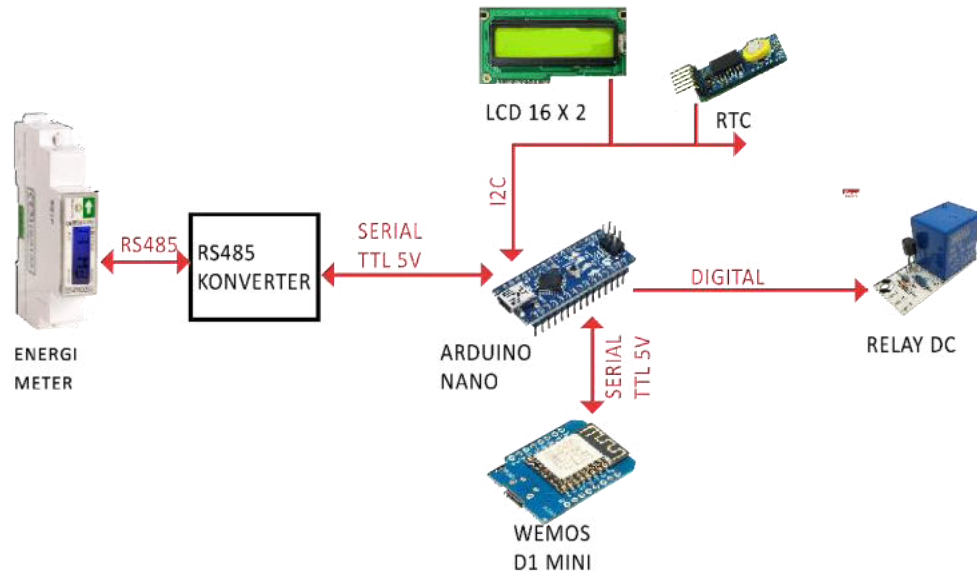
Sistem akan membaca waktu pada saat ini kemudian akan mengecek apakah waktu saat ini sudah memasuki waktu idle time. Jika waktu saat ini sudah memasuki waktu idle time dan sistem memang di set otomatis maka matikan aliran energi listrik ke beban. Kemudian sistem akan melakukan subroutine atau loop yaitu kembali ke langkah pembacaan data energi meter.

Sistem dapat di set dengan setingan otomatis atau tidak otomatis. Pada setingan otomatis sistem akan memutuskan aliran energi listrik ke beban pada saat idle time. Pada setingan tidak otomatis sistem tidak akan memutuskan listrik ke beban pada saat idle time. Setingan tidak otomatis ini berguna ketika pengambilan data pemakaian beban listrik pada saat idle time.

3.3.2 Skema Komunikasi Sistem Arduino Nano

Pada SiSCE, Arduino nano merupakan komponen penting pada sistem agar berjalan dengan baik. Arduino nano adalah mikrokontroler yang berfungsi untuk membaca, mengevaluasi, dan mengirimkan data baik pada output relay (untuk pemutus

tegangan/arus) maupun pada Wemos (data pembacaan pada modul energi meter serta RTC).



Gambar 3. 1 Skema komunikasi data Arduino Nano

Sumber: Penulis, 2020

Arduino Nano mempunyai berbagai protokol komunikasi data, di mana protokol tersebut digunakan oleh modul-modul yang terhubung dengannya. Setiap modul mempunyai jenis protokol komunikasi yang beragam, seperti relay yang hanya

memerlukan digital output dibandingkan dengan LCD serta RTC yang memerlukan komunikasi serial I2C. Pada energi meter, protokol yang digunakan adalah RS485, di mana Arduino Nano tidak mempunyai protokol ini secara umum, oleh karena itu dibutuhkan converter sinyal agar energi meter dapat berkomunikasi oleh Arduino Nano

1. Energi Meter

Energi meter membaca energi listrik yang digunakan pada gedung secara konstan (terus-menerus), nilai pembacaan ini dapat ditunjukkan pada LCD built-in pada energi meter tersebut, namun karena data ini diperlukan untuk evaluasi dan untuk dikirimkan ke server, maka energi meter harus mengirimkan data digital pada Arduino Nano. Pengiriman data secara digital oleh energi meter hanya melalui protokol RS485. Oleh karena itu, converter RS485 ke serial TTL diperlukan agar data bisa di berikan ke sistem. Arduino Nano akan mengirimkan data request pada energi meter, lalu energi meter akan mengirimkan data penggunaan listrik pada Arduino Nano sebagai responnya.

2. LCD 16 x 2 dan RTC

Kedua modul ini menggunakan protokol serial I2C, di mana protokol ini didukung oleh Arduino Nano secara default. Arduino Nano akan mengirimkan data untuk ditampilkan pada LCD, dan akan menarik data waktu real-time dari RTC.

3. Relay

Relay berfungsi sebagai saklar pemutus aliran listrik, relay ini terdiri dari 3 pin, yakni 2 pin power dan 1 pin trigger/input. Arduino Nano mempunyai

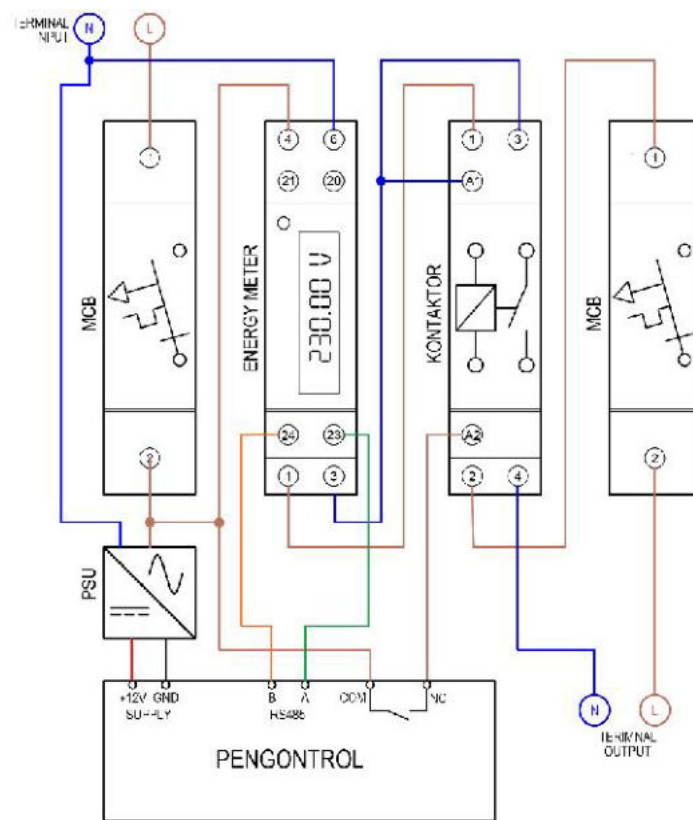
digital input-output yang dapat digunakan untuk menghidup-matikan relay, di mana sinyal ini akan dikirim sesuai dengan evaluasi parameter pada sistem

3. Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini berfungsi sebagai IOT Gateway, di mana modul ini akan terkoneksi dengan internet melalui WiFi, dan akan mengirimkan data yang diterima dari Arduino nano ke webserver. Arduino Nano akan mengirimkan data yang telah dikumpulkan oleh modul-modul lain kepada Wemos D1 Mini melalui komunikasi serial TTL.

3.3.3 Wiring Diagram Sistem

Sistem SiSCE menggunakan energi listrik yang berasal dari PSU (Power Supply Unit) yang terdiri dari 12 V DC Power Supply dan DC – DC Converter. Power supply 12 V bersumber dari arus listrik PLN (yang akan dialirkan melalui MCB), di mana voltase ini akan digunakan untuk aktivasi relay dan sistem, namun karena Arduino Nano dan Wemos D1 Mini menggunakan voltase sebesar 5 V, maka 12 V dari power supply akan diturunkan terlebih dahulu menggunakan DC-DC converter, lalu akan dialirkan ke sistem. Relay akan dihubungkan dengan kontaktor agar dapat mengalirkan arus yang lebih besar

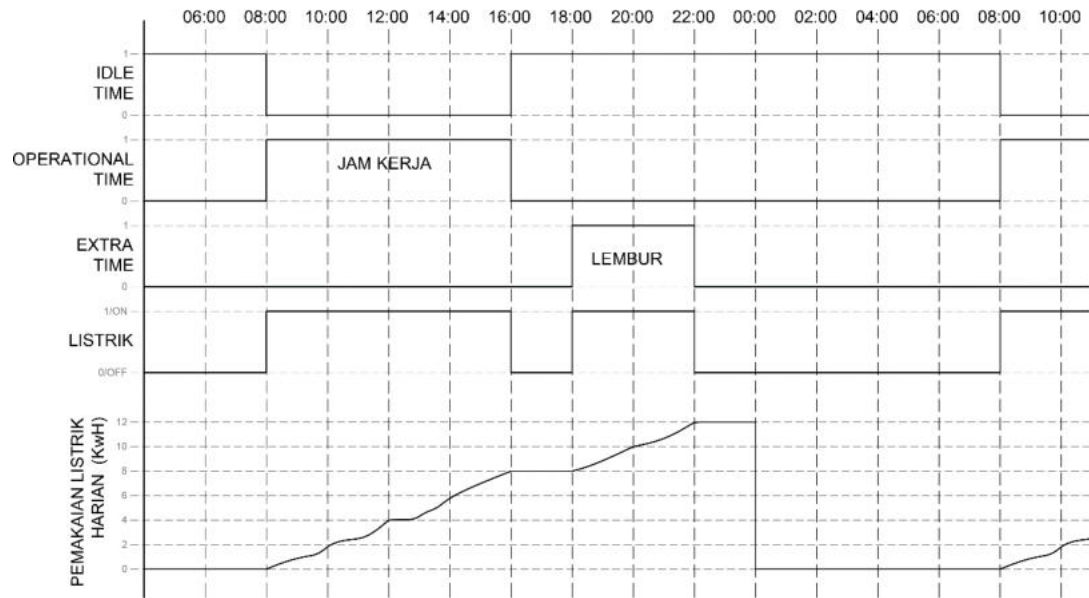


Gambar 3. 2 Wiring diagram sistem

Sumber: Penulis, 2020

3.3.4 Diagram Waktu

SiSCE berkerja dengan parameter input user yakni mode otomatis atau manual, serta bekerja atas evaluasi waktu. Waktu bisa di sesuaikan dengan keinginan user untuk menentukan kapan waktu idle terjadi, hal ini dikarenakan jam kerja dan perencanaan lembur yang variatif.



Gambar 3. 3 Diagram waktu sistem

Sumber: Penulis, 2020

Dari gambar di atas terlihat bahwa pemutusan arus listrik hanya bergantung dengan logika idle time, operational time, dan extra time. Pemakaian listrik tidak berpengaruh pada evaluasi sistem. Logika idle time berbanding terbalik dengan operational time dan extra time, pada saat operational time bernilai 1 (true) maka logika idle time akan bernilai 0 (false), hal ini berlaku juga dengan logika extra time, di mana nilainya akan berbanding terbalik dengan idle time. Arus listrik hanya akan diputuskan oleh relay pada saat logika idle time bernilai 1 (true) dan parameter alat ditentukan untuk bekerja secara otomatis.

3.4 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini mempunyai beberapa tahapan, mulai dari studi literatur, perancangan skematik, perakitan alat prototipe, pengetesan, pengambilan data dan analisis data. Adapun tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mempelajari teori tentang smart control, konsumsi Energi, Idle Time, IoT, sensor atau WSN dan lain-lain dari buku, artikel dan sumber referensi lainnya

2. Observasi/Survey

Melakukan pengamatan pada gedung perkantoran bertingkat, sebagai tempat survey adalah gedung perkantoran Eviza Jaya Medica pada idle time kegiatan perkantoran untuk pengumpulan data awal.

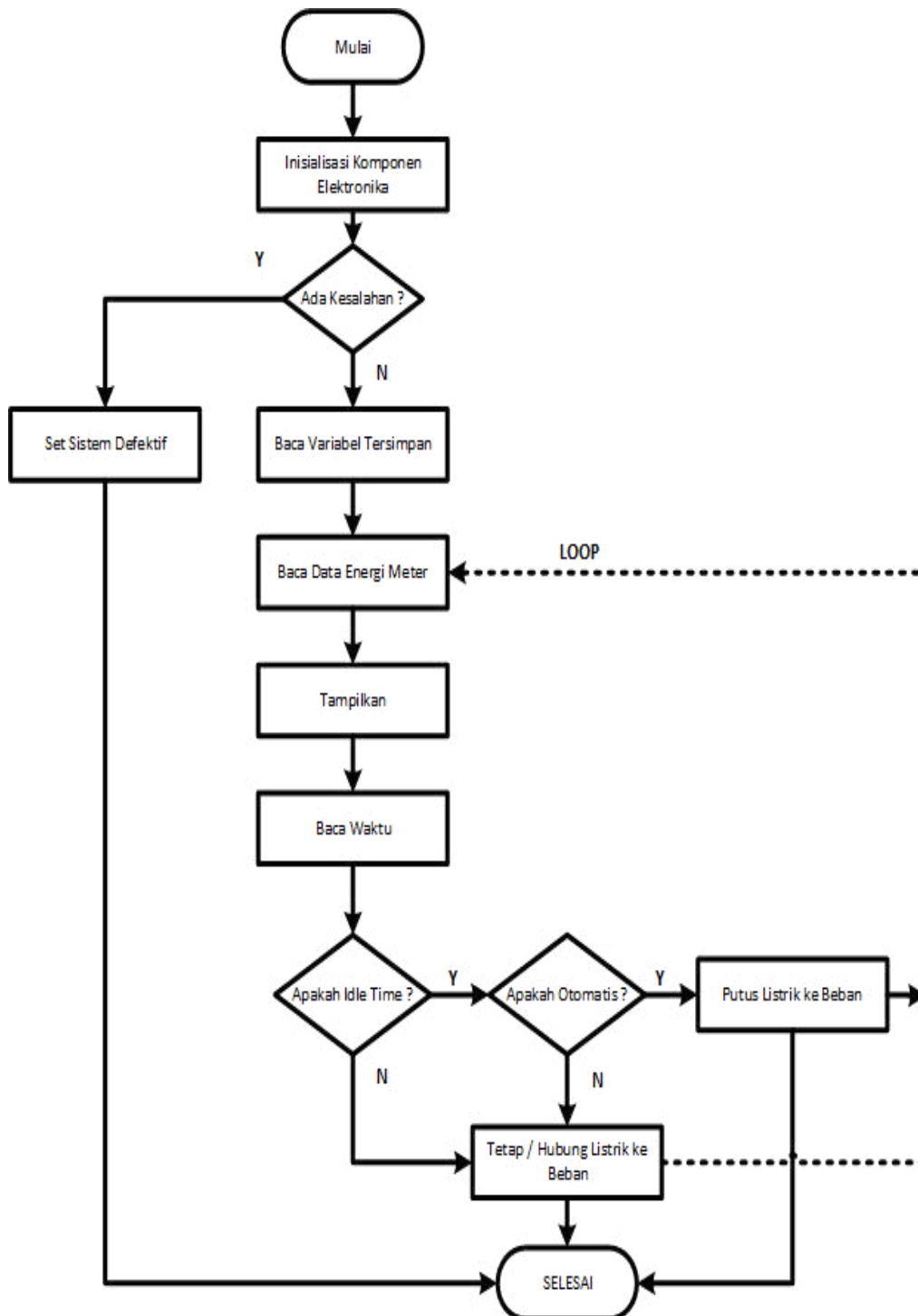
3. Menghitung penghematan penggunaan energi listrik dengan SiSCE

4. Menganalisis data penggunaan energi listrik sebelum dan sesudah penggunaan SiSCE

3.5 Perancangan Diagram Alir Sistem

Perancangan Diagram Alir pada SiSCE dapat dimulai dengan membuat *flowchart* untuk proses kerja pada alat. Pada *flowchart* tersebut terdapat simbol-simbol yang memiliki arti tertentu dari setiap simbol seperti simbol jajargenjang berguna untuk *input/output*, simbol elipse berguna untuk memulai/mengakhiri suatu sistem, simbol persegi berguna untuk pengkondisian dan simbol persegi panjang berguna untuk memproses.

3.5.1 Flowchart



Gambar 3. 4 Flowchart SiSCE

Sumber: Penulis, 2020

Proses kerja SiSCE yang digambarkan dengan *flowchart* pada gambar 3.7 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai,

sebuah intruksi untuk memulainya atau mengaktifkan agar system bekerja.

2. Inisialisasi Komponen Elektronika,

ketika alat dihidupkan atau dialiri listrik, maka setiap komponen elektronika akan menyala dan menjalani proses inisialisasi masing-masing (seperti RTC module, energy meter, wemos, dll)

3. Pengecekan kesalahan,

ketika semua modul mengalami inisialisasi, maka sistem akan membaca apakah semua modul telah menyala dengan baik, sistem akan mencoba komunikasi dengan seluruh modul seperti RTC dan energy meter untuk memastikan bahwa data yang akan diterima akurat untuk proses selanjutnya, output dari proses ini ada dua, apabila seluruh modul tidak ada masalah maka akan lanjut ke step 4, namun jika terjadi kesalahan maka akan ke step 4a

4. Set Sistem Defektif,

apabila ada kesalahan dari salah satu modul (misal baterai RTC rusak sehingga waktu ter-reset, atau komunikasi ke energi meter gagal (ditandai dengan komunikasi yang mengalami time-out), maka proses tidak akan berjalan dan sistem akan menandakan bahwa terjadi kesalahan pada salah satu modul yang ditunjukkan pada layar, apabila hal ini terjadi maka user diwajibkan untuk melakukan troubleshooting pada modul yang bermasalah (seperti pengecekan sambungan wiring maupun pergantian baterai)

4. Baca Variabel Tersimpan

sistem SiSCE ini mempunyai nilai parameter yang dapat diatur (adjustable), seperti pemilihan waktu idle time, proses otomatis atau tidak, dll. Sistem akan membaca parameter ini untuk menentukan mode pengoperasian selanjutnya

6. Baca Data Energi Meter

sistem akan melakukan komunikasi data pada energi meter melalui protokol RS485, energi meter yang membaca penggunaan listrik secara konstan akan mengirimkan datanya pada sistem

7. Menampilkan Nilai Energi Meter

merupakan instruksi output yang akan dikirim pada layar LCD, dengan nilai pembacaan penggunaan energi listrik dari energi meter

8. Pembacaan Waktu

sistem akan melakukan komunikasi data pada modul RTC untuk mendapatkan waktu real-time, variabel waktu ini disimpan untuk penentuan proses selanjutnya

9. Evaluasi parameter

sistem akan menganalisa nilai-nilai variabel yang telah diambil dari modul, dan dicocokkan dengan parameter awal yang ditentukan oleh user, sistem akan mengecek apakah sistem berada pada mode otomatis atau manual, apabila sistem pada mode otomatis maka sistem akan membandingkan apakah nilai waktu real-time berada pada waktu idle time atau tidak. Pada mode manual, walaupun nilai waktu berada pada idle time, arus listrik tidak akan diputus karena sistem berada pada mode manual. Apabila pada mode otomatis dan

waktu berada pada idle time, maka sistem akan mengirimkan sinyal ke relay untuk memutuskan arus listrik secara otomatis.

10. Loop

proses pembacaan nilai pada tiap modul dan evaluasi dilakukan secara terus-menerus selama sistem menyala.

BAB 4

HASIL DAN ANALISA

Pengujian prototipe alat yang telah dirakit diperlukan untuk mengetahui fungsionalitas dan performa alat tersebut. Dalam penelitian ini, prototipe SiSCE dibuat sesuai dengan perencanaan dan skematik yang telah ditentukan dan akan melalui tahap pengetesan sebelum pengambilan data yang dianggap valid. Pengetesan berfungsi untuk mengetahui apakah alat sudah bekerja sesuai dengan performa yang diharapkan dan memastikan agar seluruh komponen bekerja dengan baik selama pengambilan data valid. Bagian yang akan di test pada alat ini adalah dari bagian software maupun hardware, di mana software meliputi kirim-terima data dan pengolahan data, dan hardware meliputi kalibrasi pembacaan alat serta kondisi fisik dari komponen alat (seperti test relay dan kontaktor), pengujian web juga akan dilakukan untuk fungsi monitoring. Setelah pengetesan selesai dilakukan dengan hasil yang baik, maka akan dilakukan pengambilan data di gedung perkantoran PT Eviza Jaya Medica selama operational time dan idle time, data yang akan diambil ini adalah data valid yang akan diolah untuk mendapatkan hasil penghematan energi dari penggunaan alat ini.

4.1 Prosedur Kerja dan Pengetesan SiSCE

Prosedur kerja dari pemasangan SiSCE adalah sebagai berikut :

1. Seluruh beban dari gedung harus diputus terlebih dahulu dengan cara mematikan MCB/MCCB pada panel listrik.
2. Panel SiSCE dipasang dan disambung powernya ke 220V langsung dari terminal PLN melalui MCB pengontrol.

3. Sambung seluruh beban pada output pengontrol (output 220V akan melalui 1 kontaktor dan 1 MCB tambahan)
4. Hidupkan saklar MCB output, lalu hidupkan saklar MCB pengontrol. SiSCE akan menyala dan akan menghidupkan kontaktor sesuai dengan program yang dipilih, maka beban arus akan berjalan normal kembali.

Sementara itu, pengujian komponen individual SiSCE adalah sebagai berikut :

1. Pengujian komponen dilakukan dengan beban kosong, kecuali pada saat pengecekan energi meter
2. LCD dan RTC bersamaan diuji dengan cara melihat output pada layar dan menentukan akurasi pembacaan waktu pada modul RTC
3. Relay DC dan kontaktor diuji dengan cara dihidupkan kontakannya dan mengukur kontinuitas outputnya menggunakan multimeter
4. Arduino Nano diuji dengan mendeteksi pembacaan data dari komponen yang lain seperti RTC dan energimeter
5. WEMOS D1 diuji dengan cara melihat transfer data dari webserver
6. Energi meter diuji dengan cara memberikan beban pada SiSCE dan mengamati penerimaan data RS 485 pada converter di Arduino Nano.

Data utama yang menentukan kondisi output yang berpengaruh pada beban di SiSCE adalah data waktu dan setting, maka terdapat 3 kondisi (state) yang menentukan output dari SiSCE:

1. Operational Time

Kondisi ini adalah ketika waktu berada pada setting di mana pekerjaan operasional pada gedung dilakukan. Pada kondisi ini, SiSCE akan mengalirkan

listrik ke beban pada gedung secara otomatis dan akan merekam penggunaan listrik pada gedung yang akan diupload ke internet melalui WEMOS D1.

2. Idle Time

Kondisi ini adalah ketika pekerjaan operasional pada gedung telah selesai (jam pulang), tanpa SiSCE, pada waktu idle time akan ada beban listrik yang digunakan (seperti untuk lampu dan lain-lain, kecuali apabila dimatikan secara manual). Dengan SiSCE, apabila mode diubah menjadi otomatis maka sistem akan secara otomatis mematikan kontaktor sehingga memutus aliran listrik ke beban secara otomatis bergantung dengan setting waktu idle time.

3. Extra Time

Kondisi ketiga ini adalah sama dengan kondisi pertama (operational time), namun waktu pada kondisi ini diluar dari operational time. Kasus dari kondisi ini adalah jam lembur, apabila user menentukan bahwa ada jam lembur, maka sistem tidak akan memutus aliran ke beban walaupun pada waktu idle time sekalipun, sistem hanya akan memutus aliran beban ketika extra time berakhir dan kembali pada kondisi idle time.

4.2 Upload Program Pada Arduino Nano dan Wemos D1

Untuk menghubungkan atau mengkoneksikan komputer/laptop dengan *board arduino Nano dan Wemos D1*, diperlukan *instalasi driver*. Tentunya peralatan yang dibutuhkan adalah *board arduino Nano dan Wemos D1* dan juga dibutuhkan kabel USB. Langkah-langkah instalasi *driver* untuk *board arduino Nano dan Wemos D1* dengan sistem operasi windows 7 sebagai berikut :

1. Sambungkan papan arduino dengan sebuah laptop melalui kabel USB. Umumnya Windows tidak bereaksi apa-apa saat papan arduino telah terhubung walaupun sebetulnya Windows telah mendeteksi kehadiran sebuah perangkat baru. Untuk memulai instalasi *driver*, silakan menjalankan program “*Control Panel*” kemudian memilih “*View devices and printers*”.
2. Papan Arduino akan tampak pada daftar perangkat namun karena ia belum dikonfigurasi dengan benar maka ia akan muncul di daftar *unspecified* dan di dekatnya tampak sebuah lambang peringatan (segitiga kuning dengan tanda seru) yang artinya perangkat ini belum bekerja dengan benar. Lalu klik kanan pada icon arduino kemudian pilih menu *Properties*.
3. Pada tab *Hardware* klik tombol *Properties*.
4. Muncul sebuah window baru. Pada tab *General* klik tombol “*Change settings*”.
5. Pada tab yang sama, klik tombol “*Update Driver*”.
6. Klik “*Browse my computer for driver software* ” untuk menentukan sendiri lokasi driver arduino.
7. Tentukan lokasi dimana software arduino ditempatkan pada laptop, Silakan sesuaikan lokasinya sesuai dengan hasil *ekstrak software* arduino pada laptop kita. Di dalam lokasi tersebut terdapat sebuah direktori bernama *drivers*, arahkan untuk mencari *driver* di dalam direktori tersebut. Klik *next* untuk melanjutkan. Jika muncul sebuah window peringatan, jawab dengan “*Install this driver software anyway*”.
8. Jika *driver* arduino selesai diinstal pada laptop maka pada akhir proses akan tampil sebuah pesan berhasil.

9. Jika kita kembali ke *Control Panel* maka tampak gambar segita kuning telah hilang dan windows telah dapat mengenal papan arduino.

Sekalipun sebuah papan Arduino dapat bekerja dengan mendapat asupan daya dari sebuah laptop, namun hal itu tidak berarti ia dapat berkomunikasi dengan laptop tersebut. Untuk memastikan Arduino telah terpasang dengan benar dan dapat berkomunikasi dengan interaktif maka ia perlu diuji.

1. Jalankan IDE Arduino dengan menjalankan sebuah file bernama *arduino.exe* pada lokasi software Arduino.
2. Jalankan menu *Tools* → *Board* → *Arduino Nano*.
3. Jalankan menu script *SiSCE* untuk *Arduino Nano*, program ini berfungsi untuk pengolahan dan pembacaan data pada sensor-sensor
4. Pada toolbar klik tombol *Upload* untuk memuat sketch tersebut ke dalam papan Arduino. Maka sketch akan dimuat, ditandai dengan pesan berhasil (*Done Uploading*). Namun apabila terdapat masalah maka akan muncul pesan kesalahan (*Problem uploading to board*). Solusinya yaitu mengganti pilihan serial port melalui menu *Tools* → *Serial Port*. Jika kita tidak yakin pada port nomor berapa papan arduino itu terhubung, kita dapat juga masuk ke *device manager* untuk melihat port (com) dari arduino.

Sementara itu, untuk memprogram Wemos D1 juga menggunakan Arduino IDE, dengan langkah sebagai berikut:

1. Jalankan IDE Arduino dengan menjalankan sebuah file bernama *arduino.exe* pada lokasi software Arduino.
2. Jalankan menu *Tools* → *Board* → *Wemos D1 Mini*.

3. Jalankan menu script SiSCE untuk Wemos D1 Mini, program ini berfungsi untuk komunikasi dengan Arduino Nano dan mengirimkan data ke webserver
4. Pada toolbar klik tombol *Upload* untuk memuat sketch tersebut ke dalam papan Wemos D1 Mini. Maka sketch akan dimuat, ditandai dengan pesan berhasil (*Done Uploading*). Namun jika terjadi kesalahan maka akan muncul pesan kesalahan (*Problem uploading to board*). Solusinya yaitu mengganti pilihan serial port melalui menu *Tools* → *Serial Port*. Jika kita tidak yakin pada port nomor berapa papan arduino itu terhubung, kita dapat juga masuk ke *device manager* untuk melihat port (com) dari arduino.

4.3 Pengujian Komponen

Alat prototipe SiSCE dirakit dan telah dilakukan uji coba. Peneliti mengelompokkan pengujian alat ini meliputi pengujian hardware dan software. Untuk kontaktor dan relay, pengujian dapat dilakukan hanya dengan menggunakan multimeter, namun untuk beberapa hardware yang lain seperti LCD, energi meter, RTC module, diperlukan software untuk mengetahui apakah komponen tersebut berjalan dengan baik atau tidak. Setelah pengujian hardware selesai, maka akan dilakukan pengujian software yang meliputi uji coba pengiriman dan penerimaan data pada mikrokontroler yang digunakan (Arduino Nano dan Wemos D1 Mini), lalu transmisi data ke internet (webserver) akan dilakukan serta di cek nilai datanya di server menggunakan browser. Dibawah ini adalah hasil dari perakitan prototipe SiSCE:



Gambar 4. 1 Keseluruhan Alat (Panel kontrol SiSCE)

Sumber: Penulis, 2021

4.3.1 Pengujian LCD 20x4

Pada pengujian ini, LCD berfungsi sebagai penampil informasi dari pemrosesan SiSCE, LCD yang digunakan adalah tipe 20x4, yang artinya display ini memiliki 20 karakter per baris dan terdiri dari empat baris, sehingga maksimal karakter yang bisa ditampilkan oleh display ini adalah 80 karakter. Jumlah karakter ini cukup untuk menampilkan informasi penting dari SiSCE yang berupa arus listrik yang sedang digunakan, waktu, setting waktu, dan status kondisi waktu secara real-time.

LCD ini terdiri dari display dan backlight display, di mana display menggunakan teknologi liquid crystal display ditambahkan dengan backlight LED agar huruf terlihat dengan terang. LCD ini akan dihubungkan dengan Arduino Nano dengan interface data I2C, sehingga segala parameter proses pada Arduino Nano akan ditampilkan pada LCD. Pengetesan dapat dilakukan secara sederhana menghidupkan modul LCD beserta

Arduino Nano dan mengirimkan sinyal I2C yang berupa tulisan (string) pada modul LCD.

Dari gambar di atas terlihat bahwa LCD dapat menampilkan parameter dan karakter dengan visibilitas yang baik, oleh karena itu pengetesan LCD dinyatakan selesai dalam keadaan baik.



Gambar 4. 2 Pengujian LCD

Sumber: Penulis, 2021

4.3.2 Pengujian Modul RTC

RTC mempunyai peran yang penting dalam SiSCE, karena pada dasarnya mikrokontroler tidak dapat mengetahui waktu real-time tanpa ada modul jam eksternal. Pada sistem ini waktu merupakan variabel yang sangat vital karena satu-satunya variabel yang menentukan kondisi operasi dari sistem. Sebelum digunakan, RTC juga harus di set terlebih dahulu sesuai dengan waktu real-time yang ada, lalu menggunakan baterai internal yang ada pada modul RTC, modul ini beralih fungsi sebagai jam, hal ini yang mengakibatkan walaupun sistem dimatikan, waktu pada RTC tetap berjalan.

Sama halnya dengan modul LCD, modul RTC terkoneksi dengan Arduino Nano melalui komunikasi I2C. Karena menggunakan baterai internal, apabila baterai internal bermasalah maka RTC akan mengeluarkan variabel waktu default (tidak sesuai dengan waktu sebenarnya), oleh karena itu SiSCE dilengkapi dengan fitur pengecekan kondisi RTC, karena kesalahan pembacaan waktu dapat berakibat buruk pada akurasi waktu dari SiSCE (misal jam sebenarnya masih dalam operational time, namun karena kesalahan RTC sistem membaca waktu pada idle time, sehingga seluruh beban terputus pada saat operational time). Kesalahan sistem dalam menentukan kondisi dapat menyebabkan kerugian pada pengguna.

Pengujian modul RTC berupa membaca waktu yang diberikan oleh modul tersebut menggunakan Arduino Nano, lalu waktu tersebut dibandingkan dengan waktu real-time apakah sudah sesuai atau belum. Apabila waktu belum sesuai, maka akan dilakukan adjustment pada modul RTC. Proses ini dilakukan selama 3 kali dalam jangka waktu 3 hari secara acak untuk mendapatkan hasil yang konstan dan akurat. Apabila dalam 3 hari tersebut waktu tidak sesuai (diperlukan setting berulang-ulang), maka dapat dinyatakan bahwa komponen baterai internal ataupun modul RTC itu sendiri rusak dan perlu diganti. Adapun hasil dari pengujian modul RTC pada SiSCE adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Pengujian Modul RTC

Tanggal	Waktu Real-Time	Waktu RTC	Penyetelan
12 Desember 2020	13:06	00:00	Dilakukan

13 Desember 2020	11:35	11:35	Tidak Dilakukan
14 Desember 2020	12:14	12:14	Tidak Dilakukan
15 Desember 2020	08:44	08:44	Tidak Dilakukan
16 Desember 2020	20:09	20:09	Tidak Dilakukan

Sumber: Penulis, 2021



Gambar 4. 3 Pengujian Modul RTC

Sumber: Penulis, 2021

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa pada awal pengetesan modul RTC tidak menunjukkan waktu yang tepat, hal ini dapat diakibatkan karena modul RTC belum di set dari bawaan pabrik. Namun setelah dilakukan penyetelan, terlihat bahwa bacaan waktu konstan (sama) dengan waktu real-time selama beberapa hari, sehingga dapat disimpulkan bahwa modul RTC bekerja dengan baik.

4.3.3 Pengujian Energi Meter

Walaupun energi meter tidak menentukan output dari aliran arus ke beban, variabel dari energi meter sama pentingnya untuk memonitor konsumsi listrik yang sedang digunakan oleh beban. Hal ini juga dikarenakan salah satu fitur utama dari SiSCE adalah bisa melihat arus listrik dan energi listrik yang digunakan secara real-time, sehingga energi meter merupakan salah satu komponen yang vital dalam SiSCE.

Energi meter bekerja dengan cara menyambungkan beban secara seri dengan modul tersebut. Energi meter akan membaca arus dan voltase yang digunakan oleh beban, dan akan menggunakan data tersebut untuk menghitung daya yang digunakan. Energi meter juga akan mencatat penggunaan daya dalam satuan waktu sehingga energi meter dapat menunjukkan nilai energi listrik (kWh). Salah satu fitur dari energi meter adalah data yang direkam oleh energi meter dapat ditransmisikan, sehingga mikrokontroler (dalam hal ini Arduino Nano) dapat membaca data yang diproses oleh energi meter. Dikarenakan energi meter mempunyai interface data MODBUS dengan konektor RS-485, dibutuhkan konverter sebelum sinyal dari energi meter masuk ke Arduino Nano (mikrokontroler ini tidak mendukung interface sinyal MODBUS). Oleh karena itu, sinyal dari energi meter harus dikonversikan terlebih dahulu menjadi sinyal serial, agar dapat terbaca oleh mikrokontroler. Hal yang sama juga berlaku sebaliknya, sinyal serial request dari mikrokontroler harus diubah terlebih dahulu menjadi sinyal MODBUS dengan konverter yang sama, agar sinyal dari mikrokontroler dapat dibaca dengan baik oleh energi meter.

MODBUS menyimpan data pada register dan dapat diakses read maupun write (citation). Dalam kasus energi meter ini, tiap manufaktur memberikan keterangan address (atau command code) untuk mengakses ataupun mengubah data dalam perangkat. Pengetesan dilakukan dengan cara mengirimkan command dalam bentuk serial menggunakan Arduino Nano. Apabila komunikasi berjalan dengan baik dan modul bekerja dengan baik, maka energi meter akan mengirimkan ulang respon sinyal berupa data yang direquest oleh Arduino Nano. Sebelum melakukan koneksi dengan energi meter, MODBUS ID dari energi meter harus di setting terlebih dahulu:

1. Pilih mode program 2 (PM0dE2) menggunakan tombol
2. Tekan dan tahan tombol selama 3 detik untuk masuk ke menu, lalu tekan tombol hingga LCD menunjukkan Modbus ID (MOd Id xxx)
3. Tekan dan tahan tombol selama 5 detik untuk memasuki mode program, ketika nilai pada LCD berkedip, ganti Modbus ID (dalam hal ini Modbus ID bernilai 001)
4. Tekan dan tahan tombol selama 3 detik untuk mengkonfirmasi, LCD akan menunjukkan pesan “OK” menandakan Modbus ID berhasil tersimpan

Setelah Modbus ID sudah tersedia, pengetesan dilanjutkan dengan cara mengakses nilai pada energi meter menggunakan Arduino Nano, dengan parameter sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Fungsi dan Akses Modbus Energi Meter

Address (Alamat)	Register (Lokasi Memori)	Satuan	Jenis Data
------------------	--------------------------	--------	------------

0x0BB8	3001	A	Arus listrik
0x0BD4	3029	V	Voltase
0x0BEE	3055	kW	Daya
0x0C0C	3085	-	Power factor
0x0C26	3011	Hz	Frekuensi
0x0C84	3205	Wh	Energi listrik aktif terpakai

Sumber: Penulis, 2020

Dengan mengakses fungsi serta address dari energi meter, nilai pembacaan energi meter bisa terbaca oleh arduino. Energi meter dikoneksikan dengan beban secara langsung untuk pengetesan (pengetesan dilakukan di rumah). Adapun data yang terbaca di arduino adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Pengetesan Energi Meter

Address (Alamat)	Nilai Baca (Heksadesimal, Float32)	Nilai Desimal	Satuan
0x0BB8	40 0D 70 A4	2,210	A
0x0BD4	43 5D 00 00	221	V
0x0BEE	43 F3 19 9A	486.2	kW
0x0C0C	3F 5E B8 52	0,87	-
0x0C26	42 48 00 00	50	Hz

0x0C84	44 04 13 33	528.3	Wh
--------	-------------	-------	----

Sumber: Penulis, 2020

Energi meter akan mengirimkan data ke arduino dengan jenis data *byte array*. Data ini memiliki informasi dari parameter yang di request arduino melalui jalur komunikasi MODBUS. Data ini masih bersifat mentah (raw), sehingga harus dilakukan konversi lagi pada mikrokontroler untuk menampilkan data yang lebih mudah dimengerti user, yakni dengan cara mengubah *byte array* menjadi nilai desimal (float atau double), di mana data ini akan di tampilkan pada LCD display dan dikirimkan ke Wemos D1.

Dari hasil pembacaan data dapat terlihat bahwa energi meter dapat bekerja dan berkomunikasi dengan baik dengan sistem.

4.3.4 Pengujian Relay dan Kontaktor

Untuk mengatur aliran listrik ke beban, alat ini menggunakan kombinasi antara relay dan kontaktor. Kontaktor digunakan karena mempunyai rating arus yang lebih besar daripada relay, dan relay digunakan karena untuk mengaktifkan koil pada kontaktor memerlukan arus yang cukup besar, di mana arus dari pin digital mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan koil tersebut sehingga dibutuhkan relay sebagai saklar untuk menghidupkan koil pada kontaktor. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sinyal ON dari pin digital sistem ke relay dan kontaktor yang telah terhubung dengan rangkaian, lalu mengukur continuitynya menggunakan multimeter.

Dari gambar diatas, terlihat bahwa keluaran dari kontaktor terhubung ketika relay dihidupkan, serta pada terminal juga telah terhubung, sehingga dapat disimpulkan bahwa relay dan kontaktor pada sistem ini bekerja dengan baik.



Gambar 4. 4 Pengujian Energi Meter

Sumber: Penulis, 2021

4.4 Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengetesan dan instalasi perangkat SiSCE pada gedung perkantoran, maka data yang sebenarnya dapat di rekam. Pada pengumpulan data ini

digunakan mode manual dari alat sehingga kontaktor tidak akan memutuskan daya walaupun kondisi sedang berada pada idle time, hal ini berfungsi untuk mengukur energi listrik yang digunakan saat idle time sehingga dapat dihitung potensial penghematan listrik dengan menggunakan alat ini. Pengumpulan data dilakukan selama 11 hari, yakni dari tanggal 15 Februari hingga 26 Februari 2021 dengan kondisi aktivitas perkantoran seperti biasa. Adapun hasil dari pengukuran penggunaan listrik pada gedung Eviza Jaya Medica selama 11 hari adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 4 Data Penggunaan Listrik Pada Operational Time dan Idle Time
Selama 11 Hari di Gedung Eviza Jaya Medica**

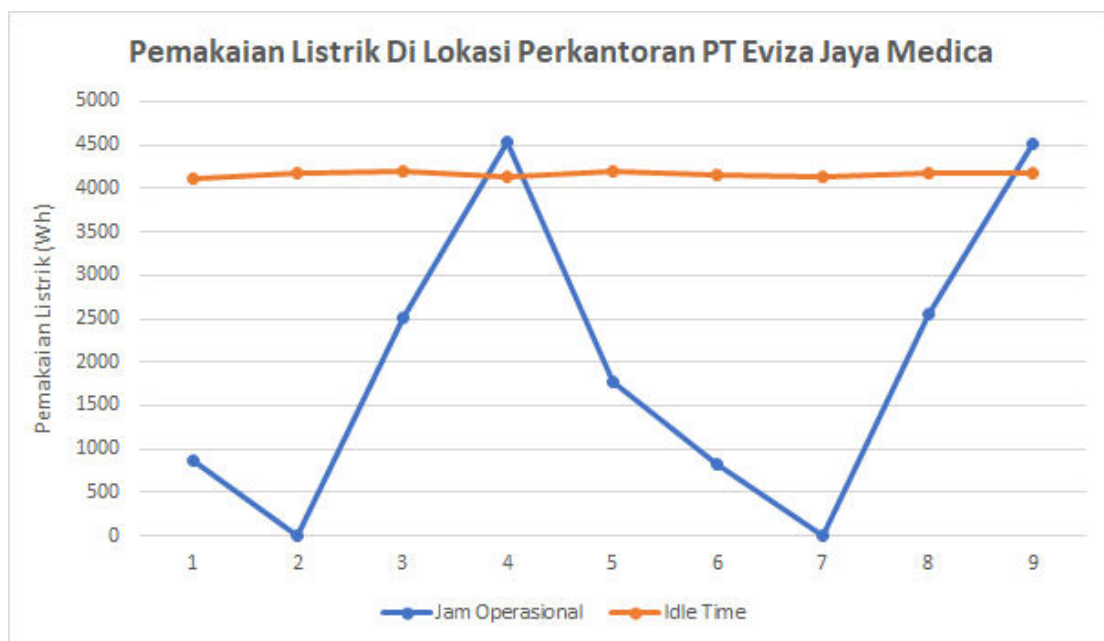
Hari	No	Tanggal Pemakaian	Pemakaian (Wh)		Beban
			Jam Operasional (7.30 - 17.59)	Idle Time (18.00 - 7.29)	
Selasa	1	15 (Operasi), 15-16 (Idle)	864	4120	10 Komputer
Rabu	2	16 (Operasi), 16-17 (Idle)	0	4180	10 Komputer
Kamis	3	17 (Operasi), 17-18 (Idle)	2520	4200	10 Komputer
Jumat	4	18 (Operasi), 18-19 (Idle)	4530	4140	10 Komputer

Sabtu	5	19 (Operasi), 19-20 (Mati)			
	6	20 (Mati), 20-21 (Mati)	Libur		
Senin	7	21 (Operasi), 21-22 (Idle)	1768	4200	10 Komputer
Selasa	8	22 (Operasi), 22-23 (Idle)	824	4150	10 Komputer
Rabu	9	23 (Operasi), 23-24 (Idle)	0	4130	10 Komputer
Kamis	10	24 (Operasi), 24-25 (Idle)	2550	4180	10 Komputer
Jumat	11	25 (Operasi), 25-26 (Idle)	4510	4170	10 Komputer
			17566	37470	



Gambar 4. 5 Lokasi Beban Uji

Sumber: Penulis, 2021



Gambar 4. 6 Grafik Penggunaan Energi Listrik

Sumber: Penulis, 2021

Dari hasil grafik dan tabel diatas, terlihat bahwa penggunaan listrik ketika jam operasional mengalami fluktuasi bergantung dengan hari, hal ini dikarenakan aktivitas kantor dan jumlah pemakaian komputer pegawai yang beragam dari waktu ke waktu, dengan kepentingan yang berbeda pula. Pada data idle time, terlihat bahwa penggunaan listrik terlihat konstan, di karenakan beban yang digunakan saat idle time akan sama walaupun pada hari yang berbeda. Puncak pemakaian listrik pada jam operasional didapatkan pada hari ke 4 dan ke 9 (keduanya pada hari jum'at) dengan penggunaan listrik sebesar 4530 dan 4510 Wh secara berurutan. Penggunaan idle time dari hari pertama hingga terakhir masa percobaan menghasilkan nilai yang tidak terlalu banyak berubah dengan median sekitar 4163,3 Wh per harinya, di mana hari sabtu dan minggu tidak dihitung karena libur.

Total pemakaian energi listrik pada idle time selama 11 hari di gedung Eviza Jaya Medica adalah sebesar 37.470 Wh. Dari data yang didapat, kerugian secara finansial dapat dihitung dengan basis tarif dasar listrik gedung Rp. 1100/kWh (B-1 1301-5500 VA) dengan hasil sebagai berikut:

$$\text{Total penggunaan idle time} = 37470 \text{ Wh.}$$

$$\text{Waktu} = 11 \text{ hari}$$

$$\text{Idle time per hari} = \frac{37470 \text{ Wh}}{11}$$

$$\text{Idle time per hari} = 3406,36 \text{ Wh/hari}$$

$$\text{Idle time per bulan} = 102190 \text{ Wh/bulan}$$

$$\text{Idle time per bulan} = 102,190 \text{ kWh/bulan}$$

$$\text{Kerugian per bulan} = 102,190 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1100/\text{kWh}$$

Kerugian per bulan = Rp. 112410 / bulan

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa terdapat kerugian sebesar Rp. 112410 yang harus dibayarkan setiap bulannya dengan beban idle time yakni 10 komputer, persatu komputer rata – rata menggunakan daya sekitar 135 Watt.

sehingga pemakaian per hari :

$$= (135 \text{ Watt} / 1.000) \times (10 \text{ jam} + (30 \text{ menit} / 60))$$

$$= 0,135 \text{ kWh} \times 10,5 \text{ jam}$$

$$= 1,4175 \text{ kWh per hari}$$

Dari data yang dikumpulkan total pemakaian energi listrik pada saat idle time sangat tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan ketika operasional.

Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa pemakaian energi listrik selama idle time hampir 50% dibandingkan pada jam operasional. Dengan menggunakan SiSCE dapat melakukan penghematan energi listrik sebanyak 50% atau penghematan secara finansial sebesar Rp. 112410 per bulan, hal ini dilakukan dengan cara memutuskan energi listrik secara otomatis pada saat idle time.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembuatan rancangan dan analisa implementasi alat pada kondisi aktual, maka dapat disimpulkan :

1. Telah terealisasi suatu sistem pengatur listrik SiSCE yang dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan ekspektasi perencanaan.
2. SiSCE terbukti dapat menghemat penggunaan listrik pada gedung perkantoran Eviza Jaya Medica hingga 50%.
3. Arduino Nano dan Wemos D1 adalah paduan mikrokontroler yang cocok pada aplikasi pembacaan data kelistrikan dan IoT.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dalam perancangan dan pembuatan alat ini diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan untuk dapat melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu :

1. Pada kasus ini peneliti menggunakan Arduino Nano yang cenderung lambat dalam pemrosesan data, untuk selanjutnya dapat digunakan mikrokontroler lain dengan kecepatan clock yang lebih tinggi seperti ESP 8266 dan sebagainya.
2. Jumlah kontaktor dan relay dalam sistem ini seharusnya bisa ditambah untuk pengaturan penggunaan listrik yang lebih kompleks dalam skala besar.

3. Untuk mengurangi noise pada jalur data MODBUS dan I2C, kabel komunikasi dapat dilapisi dengan konduktor yang dihubungkan ke ground, serta menambah filter noise pada power supply sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A., Amir, A., & Faisal, M. N. (2015). Perancangan dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web. *Jurnal Mekanikal*, 6(2), 577-584.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In *Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu* (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Khan, I., Belqasmi, F., Glitho, R., Crespi, N., Morrow, M., & Polakos, P. (2016). Wireless sensor network virtualization: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(1), 553-576.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 867-873.
- Panduardi, F., & Haq, E. S. (2016). Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 3(1).
- Syam, Rafiuddin. (2013). *Dasar Dasar Teknik Sensor: Untuk Beberapa Kasus Sederhana*. Seri Buku Ajar. Universitas Hassanuddin. Kota Makassar
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.

Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. (2013).

Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. IEEE Sensors Journal, 13 (10), 3505–3508.

<http://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906>

Purnomo, Arif Eko. 2019. *Pengukur Kecepatan Angin Jarak Jauh Menggunakan*

NodeMCU ESP 8266. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer

AKAKOM. Kota Yogyakarta

- Kartika, Siska Ayu. 2017. *Analisis Konsumsi Energi Dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus: Gedung Perkantoran Dan Kompleks Perumahan TI)*. SEBATIK 1410-3737. Balikpapan: Universitas Balikpapan
- Tukadi, Widodo W, Ruswiensari M, Qomar A. 2019. *Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII. ISSN 2685-6875
- Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. 2013. Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. *IEEE Sensors Journal*, 13 (10), 3505–3508.
<http://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906>
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar Dasar Teknik Sensor*. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. ISBN 978-979-17225-7-5