



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK
OTOMATIS PANEL SURYA BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 16**

*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 : RICHARD SINURAT
NPM : 1514210164
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2020**

RANCANG BANGUN PENGGERAK OTOMATIS PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16

**Richard sinurat
Zuraidah Tharo
Amani Darma Tarigan**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan panel surya . Panel surya mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik, semakin besar cahaya yang mengenai permukaan dari panel surya maka energi listrik yang didapat akan semakin besar. Namun pada saat ini kebanyakan dari pemasangan panel surya masih di letakkan hanya menghadap ke satu arah, ini mengakibatkan proses penyerapan energi yang dilakukan oleh panel surya hanya berlangsung saat matahari tepat berada di posisi panel surya diletakkan. Agar pemanfaatan dari panel surya dapat dimaksimalkan, maka dibuatlah sebuah sistem yang mampu untuk mendapatkan energi matahari secara penuh, yaitu dengan membuat panel surya dapat terus menghadap ke arah matahari. Penelitian ini bertujuan merancang sebuah sistem penggerak otomatis panel surya dari arah timur ke barat. Dimana sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali dan motor servo sebagai penggerak dari panel surya. Berdasarkan hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa sistem penggerak panel surya bekerja dengan baik sesuai dengan yang di harapkan, yaitu dapat bergerak dari timur ke barat.

Kata Kunci: Penggerak Panel Surya, Mikrokontroler, relay dan Motor Servo

* Mahasiswa Program studi Teknik Elektro : richardsinurat12@yahoo.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

***DESIGN OF AUTOMATIC SOLAR PANEL MOVEMENT SYSTEM BASED ON
ATMEGA 16 MICROCONTROLLER***

**Richard sinurat
Zuraidah Tharo
Amani Darma Tarigan**

University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Utilization of solar energy can be done one of them by using solar panels. Solar panels are able to convert solar energy into electrical energy, the greater the light that hits the surface of the solar panel, the electrical energy obtained will be large. But at this time most of the installation of solar panels are still placed facing only one direction, this resulted in the process of absorption of energy carried out by solar panels only take place when the sun is right in the position of the solar panels are placed. So that the utilization of solar panels can be maximized, then made a system that is able to get full solar energy, namely by making solar panels can continue to face towards the sun. This research aims to design an automatic solar panel drive system from east to west. Where this system uses a microcontroller as a controller and a servo motor as a drive of solar panels. Based on the results of research it can be concluded that the solar panel drive system works well as expected, which can move from the east to the west

Keywords: *Solar Panel Activator, Microcontroller, relay and servo motor*

** collage student of Electrical Engineering : richardsinurat12@yahoo.com*

*** lecturer of Electrical Engineering*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRAC

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metode Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	5

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1. Penggerak (<i>Tracking</i>)	7
2.2. Sel Surya	9
2.2.1 Prinsip Kerja Panel Surya (<i>Solar Cell</i>)	10
2.2.2 Struktur Panel Surya	12
2.2.3 Generasi Panel Surya	15
2.3. Mikrokontroler	18
2.3.1 Pengertian Mikrokontroler	18
2.3.2 Sistem Mikrokontroler	24
2.4. Mikrokontroler ATMega16	25
2.4.1 Pengertian Mikrokontroler ATMega16	25
2.4.2 Arsitektur ATMega16	26
2.4.3 Konfigurasi PIN ATMega16	29
2.5. Bascom AVR	34
2.5.1 Pengertian Bascom AVR	34
2.5.2 Compiler	37
2.5.3 Dasar Pemrograman Bascom	42
2.5.4 Kontrol Program	45
2.6. Motor DC	47
2.6.1 Konstruksi Arus Searah	47

2.6.2 Prinsip Kerja Motor Arus Searah	52
2.6.3 GGL Lawan Pada Motor Arus Searah	56
2.6.4 Jenis –jenis Motor Arus Searah	57
BAB 3 PERANCANGAN ALAT	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	59
3.2. Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	59
3.2.1 Hardware	59
3.2.2 Blok Diagram	60
3.2.3 Rangkaian Minimum ATmega 16	61
3.2.4 Regulator Tegangan	62
3.2.5 Rangkaian Relay	63
3.3. Flowchart	65
BAB 4 HASIL DAN ANALISA	
4.1. Pengujian Catu Daya	67
4.2. Hasil Keluaran Regulator Tegangan	69
4.3. Pengujian Relay	70
4.4. Pengujian Kemiringan Panel Surya	72
4.5. Pengujian Pergerakan Panel Surya	76
BAB 5 PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Panel Surya.....	10
Gambar 2.2	Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole).....	11
Gambar 2.3	Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction.....	12
Gambar 2.4	Struktur Panel Surya.....	13
Gambar 2.5	Generasi Pertama Panel Surya berbasis Wafer.....	15
Gambar 2.6	Generasi Kedua Panel Surya berbasis Wafer.....	16
Gambar 2.7	Blok Diagram Mikrokontroller Secara Umum.....	21
Gambar 2.8	ATMEga16.....	26
Gambar 2.9	Arsitektur Harvard.....	27
Gambar 2.10	Blok Diagram ATMega16.....	29
Gambar 2.11	Konfigurasi PIN ATMEga16.....	30
Gambar 2.12	Interface BASCOM AVR.....	35
Gambar 2.13	Gambar 2.9 Jendela <i>Option</i>	37
Gambar 2.14	Interface Simulator BASCOM AVR.....	39
Gambar 2.15	Jendela Variabel.....	40
Gambar 2.16	Jendela Simulasi Hardware.....	41
Gambar 2.17	Konstruksi motor arus searah.....	47
Gambar 2.18	Inti jangkar yang berlapis lapis.....	49
Gambar 2.19	Sikat –Sikat.....	50
Gambar 2.20	Pengaruh penempatan konduktor berarus dalam medan magnet.....	51
Gambar 2.21	Prinsip perputaran motor DC.....	53
Gambar 2.22	Motor arus searah penguatan bebas.....	56
Gambar 2.23	Motor arus searah penguatan shunt.....	58
Gambar 2.24	Motor arus searah penguatan kompond pendek.....	58
Gambar 3.1	Blok Diagram Rangkaian.....	60
Gambar 3.2	Rangkaian minimum Atmega 16.....	61
Gambar 3.3	Rangkaian Regulator Tegangan.....	62
Gambar 3.4	Rangkaian Relay.....	63
Gambar 3.5	Rangkaian Keseluruhan.....	64
Gambar 3.6	Flowchart.....	65
Gambar 4.1	Pengujian Catu Daya.....	69
Gambar 4.2	Pengujian Relay.....	71
Gambar 4.3	Kemiringan Panel surya pada jam 06.00 Wib.....	72
Gambar 4.4	Kemiringan Panel surya pada jam 07.00 Wib.....	73
Gambar 4.5	Kemiringan Panel surya pada jam 08.00 Wib.....	73
Gambar 4.6	Kemiringan Panel surya pada jam 09.00 Wib.....	74
Gambar 4.7	Kemiringan Panel surya pada jam 10.00 Wib.....	74

Gambar 4.8	Kemiringan Panel surya pada jam 11.00 Wib	75
Gambar 4.9	Kemiringan Panel surya pada jam 12.00 Wib	75
Gambar 4.10	Kemiringan Panel Surya Sebelum Bergerak	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Khusus Port B Atmega 16	31
Tabel 2.2	Fungsi Khusus Port C Atmega 16	33
Tabel 2.3	Fungsi Khusus Port D Atmega 16	34
Tabel 2.4	Keterangan lengkap ikon-ikon dari program BASCOM	35
Tabel 2.5	Keterangan menu <i>show result</i>	36
Tabel 2.6	Keterangan dari Tab Menu Chip	38
Tabel 2.7	Tipe Data BASCOM	41
Tabel 4.1	Ujikesetabilan catu daya	68
Tabel 4.2	Hasil Pengujian IC Regulator	70
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Tegangan Relay	71

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan energi listrik saat ini semakin tinggi. Hal ini seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan juga kemajuan teknologi. Sehingga perusahaan listrik negara (PLN) gencar mensosialisasikan program hemat listrik dari pukul 17.00 hingga 22.00. Alasan PLN melakukan ini adalah untuk efisiensi energi terutama dalam menghadapi beban puncak pada jam tersebut. Menurut *Energy Information Administration* (EIA) memperkirakan pemakaian energi hingga tahun 2025 masih didominasi bahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam dan batu bara. Meskipun cadangan batu bara masih cukup tinggi, tetapi penggunaan bahan bakar batu bara yang merupakan sumber penghasil emisi karbon dioksida secara global menyebabkan efek global warming. Selanjutnya penggunaan bahan bakar gas memang relatif murah dan ramah lingkungan namun cadangan gas bumi terbatas. Jika yang digunakan energi air yang kerap menjadi kendala yaitu ketika musim kemarau tiba maka sumber air yang digunakan sebagai pembangkit seringkali menyusut dan jauh berkurang sehingga tidak dapat beroperasi secara optimal.

Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Dengan demikian perlu ditemukan alternatif lain untuk mendukung atau mempertahankan kebutuhan dan gaya hidup yang

menggunakan energi yang dapat diperbaharui. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas diantaranya adalah energi surya. Salah satu upaya teknologi untuk memanfaatkan energi cahaya matahari adalah dengan menggunakan *solar cell*. *Solar cell* adalah alat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* akan menghasilkan energi listrik sesuai besar intensitas cahaya yang diterimanya dari pancaran cahaya matahari. Namun dalam aplikasinya kebanyakan sel surya diletakkan secara statis dimana posisi panel surya hanya mengarah pada satu arah tertentu saja sehingga penyerapan intensitas sinar matahari tidak dapat dilakukan secara optimal dan berakibat daya yang dihasilkan juga tidak maksimum. Untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan maksimal maka *solar cell* harus mengikuti arah sinar matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh *solar cell*, semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu dibuat suatu alat dimana nantinya panel surya akan bergerak mengikuti arah lintas matahari dari timur ke barat yang dikontrol menggunakan mikrokontroller.

Berdasarkan uraian di atas maka pada skripsi ini, akan dikembangkan *solar tracking system* berbasis mikrokontroler. Dimana sistem ini nantinya dapat digunakan pada semua wilayah atau area tanpa harus mengubah *setting* pada pengendali untuk disesuaikan dengan lintasan gerak matahari pada area atau wilayah tersebut. Selain itu sistem ini diharapkan mampu membantu pemerintah dalam upaya mengatasi masalah energi terutama dalam pencarian dan pengoptimalan energi

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah pada penulisan skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana merancang penggerak otomatis panel surya ?
2. Bagaimana system kerja penggerak otomatis pada panel surya?

1.3 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas menjadi jelas dan tidak menyimpang dari topik yang akan dibahas, maka dalam penulisan skripsi ini penulis menekankan, bahwa Permasalahan yang akan dibahas adalah:

1. Penggerak panel surya menggunakan motor servo.
2. Gerakan yang dihasilkan hanya mengikuti timur dan barat
3. Tidak membahas secara detail Bahasa pemrograman

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Perancangan penggerak panel surya menggunakan mikrokontroler ATmega16 dan motor servo.
2. Motor servo akan menggerakkan panel surya ke arah timur dan barat dengan waktu yang telah ditentukan menggunakan mikrokontroler.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari pembuatan alat ini adalah:

1. Memberikan kreativitas untuk berinovasi menciptakan alat penggerak panel surya mengikuti gerakan matahari berbasis mikrokontroler
2. Mempermudah bagi panulis untuk melakukan penelitian dalam penggerak secara bertahap dengan menggunakan timer atau waktu.
3. Sebagai sumber pembelajaran bagi mahasiswa teknik elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan maupun siapa saja yang membutuhkannya.

1.6 Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data yang akan 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, internet, datasheet, 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

Untuk memudahkan pemahaman pembahasan skripsi ini maka penulis menyajikan dalam beberapa bab sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penelitian dan sistematika penulisan

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini mengemukakan teori-teori yang mendukung dan yang melandasi dari masalah yang akan dibahas

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang sistem perancangan penggerak solar cell dengan mengikuti gerakan matahari yang di control oleh mikrokontroler yang kan dibahas dalam penelitian skripsi ini.

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini mejabarkan analisis tentang hasil penelitian dan pengujian alat yang telah dibahas di bab sebelumnya.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini membahas kesimpulan dari pembahasan sistem perancangan alat untuk meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikan saran- saran terhadap hasil pembuatan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Sebagai referensi-referensi pendukung dalam penulisan skripsi ini agar tidak terkena plagiat checker.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Penggerak (*Tracking*)

Penggerak solar cell (*Tracking*) secara harafiah berarti mengikuti jalan, atau dalam arti bebasnya ialah suatu kegiatan untuk mengikuti jejak suatu objek adapun jenis Solar tracker yaitu:

1. *Polar Tracker* merupakan Metode yang secara ilmiah dikenal sebagai metode standar pemasangan struktur dukungan teleskop . sumbu tunggal miring sejajar dengan bintang kutub . Oleh karena itu disebut selaras sumbu tracker tunggal polar (Pasat) . Dalam pelaksanaannya tertentu dari tracker sumbu tunggal miring , sudut kemiringan sama dengan situs lintang . Hal ini sejalan sumbu tracker rotasi dengan sumbu bumi rotasi. Pelacak tersebut juga dapat disebut sebagai "tracker sumbu tunggal", karena hanya satu mekanisme drive yang dibutuhkan untuk operasi sehari-hari. Hal ini akan mengurangi biaya sistem dan memungkinkan penggunaan metode pelacakan sederhana, termasuk pelacakan pasif dan kronologis.
2. *Horisontal Axis Tracker* Sumbu rotasi untuk Horisontal Axis Tracker Single dipasang pada posisi horizontal dengan tanah. Di kedua ujungnya terdapat sumbu rotasi. *Tracker* Horisontal Axis tunggal dapat dibagi antara pelacak untuk menurunkan biaya instalasi. Alat ini kurang efektif di lintang yang lebih tinggi. Keuntungan utama adalah kekokohan yang melekat pada

struktur pendukung dan kesederhanaan mekanisme. Karena panel horisontal, mereka dapat kompak ditempatkan pada tabung poros tanpa bahaya diri-bayangan dan juga perawatan yang mudah. Untuk mekanisme aktif, kendali tunggal dan motor dapat digunakan untuk menjalankan beberapa baris dari panel.

3. *Vertical Axis* Sumbu rotasi untuk *vertical axle tracker* dibuat tegak lurus dengan tanah. Pelacak ini bergerak dari Timur ke Barat selama sehari. Pelacak tersebut lebih efektif di lintang tinggi daripada pelacak sumbu horizontal. Pelacak tersebut disesuaikan dengan sudut tetap atau (musimnya) cocok untuk garis lintang tinggi, di mana matahari tidak terlalu tinggi, tetapi yang menyebabkan hari yang panjang di musim panas, dengan perjalanan matahari melalui garis bujur bumi. Metode ini telah digunakan dalam pembangunan rumah silinder di Austria (lintang di atas 45 derajat utara) yang berputar secara keseluruhan untuk melacak matahari, dengan panel vertikal dipasang di salah satu sisi bangunan. Vertikal Axis Pelacak tunggal biasanya memiliki modul yang berorientasi pada sudut sehubungan dengan sumbu rotasi. Sebagai trek modul, menyapu kerucut yang rotationally setangkup sekitar sumbu rotasi. (Khalid Fadhlullah, *Solar Tracking System* Berbasis Arduino Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makassar 2017)

2.2 Sel Surya (*Solar cell*)

Sel surya adalah kumpulan sel fotovoltaik yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antara satu dengan yang lain pada sistem tersebut. Sel surya juga perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan. (Andi Julisman, dkk 2017 KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro Vol.2 No.1 2017: 35-42 e-ISSN: 2252-7036).

Sel surya biasanya memiliki umur 20 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi mutakhir, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Panel surya komersial sangat jarang yang melampaui efisiensi 20%. Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut. (Khalid Fadhlullah, *Solar Tracking System* Berbasis Arduino Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Alauddin Makassar 2017)



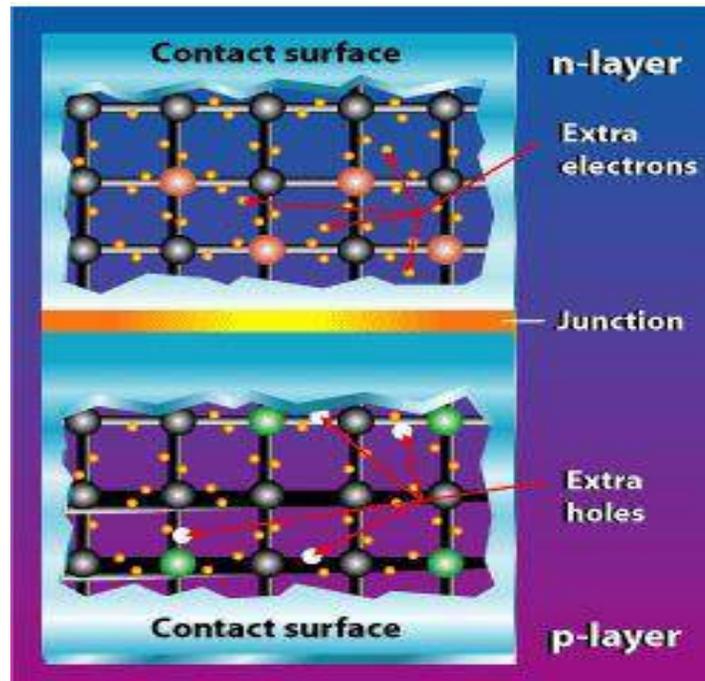
Gambar 2.1 Panel Surya

Penulis, 2019

2.2.1 Prinsip Kerja Panel Surya (*Solar Cell*)

Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi dibawah menggambarkan

junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n. (Bambang Hari Purwoto,dkk 2018 *Jurnal Emitter Vol.18 No. 01 ISSN 1411-8890*)

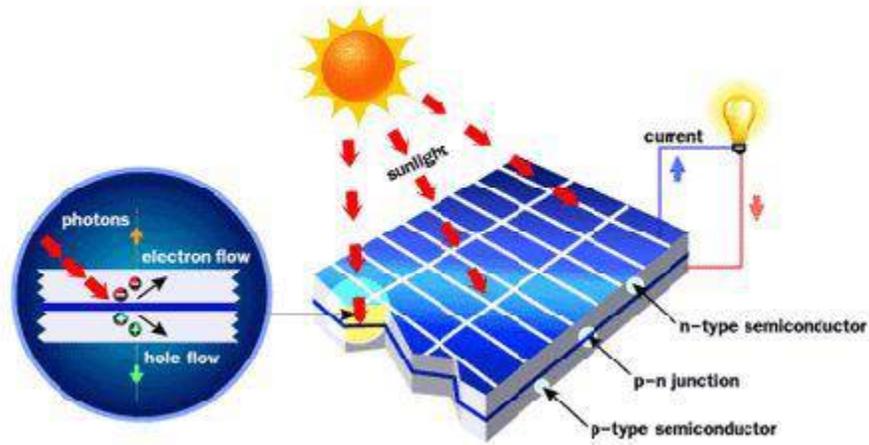


Gambar 2.2 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron)
(Khalid Fadhlullah,2017)

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p.

Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang

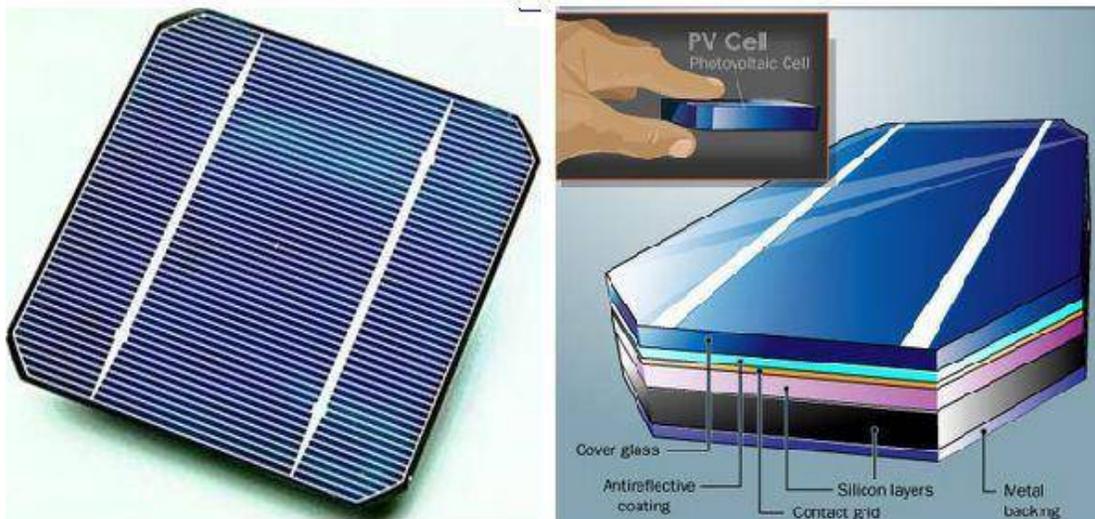
selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction
(Khalid Fadhlullah,2017)

2.2.2 Struktur Panel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi, jenis-jenis teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula . Dalam tulisan ini akan dibahas struktur dan cara kerja dari sel surya yang umum berada dipasaran saat ini yaitu sel surya berbasis material silikon yang juga secara umum mencakup struktur dan cara kerja sel surya generasi pertama (sel surya silikon) dan kedua (thin film/lapisan tipis). (Solly Aryza,dkk 2017 *IT Journal Research and Development* Vol.2, No.1, Agustus 2017 e-ISSN: 2528-4053)



Gambar 2.4 Struktur Panel Surya
(Khalid Fadhlullah,2017)

1. Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga harus mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya *dye-sensitized (DSSC)* dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti *indium tin oxide (ITO)* dan *flourine doped tin oxide (FTO)*. (Hunt Jiang,dkk 2014 The International Journal of Microcircuits and Electronic Packaging, Volume 21, Number 2, Second Quarter 2014 (ISSN 1063-1674).

2. Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$ (CZTS) dan Cu_2O (*copper oxide*). Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p (material-material yang disebutkan diatas) dan tipe-n (silikon tipe-n, CdS,dll) yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya. Pengertian semikonduktor tipe-p, tipe-n, dan juga prinsip p-n junction dan sel surya akan dibahas dibagian “cara kerja sel surya.

3. Kontak metal / contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

5. Enkapsulasi / cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

2.2.3 Generasi Panel Surya

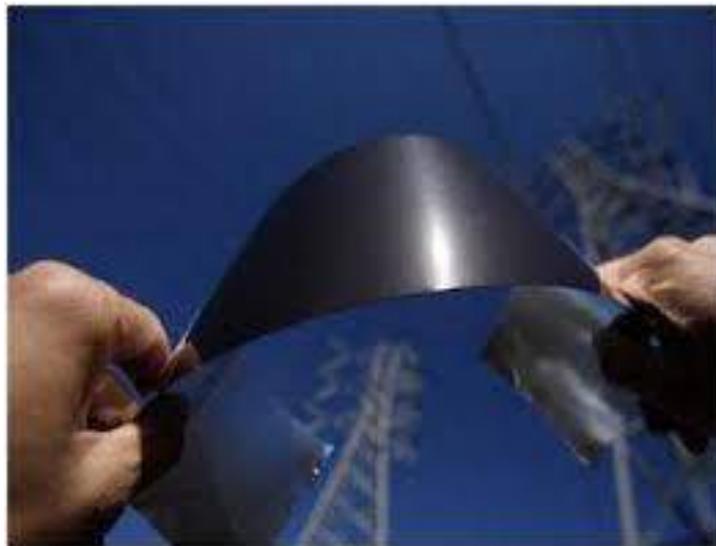
1. Generasi Pertama Sel Surya Berbasis Wafer



Gambar 2.5 Generasi Pertama Panel Surya berbasis Wafer
(Khalid Fadhlullah,2017)

Sel fotovoltaik generasi pertama terdiri dari area besar, lapisan kristal tunggal, tunggal dioda pn junction, mampu menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan dari sumber cahaya dengan panjang gelombang sinar matahari. Sel-sel ini biasanya dibuat dengan menggunakan proses difusi dengan wafer silikon. Ini wafer silikon – Sel surya berbasis teknologi dominan dalam produksi komersial sel surya, akuntansi lebih dari 85% dari pasar sel surya terestrial.

2. Generasi kedua Thin Film



Gambar 2.6 Generasi Kedua Panel Surya berbasis Wafer
(Khalid Fadhlullah,2017)

Sel-sel ini didasarkan pada penggunaan tipis epitaksi (epitaksi mengacu pada metode penyetoran film monocrystalline pada substrat monocrystalline) deposito semikonduktor pada wafer kisi-cocok. (Pencocokan struktur kisi antara dua bahan semikonduktor yang berbeda, memungkinkan pembentukan daerah perubahan celah pita dalam materi

tanpa memperkenalkan perubahan dalam struktur kristal). Ada dua kelas sel fotovoltaik epitaxial – ruang dan terestrial. Ruang sel biasanya memiliki efisiensi yang lebih tinggi (28-30%) dalam produksi, tetapi memiliki biaya yang lebih tinggi per watt. Meskipun sel tipis-film telah dikembangkan menggunakan lebih rendah-biaya proses, mereka memiliki efisiensi yang lebih rendah (7-9%). Saat ini ada beberapa teknologi dan bahan semikonduktor diselidiki atau di produksi massal. Contoh termasuk silikon amorf, silikon polikristal, mikro-kristal silikon, telluride kadmium, tembaga indium selenide / sulfida antara lain. Sebuah keuntungan dari teknologi film tipis berkurang massa yang memungkinkan panel pas pada bahan cahaya atau fleksibel, bahkan pada tekstil. Sel surya generasi kedua sekarang terdiri dari segmen kecil dari pasar fotovoltaik terestrial, dan sekitar 90% dari pasar ruang.

3. Generasi ketiga Sel Fotovoltaik

Meningkatkan kinerja sambil menjaga biaya rendah generasi berikutnya sel bertujuan untuk meningkatkan kinerja listrik yang rendah dari sel-sel generasi kedua sambil menjaga biaya rendah. Mereka tidak bergantung pada pn junction tradisional untuk memisahkan foto-pembawa muatan yang dihasilkan. Beberapa pendekatan yang digunakan dalam ini adalah Multijunction sel, nano – sel kristal, pewarna – sel peka, sel polimer, Memodifikasi spektrum kejadian (konsentrasi), Sue generasi termal kelebihan untuk meningkatkan tegangan, Untuk aplikasi ruang kuantum baik perangkat (titik kuantum, kuantum tali , dll) dan perangkat

menggabungkan nanotube karbon sedang diteliti – dengan potensi efisiensi produksi hingga 45%. (Hari Sutrisno,2014 Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA,Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 15 Mei 2014)

4. Generasi keempat Sel Fotovoltaik Komposit.

Ini generasi hipotetis sel surya dapat terdiri dari teknologi fotovoltaik komposit, di mana polimer dengan nano-partikel dapat dicampur bersama-sama untuk membuat lapisan multi-spektrum tunggal. Multi-spektrum lapisan dapat ditumpuk untuk membuat sel-sel multi-spektrum matahari yang lebih efisien dan lebih murah. Dari empat generasi yang tercantum di atas, dua yang pertama telah dikomersialisasikan. Massal dari modul fotovoltaik digunakan sejauh terdiri dari kristal silikon. Efisiensi dari modul silikon kristal bervariasi 17-22%, meskipun batas teoritis adalah sekitar 29%. Menggunakan modul ini, peternakan matahari yang besar terhubung ke grid, pembangkit listrik mandiri untuk mengemparkan desa-desa dan daerah kecil telah didirikan. (Wahyu Kurniawan,dkk 2019 e- Proceeding of Engineering : Vol.6, No.1 April 2019 | Page 1173 ISSN : 2355-9365)

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. (Lulu Fikriyah,dkk 2018 Jurnal Informatika SIMANTIK Vol. 3 No. 1 Maret 2018 ISSN: 2541-3244)

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 memor.

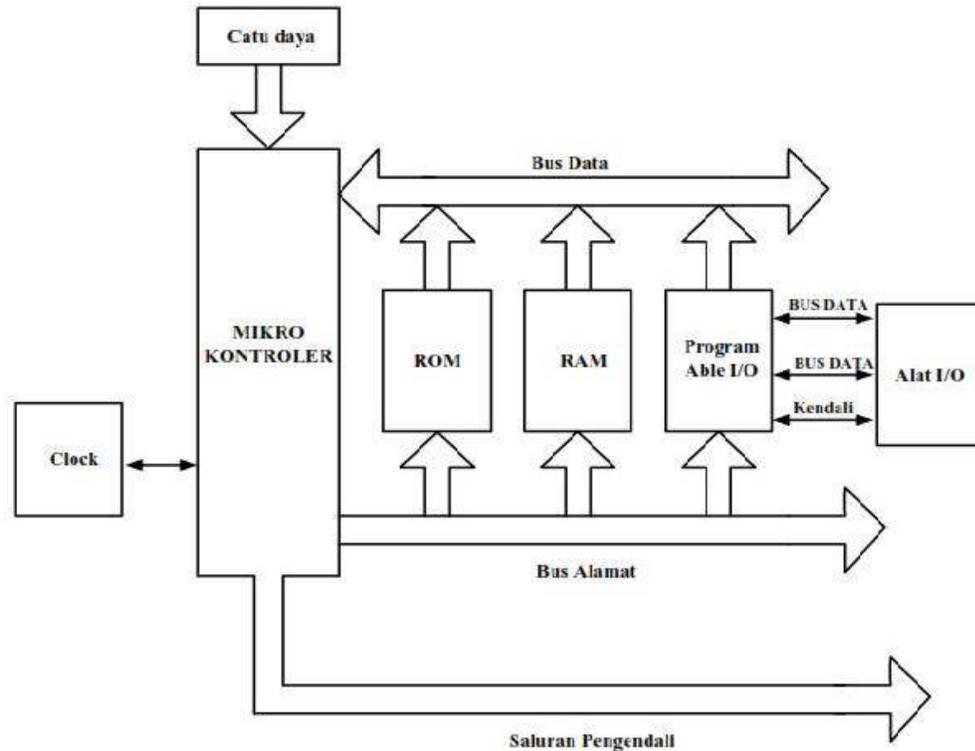
Dengan kemajuan teknologi dan dengan perkembangan *chip* yang pesat sehingga saat ini didalam sekeping *chip* terdapat CPU memory dan control I/O. *Chip* jenis ini sering disebut *microcontroller*. *Mikrokontroller* merupakan sebuah sistem komputer di mana seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas 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 mikrokontroler dengan komputer. Dalam mikrokontroler ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer atau PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

Mikrokontroler memiliki kemampuan untuk mengolah serta memproses data sekaligus juga dapat digunakan sebagai unit kendali, maka dengan sekeping *chip* yaitu mikrokontroler kita dapat mengendalikan suatu alat. Mikrokontroler mempunyai perbedaan dengan mikroprosesor dan mikrokomputer. Suatu mikroprosesor merupakan bagian dari CPU tanpa memori dan I/O pendukung dari sebuah komputer, sedangkan mikrokontroler umumnya terdiri atas CPU, memory, I/O tertentu dan unit – unit pendukung lainnya. (Kamil Erwansyah, dkk 2016 Jurnal SAINTIKOM Vol.15, No. 3, September 2016 ISSN : 1978-6603)

Pada dasarnya terdapat perbedaan sangat mencolok antara mikrokontroler dan mikroprosesor serta mikrokomputer yaitu pada aplikasinya, karena mikrokontroler 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
Penulis,2019

1. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU adalah suatu unit pengolah pusat yang terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (*control unit*) dan unit logika (*archmetic 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. (Purwadi,dkk 2015 Jurnal SAINTIKOM Vol.14, No. 2, Mei 2015 ISSN : 1978-6603)

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 mikrokontroler. Pada umumnya saluran data yang masuk sama dengan saluran data yang keluar.

4. Bus Control

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 massal. 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 (*Programable 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. (Armansyah Andriboko,dkk 2015 E-journal Teknik Elektro dan Komputer Vol.14, No. 2, Mei 2015 (2015), ISSN : 2301-8402)

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*. (Eka Permana,dkk 2018 *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi STMIK Subang*, Vol.3, No. 2 April 2018 ISSN: 2252-4517)

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 Mikrokontroler ATmega16

2.4.1 Pengertian Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler sering juga disebut sebagai mikrokomputer atau *embedded system*. Mikrokontroler dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri atas *input*, program dan *output*. Perancang dapat mengatur perilaku mikrokontroler melalui program. Proses memasukkan program ke dalam mikrokontroler disebut proses *download* dan alat yang digunakan disebut *downloader*. Seperti sistem komputer, nilai tambah sistem mikrokontroler dapat dilipatgandakan melalui program. (Sumarsono,dkk 2018 JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 11 NO. 1, APRIL 2018 p-ISSN 1979-9160 | e-ISSN 2549- 7901)

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) merupakan pengontrolan utama standar industri dan riset saat ini. Hal ini dikarenakan berbagai kelebihan yang dimilikinya dibandingkan mikroprosesor antara lain lebih murah, dukungan software dan dokumentasi yang memadai dan memerlukan komponen

pendukung yang sangat sedikit. Salah satu tipe mikrokontroler AVR untuk aplikasi standar yang memiliki fitur memuaskan ialah ATmega16. (Zulkarnain Lubis,dkk 2017 *Journal of Electrical Technology*, Vol. 2, No. 3, Oktober 2017 ISSN : 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624 (Cetak)

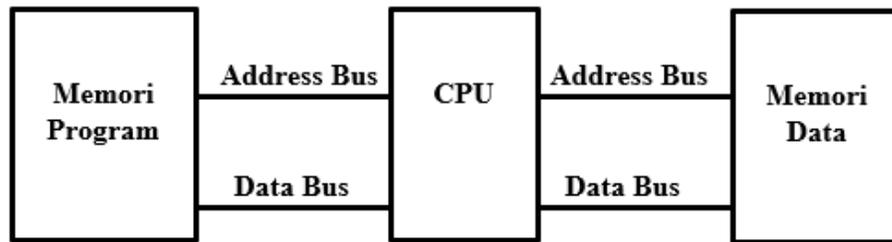
Mikrokontroler AVR standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock*, karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. (Budiharto & Jefri, 2017:52).



Gambar 2.8 ATmega16
Penulis,2019

2.4.2 Arsitektur ATmega16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik port alamat maupun port data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).



Gambar 2.9 Arsitektur Harvard

(Sumarsono,dkk 2018 JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 11 NO. 1, APRIL 2018 p-ISSN 1979-9160 | e-ISSN 2549- 7901)

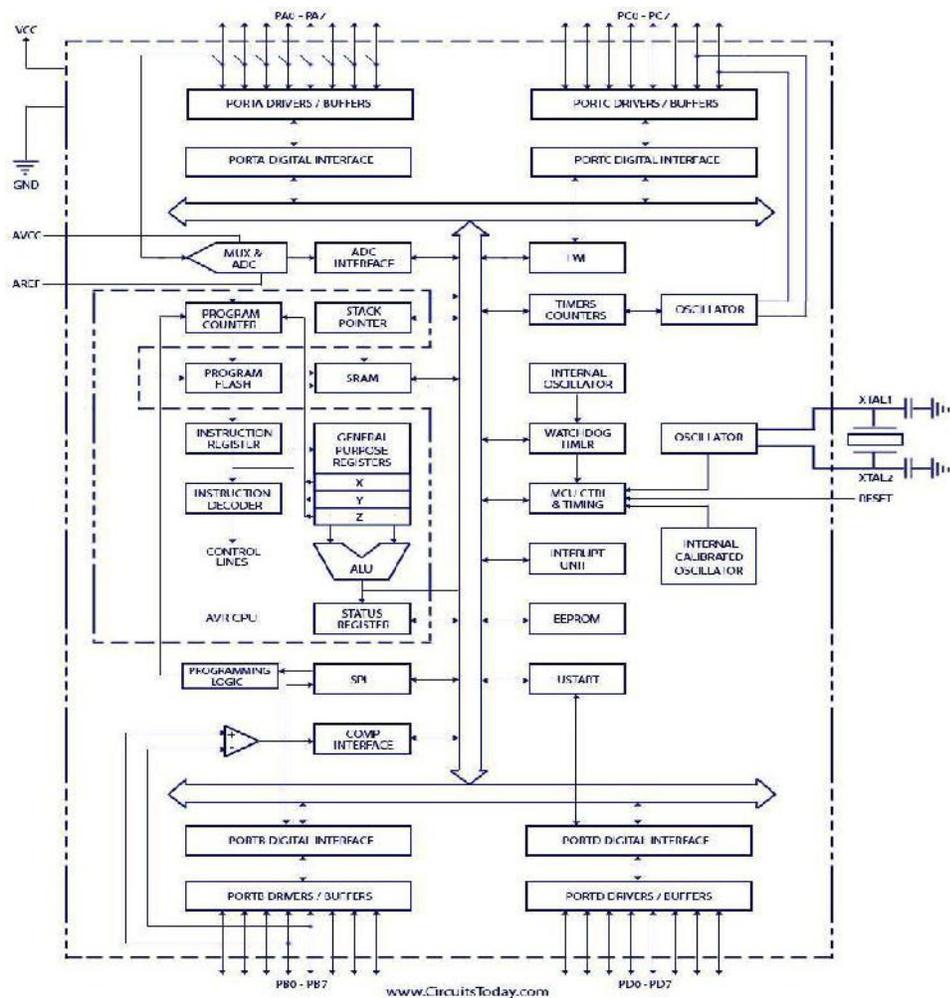
Dari gambar diatas, AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan *bus* untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining singel level*. Dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap *clock cycle*. CPU terdiri dari 32x8 – bit general purpose register yang dapat diakses dengan cepat dalam satu *clock cycle*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit (ALU)* dapat di lakukan dalam satu *cycle*. Pada operasi ALU, dua *operand* berasal dari *register*, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali ke *register* dalam satu *clock cycle*. Operasi aritmatika logic pada ALU akan mengubah bit – bit yang terdapat pada Status Register (SREG). Proses pengambilan instruksi dan pengeksekusian instruksi berjalan secara *parallel*. (Andrianto, 2014:14).

Menurut (Andrianto, 2014:8) Fitur-fitur yang dimiliki ATmega 16 sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR 8 Bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah

2. Memiliki kapasitas Flash memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
3. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
4. CPU terdiri atas 32 buah *register*
5. Unit Interupsi *internal* dan *eksternal*
6. ADC internal dengan fidelitas 10 bit 8 channel
7. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz
8. Port USART untuk komunikasi serial

Dengan fitur-fitur seperti diatas, pembuatan alat menggunakan ATmega16 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



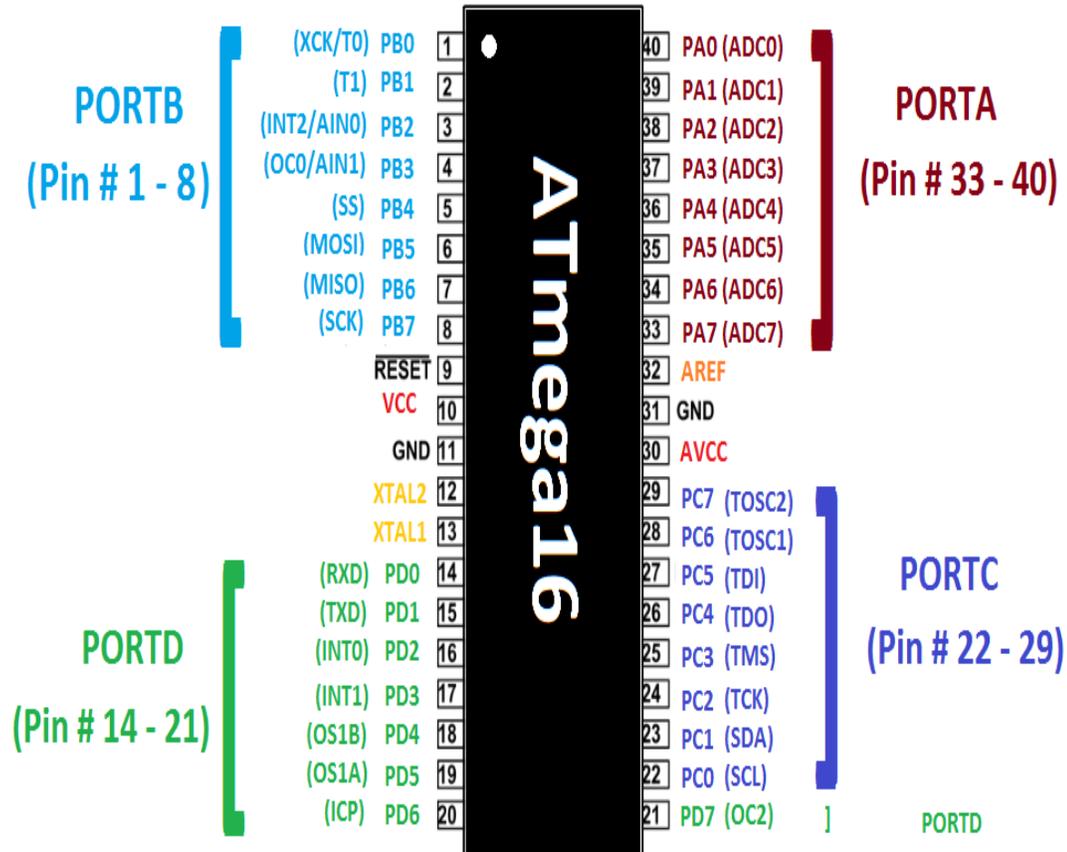
Gambar 2.10 Blok Diagram ATmega16

(Sumarsono,dkk 2018 JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 11 NO. 1, APRIL 2018 p-ISSN 1979-9160 | e-ISSN 2549- 7901)

2.4.3 Konfigurasi PIN ATmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40 pin dapat dilihat pada gambar di bawah. ATmega16 memiliki 32 pin yang digunakan untuk input/output, pin-pin tersebut terdiri dari 8 pin sebagai port A, 8 pin sebagai port B, 8 pin sebagai port C, 8 pin sebagai port D. Dalam komunikasi serial, maka hanya port D yang dapat digunakan karena fungsi khusus yang dimilikinya. Untuk lebih jelas akan

ditunjukkan pada tabel-tabel fungsi khusus port. Susunan pin Mikrokontroler ATmega16 diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.11 Konfigurasi PIN ATMEga16

Adika Ikhwan Sempana, 2017 Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 03 Tahun 2017, ISSN 225-231

Berikut ini adalah penjelasan umum susunan kaki dari ATmega16:

1. VCC merupakan pin masukan positif catu daya. Setiap peranti elektronika digital membutuhkan sumber daya yang umumnya sebesar 5V. Oleh karena itu, biasanya di PCB kit mikrokontroler selalu ada IC regulator 7805
2. GND sebagai pin Ground

3. Port A (PA0...PA7) Merupakan pin I/O dua arah dan dapat diprogram sebagai pin masukan ADC. Port A berfungsi sebagai *input* analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan. Pin-pin port dapat menyediakan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit). Port A *output* buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pin PA0 ke PA7 digunakan sebagai input dan secara eksternal ditarik rendah, pin-pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin port A adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis
4. Port B (PB0...PB7) Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu Timer/Counter, komparator analog dan SPI. Port B adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port B yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port B adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis

Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port B Atmega 16

Port Pin	Alternate Functions
PB 7	SCK: SPI serial waktu
PB 6	MISO: SPI master input / slave output

PB 5	MOSI: SPI master output / slave input
PB 4	SS: SPI slave select input
PB 3	AIN1: pembanding analog, input negative OC0: Timer / counter 0 output (pembanding output)
PB 2	AIN0: Pembanding analog, input positive INT2: External interrupt 2 input
PB 1	T1: Timer / counter1 external counter input
PB 0	T0: Timer/Counter 0 external counter input XCK: USART waktu eksternal input / output)

Adika Ikhwan Sempama, 2017 Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 03 Tahun 2017, ISSN 225-231

- Port C (PC0...PC7) Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator TWI, komparator analog dan timer osilator. Port C adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Bandar C output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin bandar C yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port C adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

Tabel 2.2. Fungsi Khusus Port C Atmega 16

Port Pin	Alternate Functions
PC 7	TOSC2: Waktu oscillator Pin2
PC 6	TOSC1: Waktu oscillator Pin1
PC 5	TDI: JTAG test data input
PC 4	TDO: JTAG test data output
PC 3	TMS: JTAG test mode select
PC 2	TCK: JTAG test clock
PC 1	SDA: Dua penghubung serial data input / output
PC 0	SCL: Dua penghubung serial waktu

Adika Ikhwan Sempana, 2017 Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 03 Tahun 2017, ISSN 225-231

6. Port D (PD0...PD7) Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial. Port D adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D output buffer mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya sink tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port D yang secara eksternal ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pull-up* diaktifkan. Pin port D adalah tri-stated manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D Atmega 16

Port Pin	Alternate Functions
PD 7	OC2: Timer / counter 2 output (hasil output)
PD 6	ICP1: Timer / counter 1 input Pin
PD 5	OC1A: Timer / counter 1 hasil output A (hasil output A)
PD 4	OC1B: Timer / counter 1 hasil output B (hasil Output B)
PD 3	INT1: External interrupt 1 input
PD 2	INT0: External interrupt 0 input
PD 1	TXD: USART output Pin
PD 0	RDX: USART input Pin

Adika Ikhwan Sempana,2017 Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 03Tahun 2017, ISSN 225-231

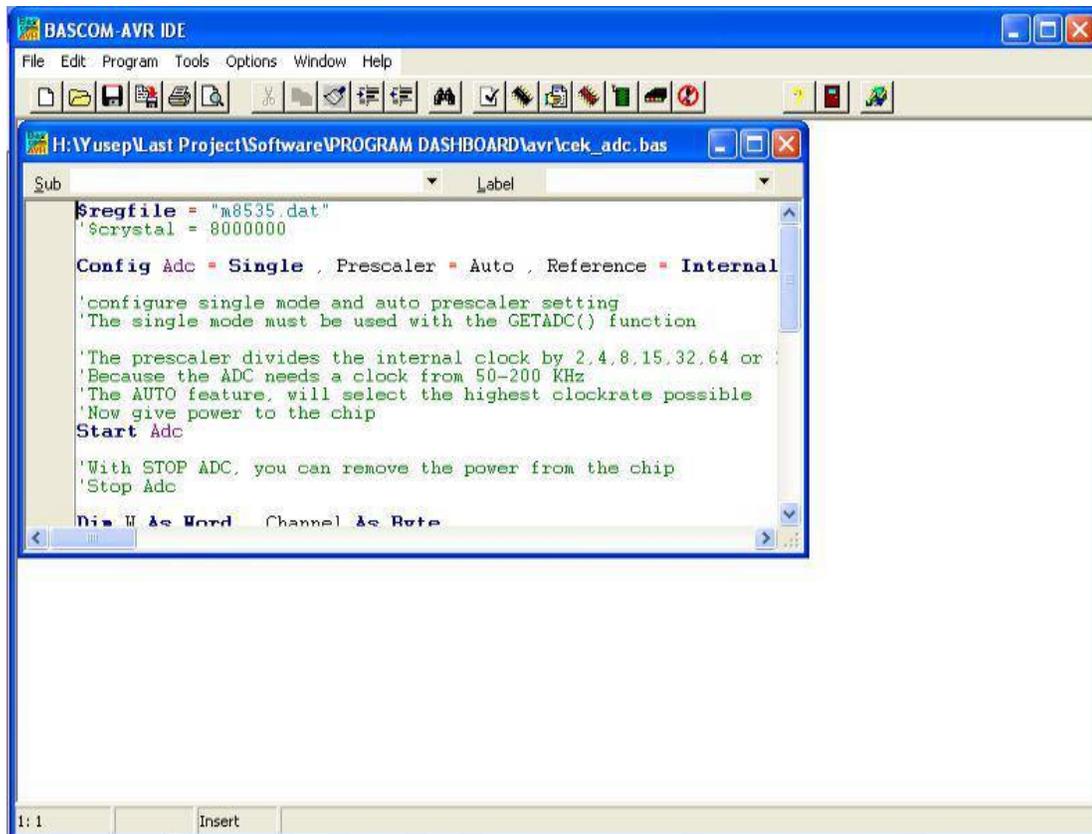
7. Reset merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
8. XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin masukan clock eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (clock) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya maka semakin cepat mikrokontroler tersebut
9. AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC
10. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi

2.5 Bascom AVR

2.5.1 Pengertian Bascom AVR

Bascom AVR atau yang biasa disebut *basic compiler* adalah suatu piranti lunak yang termasuk bahasa tingkat tinggi yang sangat mudah untuk dipelajari. Sebagai

compiler, yaitu perubah instruksi dari bahasa basic ke file yang berbentuk hexa dengan tujuan dimengerti oleh mesin atau mikrokontroler, sehingga mikrokontroler mampu menerjemahkan instruksi-instruksi yang kita buat dengan benar dan tepat Interface dari BASCOM AVR dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.12 Interface BASCOM AVR

Armansyah,2018 ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika
Volume: 02, Number : 01, April 2018 ISSN 2598-6341 (online)

Tabel 2.4. Keterangan lengkap ikon-ikon dari program BASCOM

<i>Icon</i>	<i>Nama</i>	<i>Fungsi</i>	<i>Shortcut</i>
	<i>File New</i>	Membuat file baru	Ctrl+N
	<i>Open File</i>	Untuk Membuka File	Ctrl+N
	<i>File Close</i>	Untuk Menutup proram yang dibuka	Ctrl+O

	<i>File Save</i>	Untuk menyimpan file	Ctrl+S
	<i>Save as</i>	Menyimpan dengan nama yang lain	-
	<i>Print preview</i>	Untuk melihat tampilan sebelum dicetak	-
	<i>Print</i>	Untuk mencetak dokumen	Ctrl+P
	<i>Exit</i>	Untuk Keluar dari program	-
	<i>Program</i>	Untuk mengkompile program yang dibuat,	F7
	<i>compile</i>	Outputnya bisa berupa *.hex, *.bin dll	
	<i>Syntax check</i>	Untuk memeriksa kesalahan bahasa	Ctrl+F7
	<i>Show result</i>	Untuk menampilkan hasil kompilasi	Ctrl+W
		program	

Armansyah,2018 ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika
Volume: 02, Number : 01, April 2018 ISSN 2598-6341 (online)

Tabel 2.5. Keterangan menu *show result*

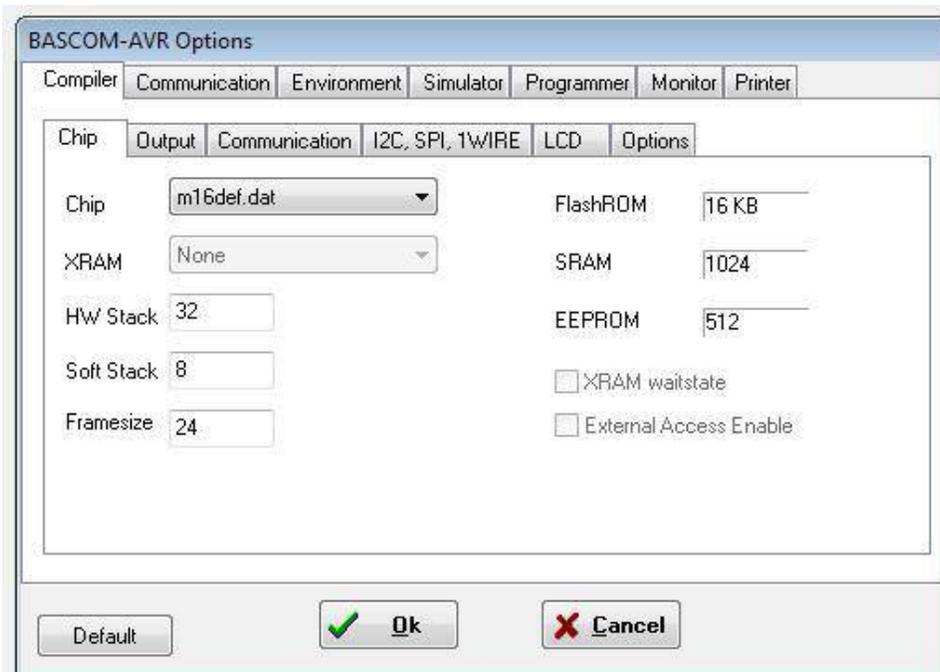
Info	Keterangan
Compiler	Versi dari compiler yang digunakan
Processor	Menampilkan target prosesor yang dipilih
Date and time	Tanggal dan waktu kompilasi
Baud rate dan xtal	Baudrate yang dipilih dan kristal yang digunakan uP.
Error	Error nilai Baud yang di set dengan nilai baud
	sebenarnya

Flash Used	Persentase flash ROM yang terisi program
Stack Start	Lokasi awal stack pointer memori
RAM Start	Lokasi awal eksternal RAM.
LCD Mode	Mode LCD yang digunakan, 4 bit atau 8 bit

Armansyah,2018 ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika
Volume: 02, Number : 01, April 2018 ISSN 2598-6341 (online)

2.5.2 Compiler

BASCOM-AVR menyediakan pilihan untuk memodifikasi pilihan-pilihan pada kompilasi. Dengan memilih menu *Compiler* maka jendela berikut akan ditampilkan.



Gambar 2.13 Gambar 2.9 Jendela Option

Vina Eriyani,dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume
06 , No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X

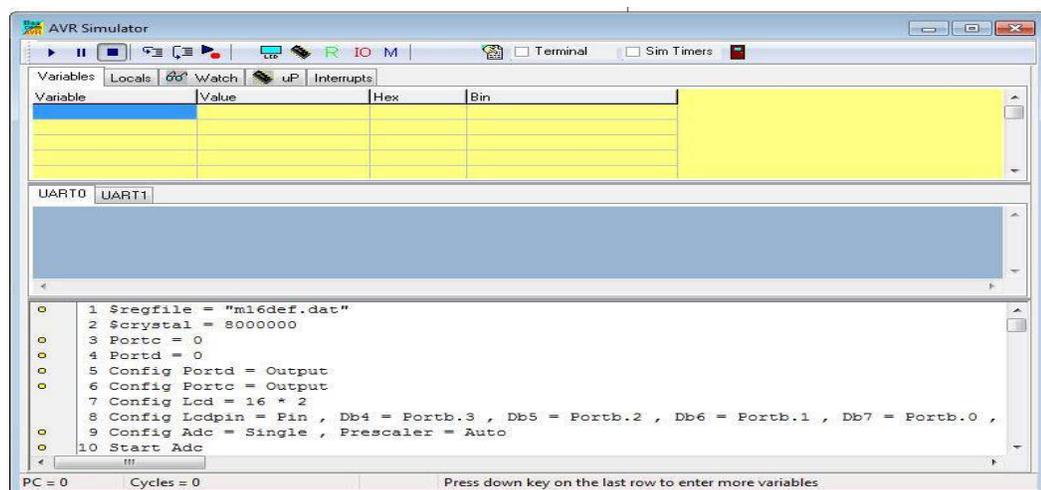
Tabel 2.6. Keterangan dari Tab Menu Chip

TAB Menu	OPTION	Keterangan
Chip	Chip	Mikrokontroller yang digunakan, sebagai contoh m8535.dat untuk ATMEGA8535
	XRAM	Jika menggunakan eksternal RAM nilai ini bias ditampilkan
	HW Stack	Stack memory hardware, setiap Gosub membutuhkan 2 byte. Jika menggunakan interupsi, naikan nilainya
	Soft stack	Stack software, nilai defaultnya 8
	FlashROM	Nilai flashROM Chip yang dipilih
	SRAM	Nilai RAM internal Chip yang dipilih
	EEPROM	Nilai EEPROM chip yang terpilih
Output		File Output yang akan dihasilkan dalam proses kompilasi
Communication	Baudrate 0	Nilai Baudrate yang digunakan dalam komunikasi serial
	Frekuensi	Nilai osilator yang digunakan
	Error	Error antara baudrate yang dipilih dengan nilai sebenarnya, hal ini tergantung pada osilator yang dipilih

I2C, SPI, 1 wire	SDA	Pin yang berfungsi untuk data serial dalam komunikasi I2C
	SCL	Pin yang berfungsi untuk data clock dalam komunikasi I2C
	1 Wire	Pin yang digunakan untuk komunikasi 1 Wire
	SPI	Pin yang digunakan untuk komunikasi serial sinkron
LCD		Pemilihan Port yang digunakan untuk tampilan LCD, jenis LCD

Vina Eriyani,dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06 , No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X

BASCOM-AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Agar dapat menjalankan simulator ini, file DBG dan OBJ harus dipilih pada menu *Options Compiler Output*. Tampilan program simulasi adalah sebagai berikut:



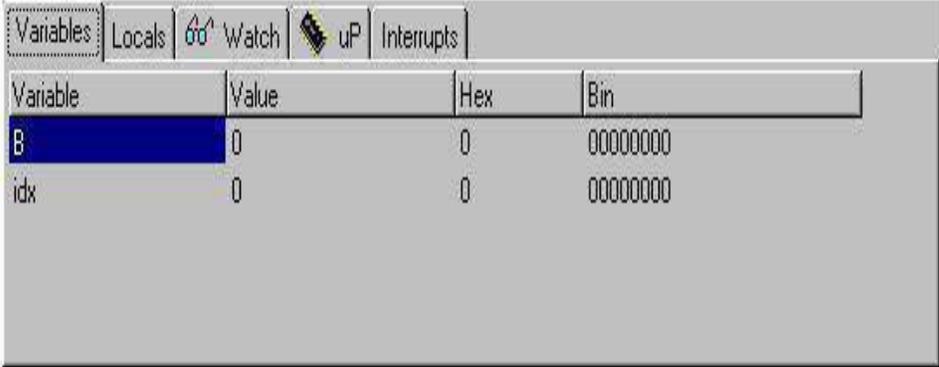
Gambar 2.14 Interface Simulator BASCOM AVR

Vina Eriyani,dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06 , No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X

Tekan tombol  untuk memulai simulasi. Dan untuk memberhentikan simulasi atau menahan proses simulasi gunakan tombol disebelahnya. Layar biru ditengah merupakan simulasi layar monitor ketika menggunakan komunikasi serial. Untuk dapat mengamati perubahan-perubahan nilai register atau variabel selama program berjalan, simulator ini menyediakan beberapa jendela, antara lain:

1. Variabel

Jendela ini berisi tabel yang berfungsi untuk mengamati nilai variabel-variabel yang digunakan dalam program yang sedang disimulasikan. Untuk menambahkan variabel klik ganda pada kolom variabel maka daftar variabel akan ditampilkan, klik variabel yang ingin diamati

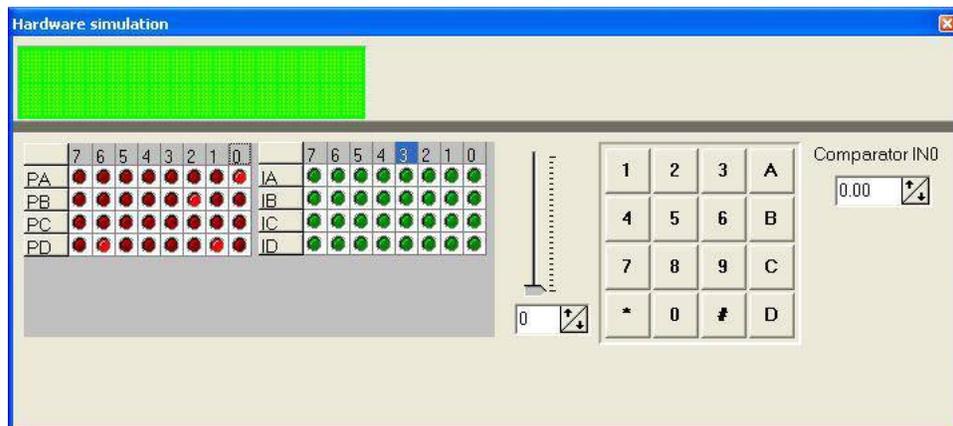


Variable	Value	Hex	Bin
B	0	0	00000000
idx	0	0	00000000

Gambar 2.15 Jendela Variabel

Vina Eriyani, dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06, No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X Simulasi *Hardware*

Selain itu Untuk dapat melihat perubahan data pada setiap port atau ketika kita ingin memberikan input pada pin-pin tertentu dari mikrokontroler, maka gunakan tombol  untuk menampilkan jendela sebagai berikut:



Gambar 2.16 Jendela Simulasi Hardware

Vina Eriyani, dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06 , No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X Simulasi *Hardware*

2.5.3 Dasar Pemrograman Bascom

1. Tipe Data

Setiap variabel dalam BASCOM memiliki tipe data yang menunjukkan daya tampung variabel tersebut, hal ini berhubungan dengan penggunaan memori dari mikrokontroler. Berikut ini adalah tipe data pada BASCOM berikut keterangannya.

Tabel 2.7. Tipe Data BASCOM

Tipe Data	Kepastian (Byte)	Jangkauan Nilai
Bit	1/8	0 dan 1
Byte	1	0-255
Integer	2	-32.768 – +32.767
Word	2	0 – 65.535

Long	4	-2.147.483.648 – +2.147.483.647
Single	4	$1,5 \times 10^{-45} - 3,4 \times 10^{38}$
Double	8	$5 \times 10^{-324} - 1,7 \times 10^{308}$
String	254	

Vina Eriyani,dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06 ,No 03 (2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X Simulasi Hardware

2. Variabel

Variabel dalam sebuah pemrograman berfungsi sebagai tempat penyimpanan data atau penampung data sementara, misalnya menampung hasil perhitungan, menampung data hasil pembacaan register dan lain lain. Variabel merupakan pointer yang menunjuk pada alamat memori fisik di mikrokontroler. Dalam BASCOM ada beberapa aturan dalam penamaan sebuah variable:

- a. Nama variabel maksimum terdiri atas 32 karakter
- b. Karakter bias berupa angka atau huruf
- c. Nama variabel harus dimulai dengan huruf
- d. variabel tidak boleh menggunakan kata-kata yang digunakan oleh BASCOM sebagai perintah, pernyataan, internal register dan nama operator (AND,OR, DIM dan lain-lain). Sebelum variabel digunakan maka variabel tersebut harus dideklarasikan terlebih dahulu, dalam BASCOM ada beberapa cara untuk mendeklarasikan sebuah variabel. Yang pertama dengan menggunakan pernyataan “DIM” diikuti nama

dan tipe datanya, contoh pendeklarasian menggunakan DIM sebagai berikut:

- 1) Dim nama as byte
- 2) Dim tombol1 as integer
- 3) Dim tombol2 as word
- 4) Dim tombol3 as word

3. Alias

Dengan menggunakan **ALIAS** sebuah variabel yang sama dapat diberikan nama yang lain, tujuannya untuk mempermudah proses pemrograman. Biasanya **ALIAS** digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku seperti port mikrokontroler.

- a. LEDBAR alias portA
- b. Tombol1 alias port.1

Dengan deklarasi seperti di atas maka perubahan pada tombol1 akan merubah kondisi dari P0.1 . Selain mengganti nama port **ALIAS** juga dapat digunakan untuk mengakses bit tertentu dari sebuah variabel yang telah dideklarasikan:

- a. Dim LedBar as byte
- b. Led1 as LedBar.0
- c. Led2 as LedBar.1

2.5.4 Kontrol Program

Pada BASCOM, Kontrol program dikelompokkan kedalam tiga kategori yaitu berdasarkan perulangan (Do..Loop, For.. Next), kondisi/percabangan (IF.. Then .. ,Select- Case) dan Lompatan (Gosub, Goto). Berikut akan dijelaskan satu persatu:

1. DO...LOOP

Perintah **Do..loop** digunakan untuk mengulangi sebuah blok pernyataan terus menerus. Untuk membatasi perulangannya dapat ditambahkan sebuah syarat kondisi agar perulangan berhenti dan perintahnya menjadi **Do..loop until**. Sintaknya sebagai berikut:

```
Do
    <blok pernyataan>
```

Yang menggunakan perintah **Do..Loop Until**

```
Do
    <blok pernyataan>
Loop Until <syarat kondisi>
```

2. FOR...NEXT

Perintah ini digunakan untuk mengeksekusi sebuah blok pernyataan secara berulang. Perintah ini hampir sama dengan perintah **Do..Loop** namun pada perintah **For..Next** ini nilai awal dan akhir perulangan serta tingkat kenaikan atau turunnya bisa ditentukan. Penggunaannya sebagai berikut:

```
FOR var = start TO/DOWNTO end [STEP value]
    <blok pernyataan>
```

Untuk menaikkan nilai perulangan gunakan **To** dan untuk menurunkan gunakan **Downto**. Tingkat kenaikan merupakan pilihan, jadi bisa digunakan ataupun tidak. Jika nilai kenaikan tidak ditentukan maka secara otomatis BASCOM akan menentukan nilainya yaitu 1:

3. **IF...THEN**

Dengan pernyataan ini kita dapat mengetes sebuah kondisi tertentu dan kemudian menentukan tindakan yang sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Sintak penulisannya adalah sebagai berikut:

IF <syarat Kondisi> **THEN** <Pernyataaan>

Sintak diatas digunakan jika hanya ada satu kondisi yang diuji dan hanya melakukan satu tindakan. Jika melakukan lebih dari satu tindakan maka sintaknya adalah:

IF <syarat kondisi> **THEN**

<pernyataan ke-1>

<pernyataan ke-2>

Pada sintak di atas BASCOM akan menguji kondisi 1, jika kondisi 1 tidak terpenuhi maka BASCOM akan mengujai kondisi 2, begitu seterusnya hingga BASCOM menemukan satu kondisi yang memenuhi. Jika dari semua kondisi itu tidak ada yang memenuhi maka BASCOM akan mengeksekusi blok pernyataan ELSE. (Arif Johar Taufiq, dkk 2014 Techno Volume 15 No. 2 Oktober 2014 Hal. 23 – 29 ISSN 1410 – 8607)

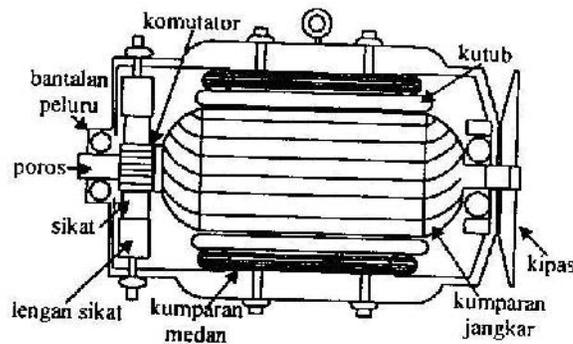
2.6 Motor DC

Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Pada prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja sebagai generator arus searah akan dapat bekerja sebagai motor arus searah. Oleh sebab itu, sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah. Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat. (Nalaprana Nugroho,dkk 2015 Mikrotiga, Vol 2, No. 1 Januari 2015 ISSN : 2355 – 0457)

Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya sehingga akan menimbulkan momen puntir atau torsi.

2.6.1 Konstruksi Arus Searah

Gambar di bawah ini merupakan konstruksi motor arus searah:



Gambar 2.17 Konstruksi motor arus searah

Sumber: Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Mikrotiga, Vol 2, No. 1 ISSN : 2355 – 0457

Keterangan dari gambar di atas sebagai berikut:

1. Badan motor (rangka)

Rangka (frame atau yoke) mesin arus searah seperti juga mesin-mesin listrik lainnya secara umum memiliki dua fungsi, yaitu:

- a. Merupakan sarana pendukung mekanik untuk mesin secara keseluruhan
- b. Untuk membawa fluks magnetik yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet. Untuk mesin kecil, pertimbangan harga lebih dominan dari pada beratnya, biasanya rangkanya terbuat dari besi tuang (cast iron), tetapi untuk mesin-mesin besar umumnya terbuat dari baja tuang (cast steel) atau lembaran baja (rolled steel). Rangka ini pada bagian dalam dilaminasi untuk mengurangi rugi-rugi inti, selain itu rangka ini juga harus memiliki permeabilitas yang tinggi, disamping kuat secara mekanik. Biasanya pada motor terdapat papan nama (name plate) yang bertuliskan spesifikasi umum atau data-data teknik dari mesin, juga

terdapat kotak ujung yang merupakan tempat-tempat ujung-ujung belitan penguat medan dan lilitan jangkar.

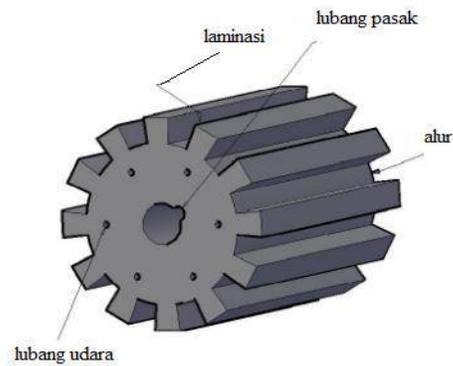
2. Kutub

Kutub medan terdiri atas inti kutub dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara dibuat lebih besar dari badan inti. Adapun fungsi dari sepatu kutub adalah:

- a. Sebagai pendukung secara mekanis untuk kumparan medan
- b. Menghasilkan distribusi fluksi yang lebih baik yang tersebar di seluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung

3. Inti Jangkar

Inti jangkar yang umum digunakan dalam motor arus searah adalah berbentuk silinder yang diberi alur-alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan-kumparan tempat terbentuknya GGL induksi. Inti jangkar yang terbuat dari bahan ferromagnetik, dengan maksud agar komponen-komponen (lilitan jangkar) terletak dalam daerah yang induksi magnetnya besar, supaya ggl induksi dapat bertambah besar. Seperti halnya inti kutub magnet maka jangkar dibuat dari bahan berlapis- lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus linier ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.18 Inti jangkar yang berlapis lapis

Sumber: Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Mikrotiga, Vol 2, No. 1 ISSN : 2355 – 0457

Bahan yang digunakan untuk jangkar ini sejenis campuran baja silikon. Pada umumnya alur tidak hanya diisi satu kumparan yang tersusun secara berlapis.

4. Kumparan Jangkar

Kumparan jangkar pada motor arus searah merupakan tempat dibangkitkannya ggl induksi. Pada motor DC penguatan kompon panjang kumparan medannya diserikan terhadap kumparan jangkar, sedangkan pada motor DC penguatan kompon pendek kumparan medan serinya diparalel terhadap kumparan jangkar.

5. Kumparan Medan

Kumparan medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Rangkaian medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi utama dibentuk dari kumparan pada setiap kutub. Pada aplikasinya rangkaian medan dapat dihubungkan dengan kumparan jangkar baik seri maupun

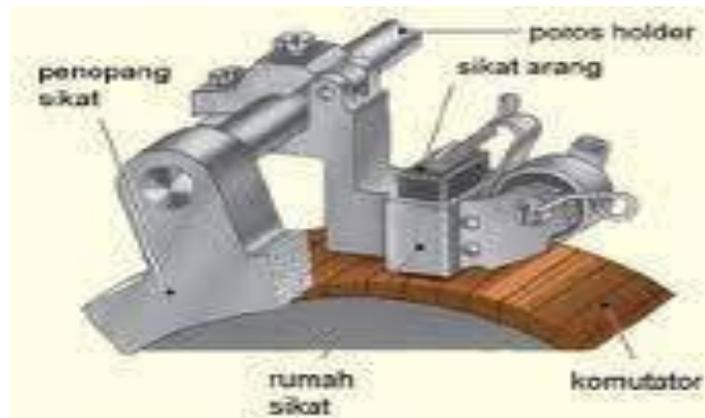
paralel dan juga dihubungkan tersendiri langsung kepada sumber tegangan sesuai dengan jenis penguatan pada motor.

6. Komutator

Untuk memperoleh tegangan searah diperlukan alat penyearah yang disebut komutator dan sikat. Komutator terdiri dari sejumlah segmen tembaga yang berbentuk lempengan-lempengan yang dirakit ke dalam silinder yang terpasang pada poros. Di mana tiap-tiap lempengan atau segmen-segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya

7. Sikat-Sikat

Sikat-sikat ini (gambar 2.3) berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus ke kumparan jangkar. Dimana permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan.



Gambar 2.19 Sikat –Sikat

Tri Watiningsih, 2015 Techno Volume 16 No. 1, April 2015 Hal.
01 – 09 ISSN 1410 – 8607

Disamping itu sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi.

Karbon yang ada diusahakan memiliki konduktivitas yang tinggi untuk

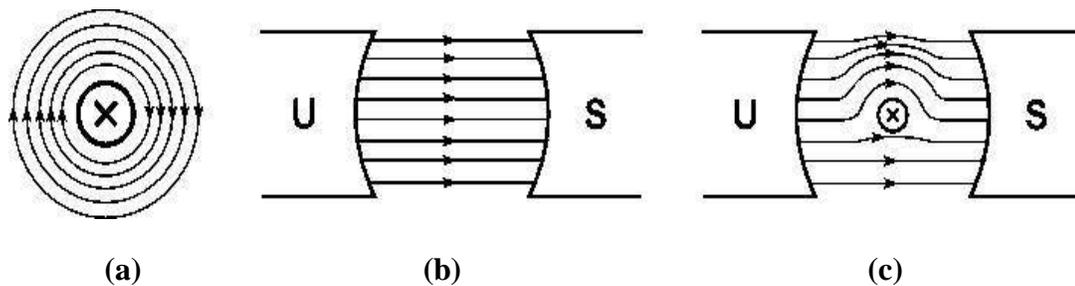
mengurangi rugi-rugi listrik. Agar gesekan antar komutator-komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator. Maka sikat harus lebih lunak dari pada komutator.

8. Celah Udara

Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan jangkar dengan permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub. Fungsi dari celah udara adalah sebagai tempat mengalirnya fluksi yang dihasilkan oleh kutub-kutub medan.

2.6.2 Prinsip Kerja Motor Arus Searah

Sebuah konduktor yang dialiri arus mempunyai medan magnet disekelilingnya. Pada saat konduktor yang dialiri arus listrik yang ditempatkan pada suatu medan magnet maka konduktor akan mengalami gaya mekanik, seperti diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

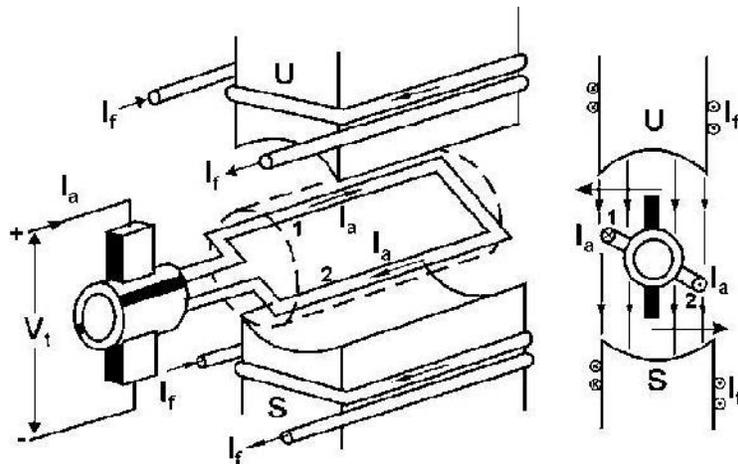


Gambar 2.20 Pengaruh penempatan konduktor berarus dalam medan magnet
 Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Mikrotiga,
 Vol 2, No. 1 ISSN : 2355 – 0457

Pada gambar (a) menggambarkan sebuah konduktor yang dialiri arus listrik menghasilkan medan magnet disekelilingnya. Arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor dapat diperoleh dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Kuat

medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada konduktor. Sedangkan gambar (b) menunjukkan sebuah medan magnet yang arah medan magnetnya adalah dari kutub utara menuju kutub selatan. Pada saat konduktor dengan arah arus menjauhi pembaca ditempatkan didalam medan magnet seragam, maka medan gabungannya akan seperti yang ditunjukkan pada gambar (c) daerah di atas konduktor, medan yang ditimbulkan konduktor adalah dari kiri ke kanan, atau pada arah yang sama dengan medan utama. Hasilnya adalah memperkuat medan atau menambah kerapatan fluksi di atas konduktor dan melemahkan medan atau mengurangi kerapatan fluksi di bawah konduktor.

Dalam keadaan ini, fluksi di daerah di atas konduktor yang kerapatannya bertambah akan mengusahakan gaya ke bawah kepada konduktor, untuk mengurangi kerapatannya. Hal ini menyebabkan konduktor mengalami gaya berupa dorongan ke arah bawah. Begitu juga halnya jika arah arus dalam konduktor dibalik. Kerapatan fluksi yang berada di bawah konduktor akan bertambah sedangkan kerapatan fluksi di atas konduktor berkurang. Sehingga konduktor akan mendapatkan gaya tolak ke arah atas. Konduktor yang mengalirkan arus dalam medan magnet cenderung bergerak tegak lurus terhadap medan Prinsip kerja sebuah motor arus searah dapat dijelaskan dengan gambar berikut ini.



Gambar 2.21 Prinsip perputaran motor DC

Prinsip perputaran motor DC, 2015 Jurnal @Trisula LP2M Undar edisi 1 Vol. 1/2015
ISSN. 2442-3238

Pada saat kumparan medan dihubungkan dengan sumber tegangan, mengalir arus medan I_f pada kumparan medan karena rangkaian tertutup sehingga menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan. Selanjutnya ketika kumparan jangkar dihubungkan ke sumber tegangan, pada kumparan jangkar mengalir arus jangkar I_a . Arus yang mengalir pada konduktor-konduktor kumparan jangkar menimbulkan fluksi magnet yang melingkar. Fluksi jangkar ini memotong fluksi dari kutub medan, sehingga menyebabkan perubahan kerapatan fluksi dari medan utama. Hal ini menyebabkan jangkar mengalami gaya sehingga menimbulkan torsi. Gaya yang dihasilkan pada setiap konduktor dari sebuah jangkar, merupakan akibat aksi gabungan medan utama dan medan disekeliling konduktor. Gaya yang dihasilkan berbanding lurus dengan besar fluksi medan utama dan kuat medan di sekeliling konduktor. Medan di sekeliling masing-masing

konduktor jangkar tergantung pada besarnya arus jangkar yang mengalir pada konduktor tersebut. Arah gaya ini dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri.

Besarnya gaya $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\theta$, karena arus jangkar (I) tegak lurus dengan arah induksi magnetik (B) maka besar gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada konduktor jangkar yang ditempatkan dalam suatu medan magnet adalah :

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ Newton} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

F = Gaya lorenz (Newton)

I = Arus yang mengalir pada konduktor jangkar (Ampere)

B = Kerapatan fluksi (Weber/m²)

l = Panjang konduktor jangkar (m)

Sedangkan torsi yang dihasilkan motor dapat ditentukan dengan :

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots (2.2)$$

Bila torsi yang dihasilkan motor lebih besar dari pada torsi beban maka motor akan berputar. Besarnya torsi beban dapat dituliskan dengan:

$$T = K \cdot \Phi \cdot I \dots\dots\dots (2.3)$$

$$K = \frac{P \cdot Z}{2\pi a} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

T = torsi (N-m)

r = jari-jari rotor (m)

K = konstanta (bergantung pada ukuran fisik motor)

Φ = fluksi setiap kutub

α = arus jangkar (A)

P = jumlah kutub

z = jumlah konduktor

a = cabang paralel

2.6.3 GGL Lawan Pada Motor Arus Searah

Ketika jangkar motor berputar konduktornya juga berputar dan memotong fluksi utama. Sesuai dengan hukum faraday, akibat gerakan konduktor di dalam suatu medan magnetik maka pada konduktor tersebut akan timbul GGL induksi yang diinduksikan pada konduktor tersebut dimana arahnya berlawanan dengan tegangan yang diberikan pada motor. Karena arahnya melawan, maka hal tersebut disebut GGL lawan. Besarnya tegangan yang diinduksikan tersebut sesuai dengan persamaan berikut:

$$E_b = \frac{P Z n \Phi}{a 60} \text{ (volt)} \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

Persamaan tegangan secara umum dapat ditulis sebagai berikut:

$$E_b = K' n \Phi \quad \text{.....} \quad (2.6)$$

Dimana:

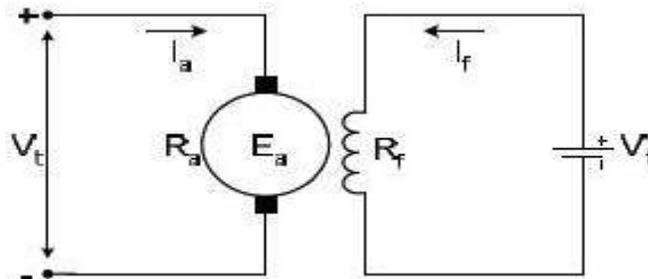
$$K' = \text{konstanta} = \frac{P \cdot Z}{a \cdot 60} \dots\dots\dots (2.7)$$

2.6.4 Jenis –jenis Motor Arus Searah

Jenis-jenis motor arus searah dapat dibedakan berdasarkan jenis penguatannya, yaitu hubungan rangkaian kumparan medan dengan kumparan jangkar. Sehingga motor arus searah dibedakan menjadi:

1. Motor Arus Searah Penguatan Bebas

Motor arus searah penguatan bebas adalah motor arus searah yang sumber tegangan penguatannya berasal dari luar motor. Di mana kumparan medan disuplai dari sumber tegangan DC tersendiri. Rangkaian ekivalen motor arus searah penguatan bebas dapat dilihat pada gambar di bawah ini: Rangkaian ekivalen motor arus searah penguatan bebas.



Gambar 2.22 Motor arus searah penguatan bebas

Sumber: Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Mikrotiga, Vol 2, No. 1 ISSN : 2355 – 0457

Persaman umum motor arus searah penguatan bebas:

$$V_t = E_a + I R_a \dots\dots\dots (2.8)$$

$$V = I + R \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

V_t = tegangan terminal jangkar motor arus searah (volt)

I_a = arus jangkar (Amp)

R_a = tahanan jangkar (ohm)

I_f = arus medan penguatan bebas (amp)

R_f = tahanan medan penguatan bebas (ohm)

V_f = tegangan terminal medan penguatan bebas (volt)

E_u = gaya gerak listrik motor arus searah (volt)

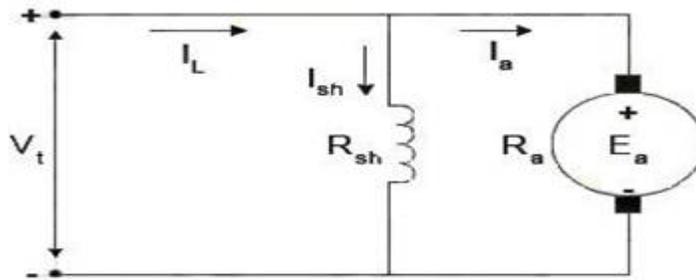
Umumnya jatuh tegangan pada sikat relatif kecil sehingga besarnya dapat diabaikan. Dan untuk rumus selanjutnya V_{sikat} ini diabaikan

2. Motor Arus Searah Penguatan Sendiri

Motor arus searah penguatan sendiri dibagi atas tiga yaitu:

a. Motor Arus Searah Penguatan Shunt

Rangkaian ekivalen motor arus searah penguatan shunt

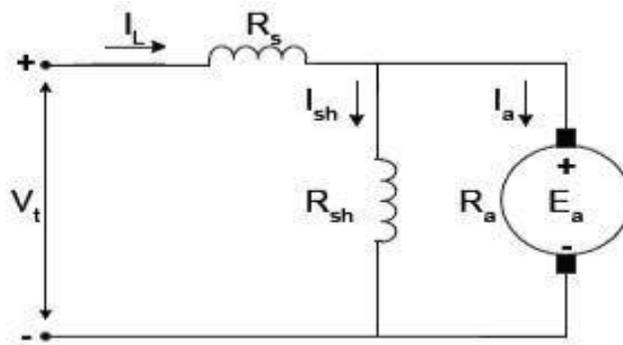


Gambar 2.23 Motor arus searah penguatan shunt

Sumber: Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Mikrotiga, Vol 2, No. 1

b. Motor Arus Searah Penguatan Kompond Pendek

Rangkaian ekivalen motor arus searah penguatan kompond pendek



Gambar 2.24 Motor arus searah penguatan kompond pendek

Sumber: Nalaprana Nugroho, 2015 Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Mikrotiga, Vol 2, No. 1

BAB 3

PERANCANAGAN ALAT

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 Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 ini. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2019 Jln.Madong Lubis no 7 kelurahan sidodadi kec medan timur Sumatera Utara

3.2 Perancangan *Hardware* dan *Software*

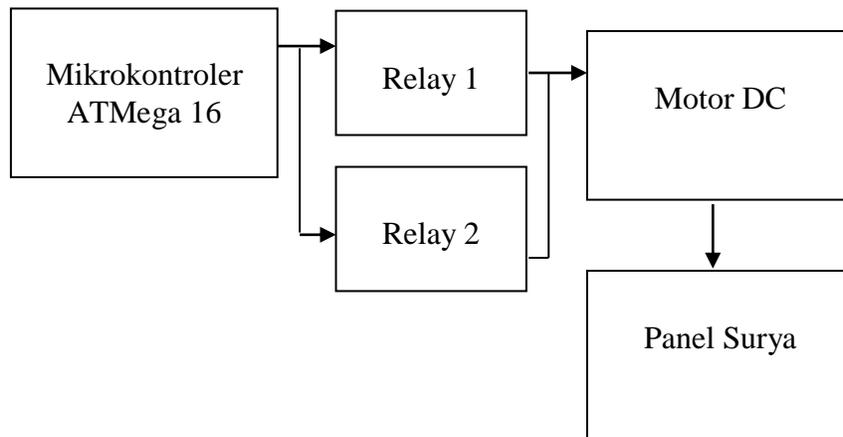
Perancangan sistem Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 ini terbagi atas dua bagian, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* terbagi atas perancangan sistem control, perancangan unit masukan, perancangan unit keluaran dan perancangan unit *power supply*. Sedangkan perancangan *software* terdiri dari perancangan program baahasa basic.

3.2.1 *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.

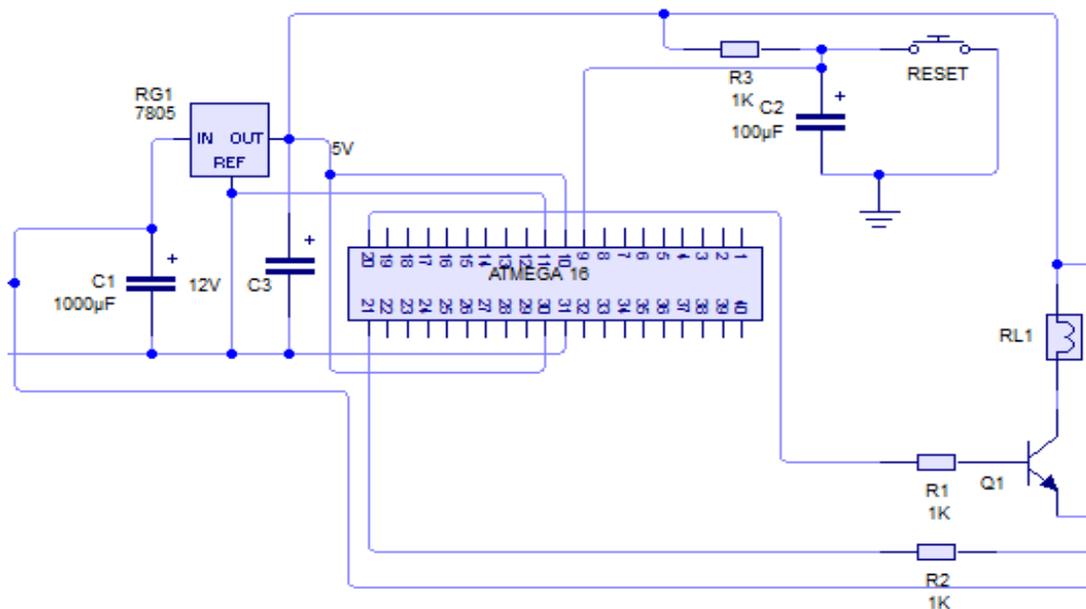
3.2.2 Blok Diagram



Gambar 3.1 Blok Diagram Rangkaian
Penulis, 2019

Dari gambar blok diagram diatas penulis menjelaskan bahwa, mikrokontroller sebagai pengontrol waktu yang telah di tentukan untuk menggerakkan panel surya melalui relay 1 dan relay 2, relay 1 berfungsi sebagai mengaktifkan putaran motor terhadap panel surya yang telah ditentukan waktunya menggunakan program mikrokontroler, dan relay 2 berfungsi sebagai mengaktifkan putaran motor kearah putaran yang berlawanan untuk mengembalikan posisi panel surya kearah yang semula.

3.2.3 Rangkaian Minimum ATmega 16



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum ATmega16
Penulis,2019

Rangkaian sistem minimum adalah rangkaian minimal dimana *chip* mikrokontroler dapat bekerja (*running*). Chip AVR Atmega dilengkapi dengan osilator internal sehingga, untuk menghemat biaya (*cost*), tidak perlu menggunakan kristal/resonator eksternal untuk sumber *clock* CPU.

Untuk membuat rangkaian sistem minimum diperlukan beberapa komponen yaitu :

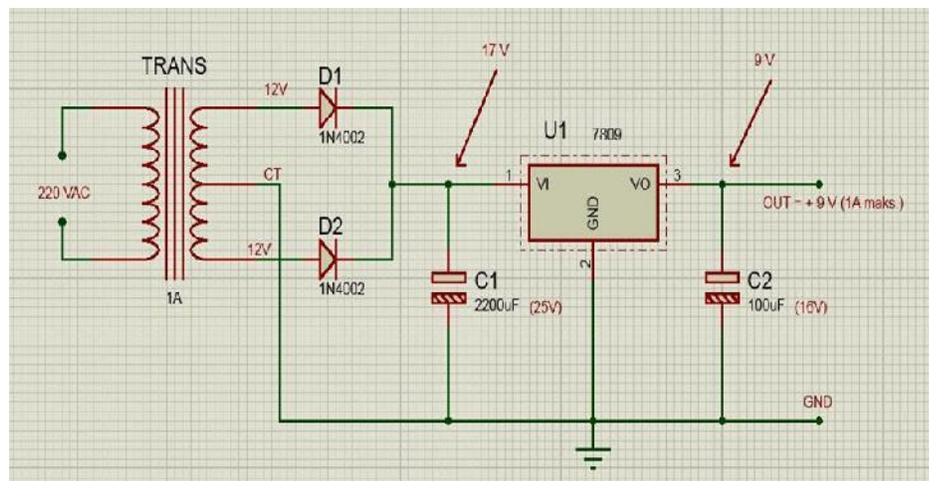
1. IC mikrokontroler ATmega16
2. 3 kapasitor kertas yaitu 22 pF (C2 dan C3) serta 100 nF(C4)
3. 1 kapasitor eletrolit 4.7 uF (c1) 2 resistor yaitu 100 ohm (R1) dan 10 Kohm (R3)

4. 1 tombol reset pushbutton (PB1)
5. Rangkaian sistem minimum ATMeaga16 dapat dilihat pada gambar diatas.

Program memori adalah memori *Flash PEROM* yang bertugas menyimpan program (software) yang kita buat dalam bentuk kode-kode program (berisi alamat beserta kode program dalam ruangan memori alamat tersebut) yang kita *compile* berupa bilangan heksa atau biner.

3.2.4 Regulator Tegangan

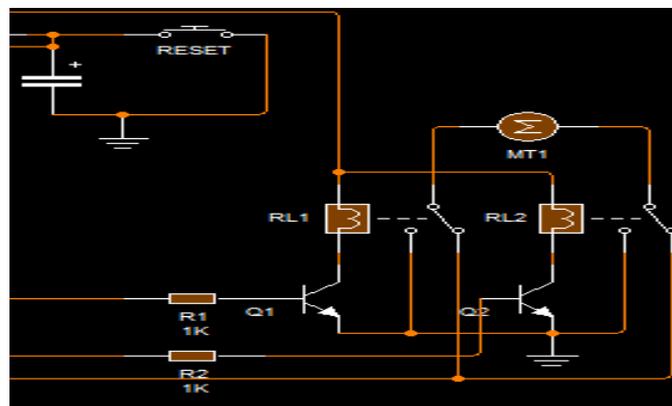
Rangkaian regulator tegangan adalah rangkaian pengatur tegangan agar tegangan yang keluar dari rangkaian ini tetap pada satu nilai meskipun masukannya lebih besar dari nilai yang diinginkan. Pada rancangan ini digunakan LM7809 sebagai regulator tegangan dikarenakan LM7809 bisa menerima tegangan masukan antara 8V-18V tetapi tegangan keluarannya bernilai 5V yang sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler sebagai catu dayanya.



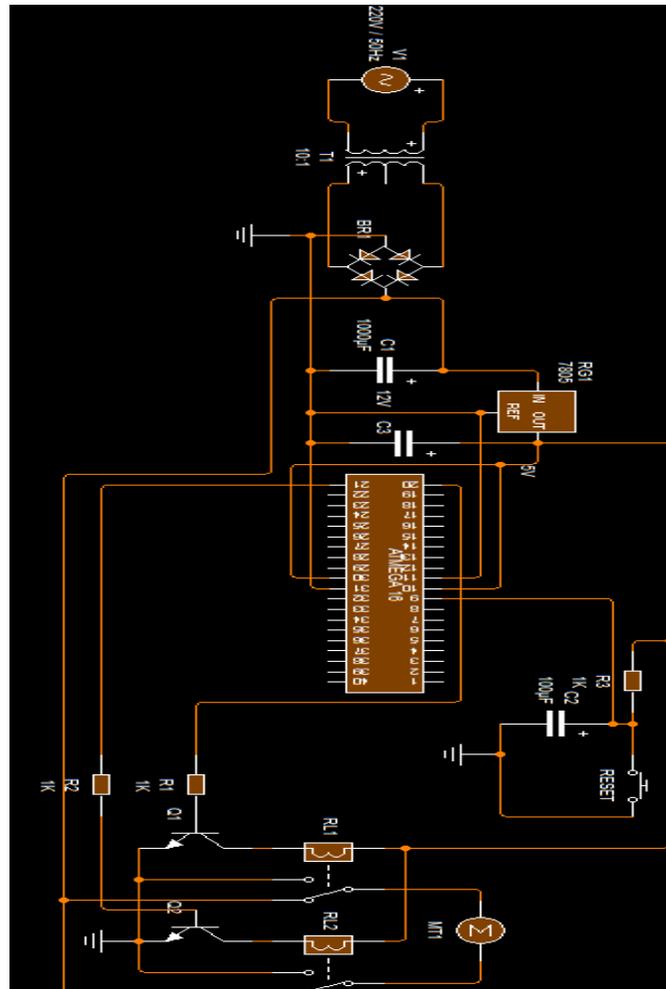
Gambar 3.3 Rangkaian Regulator Tegangan
Penulis, 2019

3.2.5 Rangkaian Relay

Scara sederhana bekerja sebagai saklar pada suatu rangkaian listrik. Relay yang kini ada di pasaran bisa digunakan pada rangkaian AC maupun DC sesuai dengan petunjuk pemakaian dan penggunaannya. Biasanya, pada relay tertulis jenis relay tersebut apakah untuk listrik AC atau listrik DC. Saat ini, tersedia relai dengan berbagi bentuk dan ukuran. Namun demikian, untuk lebih mudah biasanya dibedakan berdasarkan jumlah kaki rela yang ada. Untuk relay 5 kaki, setiap kaki relay akan memiliki kode yang biasanya ditandai dengan angka untuk membedakan fungsi kaki relay tersebut. Setiap kaki relay akan memiliki fungsi yang berbeda antara satu dan lainnya. Sehingga bila terjadi pemasangan kaki dengan konfigurasi yang berbeda maka akan membuat fungsi relay menjadi berbeda pula.

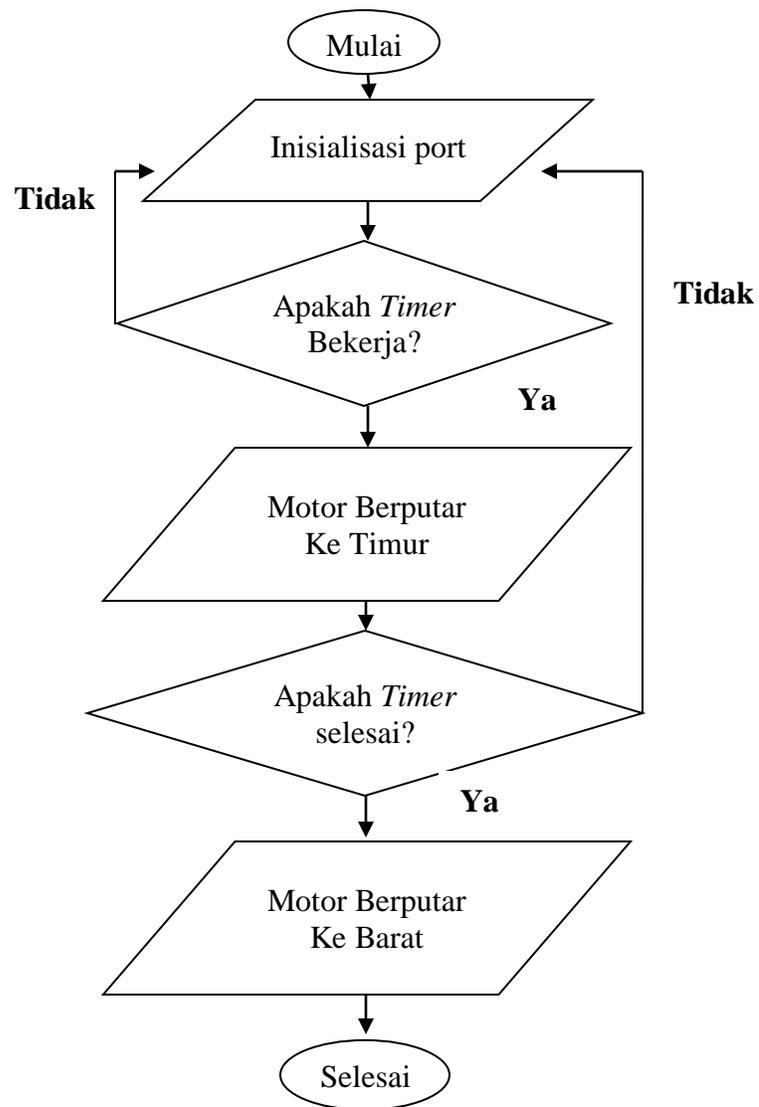


Gambar 3.4 Rangkaian Relay
Penulis,2019



Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan
Penulis, 2019

3.3 Flowchart



Gambar 3.6 Flowchart
Penulis, 2019

Dari gambar flowchart diatas penulis dapat menjelaskan

1. Mulai
2. Inisialisasi port pada program

3. Apakah timer atau waktu yang telah di tentukan dalam program bekerja?
Jika timer atau waktu bekerja maka
4. Secara otomatis motor akan berputar kearah timur secara perlahan sesuai dengan putaran ditentukan dalam pemrograman, jika timer atau waktu tidak bekerja maka perlu dilakukan pemeriksaan ulang pada setiap port rangkaian atau oemeriksaan pada inisialisasi program.
5. Jika timer atau waktu sudah selesai hingga waktu yang telah ditentukan maka
6. Secara otomatis motor akan berputar balik kearah barat dan berada dalam posisi awal, jika motor tidak berputar makaa perlu melakukan pemeriksaan ulang pada setiap rangkaian atau komponen dan lakukan pemeriksaan ulang pada inisialisasi port
7. selesai

BAB 4

HASIL DAN ANALISA

Sesuai dengan garis besar pada tujuan penelitian ini adalah membuat rancang bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. Ada beberapa langkah yang dipakai dalam pembuatan alat sebelum melakukan pengujian.

4.1 Pengujian Catu Daya

Pengujian catu daya bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran catu daya yang akan digunakan sebagai tegangan input kerja rangkaian mikrokontroler ATmega16. Pengujian ini dilakukan untuk menghindari tegangan yang tidak diharapkan. Sistem pengujian rangkaian catu daya dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian dengan cara menggunakan Voltmeter.

Sumber tegangan yang digunakan sebagai tegangan kerja pada rangkaian alat Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 memiliki sumber berasal dari DC12 V. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap rangkaian catu daya yaitu dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh masing-masing sumber tegangan yang dialirkan ke rangkaian mikrokontroler ATmega16. Berikut adalah tabel hasil dari pengukuran rangkaian catu daya ke mikrokontroler.

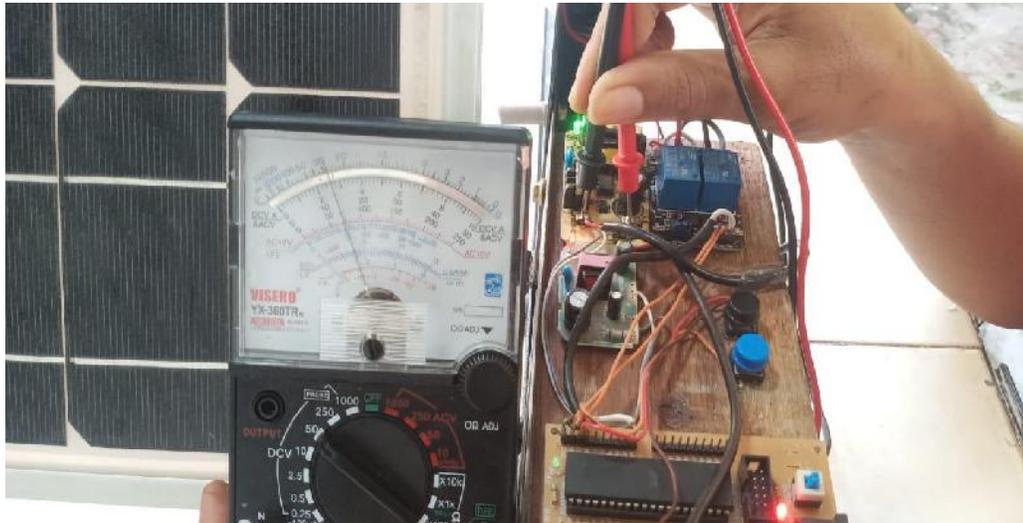
Tabel 4.1 Ujikesetabilan catu daya

Percobaan	Diharapkan berdasarkan data sheet	Hasil Pengukuran
	Vcc	Vcc
Ke-1	12 V	11,98 V
Ke-2	12 V	11,98 V
Ke-3	12 V	11,98 V
Ke-4	12 V	11,98 V
Ke-5	12 V	11,98 V
Nilai Rata-rata	12 V	11,98 V

Penulis,2019

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Aktual} - \text{Terbaca}}{\text{Aktual}}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Rata-rata Kesalahan DC } 12 \text{ V} &= \frac{12 \text{ V} - 11,98 \text{ V}}{12 \text{ V}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,02 \text{ v}}{12 \text{ v}} \times 100 \% \\ &= 0,17 \% \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Pengujian Catu Daya
Penulis, 2019

4.2 Hasil Keluaran Regulator Tegangan

Penggunaan regulator pada alat Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 difungsikan untuk memberikan tegangan konstan pada rangkaian sistem minimum alat timbangan. Berdasarkan *datasheet* terdapat beberapa tipe IC regulator yang menandakan tegangan keluaran yang dihasilkan. Pada pembuatan alat timbangan sawit otomatis menggunakan hidrolis yang dibuat menggunakan IC regulator 7805, menurut *data sheet* pada IC regulator 7805 ini mengeluarkan tegangan sebesar 5 volt DC yang mana tertera pada dua digit angka dari belakang pada *body* regulator

Sistem pengujian pada IC regulator 7805 dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh IC regulator 7805. Alasan pemilihan penggunaan IC regulator 7805 dikarenakan pada setiap komponen alat timbang

digital rata- rata bekerja berdasarkan tegangan 5V DC. Hasil pengujian IC regulator dapat dilihat pada table.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian IC Regulator

Percobaan	Diharapkan	Hasil Pengukuran	Presentase Kesalahan
Ke-1	5 V	4,96V	0,8%
Ke-2	5 V	4,96 V	0,8%
Ke-3	5 V	4,96V	0,8%
Ke-4	5 V	4,96V	0,8%
Ke-5	5 V	4,96V	0,8%
Nilai rata-rata	5 V	4,96 V	0,8%

Penulis,2019

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kesalahan IC 7805} &= \frac{5 \text{ V} - 4,96}{5 \text{ V}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,04 \text{ V}}{5 \text{ V}} \times 100\% \\
 &= 0,8 \%
 \end{aligned}$$

4.3 Pengujian Relay

Pada percobaan ini penulis menggunakan relay jenis normalysasi open 12 volt 5 kaki sebagai driver. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan positif dan negative pada relay. Pada gambar dibawah ini terdapat kabel yang terhubung dari catu daya ke kaki positif pada relay yang memberikan tegangan sebesar 12V dan kabel yang terhubung dari portc.0 dan portc.1 dari mikrokontroler ke kaki portc.0 dan

kaki portc.1 kepada IC yang memberikan tegangan 5V, dan keluaran dari IC ke relay adalah tegangan negative. Sehingga tegangan yang diterima relay adalah 12V.



Gambar 4.2 Pengujian Relay
Penulis,2019

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan Relay

Percobaan Ke	Atmega 16	Nilai logic	Output	Hasil Ukur
I	Port.0	0	Pin 1	0 Volt
	Port.1	1	Pin 2	12,25 Volt

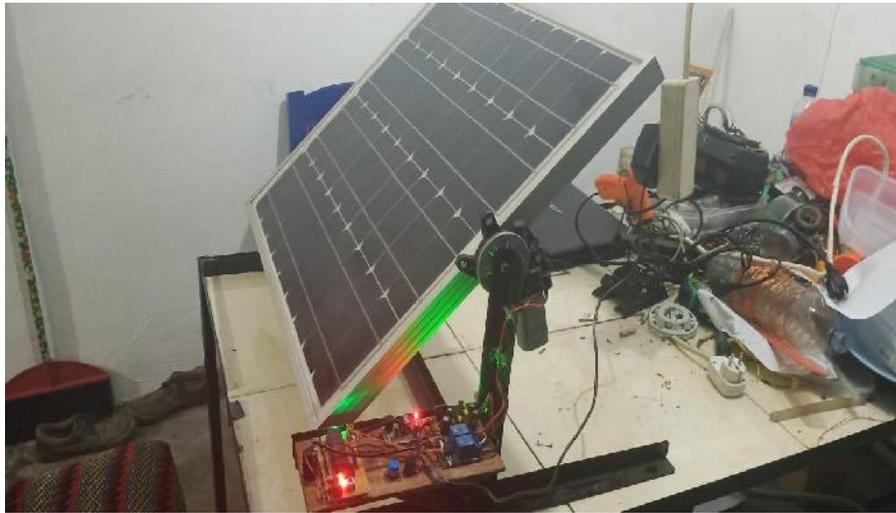
II	Port.0	1	Pin 1	12,25 Volt
	Port.1	0	Pin 2	0 Volt
III	Port.0	0	Pin 1	0 Volt
	Port.1	0	Pin 2	0 Volt

Penulis, 2019

4.4 Pengujian Kemiringan Panel Surya



Gambar 4.3 Kemiringan Panel surya pada jam 06.00 Wib
Penuli, 2019



Gambar 4.4 Kemiringan Panel surya pada jam 07.00 Wib
Penuli, 2019



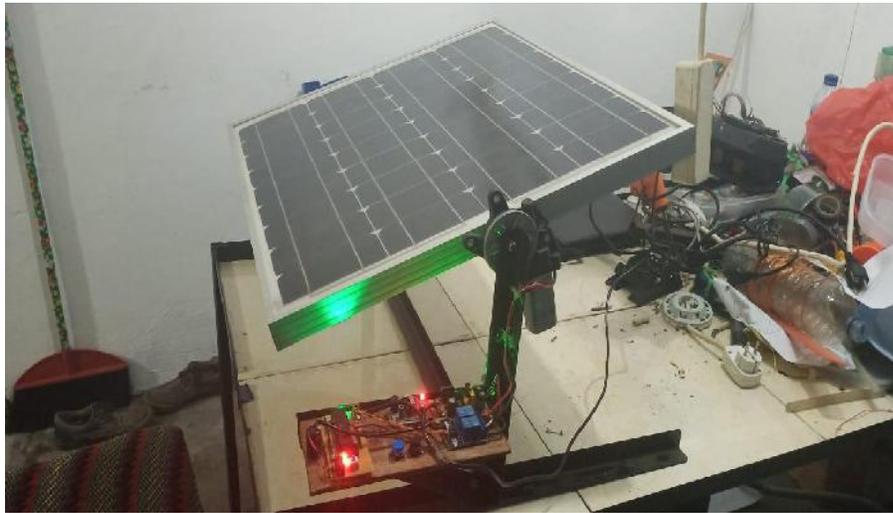
Gambar 4.5 Kemiringan Panel surya pada jam 08.00 Wib
Penuli, 2019



Gambar 4.6 Kemiringan Panel surya pada jam 09.00 Wib
Penuli, 2019



Gambar 4.7 Kemiringan Panel surya pada jam 10.00 Wib
Penuli, 2019



Gambar 4.8 Kemiringan Panel surya pada jam 11.00 Wib
Penuli, 2019

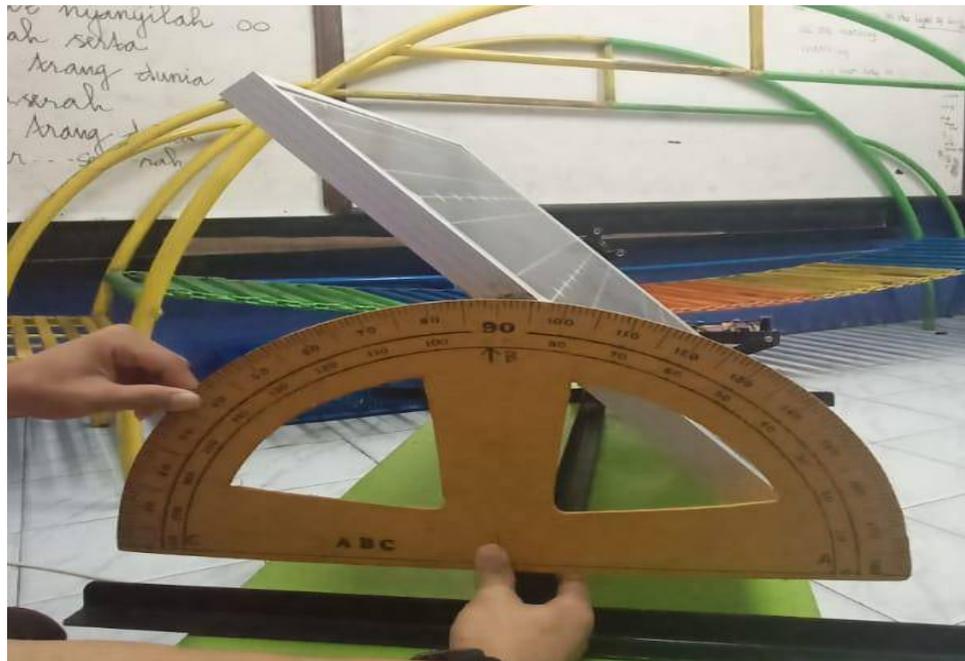


Gambar 4.9 Kemiringan Panel surya pada jam 12.00 Wib
Penuli, 2019

Pada setiap pergerakan setiap jam nya panel surya bergerak hingga 7.5° hingga pukul 18.00 wib, jika setelah jam 18.00 wib maka panel surya akan kembali ke posisi semula untuk pergerakan ke esokan harinya.

4.5 Pengujian Pergerakan Panel Surya

Karena Panjang $ON=OA$ maka segitiga yang terbentuk adalah segitiga siku siku sama kaki. Besar sudut yang dibentuk adalah Sudut $AOB=sudut\theta$ dimana Sudut $AOB=90^0$ karena berputar $\frac{1}{4}$ lingkaran = $\frac{1}{4} \times 360^0 = 90^0$. Titik A berpindah ke titik B sebanyak 12 kali, maka 1 klai berpindah = $90^0 / 12 = 7,5^0$. Jadi setiap kali panel surya bergerak hingga 7.5^0 .



Gambar 4.10 Kemiringan Panel Surya Sebelum Bergerak
Penulis, 2019

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Merancang sebuah alat Penggerak Otomatis Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 16, dapat diserap dan dihasilkan lebih optimal dibandingkan tanpa menggunakan Penggerak.
2. Hasil dari perancangan alat ini telah dibuktikan bahwa pergerakan yang diatur dengan menggunakan timer pada mikrokontroler telah sesuai dengan yang diharapkan.
3. panel surya dapat bergerak mengikuti sinar matahari dan menghasilkan energi maksimal

5.2. Saran

Adapun saran dari penulisan laporan kerja praktek ini adalah:

1. Untuk menciptakan sebuah perangkat yang baik tentu perlu dilakukan pengembangan baik dari sisi manfaat maupun dari sisi kerja system.
2. Untuk pengaplikasian selanjutnya dalam dunia industri sebaiknya daya solar panel diperbesar agar energi matahari dapat diserap lebih banyak
3. Motor yang digunakan untuk solar tracker seharusnya dapat mengimbangi beban berat dari papan solar panel agar motor bekerja tidak terlalu berat mengikuti arah pergerakan matahari

DAFTAR PUSTAKA

Adika Ikhwan Sempana,2017 Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 06 Nomor 03 Tahun 2017, ISSN 225-231

Agus Raikhani,2015 Jurnal @Trisula LP2M Undar edisi 1 Vol. 1/2015 ISSN. 2442-3238

Arif Johar Taufiq,dkk 2014 Techno, ISSN 1410 - 8607 Volume 15 No. 2 Oktober 2014 Hal. 23 – 29

Armansyah,2018 Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika Volume: 02, Number : 01, April 2018 ISSN 2598-6341 (online)

Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi.

Bambang Hari Purwoto,dkk 2014 Jurnal Emitor Vol.18 No. Juli 2014. 01 ISSN 1411-8890

Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus wild leaf extract as natural dye tio2-dye/ito dssc. Materials today: proceedings, 17, 1268-1276.

Eka Permana,dkk 2018 Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi ISSN: 2252-4517 STMIK Subang, April 2018

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).

Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In journal of physics: conference series (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.

Hari Sutrisno, 2014 Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 15 Mei 2014

Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).

Lulu Fikriyah, dkk 2018 Jurnal Informatika SIMANTIK Vol. 3 No. 1 Maret 2018 ISSN: 2541-3244

Nalaprana Nugroho, dkk 2015 Mikrotiga, Vol 2, No. 1 Januari 2015 ISSN : 2355 – 0457

Purwadi, dkk 2015 Jurnal SAINTIKOM Vol.14, No. 2, Mei 2015 ISSN : 1978-6603

Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).

Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." jurnal ilmiah core it: community research information technology 7.2 (2019).

Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).

Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In journal of physics: conference series (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.

Solly Aryza, dkk 2017 IT Journal Research and Development Vol.2, No.1, Agustus 2017 e-ISSN: 2528-4053

Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. It journal research and development, 3(2), 76-83.

Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. Jurnal informasi komputer logika, 1(3).

Tri Watiningsih, 2015 Techno, ISSN 1410 – 8607 Volume 16 No. 1, April 2015 Hal. 01–09

Vina Eriyani,dkk 2018 Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Volume 06 , No 03
(2018), hal 66-74 ISSN 2338-493X

Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran
budidaya padi berbasis android." rang teknik journal 2.1 (2019).

Zulkarnain Lubis,dkk 2017 Journal of Electrical Technology, Vol. 2, No. 3, Oktober
2017 ISSN : 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624 (Cetak)