



**IMPLEMENTASI GERBANG STERILISASI OTOMATIS
MENGUNAKAN SOLAR CELL SEBAGAI CATU DAYA
CADANGAN DI PT.PERTAMINA EP ASSET 1
RANTAU FIELD BERBASIS
MIKROKONTROLER**

**Disusun dan diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : BAMBANG SUGITO
NPM : 1924210315
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2021**

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : IMPLEMENTASI GERBANG STERILISASI OTOMATIS MENGGUNAKAN SOLAR CELL SEBAGAI CATU DAYA CADANGAN DI PT PERTAMINA EP ASSET 1 RANTAU FIELD BERBASIS MIKROKONTROLER.

NAMA : BAMBANG SUGITO
N.P.M : 1924210315
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
TANGGAL KELULUSAN : 25 Oktober 2021

DIKETAHUI

DEKAN



Hamdani, ST., MT.

KETUA PROGRAM STUDI



Siti Anisah, S.T., M.T

**DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING**

PEMBIMBING I



Hamdani, S.T., M.T

PEMBIMBING II



Amani Darma Tarigan, ST., MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Medan, November 2021



BAMBANG SUGITO

NPM: 1924210315

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bambang Sugito
NPM : 1924210315
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt.Pertamina Ep Asset 1 Rantau Fieldberbasis Mikrokontroler“ 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

Medan, November 2021



BAMBANG SUGITO

NPM: 1924210315



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 : **BAMBANG SUGITO**
 NPM : **1924210315**
 Program Studi : **Teknik Elektro**
 Jenjang Pendidikan : **Strata Satu**
 Dosen Pembimbing : **Amani Darma Tarigan, ST., MT**
 Judul Skripsi : **Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell sebagai Catu Daya Cadangan di PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field Berbasis Mikrokontroler.**

Tanggal	Pembahasan Materi	Status Keterangan
10 Januari 2021	Acc Seminar Proposal	Disetujui
04 Mei 2021	lengkapi refrensi pada isi penulisan, gambar dan tabel. refrensi diambil dari jurnal, skripsi, thesis, disertai, minimal 5 tahun terakhir dari skarang, dari buku, ebook, diklat	Revisi
05 Mei 2021	acc bab 2	Revisi
05 Mei 2021	silahkan lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi
09 Juni 2021	tambahkan alir diagram Flowchart nya pada bab 3	Revisi
09 Juni 2021	silahkan lanjut ke BAB Berikutnya	Revisi
10 Agustus 2021	ACC SEMINAR HASIL	Disetujui
30 Agustus 2021	tambahkan berapa orang yang berlalu lalang yang melintasi gerbang sterelisasi, dan kali kan dalam 1 oran brapa lama waktu yang dihasilkan, dan kalikan dengan jumlah waktu pemakaian baterai	Revisi
30 Agustus 2021	lengkapi file dan jadikan menjadi satu file upload kembali	Revisi
30 Agustus 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui
29 Oktober 2021	Acc jilid	Disetujui
03 November 2021	Acc jilid	Disetujui

Medan, 13 November 2021
 Dosen Pembimbing,



Amani Darma Tarigan, ST., MT



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*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap	: BAMBANG SUGITO
Tempat/Tgl. Lahir	: SUHI MAHASAR / 12 April 1981
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1924210315
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Energi Listrik
Jumlah Kredit yang telah dicapai	: 128 SKS, IPK 3.09
Nomor Hp	: 081375438781
Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut	:

No.	Judul
1.	Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell sebagai Catu Daya Cadangan di PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field Berbasis Mikrokontroler.

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

*Coret Yang Tidak Perlu

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

Medan, 04 Februari 2021
 Pemohon,

 (Bambang Sugito)

Tanggal :
 Disetujui oleh :

 (Hamdani, S.T., MT.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing I :

 (Hamdani, S.T., M.T., ST., MT)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Ka. Prodi Teknik Elektro

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing II :

SURAT PERNYATAAN

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : BAMBANG SUGITO
N. P. M : 1924210315
Tempat/Tgl. Lahir : SUHI MAHASAR / 12 April 1981
Alamat : Jl. Marelan V Pasar II Barat, Lingkungan 15, Gg Singosari Nomor 8 Rengas Pulau Medan Marelan
No. HP : 081375438781
Nama Orang Tua : SAGIMAN/SUDIATI BR SITORUS
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell sebagai Catu Daya Cadangan di PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field Berbasis Mikrokontroler.

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.



BAMBANG SUGITO
1924210315

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

Plagiarism Detector v. 1921 - Originality Report 10/1/2021 2:52:17 PM

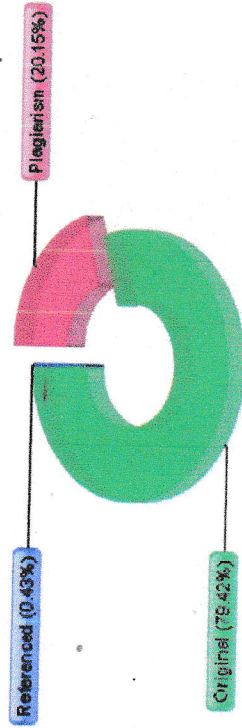
Analyzed document: **BAMBANG SUGITO_1924210315_TEKNIK ELEKTRO.docx** Licensed to Universitas Pembangunan Panca Budi_License03

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



Detailed document body analysis

Relation chart



Distribution graph



Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 03 Oktober 2021
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
UNPAB Medan
Di -
Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BAMBANG SUGITO
 Tempat/Tgl. Lahir : SUHI MAHASAR / 12 April 1981
 Nama Orang Tua : SAGIMAN
 N. P. M : 1924210315
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Program Studi : Teknik Elektro
 No. HP : 081375438781
 Alamat : Jl. Marelan V-Pasar II Barat, Lingkungan 15, Gg
 Singosari Nomor 8 Rengas Pulau Medan Marelan

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Implementasi Gerbang Sterilisasi OI Menggunakan Solar Cell sebagai Catu Daya Cadangan di PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field Berbasis Mikrokontroler.**, Selanjutnya menyatakan :

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

XL

Hormat saya

Diketahui/Disetujui oleh :



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



BAMBANG SUGITO
1924210315

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku 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.



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
LABORATORIUM ELEKTRO
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambang Telp. 061-8455571
Medan - 20122

KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 48/BL/LTPE/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : BAMBANG SUGITO
N.P.M. : 1924210315
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

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

Medan, 01 Oktober 2021
Ka. Laboratorium

[Approve By System]
DTO
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122


SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 563/PERP/BP/2021

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

Nama : BAMBANG SUGITO
P.M. : 1924210315
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Sejak tanggal 03 September 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku
juga tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 03 September 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan


UPT. Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

No. Dokumen : FM-PERPUS-06-01
Revisi : 01
Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

**IMPLEMENTASI GERBANG STERILISASI OTOMATIS
MENGUNAKAN SOLAR CELL SEBAGAI CATU DAYA
CADANGAN DI PT.PERTAMINA EP ASSET 1
RANTAU FIELD BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Bambang Sugito*

Hamdani**

Amani Darma Tarigan**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Gerbang sterilisasi otomatis yang dirancang ini sudah dapat bekerja dengan baik difungsikan bagi pekerja yang keluar masuk lingkungan perusahaan bisa meminimalisir kemungkinan penyebaran penyakit, termasuk virus. Sistem ini menyederhanakan sistem dari konvensional menjadi otomatis. Skripsi ini dimaksudkan mengaplikasikan mikrokontroler untuk mengoperasikan gerbang sterilisasi secara otomatis. Proses otomatisasi tersebut dikontrol menggunakan mikrokontroler sehingga dapat menggerakkan relai dan mengatur pompa dalam beroperasi menyemprotkan cairan Disinfektan secara Otomatis. Gerbang sterilisasi menggunakan 4 buah solar cell dengan kapasitas masing-masing 20 wp dan menggunakan 2 buah baterai dengan masing-masing kapasitas 55 AH dan memiliki total daya 190 Watt, untuk pemakaian 2 buah baterai tanpa pengisian panel surya dapat bertahan selama $\pm 6,96$ jam. Sedangkan jumlah orang yang berlalu lalang melintasi gerbang sterilisasi tersebut sebanyak 70 orang, dengan waktu maksimal 1 orang nya 30 detik atau 0,5 Menit. Dari hasil perhitungan diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa untuk pemakaian gerbang sterilisasi jika dalam keadaan pemadaman PLN sudah layak digunakan dengan baik

Kata Kunci: Sterilisasi Otomatis, Catu daya Solar Call

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

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

**IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC STERILIZATION GATE
USING SOLAR CELL AS BACKUP POWER SUPPLY AT PT.
PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD-BASED CHAIN
MICROCONTROLLER**

Bambang Sugito*
Hamdani**
Amani Darma Tarigan**

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

This designed automatic sterilization gate has been able to work properly and is used for workers who go in and out of the company environment to minimize the possibility of spreading diseases, including viruses. This system simplifies the system from conventional to automatic. This thesis is intended to apply a microcontroller to operate the sterilization gate automatically. The automation process is controlled using a microcontroller so that it can move the relay and regulate the pump to operate by spraying Disinfectant liquid automatically. The sterilization gate uses 4 solar cells with a capacity of 20 wp each and uses 2 batteries with a capacity of 55 AH each and has a total power of 190 Watts, for using 2 batteries without charging solar panels it can last for ± 6.96 hours . while the number of people passing through the sterilization gate was 70 people, with a maximum time of 1 person for 30 seconds or 0.5 minutes. From the results of the above calculations, the author can conclude that for the use of the sterilization gate if in a state of PLN blackout it is feasible to use properly

Keywords: *Automatic Sterilization, Solar Cell Power Supply*

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

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

KATA PENGANTAR

Penulis Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis Sehingga dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan judul **“Implementasi Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt.Pertamina Ep Asset 1 Rantau Fieldberbasis Mikrokontroler”** Penyusunan Skripsi ini sebagai syarat untuk memberbolehkan kelulusan Sarjana Teknik pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor di Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak 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 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Hamdani,S.T.,M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi.
5. Bapak Amani Darma Tarigan, S.T, M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi.
6. Kepada Orang Tua dan sekeluarga yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendidik sepenuh hati dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Kepada istri dan anak-anak saya yang saya cintai yang sudah memberikan waktu, tenaga, pikiran serta dukungan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini
8. Sahabat dan Rekan Mahasiswa jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
9. Semua Pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu baik moril maupun materi.

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyusun Skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri

Medan, November 2021

BAMBANG SUGITO

NPM: 1924210315

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR TABEL vii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan Penelitian 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

1.6 Metode Penelitian 3

1.7 Sistematika Penulisan 4

BAB 2 LANDASAN TEORI 6

2.1 Sterilisasi 6

2.1.1 Metode Sterilisasi 6

2.1.2 Manfaat Sterilisasi 8

2.1.3 Dinamika Sterilisasi 8

2.2 Panel Surya 10

2.2.1 Energi Panel Surya 10

2.2.2 Pengertian (PLTS) dan Sistem Kerja *Solar Power Plants* 12

2.2.3 Faktor yang mempengaruhi pengukuran *Solar Cell* 17

2.2.4 Komponen-Komponen Sel Surya 21

2.3 Mikrokontroler 27

2.3.1 Pengertian Mikrokontroler 27

2.3.2 Sistem Mikrokontroler 32

2.4 Arduino UNO 33

2.4.1 Sumber Daya 38

2.4.2 *Input* dan *Output* 39

2.4.3 Komunikasi 42

2.4.4 *Reset* Otomatis Arduino Uno 43

2.5 Sensor Proximity 44

2.5.1 Prinsip Kerja <i>Inductive Proximity Sensor</i>	45
2.5.2 Jarak Deteksi	46
2.5.3 Nilai <i>Output</i> Dari Proximity	46
2.6 Relay	47
2.6.1 Prinsip Kerja Relay	49
2.6.2 Jenis-jenis Relay	50
2.6.3 Fungsi-fungsi Relay	52
2.6.4 <i>Driver Relay</i>	52
2.7 <i>Liquid Cristal Display (LCD)</i>	55
2.7.1 Cara Kerja <i>Liquid Cristal Display (LCD)</i>	57
2.8 <i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i>	58
2.8.1 Fungsi <i>Automatic Transfer Switch</i>	58
BAB 3 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	60
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	60
3.2 Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	60
3.3 <i>Hardware</i>	60
3.3.1 Blok Diagram	61
3.3.2 Rangkaian Sumber Energi PLN dan Solar cell	62
3.3.3 Pembuatan Gerbang Sterilisasi	63
3.3.4 Perancangan Panel Kontrol Utama	63
3.3.5 Perakitan Panel Mikrokontroler	66
3.4 <i>Software</i>	67
3.4.1 Pembuatan kode Program Mikrokontroler	67
3.4.2 <i>Flowchart</i>	74
3.5 Bahan dan Alat yang dibutuhkan	77
BAB 4 HASIL DAN PENGUJIAN	79
4.1 Pengujian inverter	82
4.2 Pengujian Sensor Suhu	83
4.3 Pengujian <i>Automatic Trnasfer Switch (ATS)</i>	86
4.4 Pengujian Gerbang Sterelisasi Manual	87
4.5 Pengujian Gerbang Sterelisasi Otomatis	88
4.6 Pengujian Listrik Operasi Manual	90
4.7 Pengujian Listrik Operasi Otomatis	90
BAB 5 PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93

DAFTAR PUSTAKA	94
DAFTAR LAMPIRAN	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses perubahan energi cahaya menjadi energi listrik.....	11
Gambar 2.2	Proses perpindahan p-njunction pada solar cell.....	14
Gambar 2.3	Proses perpindahan atom <i>photon</i> tipe p dan elektron tipe n pada solarcel.....	15
Gambar 2.4	Kurva I-V dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari.....	18
Gambar 2.5	Jenis-jenis panel surya berdasarkan pembuatannya.....	22
Gambar 2.6	struktur panel surya dirangkai secara seri.....	23
Gambar 2.7	Blok Diagram Mikrokontroller Secara Umum.....	29
Gambar 2.8	Rangkaian Mikroprosesor Arduino.....	35
Gambar 2.9	Pemetaan pin ATmega 168.....	36
Gambar 2.10	Sensor Proximiti.....	45
Gambar 2.11	Jarak Deteksi Kepekaan Sensor.....	46
Gambar 2.12	Nilai Output Dari Proximity.....	47
Gambar 2.13	Fisik relay Symbol relay.....	48
Gambar 2.14	Struktur Sederhana Relay.....	49
Gambar 2.15	Jenis Relay berdasarkan <i>Pole</i> dan <i>Throw</i>	51
Gambar 2.16	Rangkaian <i>Driver Relay</i>	53
Gambar 2.17	<i>Liquid Cristal Display</i> (LCD).....	55
Gambar 3.1	Blok Diagram Rangkaian.....	61
Gambar 3.2	Rangkaian Sumber Energi PLN dan Solar cell.....	62
Gambar 3.3	Perancangan Gerbang Sterilisasi.....	63
Gambar 3.4	Wiring Sistem Panel Kontrol Utama.....	65
Gambar 3.5	Rangkaian Panel Kontrol Utama.....	65
Gambar 3.6	Wiring Sistem Panel Mikrokontroler Arduino.....	66
Gambar 3.7	Wiring Sistem penerapan PLTS.....	67
Gambar 3.8	Flowchart sistem.....	74
Gambar 4.1	Pengujian <i>output</i> inverter.....	82
Gambar 4.2	Mengukur Suhu Tubuh Normal.....	84
Gambar 4.3	Mengukur Suhu Tubuh Tidak Normal.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel pemetaan pin Atmega 328.....	36
Tabel 2.2	Spesifikasi ARDUINO UNO.....	41
Tabel 2.3	PIN Liquid Cristal Display LCD 16x2.....	55
Tabel 3.1	Bahan-Bahan yang dibutuhkan	77
Tabel 4.1	Daftar nama beban.....	79
Tabel 4.2	Hasil pengujian tegangan dan arus Panel Surya.....	81
Tabel 4.3	Pengujian <i>output</i> inverter dengan beban.....	83
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Sensor PIR	85
Tabel 4.5	Hasil Pengujian <i>Automatic Trnasfer Switch</i> (ATS)	86

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring perkembangan dan penyebaran virus Corona Covid 19. Maka diperlukan suatu usaha untuk pencegahan penyebaran virus covid 19. PT Pertamina Asset 1 Rantau Field berusaha agar proses penyebaran virus covid 19 dapat dicegah, sehingga meminimalisir kerugian ataupun dampak yang akan terjadi dilingkungan perusahaan.

Dengan adanya gerbang sterilisasi otomatis ini diharapkan bagi pekerja yang keluar masuk lingkungan perusahaan bisa meminimalisir kemungkinan penyebaran penyakit, termasuk virus corona Covid 19, Sistem digital berkembang pada saat ini dan dapat diaplikasikan pada teknologi mikrokontroler. Sistem ini menyederhanakan sistem dari konvensional menjadi otomatis. Skripsi ini dimaksudkan mengaplikasikan mikrokontroler untuk mengoperasikan gerbang sterilisasi secara otomatis . Proses otomatisasi tersebut dikontrol menggunakan mikrokontroler sehingga dapat menggerakkan relai dan mengatur pompa dalam beroperasi menyemprotkan cairan Disinfektan secara Otomatis. Gerbang Sterilisasi otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan Solar Cell sebagai Catu Daya Cadangan sebagai antisipasi jika sumber listrik utama mengalami masalah/gangguan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah ditemukan maka rumusan masalah yang diberikan dalam skripsi ini adalah.

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan gerbang sterilisasi?
2. Bagaimana cara kerja Solar cell sebagai Catu Daya Cadangan ?
3. Bagaimana cara kerja ATS Sederhana ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan skripsi ini di berikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem ini menggunakan cara kerja Manual dan Otomatis. Sistem ini dapat bekerja secara manual (melalui tombol push button) juga dapat bekerja secara otomatis yang dikontrol oleh mikrokontroler (Arduino uno) dengan inputan sensor gerak dan sensor suhu.
2. Perancangan dan pembuatan Catu Daya Cadangan dengan menggunakan Solar Cell.
3. Perancangan dan pembuatan ATS sederhana.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. merancang dan mengimplementasikan gerbang sterilisasi menggunakan mikrokontroler sebagai pengontrol rangkaian pada alat yang dirancang
2. catu daya cadangan dari solar cell akan bekerja jika arus dari PLN dalam kondisi off.

3. ATS bekerja sebagai pemindah arus pada rangkaian yang dirancang

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Sebagai usaha meminimalisir penyebaran penyakit melalui Virus Corona COVID 19 dilingkungan perusahaan.
2. Memberikan rasa percaya diri bagi penulis selaku Supervisor Electrical & Instrumen, bahwa tim EI mampu memberikan sumbangsih buat perusahaan melalui pembuatan gerbang sterilisasi.

1.6 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan ada beberapa tahap antara lain:

1. Studi Literatur

Studi ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan skripsi ini. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, Jurnal dan buku-buku yang berhubungan dengan skripsi ini.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap awal untuk mencoba memahami, menerapkan, dan menggabungkan semua literatur yang diperoleh maupun yang telah dipelajari.

3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian sistem.

4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Setelah itu dilakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran saran untuk pengembangan lebih lanjut

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistem penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan skripsi:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang pemilihan judul, batasan masalah, motivasi dan tujuan skripsi, sasaran skripsi, metode skripsi dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi landasan teori yang menjadi referensi utama dalam penulisan skripsi. Teori yang dibahas berhubungan dengan sistem yang akan dibuat dan juga yang digunakan untuk kepentingan analisis dan perancangan.

BAB 3 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan sistem, rangkaian, blok diagram, dan cara kerja rangkaian yang dapat mengoperasikan kerja pompa dalam menyemprot cairan disinfektan.

BAB 4 HASIL DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas hasil dari analisis dan pengujian dari sistem kontrol gerbang sterilisasi.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari pengujian dan saran masukan untuk mengembangkan dan melengkapi sistem yang sudah dibangun untuk masa yang mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Sebagai Refrensi-refrensi pendukung dalam penulisan skripsi ini.

BAB

LANDASAN TEORI

2.1 Sterilisasi

Sterilisasi dalam pengertian medis merupakan suatu proses dengan metode tertentu dapat memberikan hasil akhir yaitu suatu bentuk keadaan yang tidak dapat ditunjukkan lagi adanya mikroorganisme hidup. Metode sterilisasi cukup banyak namun alternatif yang dipilih sangat bergantung pada keadaan dan kebutuhan setempat. Kualitas hasil sterilisasi peralatan medis perlu dijaga terus, mengingat resiko kontaminasi kembali saat penyimpanan dan terutama pada saat akan digunakan dalam tindakan medis. Sterilisasi adalah suatu pengolahan alat atau bahan yang bertujuan untuk menghancurkan semua bentuk kehidupan mikroba termasuk endospora dan dapat dilakukan dengan proses fisika atau kimia.

Rumah sakit sebagai institusi penyedia pelayanan kesehatan, berupaya untuk mencegah resiko terjadinya infeksi bagi pasien dan petugas rumah sakit. Salah satu indikator keberhasilan dalam pelayanan rumah sakit adalah rendahnya angka infeksi nosokomial di rumah sakit. Untuk mencapai keberhasilan tersebut maka perlu dilakukan pengendalian infeksi di rumah sakit. (*Ida Fitri Leksanawati, dkk 2021*)

2.1.1 Metode Sterilisasi

Beberapa metode sterilisasi:

1. Sterilisasi cara fisik

Sterilisasi basah dilakukan dengan uap panas pada tekanan tertentu misalnya pada autoclave, atau dengan cara mendidihkan. Sterilisasi

dengan autoclave paling efisien karena suhu yang dicapai melebihi titik didih air yaitu 1210C dan lama sterilisasi pada umumnya 20 menit. Lama sterilisasi dihitung mulai dari saat suhu mencapai 1210C, untuk seperti kain kasa dan kapas lama sterilisasi 30 menit. Untuk mengawasi kualitas sterilisasi basah digunakan spora tahan panas misalnya spora bacillus stearothermophilus.

2. Sterilisasi kering

Dilakukan didalam oven, membutuhkan suhu yang lebih tinggi yaitu umumnya antara 1500C-1700C dan waktu yang lebih lama daripada autoclave. Digunakan terbatas untuk alat gelas dan bahan minyak, gas atau bubuk yang rusak dengan uap. Untuk mematikan spora, dibutuhkan waktu 2 jam pada suhu 1800C

3. Sterilisasi dengan bahan kimia / gas

Ada beberapa bahan kimia yang merupakan racun bagi mikroorganisme tetapi tidak banyak yang dipakai sebagai bahan sterilisasi. Bahan kimia yang digunakan untuk sterilisasi antara lain gas etilen oksida, formaldehid. Gas ini merupakan bahan kimia yang sangat relatif sehingga cukup berpotensi untuk membunuh mikroorganisme. Namun, kadang-kadang meninggalkan sisa pada bahan yang disterilkan

4. Sterilisasi cara penyaringan (filtrasi)

Merupakan metode sterilisasi yang dipakai untuk larutan yang tidak tahan panas seperti serum, plasma atau tripsin. Jenis saringan terbuat dari selulosa berpori. Penyaringan ini mengabsorpsi hanya sedikit cairan yang

difiltrat dan ukuran penyaring (filter) yang digunakan untuk sterilisasi adalah 0,22 μm karena ukuran ini lebih kecil dari bakteri

5. Sterilisasi cara penyinaran ultraviolet

Penyinaran ultraviolet terutama digunakan untuk mengendalikan infeksi yang ditularkan melalui udara pada ruang kultur jaringan. Keuntungan menggunakan sterilisasi cara ini yaitu tidak menggunakan bahan-bahan yang toksik, lebih aman dalam penggunaannya, dapat meniadakan kontaminan organik, tidak menyebabkan hasil produk yang disterilisasi berbau, menggunakan waktu yang singkat dan ruangan yang minimal. Penelitian menggunakan cara sterilisasi ini

2.1.2 Manfaat Sterilisasi

Kegiatan sterilisasi ini mempunyai beberapa keuntungan, yaitu:

1. Menurunkan angka kejadian infeksi dan membantu mencegah serta menanggulangi terjadinya infeksi
2. Efisiensi tenaga medis/paramedis untuk kegiatan yang berorientasi pada pelayanan terhadap pasien
3. Menyediakan dan menjamin kualitas hasil sterilisasi terhadap produk yang dihasilkan
4. Adanya sterilisasi prosedur kerja dan adanya jaminan mutu hasil sterilisasi

2.1.3 Dinamika Sterilisasi

Informasi mengenai kinetika kematian suatu populasi bakteri sangat penting untuk memahami dasar sterilisasi suatu bahan yang mematikan. Kriteria kematian

pada mikroba adalah hilangnya kemampuan untuk bereproduksi yang bersifat irreversible. Hal ini biasanya ditentukan melalui teknik lempeng agar dengan menghitung jumlah koloni yang bertahan hidup. Ketika suatu populasi bakteri dipapari suatu bahan yang mematikan, maka berdasarkan selang waktu tertentu terdapat penurunan jumlah yang hidup secara progresif. Kinetika kematian suatu populasi mikroba biasanya eksponensial, artinya jumlah yang hidup menurun menurut waktu. Logaritma jumlah yang hidup diplot sebagai fungsi waktu paparan diperoleh suatu garis lurus.

Kemiringan negatif (garis menurun) sebagai kecepatan kematian. Kecepatan kematian hanya menerangkan bagian populasi awal yang bertahan hidup pada masa paparan oleh bahan anti-mikroba. Untuk menentukan jumlah yang benar-benar hidup, pertama harus diketahui ukuran populasi awal. Secara matematik, hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

$$K = \frac{1}{b} \log \frac{B}{t}$$

Dimana:

K = jumlah kematian sel mikroorganisme

B = jumlah mikroorganisme awal

B = jumlah yang tetap hidup

t = Waktu

Pada proses sterilisasi penting melihat rata-rata kemiringan kurva menjelang akhir proses tersebut. Hal ini berguna untuk lebih memperpanjang atau memperkuat perlakuan pemberian bahan disinfektan untuk menghancurkan mikroba yang resisten

yang kemungkinan berada pada awal populasi mikroba yang jumlahnya tinggi. (*Ida Fitri Leksanawati, dkk 2021*)

2.2 Panel Surya

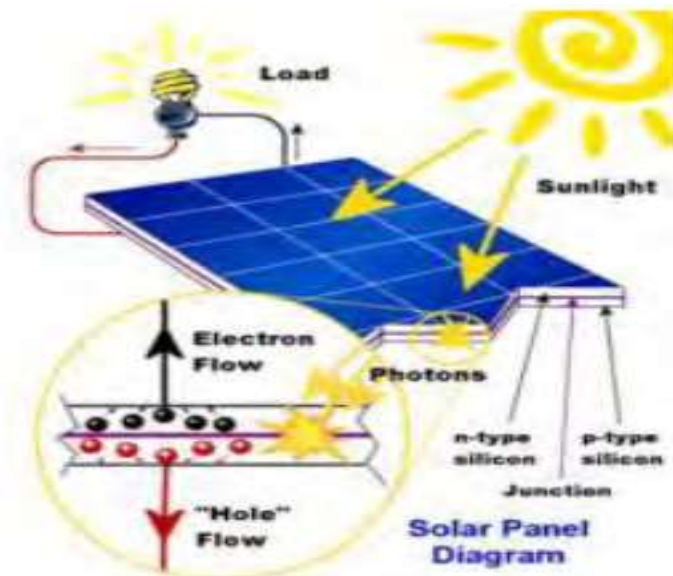
Energi surya atau matahari telah banyak dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama serta efisien. Energi surya merupakan alternatif energi terbarukan yang sangat potensial jika diterapkan, karena energinya yang tak terbatas jumlahnya serta tersedia hampir di semua belahan dunia. Maka energi surya merupakan energi yang sangat potensial untuk dikembangkan terutama di Indonesia. (*P A R Arimbawa 1, dkk 2016*)

Potensi masa depan energi surya hanya dibatasi oleh keinginan untuk menangkap kesempatan. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari. Seperti halnya tumbuhan dengan menggunakan sistem fotosintesis energi matahari diubah menjadi energi kimia dan dijadikan sebagai sumber untuk makanan mereka. Sistem photovoltaic tidak selalu membutuhkan cahaya matahari saja, tetapi cahaya apapun dapat diterima oleh photovoltaic. Sesuai dengan namanya photo, maka secara tidak langsung berkenaan dengan cahaya. Sehingga dalam keadaan mendung jikalau ada cahaya, maka sistem *photovoltaic* masih dapat bekerja.

2.2.1 Energi Panel Surya

Photovoltaic tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya atau sinar matahari. Rahasia proses ini adalah dengan menggunakan bahan semikonduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan negatif yang membentuk dasar energi listrik. Secara sederhana konsep dari listrik ada pada sistem

photovoltaic. Ketika sel surya diberikan cahaya, maka akan terjadi reaksi kimia yaitu elektron akan mengalami reaksi perpindahan dari potensial tinggi menuju potensial rendah. Sehingga terjadilah proses aliran listrik. Prinsip sederhana akan dijelaskan pada gambar dibawah berikut.



Gambar 2.1 Proses perubahan energi cahaya menjadi energi listrik

Sumber: ((P A R Arimbawa 1,dkk 2016))

Dari gambar diatas diatas berikut maka dapat kita ketahui proses dari perubahan energi cahaya menjadi energi listrik. Bahan semikonduktor yang paling umum digunakan dalam photovoltaic adalah silikon, sebuah material yang umum ditemukan di pasir. Semua sel photovoltaic mempunyai paling tidak 2 buah lapisan semikonduktor, satu untuk yang bermuatan positif dan satu bermuatan negatif. Ketika sel photovoltaic terkena sinar matahari maka muatan elektron akan mengalir ke muatan yang berpotensi tinggi. Sambungan diantara dua lapisan meyebabkan listrik

mengalir, membangkitkan arus DC. Semakin kuat cahaya yang diterima, semakin kuat pula aliran listrik yang didapatkan.

Foton adalah sebuah energi alami dari alam. Berbeda dengan energi lain yang bisa ditangkap dengan menggunakan indra, energi foton justru masuk dalam energi yang kasat mata. Foton sendiri merupakan sebuah partikel kecil dalam kimia yang bisa membentuk dasar unit radiasi elektromagnetik. Radiasi ini biasanya berupa cahaya tampak, gelombang radio, sinar-x inframerah, ultraviolet hingga sinar gama. Foton ini adalah sebuah partikel yang tidak memiliki muatan listrik dan tidak pula memiliki masa. Akan tetapi, foton ini memiliki pergerakan dengan kecepatan cahaya. Hal inilah yang membuat foton tidak bisa ditangkap mata. Tenaga matahari dapat diubah menjadi tenaga listrik dengan dua cara:

1. *Photovoltaic* (*PV device*) atau solar cell, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan *photovoltaic* banyak digunakan untuk kalkulator, jam tangan, rambu-rambu lalu lintas, lampu penerangan taman dan sebagainya
2. *Solar Power Plants*, sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator.

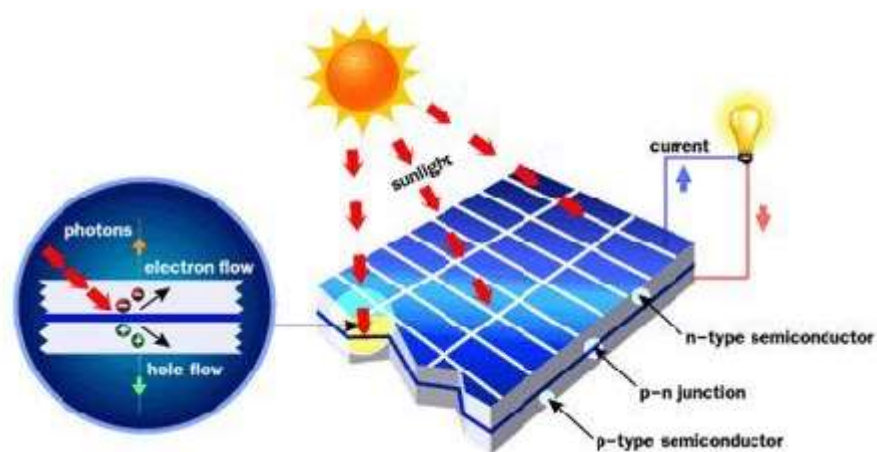
2.2.2 Pengertian (PLTS) dan Sistem Kerja *Solar Power Plants*

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya bisa

diperoleh melalui dua cara, secara langsung dan tidak langsung. Pembangkit listrik tenaga surya secara langsung dapat diperoleh dengan menggunakan photovoltaic dan pembangkit tenaga surya secara tidak langsung dengan cara memusatkan energi surya yang dipantulkan melalui cermin. Pada prinsipnya tenaga surya sebagai pembangkit listrik dengan 2 cara:

1. Produksi uap dengan cermin yang digunakan untuk menggerakkan turbin
2. Mengubah sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan *photovoltaic*

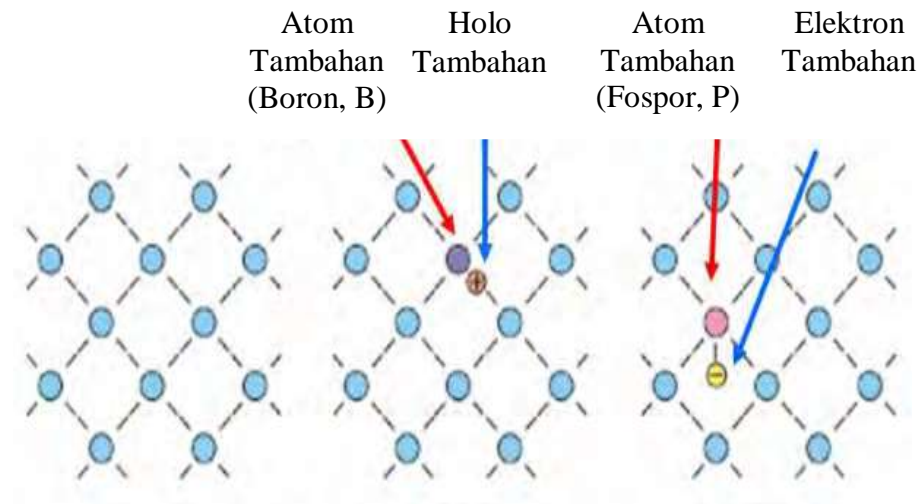
Sel surya atau *photovoltaic* adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1880 oleh Charles Fritts. Cara kerja atau konsep photovoltaic sendiri dengan cara mengubah secara langsung energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan foto elektrik. Sedangkan konsep pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin. Pemusatan surya dengan cara memantulkan sinar matahari ke satu titik dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan sinar matahari tersebut yang digunakan untuk menggerakkan mesin kalor. Seperti yang dijelaskan bahwa teknologi photovoltaic merubah sinar matahari menjadi listrik. Energi photon yang besar dari sinar matahari melepaskan elektron menjadi bebas pada material semikonduktor sehingga membangkitkan energi listrik, *Direct Current*(DC).



Gambar 2.2 Proses perpindahan p-njunction pada solar cell

Sumber: ((P A R Arimbawa 1,dkk 2016))

Pembangkit listrik tenaga surya tipe photovoltaic adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P atau proton yang bermuatan positif di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel bertipe N atau elektron bermuatan negatif di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah dimana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan elektron di lapisan bertipe P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel bertipe N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.



Gambar 2.3 Proses perpindahan atom *photon* tipe p dan elektron tipe n pada solarcel

Sumber: ((P A R Arimbawa 1,dkk 2016))

Satu solar cell PV terlalu kecil untuk memproduksi dan membangkitkan listrik, daya yang dibangkitkan hanya 1 sampai 2 Watt saja. Untuk memperbesar kapasitas keluaran daya yang dihasilkan dari PV solar cell. Ketika satu solar cellsaling dihubungkan maka disebut PV Modul. Tenaga surya yang diserap oleh bumi adalah sebanyak 120.000 TeraWatt.

Sel surya memiliki banyak aplikasi terutama cocok untuk digunakan bila tenaga listrik dari grid tidak tersedia seperti di wilayah terpencil, satelit pengorbit bumi, kalkulator genggam, pompa air, bahkan sekarang banyak peralatan rumah tangga ataupun kebutuhan sehari hari menggunakan tenaga surya. Sel surya dapat dipasang di atap gedung di mana mereka berhubungan dengan inverter ke gridlistrik dalam sebuah net metering. Banyak bahan semikonduktor yang dapat dipakasi untuk membuat sel surya diantaranya silicon, titanium oksida, germanium, dan lain-lain.

Hingga tahun 1980-an efisiensi dari hasil penelitian terhadap solar cell masih terbilang sangat rendah sehingga belum dapat digunakan sebagai sumber daya listrik. Tahun 1982, Hans tholstrup seorang Australia mengendarai mobil bertenaga surya pertama untuk jarak 4000 km dalam waktu 20 hari dengan kecepatan maksimum 72 km/jam. Tahun 1985 University of South Wales Australia memecahkan rekor efisiensi solar cell mencapai 20% dibawah kondisi 10 satu cahaya matahari. Tahun 2007 University of Delaware berhasil menemukan solar cell technology yang efisiensinya mencapai 42,8%. Hal ini merupakan rekor terbaru untuk “thin film photovoltaic solar cell.”. Perkembangan dalam riset solar cell telah mendorong komersialisasi dan produksi solar cell untuk penggunaannya sebagai sumber listrik. Saat ini tenaga surya sudah banyak digunakan dan diaplikasikan di perangkat elektronik. Seperti halnya pada kalkulator, lampu penerangan jalan, lampu lalu lintas, dan lain-lain dalam skala kecil. Photovoltaic juga digunakan untuk menyediakan listrik di daerah yang sangat terpencil dan minim terhadap jaringan listrik. Maka para peneliti telah banyak mengembangkan sistem solar cell menggunakan photovoltaic untuk menekan angka kekurangan listrik di daerah-daerah yang tidak bisa dijangkau oleh aliran listrik.

Pembangkit tenaga surya menjadi salah satu energi alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Tidak hanya digunakan di daerah yang terpencil ataupun yang kekurangan listrik, tetapi pembangkit tenaga listrik juga menjadi alternatif untuk mengelola kebutuhan listrik di rumah rumah bahkan di instansi maupun pabrik dan gedung bertingkat. Hal tersebut dapat mengurangi beban maksimum elektrik. Baik dalam skala yang besar maupun dalam skala kecil photovoltaic dapat

mengantarkan tenaga ke jaringan listrik yang dinamakan sistem on grid atau dapat disimpan dalam sel nya dengan menggunakan sistem baterai yang dinamakan sistem *off grid*,

Saat ini pengembangan pembangkit listrik tenaga surya masih digencarkan, terutama di negara negara besar seperti Amerika Serikat. Terdapat pembangkit listrik tenaga surya terletak di gurun Mojave dengan tipe pemusatan energi surya terbesar dengan daya mencapai 377 MegaWatt. Program energi terbarukan saat ini sedang dikembangkan oleh negara negara dan para peneliti dikarenakan tenaga nya yang bisa menjadi alternatif dan solusi krisis energy.

2.2.3 Faktor yang mempengaruhi pengukuran *Solar Cell*

Untuk mendapatkan output maksimal dari PLTS, ada beberapa faktor yang sangat mempengaruhi yaitu:

1. Iradiasi Matahari

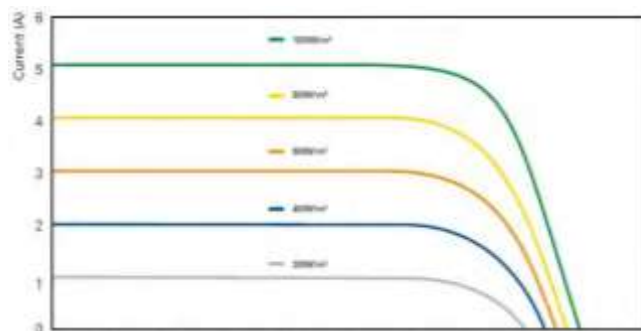
Iradiasi matahari yang diterima bumi terdistribusi pada beberapa range panjang gelombang, mulai dari 3 nm sampai dengan 4 mikron. Sebagian radiasi mengalami refleksi di atmosfer (*diffuse radiation*) dan sisanya dapat sampai ke permukaan bumi (*direct radiation*). Besaran-besaran penting untuk mengukurnya adalah:

- a. Special irradiance I_λ – daya yang diterima oleh satu unit area dalam bentuk differensial panjang gelombang $d\lambda$, satuan : $W/m^2 \text{ um}$
- b. *Irradiance – integral* dari spectrum irradiance untuk keseluruhan panjang gelombang, satuan : W/m^2

c. Radiansi – integral waktu dari irradiance untuk jangka waktu tertentu.

Oleh sebab itu, satuannya sama dengan satuan energi, yaitu $\text{J/m}^2 - \text{Hari}$, $\text{J/m}^2 - \text{bulan}$ atau $\text{J/m}^2 - \text{tahun}$.

Diantara ketiga besaran tersebut, yang akan digunakan dalam analisa adalah W/m^2 karena satuan ini yang biasa dipakai dalam data sheet, sedangkan besaran radiansi biasanya digunakan untuk menghitung estimasi daya keluaran pada instalasi sistem. Irradiance merupakan sumber energi bagi sel surya, sehingga keluarannya sangat bergantung oleh perubahan irradiance. Gambar memberikan contoh perubahan irradiance terhadap kurva daya modul surya. Dilihat dari gambar keluaran daya berbanding lurus dengan irradiance. Isc lebih terpengaruh oleh perubahan irradiance dari pada Voc. Hal ini sesuai dengan penjelasan cahaya sebagai sebagai paket-paket foton. Pada saat irradiance tinggi, yaitu pada saat jumlah foton banyak, arus yang dihasilkan juga besar. Demikian pula sebaliknya; sehingga arus yang dihasilkan berbanding lurus terhadap jumlah foton. Berikut merupakan gambar karakteristik kurva i-v terhadap perubahan *irradiance*.



Gambar 2.4 Kurva I-V dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari

Sumber: (Hery Setyo Utomo, dkk 2017)

Pengujian model surya pada data sheet umumnya dilakukan pada standardtestcondition (STC), yaitu AirMass (AM) 1,5 ; irradiance 1000 W/m² dan temperature 25°C. Dalam kondisi nyata, nilai irradiance tidak mencapai nilai tersebut, bergantung dari posisi lintang, posisi matahari dan kondisi cuaca. Nilai irradiance pada lokasi tertentu juga bervariasi dari bulan ke bulan. Radiasi matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari, atau dapat dikatakan sumber utama untuk proses-proses fisika atmosfer yang menentukan keadaan cuaca dan iklim di atmosfer bumi. Radiasi surya memegang peranan penting dari berbagai sumber energi lain yang dimanfaatkan manusia. Cahaya bisa dikatakan sebagai suatu bagian yang mutlak dari kehidupan manusia. Untuk mendukung teknik pencahayaan buatan yang benar tentu saja perlu diketahui seberapa besar intensitas cahaya yang dibutuhkan pada suatu tempat. Maka, untuk mengetahui seberapa besar intensitas cahaya tersebut dibutuhkan suatu alat ukur cahaya yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya cahaya dalam satuan lux. Untuk mengukur intensitas cahaya digunakan sebuah alat yang bernama lux meter. Lux meter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya atau tingkat pencahayaan. Biasanya digunakan di dalam ruangan. Kebutuhan pencahayaan setiap ruangan terkadang berbeda. Semuanya tergantung dan disesuaikan dengan kegiatan yang dilakukan. Untuk mengukur tingkat pencahayaan dibutuhkan suatu alat yang bisa bekerja secara otomatis mampu mengukur intensitas cahaya dan

menyesuaikannya dengan cahaya yang dibutuhkan. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter yang menghasilkan nilai intensitas cahaya dengan satuan lux. Tidak ada konversi langsung antara lux dan W/m^2 itu tergantung pada panjang gelombang atau warna cahaya. Sehingga untuk mendapatkan konversi antara lux dan W/m^2 perlu dilakukan percobaan. Namun, ada perkiraan konversi 0,0079 W/m^2 per lux (Hossain. 2011). Jadi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$1 \text{ lux} = 0.0079 \text{ W/m}^2 \text{ (2.1)}$$

Penggunaan konversi antara lux dan W/m^2 diatas juga telah digunakan oleh M. A. Hossain dan kawan-kawan pada penelitiannya yang berjudul “*Performance Evaluation of 1.68 kWp DC operated Solarpump With Auto Tracker Using Microcontroller Based Data Acquisition System*”, Steven Chua dengan judul “Light vs Distance” dan Anies Ma’rufatin pada penelitiannya yang berjudul “Respon Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Atlantis dan Super Jhon Dalam Sistem Aeroponik Terhadap periode Pencahayaan”. Mereka semua menggunakan konversi 0,0079 W/m^2 per Lux.

2. Temperatur Modul Surya

Intensitas cahaya bukanlah satu-satunya parameter eksternal yang memiliki pengaruh penting pada kurva I-V, ada juga pengaruh suhu. Suhu memiliki peranan penting untuk memprediksi karakteristik I-V. Komponen semikonduktor seperti diode sensitif terhadap perubahan suhu, begitu pula dengan sel surya. Secara umum, sebuah modul surya dapat

beroperasi secara maksimum jika temperatur yang diterimanya tetap normal pada temperatur 25°C. Kecepatan tiupan angin disekitar lokasi sel surya akan sangat membantu terhadap pendinginan temperatur permukaan sel surya sehingga temperatur dapat terjaga dikisaran 25°C. Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada modul surya akan melemahkan tegangan ($V^{\circ}c$) yang dihasilkan. Setiap kenaikan temperatur modul surya 1 °C (dari 25°C) akan mengakibatkan berkurang sekitar 0,5% pada total tenaga (daya) yang dihasilkan. Untuk menghitung besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur di sekitar modul surya mengalami kenaikan oC dari temperatur standarnya, dipergunakan rumus sebagai berikut, Pengaruh suhu terhadap output sel surya dapat dilihat dalam rumus dibawah ini:

a. $P \text{ saat } t \text{ naik } ^{\circ}C = 0,5\% / ^{\circ}C \times P_{MPP} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}C)$

Dimana: $P \text{ saat } t \text{ naik } ^{\circ}C = \text{Daya pada saat temperatur naik } ^{\circ}C \text{ dari temperatur standarnya. } P_{MPP} = \text{Daya keluaran maksimum modul surya.}$

b. $P_{MPP} \text{ saat naik menjadi } t ^{\circ}C = P_{MPP} - P \text{ saat } t \text{ naik } ^{\circ}C$

Dimana: $P_{MPP} \text{ saat naik menjadi } ^{\circ}C$ adalah daya keluaran modul surya pada saat temperatur disekitar modul surya naik menjadi $t^{\circ}C$ dari temperatur standarnya.

2.2.4 Komponen-Komponen Sel Surya

Suatu rangkaian solarcell terdiri dari komponen-komponen penting yang dapat memaksimalkan kerja dari rangkaian solarcell tersebut, komponen-komponen tersebut adalah:

1. Panel Surya (*Photovoltaic*)

Photovoltaic merupakan komponen utama yang menghasilkan arus listrik yang kemudian akan disimpan pada baterai atau aki. Biasanya suatu solarcell atau *photovoltaic* dengan mempunyai daya yang berbeda-beda dan terdiri dari 3 macam berdasarkan pembuatannya:

- a. *Monokristal*
- b. *Polikristal*
- c. *Thin Film*

Dari ketiga teknologi tersebut dapat kita bedakan dengan tingkat keefisiensinya. Monokristal merupakan photovoltaic yang memiliki tingkat efisiensi tertinggi saat ini, namun dari segi ekonomi masih sangat mahal dibandingkan dengan polikristal.

(a) Monokristal

(b) Polikristal

(c) Thin Film

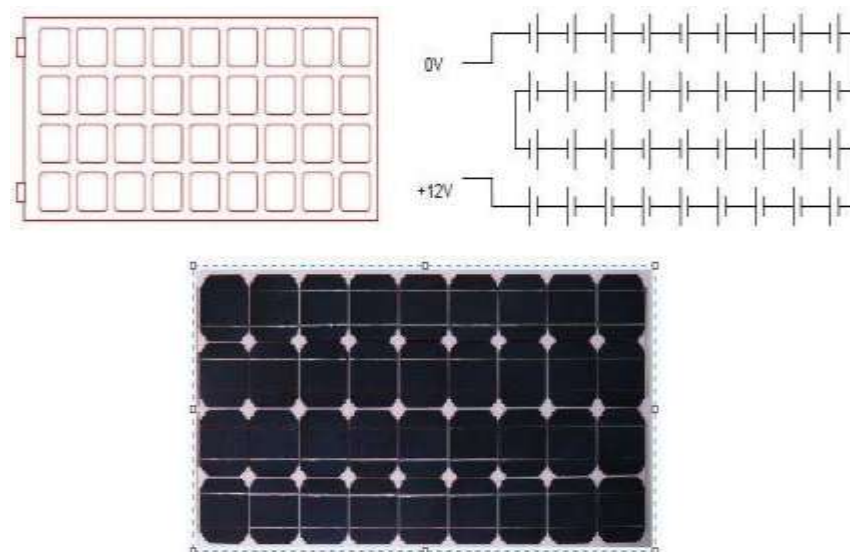


Gambar 2.5 Jenis-jenis panel surya berdasarkan pembuatannya
Sumber: (*Sura Eka Pratama Pagan, dkk 2018*)

Suatu panel surya tersusun dari sel sel surya yang kemudian membentuk modul-modul surya dan dari modul surya akan terbentuk dalam satu array. Dari setiap sel mempunyai tegangan dan daya masing masing sehingga bila kita rangkaikan atau kita susun maka akan terbentuk solarcell yang kita butuhkan. Berikut ini adalah sistem rangkaian pada solarcell.

a. Rangkaian Secara Seri

Hubungan seri suatu modul photovoltaic didapat apabila bagian depan (+) sel surya utama dihubungkan dengan bagian belakang (-) sel surya kedua atau sebaliknya. Dari keadaan seri ini didapatkan tegangan solarcell dijumlahkan apabila dihubungkan seri atau sama lain: $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$ Arus solarcell sama apabila dihubungkan seri satu sama lain $I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 \dots = I_n$.



Gambar 2.6 struktur panel surya dirangkai secara seri
 Sumber: (Sura Eka Pratama Pagan, dkk 2018)

b. Rangkaian Secara Paralel

Rangkaian paralel modul photovoltaic didapat apabila terminal kutub positif dan negatif sel surya dihubungkan sama dengan satu sel surya.

$$\mathbf{U_{total} = U1 = U2 = U3.....=Un}$$

Arus yang timbul dari hubungan ini langsung dijumlahkan

$$\mathbf{I_{total} = I1 + I2 + I3 + \dots + In}$$

2. *Solar Charge Controller*

Solar charge controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan pengisian baterai dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses discharge. Yang perlu diperhatikan dalam menggunakan chargecontroller ini adalah besarnya tegangan dan daya yang dikeluarkan modul surya dan yang dapat diterima baterai. *Charge control* atau chargeregulator merupakan komponen paling penting pada rangkaian solarcell, dimana chargecontroller mempunyai fungsi utama yaitu menjaga atau mengamankan komponen penting pada solarcell yaitu baterai. Umumnya solarcell yang memiliki tegangan 12 volt mempunyai tegangan output 16-21 volt, sehingga apabila tidak menggunakan chargecontrol maka baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan yang dikeluarkan oleh solarcell dan baterai 12 volt di charge pada tegangan 14-14.7 volt. Fungsi detail dari chargecontrol adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan *over voltage*
- b. Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai agar tidak full discharge dan overloading
- c. Memonitor temperatur dan suhu baterai.

Hal yang perlu diperhatikan saat akan menggunakan chargecontrol yakni:

- 1) Tegangan atau voltage 12 volt DC/ 24 volt DC
- 2) Kemampuan arus dari *chargecontrol* misalnya 10 Ampere, 20 Ampere dan sebagainya.
- 3) Fullcharge dan *lowvoltagecu*

Solarchargecontroller biasanya terdiri dari 1 input yang terhubung dengan output solarcell, 1 output yang terhubung dengan baterai atau aki dan output yang terhubung dengan beban (load) DC. Arus listrik DC baterai tidak mungkin masuk ke solarcell karena biasanya sudah terpasang “diodeprotection” yang berfungsi melewatkan arus solar cell ke baterai bukan sebaliknya.

3. Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (watthour / WH). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar kebutuhan daya listrik

dan kemampuan modul surya dalam mengisi baterai. Baterai merupakan peralatan dan komponen yang sangat penting bagi suatu pembangkit tenaga surya. Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban (terutama untuk penerangan). Disamping itu baterai juga berfungsi untuk menyediakan daya kepada beban ketika tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan-perubahan yang terjadi pada beban. Banyak tipe baterai yang beredar dipasaran dengan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Baterai biasanya diklarifikasikan terhadap dua tipe, yaitu:

a. Baterai primer (*primary batteries*)

Jenis ini disebut juga baterai sekali pakai (*single use battery*) yang berarti setelah habis arus listrik baterai tersebut harus dibuang semestinya. Berikut adalah macam-macam baterai primer.

- 1) *Heavy duty*, atau carbon zinc (Zn-MnO₂) battery. Ini merupakan baterai primer yang paling murah yang banyak digunakan dalam rumah tangga seperti jam dinding dan *remote control*
- 2) *Alkaline, zinc-alkaline* manganese dioxide battery. Baterai jenis ini memiliki power yang lebih dan umur simpan yang lebih lama dari baterai *heavy duty Lithium cell*, baterai lithium memiliki kemampuan kinerja yang jauh lebih baik melampaui baterai elektrolit konvensional. Umur simpannya bisa lebih dari 10 tahun dan tetap bekerja dengan baik pada suhu yang sangat rendah. Baterai lithium umumnya sebesar uang koin saja, maksimal ukuran

AA. Hal ini atas pertimbangan keselamatan dan keamanan saja jika digunakan masyarakat umum. Sebenarnya ada juga ukuran yang lebih besar namun penggunaanya hanya terbatas pada kepentingan militer saja

2.3 Mikrokontroler

2.3.1 Pengertian Mikrokontroler

Saat ini perkembangan teknologi semakin pesat berkat adanya teknologi mikrokontroler, sehingga rangkaian kendali atau rangkaian kontrol semakin banyak dibutuhkan untuk mengendalikan berbagai peralatan yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dari rangkaian kendali inilah akan terciptanya suatu alat yang dapat mengendalikan sesuatu. Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol adalah rangkaian yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi–fungsi kontrol tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Bermula dari dibuatnya *Integrated Circuit* (IC). Selain IC, alat yang dapat berfungsi sebagai kendali adalah *chip* sama halnya dengan IC. *Chip* merupakan perkembangan dari IC, dimana *chip* berisikan rangkaian elektronika yang dibuat dari artikel *silicon* yang mampu melakukan proses logika. *Chip* berfungsi sebagai media penyimpan program dan data, karena pada sebuah *chip* tersedia RAM dimana data dan program ini digunakan oleh logic *chip* dalam menjalankan prosesnya.

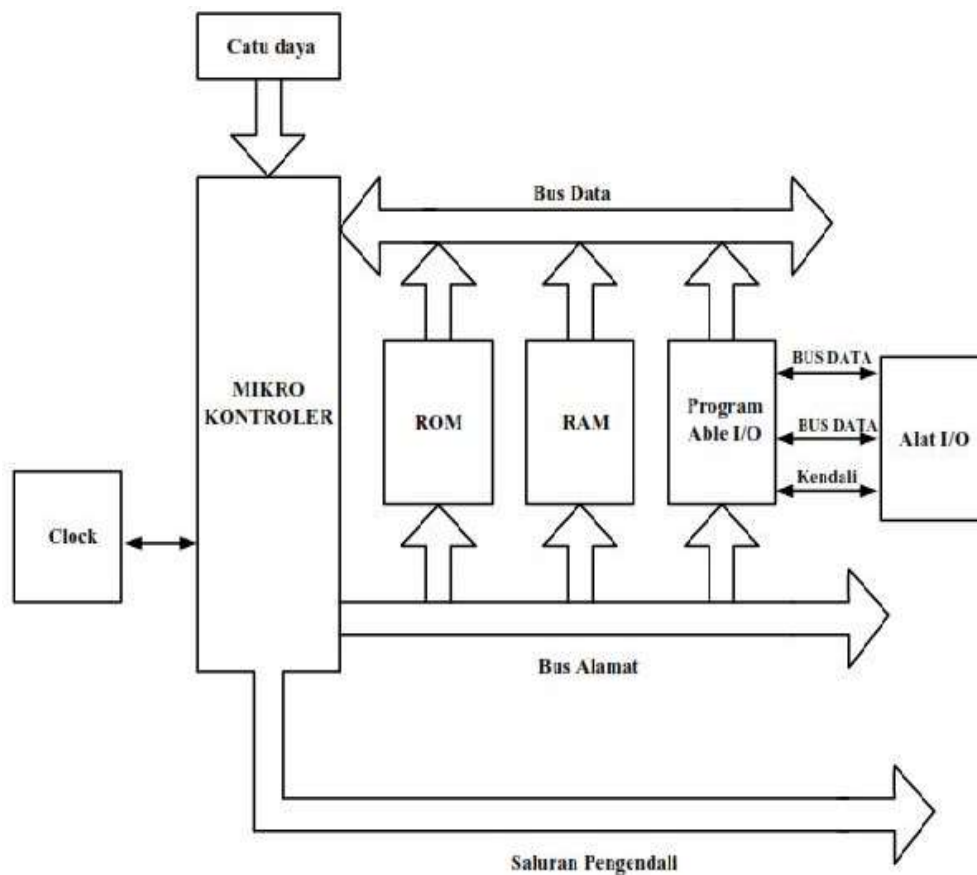
Chip lebih di identikkan dengan dengan kata mikroprosesor. Mikroprosesor adalah bagian dari *Central Processing Unit* (CPU) yang terdapat pada computer tanpa adanya memory, I/O yang dibutuhkan oleh sebuah system yang lengkap. Selain mikroprosesor ada sebuah *chip* lagi yang dikenal dengan nama mikrokomputer.

Berbeda dengan mikroprosesor, pada mikrokomputer ini telah tersedia I/O dan memory. Dengan kemajuan teknologi dan dengan perkembangan *chip* yang pesat sehingga saat ini didalam sekeping *chip* terdapat CPU memory dan control I/O. *Chip* jenis ini sering disebut *microcontroller*. *Mikrokontroller* merupakan sebuah sistem komputer di mana seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*), sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroller ini juga merupakan sebuah sistem komputer yang memiliki satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan PC yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan yang lain adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat besar antara mikrokontroller dengan komputer. Dalam mikrokontroller ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer atau PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

Mikrokontroller memiliki kemampuan untuk mengolah serta memproses data sekaligus juga dapat digunakan sebagai unit kendali, maka dengan sekeping *chip* yaitu mikrokontroller kita dapat mengendalikan suatu alat. Mikrokontroller mempunyai perbedaan dengan mikroprosesor dan mikrokomputer. Suatu mikroprosesor merupakan bagian dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, sedangkan mikrokontroller umumnya terdiri atas CPU, memory, I/O tertentu dan unit – unit pendukung lainnya.

Pada dasarnya terdapat perbedaan sangat mencolok antara mikrokontroller dan mikroprosesor serta mikrokomputer yaitu pada aplikasinya, karena mikrokontroller hanya dapat digunakan pada aplikasi tertentu saja. Kelebihan lainnya yaitu terletak pada perbandingan *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only*

Memory (ROM). Sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas atau kecil, dari kelebihan yang ada terdapat keuntungan pemakaian mikrokontroler dengan mikroprosesor yaitu pada mikrokontroler sudah terdapat RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga tidak perlu menambahnya lagi. Pada dasarnya struktur dari mikroprosesor memiliki kemiripan dengan mikrokontroler. Mikrokontroler biasanya dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroler memiliki spesifikasi tersendiri namun cocok dalam pemrogramannya misalnya keluarga MCS-51 yang diproduksi ATMEL seperti AT89C51, AT89S52 dan lainnya sedangkan keluarga AVR seperti Atmega 8535 dan lain sebagainya.



Gambar 2.7 Blok Diagram Mikrokontroler Secara Umum

Sumber: (Suprpto,MT 2012)

1. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU adalah suatu unit pengolah pusat yang terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*control unit*) dan unit logika (*arithmetic and logic unit*). Disamping itu juga CPU mempunyai beberapa simpanan yang berukuran kecil yang disebut dengan register. Adapun fungsi utama dari unit pengendali ini adalah mengatur dan mengendalikan semua peralatan yang ada pada sistem komputer dan juga dapat mengatur kapan alat input menerima data dan kapan data diolah serta ditampilkan pada alat output. Sedangkan unit logika berfungsi untuk melakukan semua perhitungan aritmatika yang terjadi sesuai dengan instruksi program dan dapat juga melakukan keputusan dari operasi logika atau pengambilan keputusan sesuai dengan instruksi yang diberikan padanya.

2. Bus Alamat

Bus alamat berfungsi sebagai sejumlah lintasan saluran pengalamatan alamat dengan sebuah computer. Pengalamatan ini harus ditentukan terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya kesalahan pengiriman sebuah instruksi dan terjadinya bentrok antar dua buah alamat yang bekerja secara bersamaan.

3. Bus Data

Bus data merupakan sejumlah lintasan saluran keluar masuknya data dalam sebuah mikrocontroller. Pada umumnya saluran data yang masuk sama dengan saluran data yang keluar.

4. Bus kontrol

Bus control atau bus kendali berfungsi untuk menyamakan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar.

5. Memori

Didalam sebuah mikrokontroler terdapat sebuah memori yang berfungsi untuk menyimpan data atau program. Ada beberapa jenis memori, diantaranya adalah RAM dan ROM serta ada tingkat memori, diantaranya adalah register internal, memori utama dan memori masal. Registrasi internal adalah memori yang terdapat didalam ALU. Memori utama adalah memori yang ada pada suatu system, waktu aksesnya lebih lambat dibandingkan register internal. Sedangkan memori massal dipakai untuk penyimpanan berkapasitas tinggi, yang biasanya berbentuk disket, pita magnetic atau kaset.

6. RAM (*Random Access Momory*)

RAM adalah memori yang dapat dibaca atau ditulis. Data dalam RAM bersifat volatile dimana isinya akan hilang begitu IC kehilangan catu daya, karena sifat yang demikian RAM hanya digunakan untuk menyimpan data pada saat program bekerja.

7. ROM (*Read Only Memory*)

ROM merupakan memory yang hanya dapat dibaca, dimana isinya tidak dapat berubah apabila IC telah kehilangan catu daya. ROM dipakai untuk menyimpan program, pada saat di reset maka mikrokontroler akan akan langsung bekerja dengan program yang terdapat didalam ROM tersebut.

Ada beberapa jenis ROM antara lain ROM murni, PROM (*Programmable Read Only Memory*), EPROM (*Erasable Programmable Only Memory*), yang paling banyak digunakan diantara tipe-tipe diatas adalah EPROM yang dapat diprogram ulang dan dapat juga dihapus dengan sinar ultraviolet.

8. *Input / Output*

Setiap system computer memerlukan sistem *input* dan *output* yang merupakan media keluar masuk data dari dan ke komputer. Contoh peralatan I/O yang umum yang terhubung dengan sebuah komputer seperti *keyboard, mouse, monitor, sensor, printer, LED*, dan lain-lain.

9. *Clock*

Clock atau pewaktuan berfungsi memberikan referensi waktu dan sinkronisasi antar elemen

2.3.2 Sistem Mikrokontroler

Mikroprosesor dan mikrokontroler berasal dari ide dasar yang sama. Mikroprosesor adalah istilah yang merujuk pada *central processing unit* (CPU) computer digital untuk tujuan umum. Untuk membuat sistem computer, CPU harus ditambahkan memori, umumnya *read only memory* (ROM) dan *random access memory* (RAM), dekoder memori, osilator dan sejumlah *input/output device* seperti port data parallel dan serial. Gambar diatas menunjukkan sebuah diagram blok sistem mikroprosesor tujuan umum yang terdiri atas *central processing unit* (CPU), RAM, ROM, *I/O port, timer*, dan *port serial COM*. Tambahan lain, *special-purpose device*, seperti *interrupt handler* dan *counter*. Penambahan seperti *mass storage, hard drive*,

I/O peripheral seperti *keyboard* dan *display* (CRT/LCD) menghasilkan sebuah computer yang dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi *general-purpose software*. Mikrokontroller umumnya dikelompokkan dalam satu keluarga besar, contoh-contoh keluarga mikrokontroller:

1. Keluarga MCS-51
2. Keluarga MC68HC05
3. Keluarga MC68HC11
4. Keluarga AVR
5. Keluarga PIC8

2.4 Arduino UNO

Ditinjau dari hardware-nya, pada dasarnya Arduino adalah sebuah sistem minimum mikrokontroler yang berbasis mikrokontroler Atmel ATmega328. Sementara dari aspek software, tak seperti sistem minimum pada umumnya, Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa pemrograman Arduino berbasis bahasa C, sehingga walaupun mudah dipahami, namun juga fleksibel dan powerful. Karena memiliki bahasa pemrograman tersendiri, rancangan hardware dan software Arduino dapat berintegrasi secara optimal, namun juga diiringi dengan kemudahan pemakaian untuk pengguna pemula. Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc,dkk 2013.

Dengan kata lain, Arduino adalah sebuah komputer kecil yang dapat diprogram untuk melakukan banyak hal. Dengan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari, Arduino adalah sebuah alat untuk mewujudkan imajinasi kreatif penggunanya. Saat ini, berbagai model Arduino tersedia di pasaran dan bebas

diperjualbelikan untuk umum. Namun yang paling umum adalah Arduino Uno. Arduino Uno adalah model paling dasar dan paling mudah digunakan dibanding model Arduino lainnya. Berikut akan dijelaskan mengenai komponen dasar elektronika yang biasa digunakan pada proyek-proyek Arduino.

1. Kabel

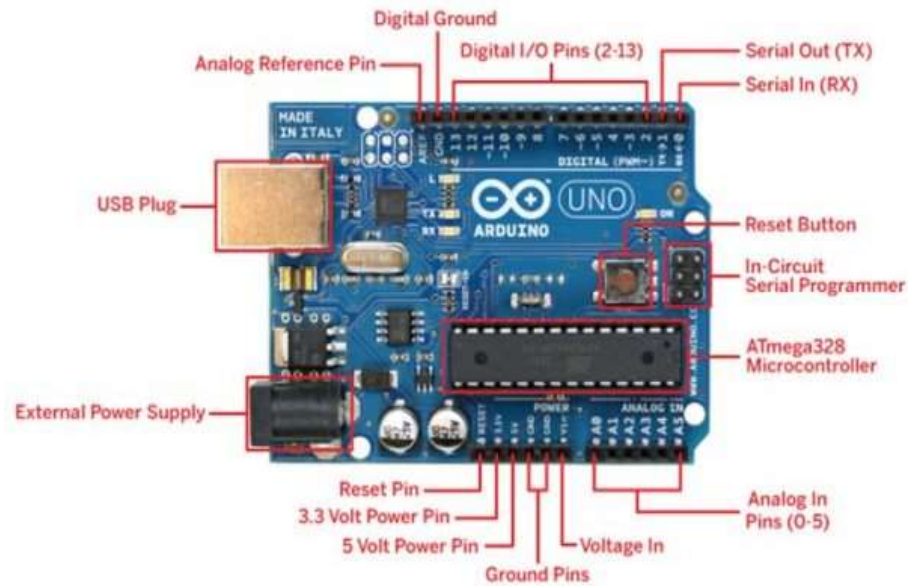
Kabel merupakan komponen paling sederhana namun amat esensial dalam penyusunan rangkaian elektronika. Kabel berfungsi sebagai penghubung antara komponen yang satu dengan komponen lainnya. Umumnya kabel berupa konduktor listrik dari lilitan tembaga yang diselimuti oleh lapisan isolator, biasanya karet atau plastik

2. Dioda

Dioda seolah merupakan sebuah jalan satu arah, dimana bisa dilalui dari suatu tempat ke tempat lain namun tidak sebaliknya. Fungsi dioda adalah untuk melindungi komponen listrik yang bisa rusak jika terbalik kutub positif dan kutub negatifnya

3. LED

LED Merupakan kependekan dari Light Emitting Diode. Pada dasarnya LED adalah sebuah dioda yang dapat memancarkan cahaya. Layaknya sebuah dioda, LED tidak akan memancarkan cahaya jika pemasangannya terbalik. Resistor Resistor merupakan sebuah komponen elektronika yang bertujuan untuk membatasi arus listrik yang dialirkan



Gambar 2.8 Rangkaian Mikroprosesor Arduino

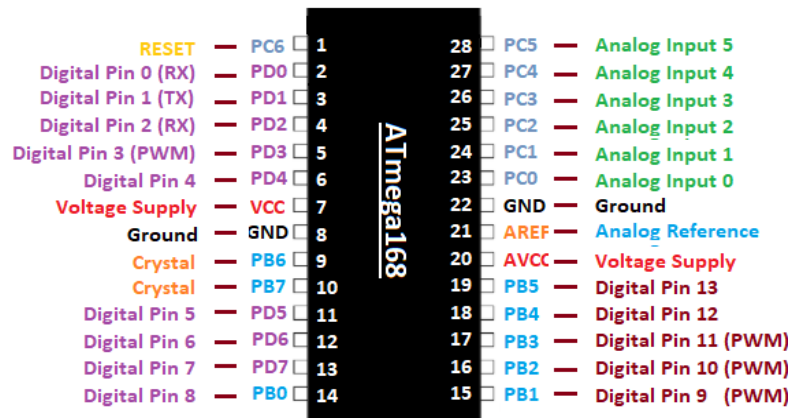
Sumber: Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc, dkk 2013

Board Arduino Uno memiliki fitur – fitur baru sebagai berikut: 1,0 pin out : tambah SDA dan SCL yang dekat dengan pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin reset dengan I/O REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan oleh board sistem. Pengembangan dari sistem akan lebih kompatibel dengan prosesor yang menggunakan AVR, beroperasi dengan 5V dan Arduino Uno beroperasi dengan 3.3V, sedangkan 2 pin tidak terhubung disediakan untuk tujuan masa depan.

1. Sirkuit reset
2. Atmega 16U2

Panjang dan lebar maksimum PCB Arduino Uno adalah 2.7 x 2.1 inch (6,8 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack *power* menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau

wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16”), tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil. Dibawah ini adalah pemetaan pin ATmega168 pada Arduino Uno.



Gambar 2.9 Pemetaan pin ATmega 168

Sumber: Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc,dkk 2013

Tabel 2.1 Tabel pemetaan pin Atmega 328

Nomor Pin Atmega328	Nama Pin ATmega328	Peta Pin Arduino Uno
1	PC6(PCINT14/RESET)	RESET
2	PD0 (PCINT16/RXD)	Digital pin 0 (RX)
3	PD1 (PCINT17/TXD)	Digital pin 1 (TX)
4	PD2 (PCINT18/INT0)	Digital pin 2
5	PD3	Digital pin 3 (PWM)
6	PD4 (PCINT20/XCK/T0	Digital pin 4
7	VCC	VCC
8	GND	GND

9	PB6 (-
10	PB7	-
11	PD5 (Digital pin 5 (PWM)
12	PD6 (Digital pin 6 (PWM)
13	PD7 (PCINT23/AIN1)	Digital pin 7
14	PB0 (Digital pin 8
15	PB1 (OC1A/PCINT1)	Digital pin 9 (PWM)
16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)	Digital pin 10 (PWM)
17	PB3 (Digital pin 11 (PWM)
18	PB4 (MOSI/PCINT4)	Digital pin 12
19	PB5 (SCK/PCINT5)	Digital pin 113
20	AVCC	VCC
21	AREF	Analog Reference
22	GND	GND
23	PC0 (ADC0/PCINT8)	Analog input 0
24	PC1 (ADC1/PCINT9)	Analog input 1
25	PC2 (ADC2/PCINT10)	Analog input 2
26	PC3 (ADC3/PCINT11)	Analog input 3
27	PC4 (ADC4/PCINT12)	Analog input 4
28	PC5 (ADC5/PCINT13)	Analog input 5

Sumber: Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc, dkk 2013

2.4.1 Sumber Daya

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya akan dipilih secara otomatis oleh Arduino. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino Uno dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

1. VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini
2. 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik

berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino

3. 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA
4. GND : Pin Ground atau Massa
5. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.4.2 *Input dan Output*

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode`, `digitalWrite`, dan `digitalRead`. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (terputus secara default) sebesar 20-50 kOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

1. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin korespondensi dari chip ATmega8U2 Serial USB-to-TTL
2. External Interrupt (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai. Baca rincian fungsi `attachInterrupt()` (belum diterbitkan saat artikel ini ditulis).
3. PWM : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`.
4. SPI : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI
5. LED : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Uno. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam. Arduino Uno memiliki 6 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference`. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

a. TWI : Pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Masih ada beberapa pin lainnya pada Arduino Uno, yaitu:

- 1) AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`
- 2) RESET : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino

Tabel 2.2 Spesifikasi ARDUINO UNO

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan Pengoprasian	5V
Tegangan Input yang disarankan	7-12V
Batas Tegangan Input	6-12V
Jumlah Pin O/I Digital	14(6 Diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah Pin Input Analog	6
Arus DC Tiap Pin O/I	40mA
Arus DC Untuk Pin 3.3V	60mA
Memori flash	32 KB (ATMega 328),

	Sekitar 0,5 KB Digunakan Oleh Boadloader
SRAM	2 KB (ATMega 328)
EEPROM	1 KB (ATMega 328)
Clock Speed	16 MHz

Sumber: *Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc,dkk 2013*

2.4.3 Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip ATmega16U2 yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver standar USB COM, dan tidak membutuhkan driver eksternal. Namun pada sistem operasi Windows, file .inf masih dibutuhkan. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan `SoftwareSerial` memungkinkan komunikasi serial pada beberapa pin digital Uno. ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan `Wire` digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI. Arduino Uno memiliki polyfuse reset yang melindungi port USB komputer Anda dari hubungan singkat dan arus lebih. Meskipun pada dasarnya komputer telah memiliki perlindungan internal pada port USB mereka sendiri, sekering memberikan lapisan perlindungan tambahan. Jika arus lebih dari 500 mA dihubungkan ke port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan sambungan sampai hubungan singkat atau overload dihapus/dibuan.

2.4.4 *Reset Otomatis Arduino Uno*

Daripada menekan tombol reset sebelum upload, Arduino Uno didesain dengan cara me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari ATmega8U2/16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur reset drop cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa bootloader memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Arduino Uno terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan

Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, bootloader berjalan pada papan Arduino Uno. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), kemudian akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan dibuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu satu detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

Arduino Uno memiliki trek jalur yang dapat dipotong untuk menonaktifkan fungsi auto-reset. Pada di kedua sisi jalur dapat hubungkan dengan disolder untuk mengaktifkan kembali fungsi auto-reset. Pada berlabel "RESET-EN". Hal ini juga dapat menonaktifkan auto-reset dengan menghubungkan resistor 110 ohm dari 5V ke jalur *reset*.

2.5 Sensor Proximity

Proximity yang digunakan dalam tugas akhir berupa inductive proximity sensor type PR12-4DP2. Inductive proximity sensor adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi obyek logam/ metal, tetapi meskipun obyek terhalang benda non logam/ non metal, sensor tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya. Seperti dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.10 Sensor Proximiti

Sumber: Penulis, 2021

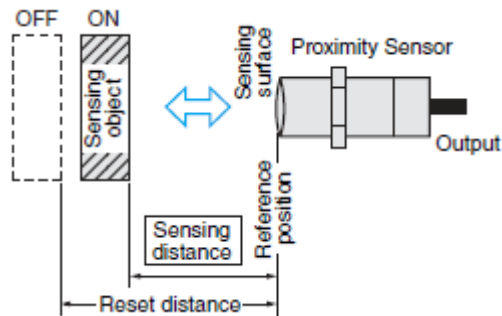
Hampir disetiap mesin-mesin produksi sekarang ini menggunakan inductive proximity sensor. Selain praktis, sensor jenis ini termasuk sensor yang tahan guncangan, ataupun benturan, juga mudah dalam melakukan perawatan, dan perbaikan pergantian.

2.5.1 Prinsip Kerja *Inductive Proximity* Sensor

Prinsip kerja dari inductive proximity sensor adalah, apabila ada tegangan sumber, maka osilator yang ada pada proximity akan membangkitkan medan magnet, dengan frekuensi tinggi. Jika sebuah benda logam didekatkan pada permukaan sensor, maka medan magnet akan berubah. Pada prinsipnya, fungsi inductive proximity sensor ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk menghidupkan maupun mematikan suatu sistem interlock, dengan bantuan peralatan semi digital untuk sistem kerja berurutan dalam rangkaian *control*.

2.5.2 Jarak Deteksi

Jarak deteksi adalah jarak dari posisi yang terbaca, dan tidak terbaca sensor untuk operasi kerjanya, ketika obyek benda digerakkan oleh metode tertentu. Seperti dilihat pada gambar:

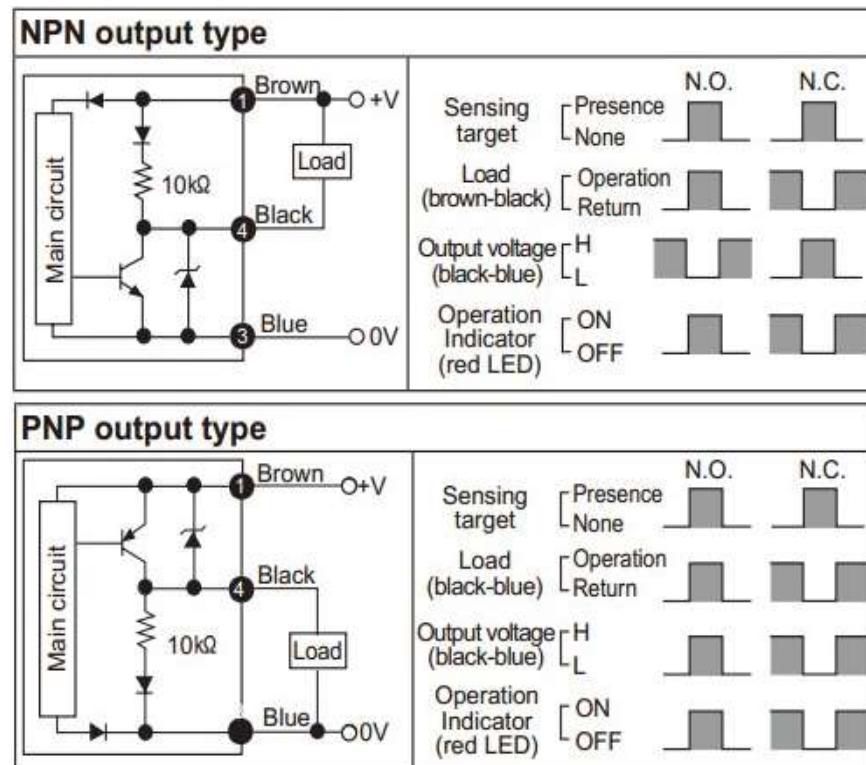


Gambar 2.11 Jarak Deteksi Kepekaan Sensor

Sumber: (Yanto Indra, dkk 2020)

2.5.3 Nilai Output Dari Proximity

Nilai output dari proximity ini bisa diklasifikasikan sebagai nilai NO (*Normally Open*), dan NC (*Normally Close*), persis seperti fungsi pada tombol, atau secara spesifik menyerupai fungsi limit switch dalam suatu sistem kerja rangkaian, yang membutuhkan suatu perangkat pembaca dalam sistem kerja continue mesin. Nilai output tersebut bisa dilihat seperti pada gambar



Gambar 2.12 Nilai Output Dari Proximity

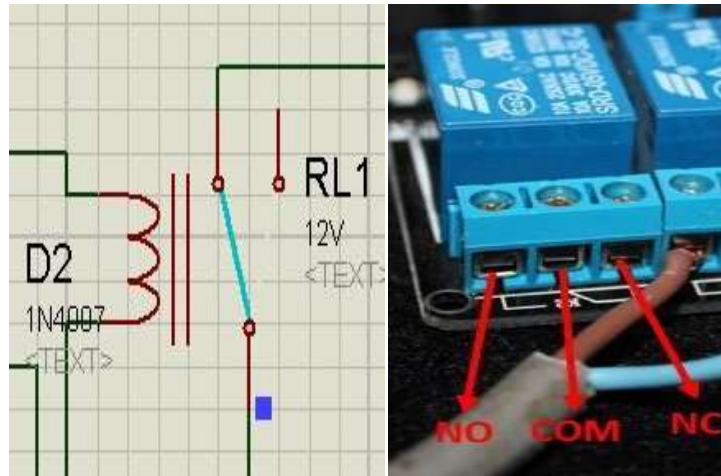
Sumber: (Yanto Indra, dkk 2020)

2.6 Relay

Relay merupakan bentuk hambatan terdiri atas titik-titik kontak bawah dengan gulungan spool-nya tidak bergerak dan titik kontak bagian atas yang bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik-titik kontak bagian bawah dengan titik bagian atas yaitu terletak gulungan spool dialiri arus listrik yang timbul elektromagnet. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik

Dibawah ini adalah gambar fisik, bentuk dan Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar 2.13 Fisik relay Symbol relay
Sumber: Penulis,2021

Bagian titik kontak dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kontak utama dan kontak bantu yaitu : Bagian kontak utama gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik bagian yang menuju beban/pemakai. Bagian kontak bantu gunanya untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju bagian pengendali. Kontak Bantu mempunyai 2 kontak yaitu kontak hubung (NC) dan kontak putus (NO) menandakan masing-masing kontak dan gulungan spool. Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi–fungsi berikut:

1. Remote control : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem

Susunan kontak pada relay adalah

1. Normally Open : Relay akan menutup bila dialiri arus listrik.

2. Normally Close : Relay akan membuka bila dialiri arus listrik.
3. Changeover : Relay ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan

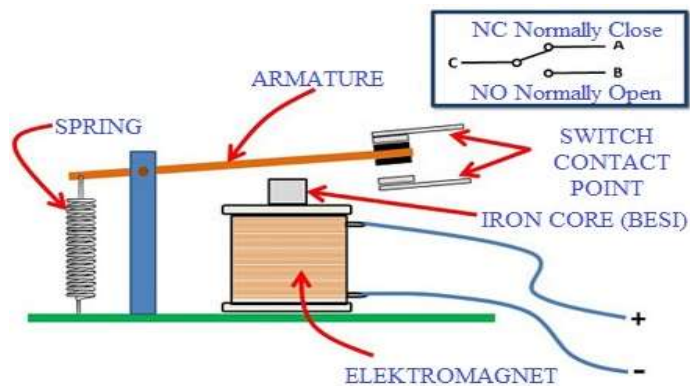
2.6.1 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Seperti saklar, relay juga dibedakan berdasar pole dan throw yang dimilikinya

1. *Pole* : banyaknya contact yang dimiliki oleh relay
2. *Throw* : banyaknya kondisi (state) yang mungkin dimiliki contact. Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay.



Gambar 2.14 Struktur Sederhana Relay

Sumber: (Rudi Susanto,dkk 2018)

Kontak normally open akan membuka ketika tidak ada arus mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. Kontak normally close akan tertutup apabila kumparan tidak diberi

tenaga dan membuka ketika kumparan diberi daya. Masing-masing kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang tampak dengan kumparan tidak diberi tenaga atau daya. Relay terdiri dari 2 terminal trigger, 1 terminal *input* dan 1 terminal *output*.

1. Terminal trigger : yaitu terminal yang akan mengaktifkan relay, seperti alat elektronik lainnya relay akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh relay yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86.
2. Terminal input : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan, pada contoh adalah terminal 30.
3. Terminal output : yaitu tempat keluarnya output pada contoh adalah terminal 87

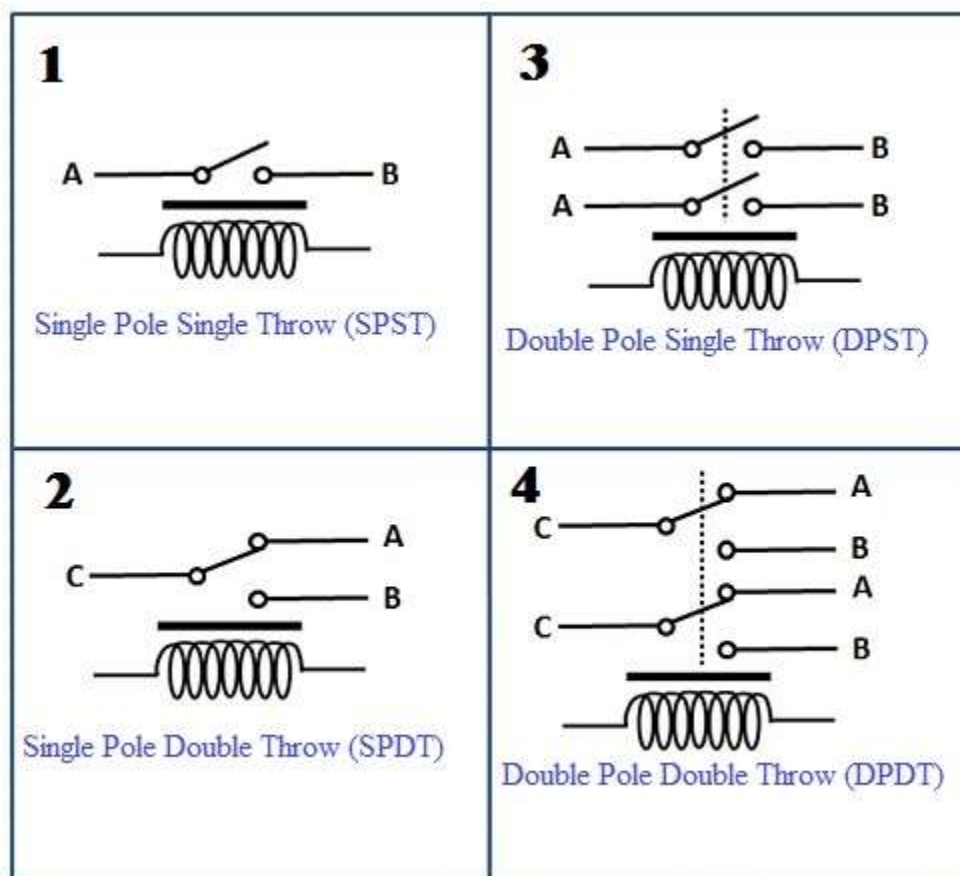
2.6.2 Jenis-jenis Relay

Berikut ini penggolongan relay berdasar jumlah *pole* dan *throw*

1. DPST (Double Pole Single Throw), relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 coil
2. SPST (*Single Pole Single Throw*), relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil
3. SPDT (*Single Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil
4. DPDT (*Double Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya terminal yang merupakan 2 pasang relay

SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) coil. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*.

Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari dua. Misal-nya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan gambar dari jenis Relay berdasarkan *Pole* dan *Throw*-nya.



Gambar 2.15 Jenis Relay berdasarkan *Pole* dan *Throw*
 Sumber: (Rudi Susanto, dkk 2018)

2.6.3 Fungsi-fungsi Relay

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah:

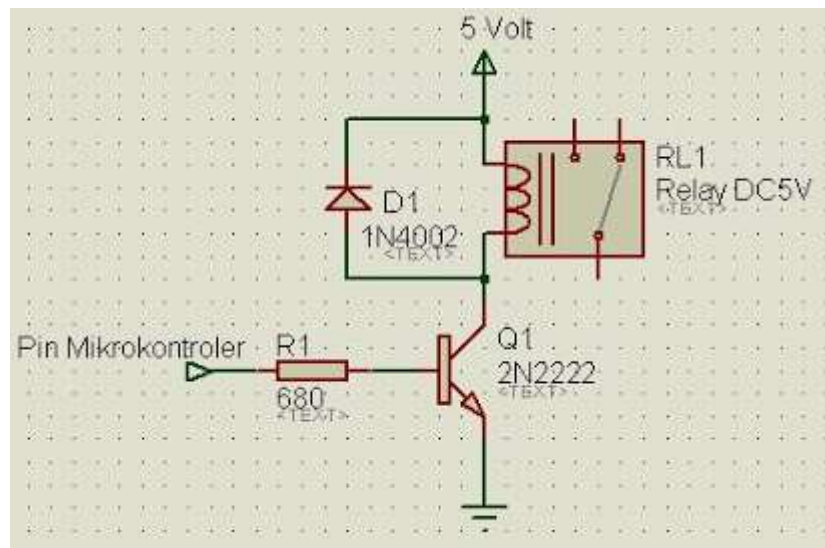
1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*).
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*).
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
4. Ada juga relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*).

2.6.4 Driver Relay

Rangkaian driver relay berfungsi untuk mengendalikan motor arus searah (dc) yang dihasilkan dari port paralel I/O. Sinyal dari keluaran port biasanya berupa sinyal-sinyal yang kecil, sehingga tidak mampu untuk menggerakkan sistem daya berupa motor arus searah. Untuk dapat dimanfaatkan sinyal keluaran port, diperlukan suatu rangkaian driver relay agar sinyal yang kecil dapat dipergunakan untuk penggerak objek yang akan dikendalikan dari jarak jauh. Rangkaian driver relay ini dibangun oleh suatu komponen utama yaitu transistor dan relay. Transistor di rangkain driver relay difungsikan sebagai penguat sinyal dan switching, serta relay sebagai penggerak motor dc. Driver relay ini selain sebagai sebagai penguat dan switching, sekaligus difungsikan untuk mengendalikan motor dc dalam sistem pembalik putaran. Jadi, driver relay ini dapat mengatur arah putaran motor forward

dan reverse. Semua driver relay pada sistem ini memiliki rangkaian dan karakteristik yang sama. Saat relay 1 bekerja maka posisi positif motor akan mendapat sumber tegangan positif dan posisi negatif motor terhubung dengan kutub negatif sumber tegangan. Sehingga, motor akan berputar dengan arah putaran searah jarum jam (*clockwise*). Dengan cara yang sama untuk menggerakkan kontak relay 2, maka terjadi kondisi yang berkebalikan yaitu motor akan berputar dengan arah putaran yang berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*).

Penggunaan driver relay ini menjadi pilihan karena driver relay mudah dikontrol, dapat diberi beban yang besar baik beban AC maupun DC serta sebagai isolator yang baik antara rangkaian beban dengan rangkaian kendali. Rangkaian driver relay dapat dibangun menggunakan konsep transistor sebagai saklar. Teknik antara relay dengan rangkaian digital atau mikrokontroler adalah rangkaian driver relay dengan menggunakan transistor sebagai penguat. Berikut merupakan contoh dari gambar rangkaian Driver Relay



Gambar 2.16 Rangkaian Driver Relay

Sumber: Penulis, 2021

Pada rangkaian menyerupai sirkuit diatas, dapat dilihat untuk mengoperasikan transistor sebagai saklar transistor dalam keadaan sepenuhnya "OFF" (cut-off) atau dalam keadaan "ON" (saturasi).. Namun, ketika dinyalakan dalam kondisi ON (saturasi) , maka aliran arus maksimum. Dalam prakteknya ketika transistor diaktifkan "OFF", arus kebocoran akan kecil ketika mengalir melalui transistor dan ketika diaktifkan "ON" maka rangkaian tersebut akan memiliki tegangan saturasi kecil (V_{CE}) Meskipun transistor tidak dalam saklar yang sempurna, baik di cut-off dan daerah saturasi. Agar arus Basis mengalir, terminal input Basis harus dibuat lebih positif daripada Emitter dengan meningkatkan itu di atas 0,7 volt yang dibutuhkan untuk perangkat silikon. Dengan memvariasikan Base-Emitter ini tegangan V_{BE} arus basis juga mengontrol jumlah arus kolektor yang mengalir melalui transistor.

Ketika arus kolektor maksimum mengalir maka transistor dikatakan saturasi. Nilai dari resistor Basis menentukan berapa banyak masukan tegangan yang diperlukan dan sesuai saat Basis untuk beralih transistor sepenuhnya "ON". Transistor BC108 adalah transistor umum NPN bipolar junction (BJT) digunakan untuk memperkuat daya rendah atau aplikasi switching. Hal ini dirancang untuk arus yang rendah sampai medium, daya yang rendah , tegangan medium, dan dapat beroperasi pada kecepatan yang cukup tinggi. Semua variasi memiliki beta atau gain arus (h_{FE}) minimal 100 dalam kondisi yang optimal. Hal ini digunakan dalam berbagai amplifikasi dan beralih aplikasi analog.

2.7 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid cristal display(LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan dengan memanfaatkan kristal cair, salah satu jenisnya adalah LCD 16x2 yang memiliki dua baris setiap baris terdiri dari enam belas karakter (Abdul kadir, 2012:196). Gambar LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.17 *Liquid Cristal Display (LCD)*

Sumber: Penulis,2021

LCD ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing – masing diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 PIN Liquid Cristal Display LCD 16x2

No PIN	Nama PIN	I/O	Keterangan
1	GND	Power	Catu daya Ground (0V)
2	VCC	Power	Catu daya positif
3	CONTR	Power	Pengatur kontras. Menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin VSS melalui resistor 5k Ω . Namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω .
4	RS	Input	Register Select

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ RS=HIGH: untuk mengirim data ➤ RS=LOW: untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	<p>Read/Write control bus</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ R/W=HIGH: mode untuk membaca data di LCD ➤ R/W=LOW: mode penulisan ke LCD ➤ Dihubungkan dengan LOW Untuk mengirim data ke layar
6	E	Input	Data <i>enable</i> untuk mengontrol LCD
7	D0	I/O	Data
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data
15	NC	Power	Catu daya layar, positif (backlight)
16	NC	Power	Catu daya layar, negative (backlight)

Sumber: (Ritha Sandra, dkk 2017)

2.7.1 Cara Kerja *Liquid Cristal Display* (LCD)

LCD 16x2 terdiri dari dua bagian utama yaitu panel LCD sebagai media untuk menampilkan informasi dalam bentuk huruf atau angka dua baris, masing-masing baris dapat menampilkan 16 huruf atau angka dan rangkaian yang terintegrasi dengan panel LCD berfungsi untuk mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD 16x2 dengan mikrokontroler. LCD yang berupa 8 bit pada pin (D0-D7) diterima lebih dahulu pada mikrokontroler, berfungsi untuk mengatur data *input* dari mikrokontroler sebelum ditampilkan pada LCD. Selain itu LCD juga dilengkapi dengan pin E, R/W (*Read/Write*), dan RS (*Data Register*) yang berfungsi sebagai pengendali mikrokontroler. Pada proses pengiriman data (R/W=1) dan proses pengambilan data (R/W=0).

Pin RS digunakan untuk membedakan jenis data yang dikirim, jika (RS=0) data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja modul LCD, sedangkan jika (RS=1) data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, jika (RS=0) data yang diambil dari modul LCD merupakan data status yang mewakili aktivitas modul LCD, sedangkan jika (RS=1) data yang diambil merupakan kode *American Standard Code for Information Interchange*(ASCII) dari data yang ditampilkan. ASCII merupakan suatu standar internasional dalam kodehuruf dan simbol seperti Hex dan unicode, tetapi ASCII lebih universal. ASCII selalu digunakan oleh komputer dan alat komunikasi lain untuk menampilkan teks. LCD bekerja dengan memanfaatkan kristal cair yang dapat berubah ketika dialiri listrik, kristal cair tersebut akan mengalami perubahan fisika yang dikendalikan oleh arus listrik. Kristal cair digunakan untuk meneruskan cahaya dari backlight LCD.

Kristal cair ini akan berputar 90 derajat ketika dialiri arus listrik dan bersifat sementara, molekul kimia LCD berputar hanya ketika dialiri arus listrik dan kembali ke bentuk semula (tampilan menghilang).

2.8 Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch merupakan suatu bentuk sistem control energy listrik yang berfungsi untuk memastikan supply energi listrik tidak bermasalah meskipun supply utama (PLN) mengalami masalah. ATS (*Automatic Transfer Switch*) adalah suatu alat yang didesain untuk:

1. Memindahkan sumber listrik satu ke sumber listrik yang lainnya secara otomatis dan sebaliknya, jika salah satu sumber padam dan sumber lainnya tersedia
2. Digunakan menjamin kehandalan supply energi listrik ke beban
3. Mendeteksi kegagalan pada sumber listrik utama/mains
4. Memindahkan sumber listrik utama/mains ke genset secara otomatis
5. Mengontrol sistem start stop genset
6. Memproteksi engine, generator dan mains

2.8.1 Fungsi Automatic Transfer Switch

Automatic Transfer Switch adalah suatu proses pemindahan energy listrik dari satu sumber listrik ke sumber lainnya secara bergantian sesuai perintah pemrograman, ATS adalah pengembangan dari COS atau yang biasa disebut secara jelas sebagai Change Over Switch. Hal yang membedakan keduanya terletak pada sistem kerjanya, untuk ATS kendali kerjanya dilakukan secara otomatis, sedangkan COS dikendalikan atau dioperasikan secara manual terhadap

sistem kelistrikan cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber listrik utama, istilah ini secara umum sering dijabarkan sebagai sistem kendali start dan stop genset, baik itu diesel generator maupun genset gas.

Cara kerja dari sistem ATS yang sering ditemukan adalah kombinasi untuk pertukaran sumber, baik dari genset ke pln maupun sebaliknya, bilamana suatu saat sumber listrik dari PLN tiba-tiba padam, maka AMF bertugas untuk menjalankan diesel genset sekaligus memberikan proteksi terhadap sistem genset, baik proteksi terhadap unit mesin yang berupa pengamanan terhadap gangguan rendahnya tekanan minyak pelumas maupun kondisi temperature mesin serta media serta media pendinginnya, dan juga memberikan perlindungan terhadap unit generatornya. Baik berupa pengamanan terhadap beban pemakaian yang berlebih maupun perlindungan terhadap karakteristik lain seperti tegangan maupun frekuensi genset, apabila parameter yang diamankan melebihi batas normal maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF untuk mematikan kerja mesin. Apabila generator yang dijalankan beroperasi dengan baik, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari yang sebelumnya tersambung dengan pln dipindahkan secara otomatis ke sisi generator sehingga aliran listrik dapat tersambung ke pengguna. Jika kemudian pln kembali normal, selanjutnya ATS bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan *switch* kembali ke sisi utama. (Maslahatul Irfani, dkk 2021).

BAB 3

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, rancangan alat, metode penelitian, dan prosedur penelitian. Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah pengujian untuk mengetahui cara kerja pada Rangkaian Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt.Pertamina Ep Asset 1Rantau Field berbasis Mikrokontroler. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 Bengkel listrik, PT Pertamina EP Asset 1 Rantau Field, Kuala Simpang Aceh Tamiang.

3.2 Perancangan *Hardware* dan *Software*

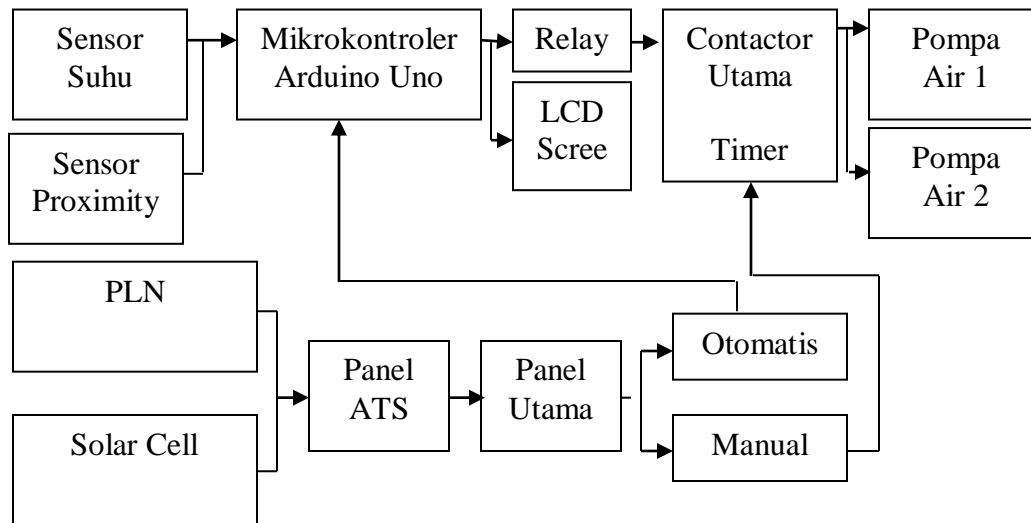
Perancangan Rangkaian Rangkaian Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt.Pertamina Ep Asset 1Rantau Field berbasis Mikrokontroler ini terbagi atas dua bagian, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* terbagi atas perancangan sistem control, perancangan unit masukan, perancangan unit keluaran dan perancangan unit *power supply*. Sedangkan perancangan *software* terdiri dari perancangan program baahasa basic.

3.3 *Hardware*

Adapun yang dimaksud dengan sistem adalah sekumpulan elemen yang saling berkaitan yang memproses masukan (*input*) yang satu dengan masukan yang lain

sehingga mampu menghasilkan keluaran (*output*) berupa informasi yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan.

3.3.1 Blok Diagram

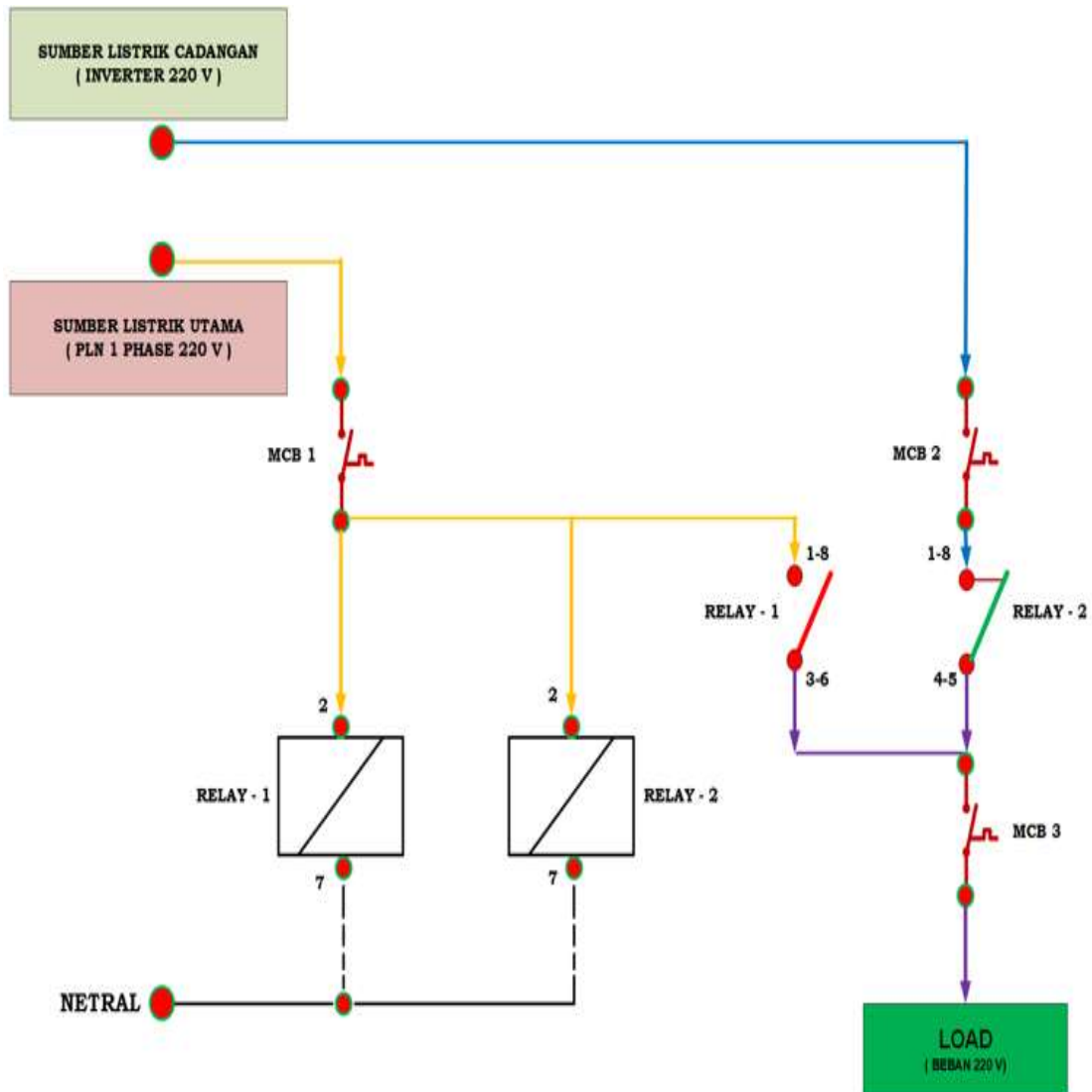


Gambar 3.1 Blok Diagram Rangkaian

Sumber: Penulis,2021

Sensor suhu dan sensor proximity berada pada posisi yang sama jika sensor mendeteksi suhu atau keberadaan objek maka data dari sensor dikirim kepada mikrokontroler arduino uno dan mengirimkan data informasi suhu pada LCD dan mikrokontroler memerintahkan driver relay untuk mengaktifkan pompa air, dari blok diagram diatas penulisa menggunakan sumber energy listrik dari PLN dan Solar cell sebagai cadangan jika PLN dalam keadaan padam maka sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) bekerja untuk mengalihkan energy listrik dari solar cell untuk menyuplai rangkaian, jika sistem otomatis dalam keadaan tidak dapat berfungsi maka penyuplaian energy listrik dapat digunakan menggunakan manual.

3.3.2 Rangkaian Sumber Energi PLN dan Solar cell



Gambar 3.2 Rangkaian Sumber Energi PLN dan Solar cell

Sumber: Penulis,2021

Rangkaian diatas menunjukkan pada rangkaian yang dirancang penulis menggunakan dua sumber energi listrik, PLN adalah sumber utama sedangkan solar cell sebagai sumber energi cadangan jika terjadinya pemadaman listrik pada PLN, sistem penuplayan energi listrik dirancang menggunakan sistem otomatis dan manual

untuk mempermudah dan mempercepat sistem kerja penyuplaian energi listrik pada alat yang dirancang.

3.3.3 Pembuatan Gerbang Sterilisasi

Pembuatan Gerbang Sterilisasi dimulai dari tahap persiapan bahan dan material seperti Besi Holo, plastic transparent, baut, mur, dan mesin las. Tahapan awal adalah dengan merancang dan menggambar skets desain yang diinginkan, seperti dimensi panjang , lebar dan tinggi. Selanjutnya adalah tahapan konstruksi pembuatan gerbang dengan cara memotong, dan mengelas bagian bagian besi holo yang akan dirakit atau dibentuk sesuai pola. Dan jika sudah terbentuk maka dilakukan tahap peletakkan komponen komponen yang melekat digerbang streilisasi yakni pemasangan plastic penutup transparent, pemasangan selang pipa air, pemasangan nozzle semprot air.



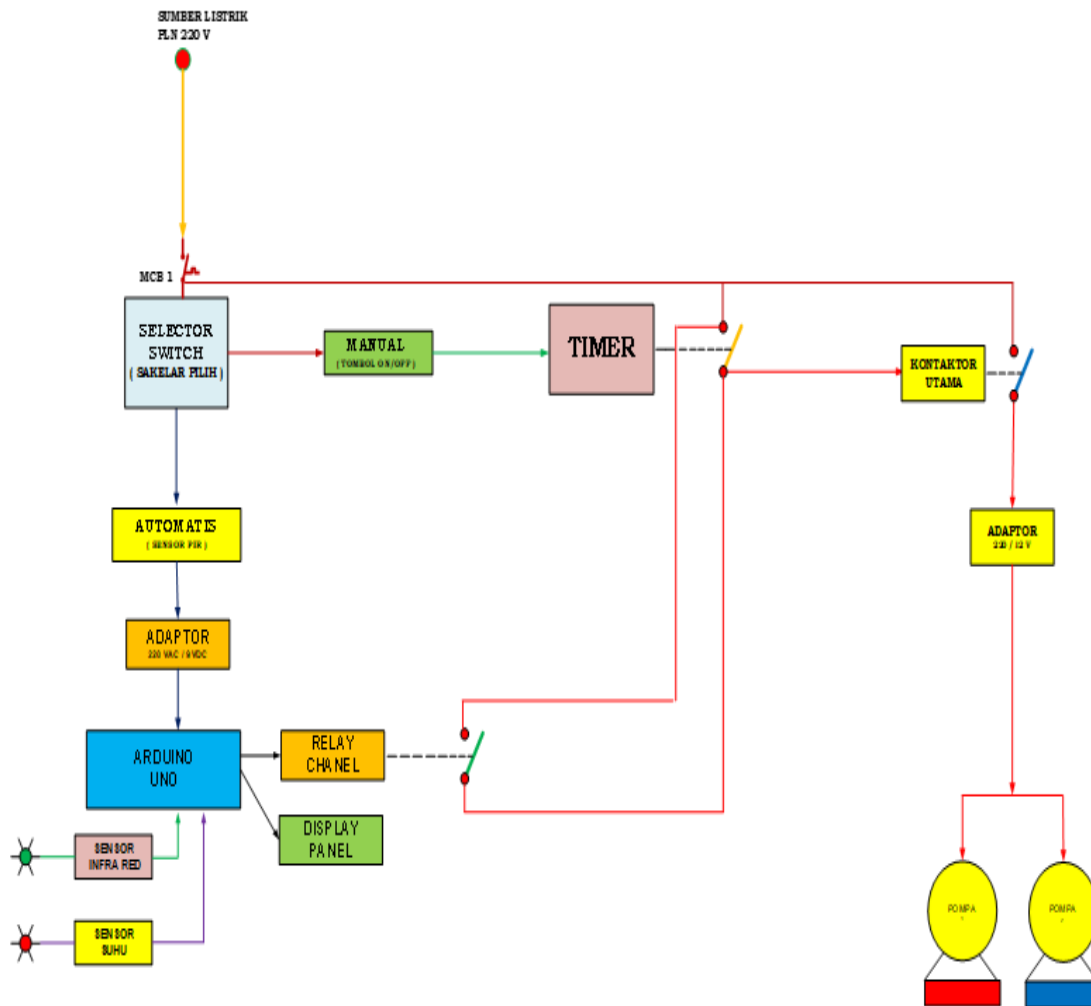
Gambar 3.3 Perancangan Gerbang Sterilisasi
Sumber: Penulis,2021

3.3.4 Perancangan Panel Kontrol Utama

Pembuatan Rangkaian Panel kontrol utama dimulai dengan tahap persiapan rancangan kontrolnya, ketersediaan bahan dan material yang dibutuhkan, lalu

dilakukan peletakan komponen-komponen listrik seperti magnetic kontaktor, fuse, relay timer, terminal listrik dan mcb, dilanjutkan dengan pekerjaan instalasi wiring sistem sesuai perancangan dan dilakukan test uji alat jika sudah selesai. Perakitan komponen listrik pada panel dibutuhkan ketelitian dan kerapihan dalam bekerja, serta mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan instalasi wiring panel listrik.

Sehingga dapat meminimalisir kerugian waktu dan biaya akibat lama waktu perakitan serta proses handling material, dimana komponen listrik dan sensor serta timer sangat rawan atau sensitive dari perlakuan atau handling yang tidak baik dapat merusak fungsi kinerja alat komponen tersebut. Pada saat pengujian dan testing diharapkan dibuat SOP tahapan cara mengoperasikan alat , terkait dengan kebutuhan asupan listrik yang dipakai dan kebutuhan beban (dalam hal ini komponen utama sistem control akan mengoperasikan motor pompa air, yang memiliki voltase DC sekitar 12 Volt).



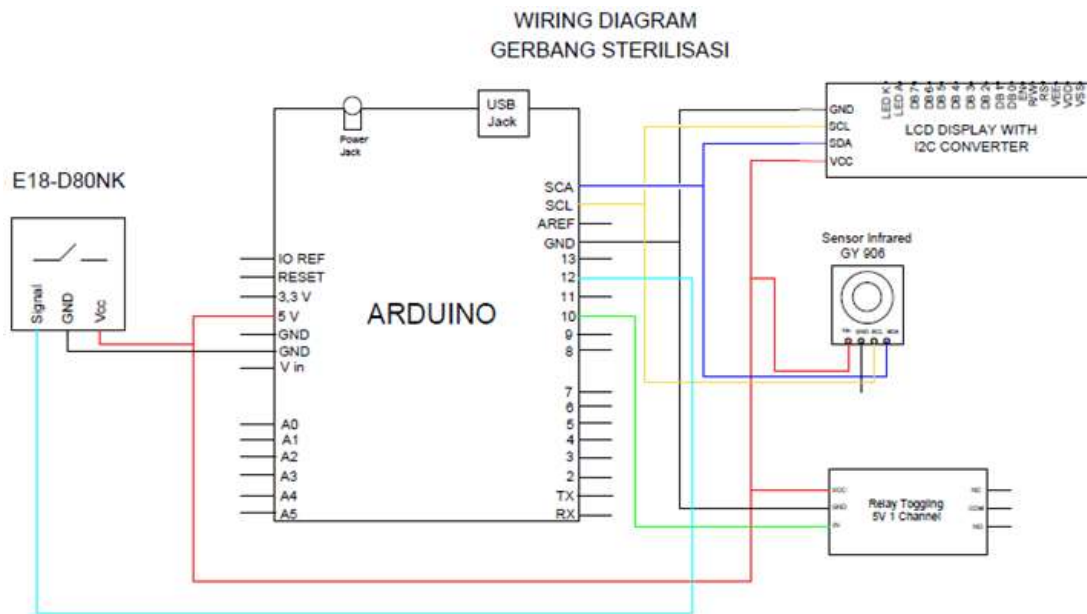
Gambar 3.4 Wiring Sistem Panel Kontrol Utama
Sumber: Penulis,2021



Gambar 3.5 Rangkaian Panel Kontrol Utama
Sumber: Penulis,2021

3.3.5 Perakitan Panel Mikrokontroler

Dalam pekerjaan perakitan panel mikrokontroler tahapan yang dilakukan adalah membuat wiring diagram antara mikrokontroler terhadap inputan sensor – sensor dan output keluaran yaitu panel display dan relay kontak.

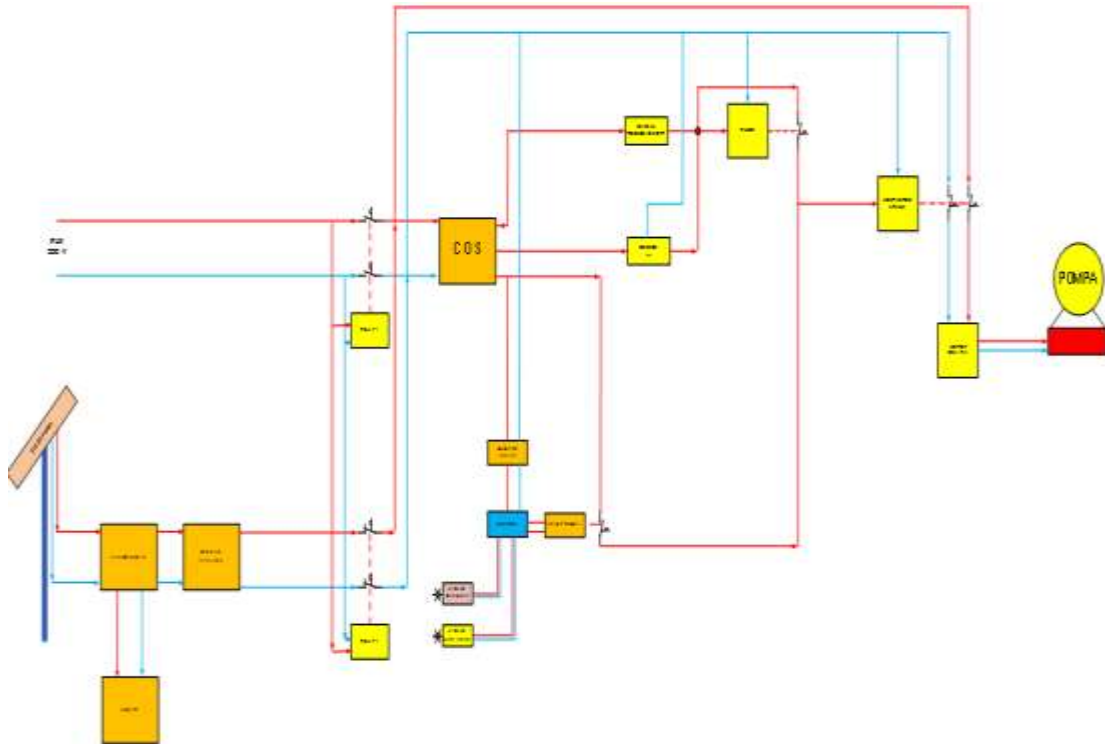


Gambar 3.6 Wiring Sistem Panel Mikrokontroler Arduino

Sumber: Penulis,2021

Pemasangan komponen dilakukan dengan memperhatikan tata letak dari komponen yang akan dipasang. Pemasangan dan tata letak sensor suhu dan sensor proximity serta panel display dan panel mikrokontroler serta relay disesuaikan dengan keadaan dan posisi yang layak dan sesuai. Tahap pengkabelan dilaksanakan dengan memperhatikan gambar rancangan. Setelah melakukan pembuatan jalur kabel dan tata letak komponen, Pada pembuatan alat dapat melakukan instruksi sesuai prosedur yang diharapkan dengan benar. Dalam merakit atau membuat sebuah panel mikrokontroler yang memiliki fungsi otomatis dibutuhkan komponen kontrol dan

komponen sensor. Dalam pembuatan dan perakitan panel ini hendaknya memperhatikan penggunaan kabel agar lebih efisien.



Gambar 3.7 Wiring Sistem penerapan PLTS

Sumber: Penulis,2021

3.4 *Software*

3.4.1 Pembuatan kode Program Mikrokontroler

Bahasa Pemrograman Arduino Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat opensource, diturunkan dari Wiring platform. Hardware arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan software arduino memiliki bahasa pemrograman C. Berikut adalah bagian-bagian pada bahasa pemrograman arduino

1. Struktur Program

Setiap program arduino (sketch) mempunya dua buah fungsi yang harus ada yaitu fungsi setup dan fungsi loop.

a. Void Setup ()

Semua kode di dalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya

b. Void Loop ()

Fungsi ini akan dijalankan setelah fungsi void setup selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (power) dilepaskan

2. Syntax Program

a. Komentar satu baris | //

Diperlukan untuk memberi catatan pada untuk mengetahui arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program

b. Komentar banyak baris | /* */

Diperlukan untuk banyak catatan, maka dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

c. Kurung kurawal | { }

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan)

d. Titik koma | ;

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan)

3. Digital I/O

a. pinMode (pin, mode)

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19).

Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT

b. digitalWrite (pin, value)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground)

c. digitalWrite (pin)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT maka dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground)

4. Analog

a. `analogWrite (pin, value)`

Beberapa pin pada Arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (on) atau mati (off) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Value(nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0V) dan 255 (100% duty cycle ~ 5V)

b. `analogRead (pin,value)`

Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT untuk bisa membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volts) dan 1024 (untuk 5 volts)

Tahapan pembuatan kode program, mengacu pada rancangan flow chart diagram yang dibuat, serta sequence terhadap sistem control yang diperlukan, sehingga tujuan utama dari program tidak mengacaukan operasi kerja dari motor pompa dalam upaya penyemprotan cairan disinfektan . Cara kerja dari alat baik secara manual ataupun otomatis adalah upaya yang dilakukan agar alat dapat berfungsi dengan baik. Software yang dibutuhkan dan Bahasa pemrograman yang dipakai adalah Arduino IDE.

Fungsi utama dari program mikrokontroler jenis arduino uno yang dipakai pada proyek ini adalah untuk mengontrol operasi kerja dari pompa air yang digunakan untuk menyemprotkan cairan disinfektan dari media bak penampung cairan ke pipa penyalur ataupun selang dan sprayer yang dipasang pada gerbang sterilisasi. Berikut ini disampaikan kode pemrograman dari alat mikrokontroler Arduino Uno pada proyek Gerbang Sterilisasi ini:

Lampiran program arduino

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_MLX90614.h>
```

```
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

#define sensor 12

#define relay 10

void setup()

{

  mlx.begin();

  lcd.init();

  lcd.backlight();

  pinMode(sensor, INPUT);

  pinMode(relay, OUTPUT);

}

void loop()

{

  lcd.setCursor(1, 0);

  if (mlx.readObjectTempC() >= 37) {

    delay(1000);

    lcd.print("Hubungi Medis!");

  }

  else {

    lcd.setCursor(1, 0);

    lcd.print("Suhu Tubuh Anda");

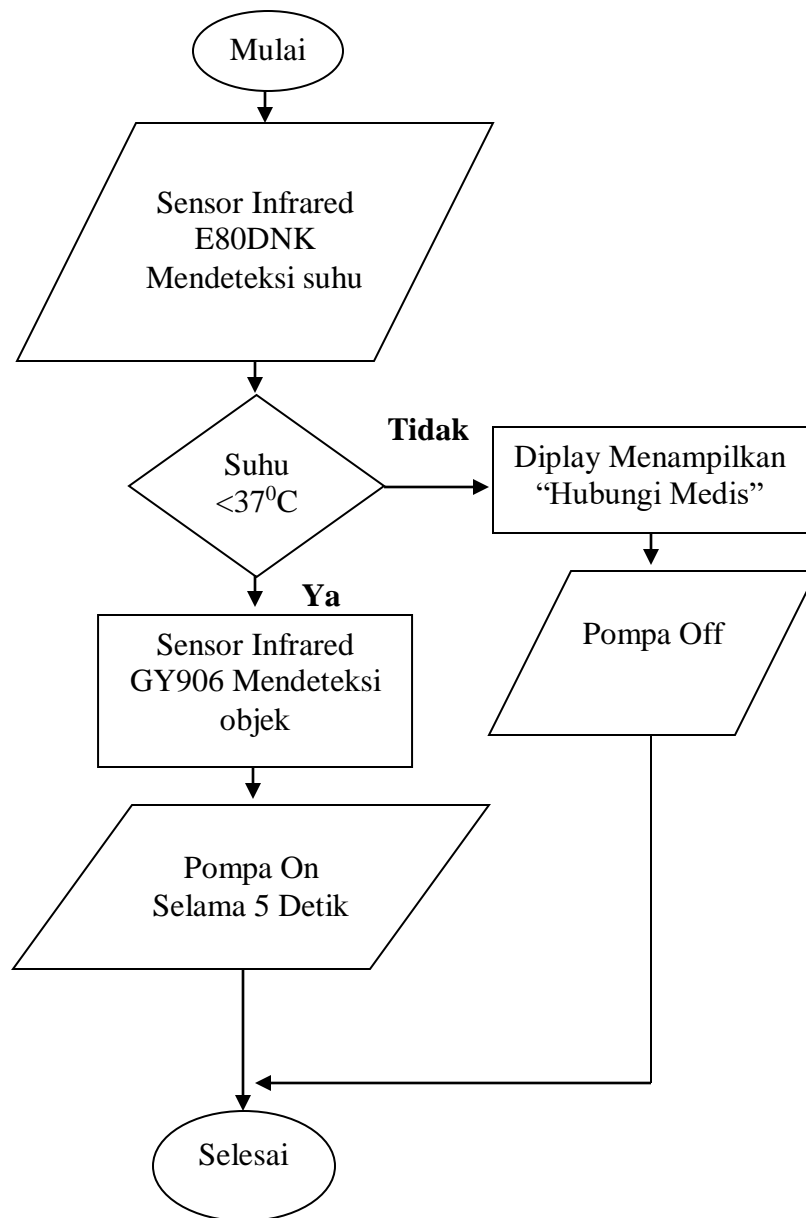
    siram();

  }

}
```

```
lcd.print(" Suhu anda ");  
  
  lcd.setCursor(2, 1);  
  
lcd.print(" ");  
  
lcd.print(mlx.readObjectTempC());  
  
  lcd.print("C");  
  
delay(500);  
  
}  
  
void siram()  
  
{  
  
  int readsensor = digitalRead(sensor);  
  
  if (readsensor == 1)  
  
    {  
  
      lcd.print("Silakan Masuk!");  
  
      digitalWrite(relay, HIGH);  
  
delay(5000);  
  
      digitalWrite(relay, LOW);  
  
    }  
  
}
```

3.4.2 Flowchart



Gambar 3.8 Flowchart sistem

Sumber: Penulis,2021

1. Cara Kerja Operasi Automatis

Cara kerja otomatis adalah suatu upaya pengoperasian sistem pompa dengan menggunakan inputan sinyal dari sensor-sensor dan tampilan display. Untuk itu diperlukan suatu cara kerja agar pemompaan tetap beroperasi dengan baik guna melakukan penyemprotan cairan disinfektan melalui gerbang sterilisasi. Berikut disampaikan tahapan dan cara kerjanya:

- a. Pastikan sumber listrik sistem panel control utama sudah terlayani baik dari sumber listrik utama ataupun dari sumber listrik cadangan, statusnya bisa diketahui pada posisi Lampu ON status (kondisi menyala warna hijau) di Panel Kontrol Utama
- b. Pastikan peralatan pengaman dan pemutus beban sudah terhubung posisi ON , seperti MCB dan Fuse
- c. Pastikan posisi sakelar pilih (selector switch) pada posisi AUTOMATIS Orang yang akan masuk dipersilahkan untuk mendekati anggota tubuhnya (dahi atau jari telunjuk).
- d. Panel display akan menampilkan informasi “ Suhu Tubuh Anda “ sekian derajat celcius.
- e. Jika suhu tubuh yang ditampilkan < 37 derajat celcius , maka kondisi tersebut Normal (Contoh : Tampilan layar display “ suhu Tubuh anda 36 derajat celcius) sinyal suhu dibaca HIGH atau 1 dan secara otomatis sumber listrik akan mengirimkan sinyal agar sensor proximity bekerja. Namun jika suhu tubuh yang ditampilkan > 37

derajat celcius , maka kondisi tersebut Tidak Normal (maka tampilan layar display adalah “ Suhu Tubuh Anda 38 derajat celcius, Hubungi Medis) sinyal suhu dibaca LOW atau 0 dan secara otomatis sumber listrik ke sensor proximity tidak aktif.

- f. Jika suhu tubuh Normal (< 37 derajat celcius), maka orang tersebut boleh berjalan menuju gerbang sterilisasi.
- g. Sensor proximity infra red (deteksi benda/object) akan aktif jika radius sekita 80 cm ada orang/object yang terdeteksi. Aktifnya sinyal ini akan dibaca HIGH atau 1 oleh mikrokontroler.
- h. Sinyal dari sensor proximity akan diterima oleh mikrokontroler Arduino Uno.
- i. Selanjutnya unit mikrokontroler akan memerintahkan Relay 1 chanel aktif sesuai setting waktu yang telah diprogramkan.
- j. Relay 1 channel akan mengaktifkan kontak NO dan sumber listrik akan diteruskan ke Magnetik Kontaktor Utama. Dengan lama waktu yang telah deprogram pada mikrokontroler Arduino Uno (sekitar 5 detik).
- k. Kontak utama dari Magnetik Kontaktor Utama, akan mengirimkan tegangan 220 VAC ke Adaptor (Konverter) 220 VAC / 12 VDC.
- l. Tegangan dari Adaptor sebesar 12 VDC akan mengaktifkan unit pompa guna melakukan operasi penyemprotan cairan disinfektan. Lama waktu kerja tergantung dari aktifnya Relay 1 Channel.
- m. Pemompaan selesai dan kembali ke step awal

3.5 Bahan dan Alat yang dibutuhkan

Tabel 3.1 Bahan-Bahan yang dibutuhkan

No	Nama Bahan	Unit	Jumlah
1	Besi Hollo	Batang	10
2	Plastik Transparan	Meter	15
3	Kabel Ties	Bungkus	1
4	Pengelasan	Lot	1
5	Panel Listrik	Unit	1
6	Switch Selector	Pc	1
7	Push Button ON	Pc	1
8	Push Button OFF	Pc	1
9	Pilot Lamp Hijau	Pc	1
10	Buzzer Lamp Merah	Pc	1
11	Magnetic Kontactor	Pc	1
12	Fuse	Pc	1
13	MCB	Pc	1
14	Relay timer	Pc	1
15	Rel MCB	Pc	1
16	Din Profil U	Pc	1
17	Kabel Wiring NYAF	Meter	20
18	Terminal Listrik	pc	1
19	Adaptor 220 VAC\12VDC	Unit 1	

20	Kabel Power	Meter	5
21	Steker	pc	1
22	Arduino Uno	Unit	1
23	Relay 1 channel	pc	1
24	Sensor Suhu	pc	1
25	Sensor Proximity	pc	1
26	LCD 2 x 16	Pc	1
27	Pompa air	unit	2
28	Selang air	meter	30
29	Kleam selang	bks	4
30	spuyer	pc	15
31	Bak cairan	box	1
32	Cairan disinfektan	btl	1

Sumber: penulis,2021

BAB 4

HASIL DAN PENGUJIAN

Dalam bab ini penulis merancang Alat Gerbang Sterilisasi Otomatis Menggunakan Solar Cell Sebagai Catu Daya Cadangan Di Pt.Pertamina Ep Asset 1 Rantau Fieldberbasis Mikrokontroler dengan panel surya 20 wp dan baterai 55 Ah. Berikut daftar beban yang pada alat yang dirancang ini:

Tabel 4.1 Daftar nama beban

Nama Komponen	Jumlah	Daya (W)	Total Daya (W)
Pompa Air	2	60	120
<i>pilot lam</i>	3	5	15
Buzer sirine	1	5	5
Kontaktor, relay, arduino, layar lcd screen	1	50	50
Total			190

Sumber: Penulis,2021

Dengan total daya 190 Watt, dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Daya Panel Surya : 20 Wp = 4 Unit
 Tegangan max : 17,5 V
 Arus max : 1,16 A
 Baterai : 55 Ah 12 V = 2 Unit

Total Beban : 190Watt

Lama Pemakaian 1 buah Baterai (tanpa pengisian panel surya) :

$$\frac{\frac{55 Ah}{190 Watt}}{12V} = \frac{55 Ah}{15,8 A} = 3,48 Jam$$

Pemakaian 1 buah Baterai tanpa pengisian panel surya dapat bertahan selama $\pm 3,48$ jam.

Lama Pemakaian 1 buah Baterai

$$\frac{55 + 55 Ah}{190 Watt} = \frac{110 Ah}{15,8} = 6,96 Jam$$

Sedangkan untuk pemakaian 2 buah baterai tanpa pengisian panel surya dapat bertahan selama $\pm 6,96$ jam. sedangkan jumlah orang yang berlalu lalang melintasi gerbang sterilisasi tersebut sebanyak 70 orang, dengan waktu maksimal 1 orang nya 30 detik atau 0,5 Menit, dari pemakaian daya baterai terhadap jumlah orang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Waktu Keseluruhan} = 6,96 \text{ Jam} = 25056 \text{ detik}$$

$$1 \text{ Orang} = 30 \text{ detik} = 0,5 \text{ Menit}$$

Jumlah keseluruhan pegawai yang berlalu lalang setiap harinya sekitar 70 orang maka dapat dihitung :

$$1 \times 70 \text{ orang} = 70 \text{ Orang}$$

$$70 \times 30s = 2100s$$

$$2100s = 35 \text{ Menit} = 0,5833 \text{ Jam}$$

$$\frac{25056s}{2100s} = 11,9314s = 0,003314 \text{ Jam}$$

Dari hasil perhitungan diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa untuk pemakaian gerbang sterilisasi jika dalam keadaan pemadaman PLN sudah layak digunakan dengan baik.

Sedangkan lama pengisian baterai tanpa beban dengan hasil pengujian yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil pengujian tegangan dan arus Panel Surya

No	JAM	Tegangan (V)	Arus (A)
1	11.00	17,2	1,12
2	12.00	17,3	1,13
3	13.00	17,4	1,15
4	14.00	17,3	1,13
5	15.00	17,2	1,12
Rata-rata		17,3	1,13

Sumber: Penulis,2021

Pengisian baterai dengan satu buah panel surya 20 wp:

$$\frac{55 \text{ Ah}}{1,13 \text{ A}} = 48,67 \text{ Jam}$$

Dari hasil pengujian alat, hasil perhitungan untuk mengisi satu buah baterai 55 Ah tanpa beban dapat terisi penuh dalam waktu ± 48 jam dengan tegangan *output* satu buah panel surya pada saat maksimal.

Sedakan untuk pengisian baterai menggunakan 2 buah baterai dengan masing-masing kapasitas 55 Ah dan 4 buah panel surya dengan masing-masing kapasitas 20 Wp dan 1.13 A dapat dilihat seperti dibawah ini:

$$\frac{55+55 Ah}{1,13 \times 4} = \frac{110Ah}{4,52} = 24,33 \text{ Jam}$$

Sedangkan untuk perhitungan pemakaian gerbang sterilisasi pada setiap harinya sekitar 70 orang dengan waktu 1 orang masing-masing 30 detik

4.1 Pengujian inverter

Pengujian ini menggunakan multimeter untuk mengetahui besar tegangan dan arus keluaran inverter, sehingga dapat diketahui besar daya yang dihasilkan inverter tersebut. Adapun hasil yang didapat setelah melakukan pengujian tersebut maka didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 4.1 Pengujian *output* inverter
Sumber:

Tabel 4.3 Pengujian *output* inverter dengan beban

Beban	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
Pompa Air	0.45	220	120
<i>pilot lam</i>	0.067	220	15
Buzer sirine	0.0225	220	5
Kontaktor, relay, arduino, layar lcd screen	0.225	220	50
Total Keseluruhan	0,855	220	190

Sumber: Penulis,2021

Pengujian inverter dilakukan untuk untuk menentukan kapasitas daya inverter yang digunakan dalam perancangan alat ini. Dari hasil pengukuran pada tabel diatas maka penulis menggunakan inverter dengan kapasitas 300 watt untuk mengantisipasi terjadinya penambahan daya pada rangkaian yang telah dirancang

4.2 Pengujian Sensor Suhu

Sensor Suhu bekerja sebagai pendeteksi suhu tubuh manusia, dari perancangan alat ini penulis membatasi suhu tubuh manusia dengan suhu normal 0-37°C.



Gambar 4.2 Mengukur Suhu Tubuh Normal
Sumber: Penulis,2021

Dari tampilan LCD gambar diatas suhu tubuh yang terdeteksi oleh sensor masih dalam keadaan normal. Jika sensor suhu mendeteksi suhu tubuh manusia mencapai atau melebihi 37°C maka tampilan LCD menunjukkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Mengukur Suhu Tubuh Tidak Normal
Sumber: Penulis,2021

Dari hasil tampilan display pada gambar diatas menunjukkan bahwasanya kondisi suhu tubuh dalam keadaan tidak normal atau melebihi dari 37⁰C sehingga pada tampilan lcd menunjukkan untuk menghubungi medis.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu Terhadap Sensor PIR

Pengujian Ke	Suhu Tubuh °C	Tampilan Display	Sensor PIR	Pompa
I	33,14	Suhu Tubuh Anda 33,14 ⁰ C	Aktif	Aktif
II	34,16	Suhu Tubuh Anda 34,16 ⁰ C	Aktif	Aktif
III	35,12	Suhu Tubuh Anda 35,12 ⁰ C	Aktif	Aktif
III	36,11	Suhu Tubuh Anda 36,11 ⁰ C	Aktif	Aktif
IV	37	Suhu Tubuh Anda 37 ⁰ C	Aktif	Aktif
V	37,01	Hubungi Medis	Tidak Aktif	Tidak Aktif

Sumber: Penulis,2021

Tabel diatas menunjukkan pengukuran suhu tubuh terdapat sensor PIR, jika sensor suhu mendeteksi suhu tubuh manusia dalam keadaan normal, maka secara otomatis sensor pir yang berada pada gerbang sterilisasi akan aktif untuk mendeteksi

keberadaan manusia sehingga pompa penyemprotan juga akan aktif bekerja sesuai perintah, jika sensor suhu mendeteksi suhu tubuh manusia diatas normal atau lebih besar dari 37⁰C maka sensor PIR tidak akan aktif sehingga gerbang sterilisasi tidak berfungsi untuk penyemprot tubuh manusia.

4.3 Pengujian *Automatic Trnasfer Switch* (ATS)

Pengujian *Automatic Trnasfer Switch* (ATS) dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja dari komponen Kontaktor sebagai pemindahan energi listrik dari PLN ke PLTS dan PLTS ke PLN, pengujian ini dilakukan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Automatic Trnasfer Switch* (ATS)

Kondisi PLN	Kontaktor	Kondisi PLTS	Beban
ON	Off	Off	Aktif
Off	On	On	Aktif

Sumber: Penulis,2021

Kontaktor berfungsi sebagai *switch* untuk memindahkan sumber listrik dari PLN ke sumber listrik lain, atau sebaliknya. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui performasi kestabilan kontaktor dalam melakukan pengontrol pada sumber listrik. Pengujian Kontaktor dilakukan dengan mengetahui status perpindahan sumber listrik dapat berjalan dengan baik. Pengujian keseluruhan system dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan ATS yang dibuat dalam melakukan perpindahan sumber energi listrik secara otomatis.

4.4 Pengujian Gerbang Sterilisasi Manual

Cara kerja manual adalah suatu upaya yang dilakukan jika sistem kerja otomatis mengalami kendala, seperti mal fungsi dan kerusakan, baik di sistem sensor, relay maupun di mikrokontrollernya. Untuk itu diperlukan suatu cara kerja manual agar sistem pemompaan tetap beroperasi dengan baik guna melakukan penyemprotan cairan disinfektan melalui gerbang sterilisasi. Berikut disampaikan tahapan dan cara kerjanya :

1. Pastikan sumber listrik sistem panel control utama sudah terlayani baik dari sumber listrik utama ataupun dari sumber listrik cadangan, statusnya bisa diketahui pada posisi Lampu ON status (kondisi menyala warna hijau) di Panel Kontrol Utama
2. Pastikan peralatan pengaman dan pemutus beban sudah terhubung posisi ON , seperti MCB dan Fuse
3. Pastikan posisi sakelar pilih (selector switch) pada posisi MANUAL
4. Orang yang akan masuk dipersilahkan untuk menekan tombol ON pada push button warna hijau (Tombol ON / Start)
5. Selanjutnya orang tersebut dapat memasuki gerbang sterilisasi
6. Sistem pemompaan bekerja untuk memompakan cairan disinfektan, yang dipompakan melalui dua unit pompa penyemprot cairan dengan masa waktu yang telah di setting pada Relay Timer manual (sekitar 0-30 detik). Pada saat proses pompa ON dan pemompaan berlangsung, maka sistem alarm Buzzer juga bekerja sesuai timer yang diatur
7. Setelah pemompaan selesai , maka otomatis pompa dan sistem akan OFF

8. Selesai dan akan berulang kembali ke step awal

4.5 Pengujian Gerbang Sterelisasi Otomatis

Cara kerja otomatis adalah suatu upaya pengoperasian sistem pompa dengan menggunakan inputan sinyal dari sensor-sensor dan tampilan display. Untuk itu diperlukan suatu cara kerja agar pemompaan tetap beroperasi dengan baik guna melakukan penyemprotan cairan disinfektan melalui gerbang sterilisasi. Berikut disampaikan tahapan dan cara kerjanya:

1. Pastikan sumber listrik sistem panel control utama sudah terlayani baik dari sumber listrik utama ataupun dari sumber listrik cadangan, statusnya bisa diketahui pada posisi Lampu ON status (kondisi menyala warna hijau) di Panel Kontrol Utama.
2. Pastikan peralatan pengaman dan pemutus beban sudah terhubung posisi ON , seperti MCB dan Fuse.
3. Pastikan posisi sakelar pilih (selector switch) pada posisi AUTOMATIS
Orang yang akan masuk dipersilahkan untuk mendekati anggota tubuhnya (dahi atau jari telunjuk).
4. Panel display akan menampilkan informasi “ Suhu Tubuh Anda “ sekian derajat celcius.
5. Jika suhu tubuh yang ditampilkan < 37 derajat celcius , maka kondisi tersebut Normal (Contoh : Tampilan layar display “ suhu Tubuh anda 36 derajat celcius) sinyal suhu dibaca HIGH atau 1 dan secara otomatis sumber listrik akan mengirimkan sinyal agar sensor proximity bekerja. Namun jika suhu tubuh yang ditampilkan > 37 derajat celcius , maka

kondisi tersebut Tidak Normal (maka tampilan layar display adalah “ Suhu Tubuh Anda 38 derajat celcius, Hubungi Medis) sinyal suhu dibaca LOW atau 0 dan secara otomatis sumber listrik ke sensor proximity tidak aktif.

6. Jika suhu tubuh Normal (< 37 derajat celcius), maka orang tersebut boleh berjalan menuju gerbang sterilisasi.
7. Sensor proximity infra red (deteksi benda/object) akan aktif jika radius sekita 80 cm ada orang/object yang terdeteksi. Aktifnya sinyal ini akan dibaca HIGH atau 1 oleh mikrokontroler.
8. Sinyal dari sensor proximity akan diterima oleh mikrokontroler Arduino Uno.
9. Selanjutnya unit mikrokontroler akan memerintahkan Relay 1 chanel aktif sesuai setting waktu yang telah diprogramkan.
10. Relay 1 channel akan mengaktifkan kontak NO dan sumber listrik akan diteruskan ke Magnetik Kontaktor Utama. Dengan lama waktu yang telah deprogram pada mikrokontroler Arduino Uno (sekitar 5 detik).
11. Kontak utama dari Magnetik Kontaktor Utama, akan mengirimkan tegangan 220 VAC ke Adaptor (Konverter) 220 VAC / 12 VDC.
12. Tegangan dari Adaptor sebesar 12 VDC akan mengaktifkan unit pompa guna melakukan operasi penyemprotan cairan disinfektan. Lama waktu kerja tergantung dari aktifnya Relay 1 Channel.
13. Pemompaan selesai dan kembali ke step awal

4.6 Pengujian Listrik Operasi Manual

1. Jika tombol ON ditekan, maka arus akan mengkatifkan Relay Timer.
2. Relay timer bekerja sesuai waktu yang disetting, dengan cara kerja penunda waktu OFF (Time Delay, 0-30 detik)
3. Arus dari relay timer akan mengaktifkan kontaktor utama.
4. Keluaran tegangan dari kontaktor utama akan mengaktifkan Adaptor (Konverter) 220 VAC / 12 VDC.
5. Tegangan keluaran dari Adaptor (12 VDC) akan mengaktifkan operasi pompa air.
6. Pompa beroperasi menyemprotkan cairan selama waktu yang diatur pada relay timer

4.7 Pengujian Listrik Operasi Otomatis

1. Posisi selector switch pada posisi Automatis.
2. Sensor suhu bekerja jika ada orang/benda yang mendekat.
3. Panel display akan menampilkan suhu Tubuh Anda dan Nilainya
4. Orang yang mendekati gerbang akan terdeteksi oleh sensor proximity.
5. Sensor proximity akan diterima oleh mikrokontroller Arduino uno.
6. Arduino uno akan mengirim sinyal untuk mengaktifkan Relay 1 channel
7. Kontak Relay 1 chanel bekerja mengaktifkan Magnetik kontaktor Utama
8. Keluaran tegangan dari kontaktor utama akan mengaktifkan Adaptor (Konverter) 220 VAC / 12 VDC.
9. Tegangan keluaran dari Adaptor (12 VDC) akan mengaktifkan operasi pompa air.

10. Pompa beroperasi menyemprotkan cairan selama waktu yang diatur pada Relay 1 channel (sesuai seting time , program yang dimasukkan)
11. Selesai dan akan berulang kembali ke step awal

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada sistem control pada Gerbang Sterilisasi maka disimpulkan:

1. Sistem control dapat bekerja secara Manual dan Automatis . Operasi secara manual dengan menekan tombol *ON/OFF* dan arah *switch selector* kearah posisi Manual. Operasi secara Automatis bekerja dengan arah *switch selector* kearah posisi Automatis, adanya inputan sensor - sensor , yakni sensor suhu contactless sebagai inputan awal mendeteksi suhu tubuh orang atau objek yang akan memasuki gerbang sterilisasi dan sensor proximity (deteksi objek bergerak) akan memerintahkan relay bekerja
2. Sistem control ini bertujuan untuk mengoperasikan unit pompa air guna menyemprotkan cairan disinfektan dari media bak penampung kepada objek yang akan disemprot jika memasuki gerbang sterilisasi
3. Mikrokontroler jenis Arduino dapat diaplikasikan pada alat ini dengan baik, dan mampu menerima inputan sensor sensor serta mengatur waktu operasi pompa
4. Untuk pemakaian 2 buah baterai tanpa pengisian panel surya dapat bertahan selama $\pm 6,96$ jam. sedangkan jumlah orang yang berlalu lalang melintasi gerbang sterilisasi tersebut sebanyak 70 orang,

$$11,9314s = 0,003314 \text{ Jam}$$

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari skripsi ini diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Sistem controller yang telah dirancang kiranya dapat diaplikasikan dengan menggunakan spesifikasi lebih baik lagi, terkait pemilihan sensor - sensor yang sesuai (lebih sensitive dan harganya terjangkau dipasaran)
2. Sistem yang telah dibuat kiranya dapat dikembangkan lagi untuk penelitian lanjutan dengan menerapkan sistem cadangan jika suatu waktu alat terjadi mal fungsi, sehingga bisa diantisipasi lebih cepat

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc,dkk 2013, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis ARDUINO Penerbit AURA CV. Anugrah Utama Raharja Anggota IKAPI No.003/LPU/2013 ISBN: 978-602-5636-46-2
- 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).
- Hery Setyo Utomo,dkk 2017 BERKALA SAINSTEK 2017, V (1): 45-49 ISSN : 2339-0069
- Ida Fitri Leksanawati,dkk 2021 JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT (e-Journal) Volume 8, Nomor 6, November 2020 ISSN: 2715-5617 / e-ISSN: 2356-3346 <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Maslahatul Irfani,dkk 2021 Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro Vol. 3, No. 1, April 2021, pp. 50-61 ISSN: 2685-9572, DOI: 10.12928/biste.v3i1.2829
- P A R Arimbawa 1,dkk 2016 Teknologi Elektro, Vol. 15, No.2, Juli - Desember 2016 p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372
- 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.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Ritha Sandra,dkk 2017 Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana Vol. 8 No.1 Januari 2017 ISSN : 2086-9479
- Rudi Susanto,dkk 2018 JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Volume 03, Nomor 01, Edisi Maret 2018, 7-16 P-ISSN: 2477-8346 E-ISSN: 2477-8354

Suprpto,MT 2012, Aplikasi Dan Pemrograman Mikrokontroler AVR Dicitak dan diterbitkan Oleh: UNY Press, ISBN978-979-8418-79-2 Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT) 12+249 Hlm; 16x23 cm

Sura Eka Pratama Pagan,dkk 2018 KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro Vol.3 No.4 2018: 19-23 e-ISSN: 2252-7036

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.

Yanto Indra,dkk 2020 Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST), Volume 05 Nomor 01, Juni 2020, ISSN: 2548-1916, e-ISSN: 2657-1501