

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN TEKNOLOGI PUBLIK TEMPAT SAMPAH PINTAR
BERTENAGA SOLAR SEL BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
UNO

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Di susun oleh :

ERMAN SYAPUTRA
1607220007



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

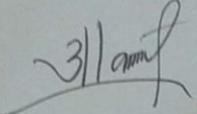
Nama : Erman syaputra
NPM : 1607220007
Program Studi : Teknik Elektro
JudulSkripsi : Perancangan Teknologi Publik Tempat Sampah Pintar
Bertenaga Solar Sel Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno
BidangIlmu :Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

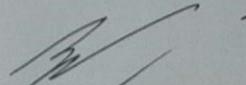
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



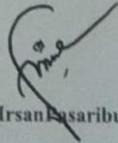
Dr. Muhammad Fitra Zambak, S.T., M.Sc.

Dosen Penguji II



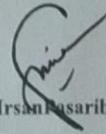
Muhammad Syafril, S.T., M.T.

Dosen Penguji Pendamping



Faisal Irsan Sasaribu, S.T.,M.T.

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



Faisal Irsan Sasaribu, S.T.,M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Erman syaputra
Tempat/Tanggal Lahir : Silau Jawa / 30 Juni 1994
NPM : 1607220007
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Perancangan Teknologi Publik Tempat Sampah Pintar Bertenaga Solar Sel Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno “,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

Saya yang menyatakan,

 Erman syaputra

ABSTRAK

Sumber energi baru dan terbarukan dimasa mendatang akan memiliki peran yang sangat penting mengingat kebutuhan akan energi saat ini masih memanfaatkan energi fosil yang ketersediaannya semakin hari semakin menipis. Salah satu energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan yaitu energi matahari, mengingat energi matahari merupakan energi yang tidak ada habisnya. Dengan bantuan solar sel untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik, namun pada malam hari pasokan listrik akan berhenti dikarenakan tidak adanya sinar matahari di malam hari, maka dibutuhkan baterai sebagai alat penyimpan arus listrik sementara sebagai sumber energi listrik di malam hari. Pada siang hari solar sel akan terus menghasilkan arus listrik saat terkena paparan sinar matahari yang mengakibatkan pasokan listrik akan terus mengalir ke baterai. Untuk mengantisipasi pengisian berlebih maka ditambahkan alat solar charger controller untuk menghentikan pengisian arus listrik dari solar sel ke baterai saat tegangan baterai mencapai 14Volt dan akan mengisi kembali saat tegangan berada di bawah 12Volt. Ruang lingkup pada penelitian ini merupakan pemanfaatan solar sel untuk pengisian ulang baterai sebagai sumber energi untuk menjalankan peralatan tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler Arduino uno. Adapun metode yang digunakan solar sel merubah energi matahari menjadi energi listrik yang diteruskan ke solar charger controller lalu disimpan pada baterai dan dari output solar charger controller arus dialirkan ke beban utama yang berupa arduino uno. Dan dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat bekerja sesuai tujuan yang diharapkan. Bahwasanya arus listrik yang disimpan pada baterai tetap stabil 12Volt dan sanggup untuk menjalankan peralatan tempat sampah pintar saat tidak ada pasokan listrik dari solar sel di malam hari.

Kata kunci : Energi Baru Dan Terbarukan, Solar Sel, Solar Charger Controller, Arduino Uno

ABSTRACT

New and renewable energy sources in the future will have a very important role considering that the current energy needs are still utilizing fossil energy whose availability is increasingly depleting. One of the renewable energies that is widely used is solar energy, considering that solar energy is an endless energy. With the help of solar cells to convert solar energy into electrical energy, but at night the electricity supply will stop due to the absence of sunlight at night, a battery is needed as a temporary storage device for electricity as a source of electrical energy at night. During the day, the solar cell will continue to generate electricity when exposed to sunlight which causes the electricity supply to continue flowing to the battery. To anticipate overcharging, a solar charger controller is added to stop the charging of electric current from the solar cell to the battery when the battery voltage reaches 14 Volts and it will recharge when the voltage is below 12Vol. The scope of this research is the use of solar cells to recharge the battery as a a source of energy to run a smart trash bin based on the Arduino uno microcontroller. There is also a method used by solar cells to convert solar energy into electrical energy which is transmitted to the solar charger controller and then stored in the battery and from the output of the solar charger controller the current is flowed to the main load in the form of Arduino Uno. And from the results of the tests carried out, it can be concluded that the tool works as expected. That the electric current stored in the battery remains stable at 12Voltage and ready to run smart trash can equipment when there is no electricity supply from solar cells at night.

Keywords: New and Renewable Energy, Solar Cells, Solar Charger Controller, Arduino Uno

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perancangan Teknologi Publik Tempat Sampah Pintar Bertenaga Solar sel Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Secara khusus saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada kedua orang tua yang saya cintai dan kasihi, yaitu Ayah saya Lamsah dan Ibunda saya Rosmauli Manurung. Terimakasih telah berjuang dan bekerja keras serta terus mendukung dalam masa pendidikan saya sehingga saya sampai kepada jenjang pendidikan tinggi. Tanpa do'a dan dukungan Ayah dan Ibunda tercinta, saya tidak akan mampu menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregarr, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing serta Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Partaonan Harahap, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikoelektronika kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Kepada abang saya Erik Amansah, Erpan Sagita S.T, dan adik tercinta saya Ema Tantirah S.Sos, serta kepada kakak ipar saya, Putri Nurhasanah dan Elva Masrani Munte, dan keponakan saya Shaka Pradipta Aminata, yang telah menjadi sosok saudara dan keluarga yang melengkapi hidup saya, yang telah banyak membantu dalam masa perkuliahan saya selama ini, saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya.
8. Sahabat-sahabat penulis: Eka Ardiansyah S.T, Silvia Nabila S.ak, Delvi Tanjung S.M, Dimas Prayoga S.M, Abrar Nasution S.M, Agus Sagita Manik S.T, Ahmad Sofi Samosir S.T, Muhammad Lutfhi Fazawi S.T, Muhammad Saifullah, Havis Duta Pratama, Feri Arifin, Muhammad reza S.T, Dimas Setiawan S,T.
9. Teman-teman seperjuangan Elektro A3 Malam Stambuk 2016.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, November 2020

Erman Syaputra

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan.....	i
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penuisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Energi Matahari Surya	7
2.3 Sel Surya (Solar Cell).....	8
2.3.1 Prinsip Kerja Sel Surya (Solar Cell)	8
2.3.2 Jenis-Jenis Panel Surya	10
2.3.2.1 Monokristal (Mono-Crystalline)	10
2.3.2.2 Polikristal (Poly-Kristalline)	11
2.3.2.3 Thin Film Photovoltaic.....	12
2.4 Solar Charger Controller	12
2.5 Baterai	15
2.5.1 Jenis Baterai Sekunder Yang Cocok Untuk Panel Surya	17
2.5.1.1 Baterai Lead Acid	17
2.5.1.1.1 Aki Otomotif (Starting Baterai)	17
2.5.1.1.2 Baterai Deep Cycle (Aki Industri)	17

2.5.1.1.1.1 Baterai Fla	17
2.5.1.1.1.2 Baterai Vrla	17
2.5.1.2 Baterai Li-Ion	18
2.6 Tempat Sampah.....	20
2.7 Arduino	21
2.7.1 Jenis-Jenis Arduino	21
2.7.1.1 Arduino Uno.....	22
2.7.1.2 Arduino Nano.....	23
2.7.1.3 Arduino Mega	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu	25
3.1.1 Tempat.....	25
3.1.2 Waktu	25
3.2 Metode Alat.....	26
3.2.1 Perancangan	26
3.2.2 Pemrograman	26
3.2.3 Tujuan	26
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Perangkat Keras (Hardware)	27
3.3.2 Perangkat Lunak (Software)	27
3.4 Bagan Alir Penelitian	28
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
3.6 Perancangan Sistem	30
3.7 Analisis Data	32
BAB IV HASI DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil	33
4.2 Pengujian Sistem.....	34
4.2.1 Pengujian Panel Surya.....	34
4.2.2 Pengujian Modul SSC (Solar Charge Controler).....	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR REFERENSI	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Board Arduino Uno	22
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Panel Surya pada Tanggal 03/10/2020	34
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Panel Surya pada Tanggal 05/10/2020	35
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Panel Surya pada Tanggal 06/10/2020	36
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Arus dan Daya untuk Data Tanggal 03 Oktober 2020.....	39
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Arus dan Daya untuk Data Tanggal 05 Oktober 2020.....	40
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Arus dan Daya untuk Data Tanggal 06 Oktober 2020.....	41
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran pada Pengujian SSC.....	43
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran pada Pengujian SSC.....	45
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran pada Output SSC	46
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Pada Output SCC.....	47
Tabel 4.11 Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi Prinsip Kerja Sel Surya	9
Gambar 2.2 Monokristal	11
Gambar 2.3 Polikristal	11
Gambar 2.4 Thin Film Photovoltage	12
Gambar 2.5 Solar Charger Controller	13
Gambar 2.6 Baterai Solar Sel	15
Gambar 2.7 Jenis-Jenis Baterai yang cocok di gunakan untuk sistem panel surya	19
Gambar 2.8 Tempat Sampah	20
Gambar 2.9 Arduino Uno	22
Gambar 2.10 Arduino Nano	24
Gambar 2.11 Arduino Mega	24
Gambar 3.1 Flowchart Sistem Pengisian Solar Sel	28
Gambar 4.1 Rancangan sistem PLTS pensuplai arus pada tempat sampah otomatis	33
Gambar 4.2 Grafik Pada Tabel 4.1	35
Gambar 4.3 Grafik Pada Tabel 4.2	36
Gambar 4.4 Grafik Pada Tabel 4.3	37
Gambar 4.5 Proses Pengukuran Tegangan Panel Pada jam 09:00	38
Gambar 4.6 Grafik Pada Tabel 4.4	39
Gambar 4.7 Grafik Pada Tabel 4.5	40
Gambar 4.8 Grafik Pada Tabel 4.6	41
Gambar 4.9 Grafik Pengujian SCC	43
Gambar 4.10 Pengukuran Tegangan Pada Pengujian Baterai 12V	44
Gambar 4.11 Hasil Pengukuran SCC	45
Gambar 4.12 Grafik Pengukuran SCC	46
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Output SCC	47
Gambar 4.14 Pengukuran Arus Dengan Ampere Meter	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman di era globalisasi dan teknologi pada saat ini sangat berdampak pada kehidupan manusia. Banyak sekali lahir inovasi teknologi baru dan terbarukan yang semuanya ditujukan untuk membantu dan mempermudah aktivitas manusia. Salah satu perkembangan teknologi itu melahirkan alat bantu yang digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dengan membuang sampah pada tempatnya, karena saat ini masih banyak kalangan masyarakat yang enggan untuk membuang sampah pada tempatnya. Peningkatan jumlah penduduk tentunya mejadi alasan yang paling mendasar terhadap permasalahan lingkungan dengan naiknya pos pembuangan sampah liar hasil dari rumah tangga (FI Pasaribu, dkk: 2020). Pengolahan sampah yang buruk dapat menyebabkan masalah lingkungan yang merugikan mengingat tempat sampah yang sudah disediakan oleh instansi kebersihan hanya menjadi hiasan bisu di jalanan yang tidak terurus dan tidak menarik (Anus Wuryanto, dkk: 2019).

Hal ini juga diakibatkan karena tempat sampah yang ada pada saat ini masih menggunakan cara yang sederhana, yaitu saat ingin membuang sampah masih menggunakan cara manual dengan membuka tutup tempat sampah terlebih dahulu. Hal ini akan mengakibatkan tangan yang bersentuhan langsung dengan tutup dari tempat sampah, akan rawan terkena bakteri yang ada pada tempat sampah tersebut, maka untuk mengantisipasi hal ini dilakukan perancangan tempat sampah yang unik agar masyarakat tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya. Cara unik tersebut dengan membuat tempat sampah pintar ramah lingkungan yang dapat membuka sendiri dan ketika sampah sudah dimasukkan, tutup dari tempat sampah dapat menutup dengan sendirinya, dengan memanfaatkan solar sel yang merupakan energi baru dan terbarukan (EBT) sebagai sumber energi kelistrikaanya. Sumber energi baru dan yang terbarukan dimasa mendatang akan semakin mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan bakar

fosil untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang cadangannya semakin lama semakin menipis (Anwar, dkk: 2016).

Pemanfaatan energi non fosil menjadi topic yang sedang hangat dibicarakan dan dikembangkan baik di Indonesia maupun di Negara-negara lain. Matahari menjadi salah satu sumber energi yang mampu menjadi sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik (Irfan Mahrubi, dkk: 2018). Pertumbuhan konsumsi energi rata-rata 6,5% pertahun, belum diimbangi dengan suplai energi yang cukup: yaitu: (1) harga energi semakin mahal dan subsidi energi semakin besar (2) penggunaan energi semakin boros (3) ketergantungan terhadap energi fosil masih tinggi, cadangannya semakin terbatas (4) akses masyarakat terhadap energi (modern) masih terbatas (5) rasio elektrifikasi tahun 2014 sebesar 80,51 % (19,49 % rumah tangga belum berlistrik) (6) pengembangan infrastruktur energi (daerah pedesaan/terpencil dan pulau-pulau terluar pada umumnya belum mendapat akses energi. Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) masih sangat kecil (Ketut Parti, dkk. 2018).

Dari sinilah timbul ide baru untuk melakukan penerapan solar sell yang merupakan Energy Baru Terbarukan (EBT) pada peralatan lain sebagai sumber energi kelistrikannya seperti pada alat tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup secara otomatis, memilah dan membedakan antara sampah yang merupakan bahan organik dan anorganik, dengan menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler dan terkoneksi melalui sms gateway sebagai informasi untuk mengetahui jumlah kapasitas sampah yang terdapat pada tempat sampah pintar tersebut saat sudah dalam keadaan penuh.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari proses analisa untuk bahan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses perancangan tempat sampah pintar yang bekerja secara otomatis berbasis ramah lingkungan ?
2. Bagaimana mengatasi tegangan dan arus listrik pengisian dari panel surya ke baterai saat dalam keadaan penuh ?

3. Bagaimanategangan baterai tetap stabil 12v pada saat disalurkan ke beban mikrokontroller arduino uno ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perancangan tempat sampah pintar bertenaga solar sel.
2. Mengatasi pengisian arus listrik dari panel surya ke baterai saat dalam keadaan penuh.
3. Mendapatkan tegangan baterai tetap stabil 12v supaya tidak berlebih dan kurang.

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak menjadi pembahasan yang meluas atau menyimpang, maka perlu kiranya ruang lingkup masalah yaitu sebagai berikut :

1. Pada perancangan tempat sampah pintar ini menggunakan panel solar sel 50 wp.
2. Penelitian ini memanfaatkan fitur solar charger controller untuk mencegah pengisian yang berlebihan atau over charging pada baterai.
3. Perancangan teknologi publik tempat sampah pintar berbasis mikrokontroller arduino uno.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari skripsi ini adalah diharapkan dapat memberikan suatu penyelesaian masalah kebersihan lingkungan dari sampah :

1. Menjadikan lingkungan yang sehat bersih dari sampah.
2. Ikut berperan menjaga perubahan iklim dari kerusakan, dengan memanfaatkan solar sel yang merupakan energi baru dan terbarukan.
3. Memahami dan melakukan perancangan alat tempat sampah pintar ramah lingkungan dengan penerapan solar sell sebagai sumber energi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam perancangan tempat samapah pintar ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalamnya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas akhir saya ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Sampah merupakan masalah yang sudah umum di dalam suatu Negara, mulai dari Negara Berkembang sampai Negara – Negara Maju. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya pada suatu wilayah atau kota menimbulkan permasalahan tentang penanggulangan sampah yang bila tidak ditangani dengan serius maka akan berdampak pada masalah kebersihan lingkungan. Khususnya dikota-kota besar seperti di Indonesia sampah ini masih menjadi masalah yang kompleks yang belum dapat tertangani dengan baik dan optimal. Peningkatan jumlah penduduk dan laju perekonomian serta pembangunan selain memiliki dampak positif juga mempunyai dampak negative, salah satunya permasalahan terkait lingkungan terutama dalam pengelolaan sampah (Muhammad Yunus: 2018).

Kota Medan merupakan salah satu kota metropolitan yang berpenduduk cukup padat di Sumatera Utara, peningkatan jumlah penduduk sangat berpengaruh pada jumlah sampah. Menurut data Dinas Kebersihan Kota Medan tahun 2009, penduduk kota Medan menghasilkan sampah sebesar 5.616 m³/hari atau 1.404 ton/hari (Hasrun, dkk. 2018).

Untuk menanggulangi permasalahan sampah saat ini, Penerapan Energi Baru Terbarukan (EBT) dapat dijadikan alternative terbaik, dengan pemanfaatan solar sell sebagai sumber Energi kelistrikannya, mengingat keterbatasan Energi Listrik pada saat ini karena masih memanfaatkan sumber daya Energy fosil yang semakin berkurang ketersediannya, maka penerapan EBT diharapkan mampu menekan penggunaan Energy dari fosil dan menyelamatkan lingkungan dari dampak polusi CO₂. Pemanfaatan energi surya di Indonesia baru mencapai 0.05% dari potensi yang ada. Dan kapasitas terpasang untuk pembangkit tenaga surya baru mencapai 100 MW. Harus mencapai peningkatan sebesar 900 MW sesuai target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Target pemerintah membangun PLTS sebesar 6,5 GW pada 2025 juga terus dikejar. PLTS merupakan bagian dari

solusi Energi alternatif, sekaligus demi menciptakan kualitas udara yang baik (Ida Nuryatin Finahari, 2019).

Di Indonesia yang terletak didaerah tropis ini sebenarnya memiliki keuntungan yang cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Sayangnya energi tersebut kelihatanya dibiarkan terbuang percuma untuk keperluan alamiah saja (Hasan, 2012). Selain itu energy matahari dapat dimanfaatkan dengan bantuan peralatan lain, yaitu dengan mengubah radiasi matahari ke kebenuk lain, ada dua cara mengubah radiasi matahari dalam energy lain, yaitu melalui *solarcell* dan *collector* (Karmiathi, 2012).

Oleh karena itu penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energy surya yang tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat (Subandi, dkk. 2015). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (sel *photovoltaic*) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang pelevan dan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, perumahan dan lainnya. Sehingga hal ini dipandang perlu untuk dikaji lebih lanjut, agar di peroleh kajian yang komprehensif secara teknik (Ubaidillah, dkk. 2012).

Sel surya merupakan suatu diode yang dapat mengubah energy surya atau matahari menjadi energy listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar). Jika cahaya matahari mencapai cell maka elctron akan terlepas dari atom silikon dan megalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan (Dafi Dzulfikar & Wisnu Broto: 2016). Sel surya ini biasanya berbentuk diode pertemuan P-N yang memiliki luas penampang tertentu, semangkin luas permukaan luas penampang sel, maka semangkin besar arus yang akan diperoleh. Satu sel surya dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0,5V DC (dalam keadaan cahaya penuh). Beberapa sel dapat dideretkan guna memperoleh tegangan 6, 9, 12, 24V, dan seterusnya. Bahan dasar dari sel surya adalah silicon, dimana fosfor digunakan untuk menghasilkan silicon tipe-N dan boron digunakan sebagai pemancar untuk memperoleh bahan tipe-P (Arvita, Y. Dewi. 2013).

2.2 Energi Matahari / Surya

Energi matahari atau surya merupakan energi alam yang sangat berperan penting bagi kelangsungan makhluk hidup yang ada di bumi baik itu manusia, hewan dan tumbuhan. Matahari merupakan salah satu sumber alternatif yang diperkirakan dapat dimanfaatkan sampai miliaran tahun kedepan (tidak ada habisnya). Energi matahari ini bermanfaat untuk mendatangkan panas, sebagai penerangan, memanaskan air, membatu proses pertumbuhan bagi hewan dan pada tumbuhan sinar matahari berperan penting dalam proses fotosintesis agar tumbuhan dapat menghasilkan makanan sendiri.

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai Negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Dengan demikian, potensi penyinaran matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9% (Widayana, Gede. 2012).

Seiring dengan perkembangan zaman sinar matahari kini pun mulai dimanfaatkan manusia dengan melakukan penerapan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai penerangan di malam hari, menjalankan peralatan-peralatan elektronika dan lain sebagainya, yang mana semua itu dilakukan bertujuan untuk memudahkan pekerjaan-pekerjaan manusia. Mengingat bahwa EBT merupakan alternative sumber energi yang ramah lingkungan. EBT tidak mencemari lingkungan karena tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global sebab energi yang didapatkan bersal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar Matahari, Angin, Air, Biofeur (bahan bakar hayati yang dihasilkan dari bahan-bahan organic), dan Geothermal (panas bumi). Mengingat posisi indosesia sebagai Negara beriklim tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun memiliki potensi pengembangan energy matahari sangat besar, dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yaitu pertama dengan menggunakan energy panas yang dipancarkan matahari diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan system energi matahari terkonsentrasi atau concentrated solar power system (CPS system), dimana panas matahari dikonsentrasikan untuk memanaskan air atau fluida lain yang mana uap dari hasil pemanasan inilah yang dimanfaatkan untuk memutar turbin penghasil listrik dan yang kedua dengan memanfaatkan energi yang dibawa matahari, melalui partikel foton. Untuk meghasilkan energy listrik dengan cara ini membutuhkan perangkat khusus yang berupa sel fotovoltaik / photovoltaic (PV), atau yang lebih dikenal dengan nama sel surya atau solar cell.

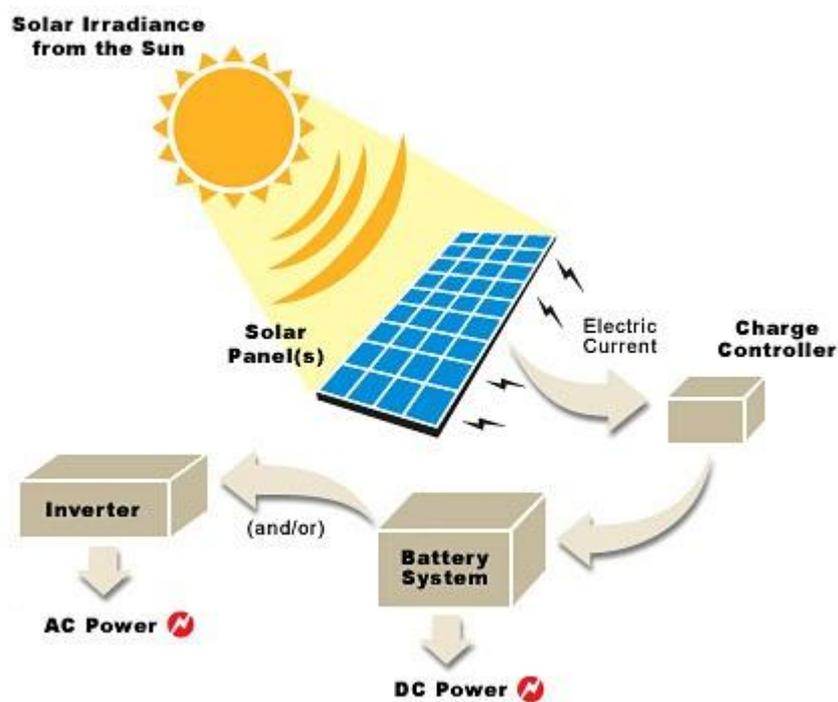
2.3 Sel Surya (Solar Cell)

Sel surya atau solar cell merupakan sebuah perangkat yang diguakan untuk mengubah energy dari sinar matahari menjadi energi listrik, dengan menggunakan proses yang disebut efek photovoltaic sebelum dapat digunakan untuk mengoperasikan peralatan elektronik, sel fotovoltaik terbuat dari semikonduktor yang memiliki sambungan tipe P dan tipe N untuk mengalir. sel fotovoltaik yang terkena sinar matahari akan melepaskan electron yang melalui kaki positif dan kaki negative diteruskan kerangkaian peralatan yang memerlukan arus listrik, ada dua tipe instalasi solar system, yaitu sistem on grid yang berarti penggunaannya masih terkoneksi dengan jaringan listrik PLN, dan panel surya tipe off grid yaitu dalam penggunaannya hanya tergantung pada aliran listrik yang dihasilkan oleh solar system, saat paparan sinar matahari tidak lagi menyinari panel surya maka baterai yang menyimpan arus listrik berperan penting sebagai sumber energy untuk mengalirkan arus listrik ke peralatan elektronika.

2.3.1 Prinsip Kerja Sel Surya (*Solar Cell*)

Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mengubah energi matahari melalui sebuah proses yang dinamakan *photovoltaic* (PV). *Photo* mrujuk kepada cahaya dan *voltaich* merujuk pada tegangan. Terminologi ini digunakan untuk menjelaskan sel elektronik yang memproduksi energi listrik arus serah dari energi radian matahari (M. Rif'an, dkk. 2012).

Photovoltaic cell dibuat dari material semi konduktor terutama silicon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus, jika cahaya matahari mencapai solar cell maka electron akan terlepas dari atom silicon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energy listrik dapat dibangkitkan. Sel surya selalu didesain untuk mengubah energy cahaya menjadi energy listrik sebanyak-banyaknya dan dapat digabung secara seri atau paralel untuk menghaikan tegangan dan arus yang diinginkan (Chenni, dalam M. Rif'an, dkk. 2012)



Gambar 2.1 Ilustrasi Prinsip Kerja Sel Surya

Sinar matahari terdiri dari partikiniel yang sangat kecil dan disebut dengan foton. Ketika terkena sinar matahari, foton yang merupakan partikel yang sangat kecil menghatam atom semikonduktor silicon sel surya sehingga menimbulkan energy yang cukup besar untuk memisahkan electron dari struktur atomnya. Electron yang terpisah dan bermuatan negative (-) ini akan bebas bergerak pada daerah pita kodusi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan electron tersebut akan mengalami kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan (hole) dengan muatan positif (+).

Daerah semi konduktor dengan electron electron bebas ini bersifat negative dan bertindak sebagai pendonor electron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N (N-type).sedangkan daerah semikonduktor tope hole bersifat positif dan berindak sebagai penerima (Acceptor) electron yang dinamakan dengan semikonduktor tipe P (P-type). Dipersimpangan daerah positif dan negative (PN junction), akan menimbulkan energy yang mendorong electron dan hole untuk bergerak kearah yang berlawanan. Electron akan bergrak menjauhi daerah negative sedangkan hole akan bergerak menjauhi daerah positif. Ketika diberikan beban pada sitem kelistrikannya di persimpangan positif dan negative (PN junction) maka akan menimbulkan arus listrik.

Rangkayan seri dan paralel pada sel surya (solar cell) sama seperti baterai, sel surya juga dapat dirangkai secara seri maupun paralel. pada umumnya, setiap sel surya menghasilkan tegangan sebesar 0,45-0,5 V dan Arus listrik sebesar 0,1 A pada saat menerima cahaya sinar matahari pada siang hari atau terang. Sama halnya dengan baterai, sel surya yang dirangkai secara seri akan meningkatkan tegangan (voltage) sedangkan sel surya yang dirangkai secara paralel akan meningkatkan arus (current).

2.3.2 Jenis-Jenis Panel Surya

Jenis dari panel surya dapat dikelompokkan berdasarkan material penyusun panel surya, ada terdapat perbedaan Jenis-jenis dari panel surya yang sering digunakan berdasarkan perbedaan, kelebihan dan kekurangannya, yaitu:

2.3.2.1 Monokristal (Mono-Crystalline)

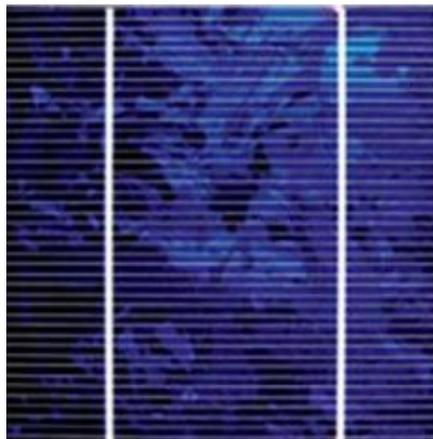
Merupakan panel yang paling efisien yang dihasikan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik per satuan luas yang paling tinggi.Monokristal dirancang untuk peralatan dengan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas.Memiliki efisiensi sampa dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2.2 Monokristal

2.3.2.2 Polikristal (Poly-Crystalline)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan Kristal acak karena dipublikasikan dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan monokristal yang menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan tipe monokristal, dan harganya cenderung lebih murah.



Gambar 2.3 Polikristal

2.3.2.3 Thin Film Photovoltaic

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal-silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang dibutuhkan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada mono Kristal & polykristal. inovasi terbaru adalah thin film triple junction photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis dengan daya yang setara.



Gambar 2.4 Thin Film Photovoltage

2.4 Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi dari solar sel ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban. Salah satu masalah yang sering terjadi pada peralatan PLTS adalah kerusakan baterai yang diakibatkan oleh keadaan over charging, under voltage dan temperature yang terlalu panas merupakan pemicu kerusakan dan mengurangi umur pemakaian baterai.

Solar charge controller merupakan teknologi pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan membebaskan arus dari baterai ke beban. Ketika tegangan baterai mencapai set-point pengaturan, algoritma PWM berlahan-lahan mengurangi arus pengisian untuk menghindari pemanasan dan gas yang dihasilkan baterai, namun pengisian terus mengembalikan jumlah maksimum energi ke baterai dalam waktu yang singkat. Untuk menghasilkan efisiensi pengisian yang lebih tinggi, cepat dan membuat baterai tetap normal dengan kapasitas penuh.



Gambar 2.5 Solar Charger Controller

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukan oleh Solar charge controller yang baik yaitu sebagai berikut :

1. Mengendalikan tegangan panel surya, Tanpa fungsi control pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang dapat ditampung baterai, sehingga dapat merusak sel yang terdapat didalam baterai.
2. Mengawasi tegangan baterai, solar charger controller dapat mendeteksi saat tegangan baterai dalam keadaan rendah, bila tegangan baterai turun dibawah tingkat tegangan tertentu, solar charger controller akan memutuskan beban dari baterai agar daya baterai tidak sampai habis, mengantisipasi agar baterai tidak cepat rusak.
3. Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari, karna pada saat malam hari panel surya tidak menghasilkan arus listrik yang dikarenakan tidak adanya sumber energy yang berupa cahaya matahari

yang menyinari panel surya, Alih-alih akan mengakibatkan arus berhenti mengalir, arus yang terdapat pada baterai dapat mengalir kembali ke panel surya dan hal ini dapat merusak panel surya, disini solar charger controller juga memiliki fungsi yang dapat menghentikan kondisi arus terbalik ini.

4. Solar charger controller juga dapat berfungsi sebagai pengatur arus ke beban saat beban terhubung ke solar charge controller, terminal beban pada solar charger controller dapat digunakan untuk koneksi langsung beban ke solar charger controller, namun solar charger controller masih dapat beroperasi seperti biasa jika ada beban yang terhubung langsung dengannya.

Solar charger controller biasanya terdiri dari 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai atau aki, dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari baterai biasanya tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena ada diode protection yang hanya melewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai, kedalam panel surya karena ada arus. Sebagian besar panel surya 12 volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian baterai yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12 volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt (tegangan tipe baterai) agar dapat terisi penuh.

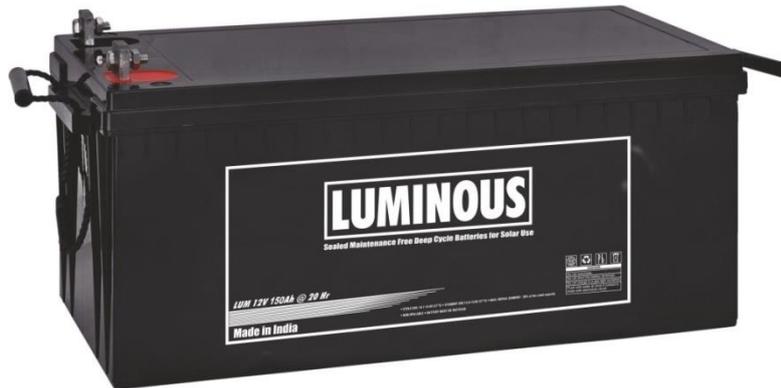
Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charge controller yaitu, controller tipe PWM (Pulse Wide Modulation) dimana perangkat kecil pintar yang menawarkan kompatibilitas, kesederhanaan, dan pemahaman yang baik terhadap karakter panel surya, baterai dan beban. Dengan menggunakan Teknologi PWM jumlah arus dan tegangan yang hilang antara panel dan baterai dapat dikurangi seminimal mungkin. Hal ini dapat memperpanjang masa pakai baterai dan juga melindungi dari pengisian daya yang berlebihan (*overcharging*), kekurangan pengisian daya (*undercharging*), hubung singkat dan panas berlebih. Controller tipe PWM tidak hanya harus digunakan pada satu panel dan satu baterai, Bila perangkat pengontrol PWM 10A digunakan untuk mengatur muatan

susunan panel surya yang dihubungkan secara parallel dengan daya total 160W (atau arus total maksimal 10A). dan bila menggunakan kontroler PWM 20A, dapat diatur panel-panel surya hingga daya 320W untuk baterai 12V, dan 640W untuk baterai 24V dengan memperhatikan Arus yang tidak melebihi 20A.

Controller tipe MPPT (Maximun Power Point Tracking), merupakan pengendali yang paling efisien disaat sekarang ini, namun hanya digunakan bila tegangan panel surya lebih tinggi daripada tegangan baterai. System MPPT mampu menurunkan tegangan panel (atau susunan panel surya) yang sampai sepuluh kali lebih tinggi daripada tegangan baterai, agar sesuai dengan tegangan baterai tanpa harus kehilangan arus dalam proses. Controller MPPT bekerja pada tingkat efisiensi yang lebih tinggi dari pengendali PWM yang hanya bekerja pada tingkat efisiensi 75%-80%, sedangkan pengendali MPPT beroperasi pada tingkat efisiensi 92%-95%. Controller MPPT juga meningkatkan jumlah arus yang masuk ke baterai, yang bervariasi tergantung pada intensitas cahaya matahari atau cuaca, suhu, status pengisian daya baterai, dan factor lainnya.

2.5 Baterai

Baterai merupakan komponen yang berfungsi sebagai media penyimpanan sementara arus listrik, sebelum di alirkan kembali ke peralatan elektronika. Baterai merupakan proses perubahan energy kimia menjadi listrik, dimana pada saat pengisian energy listrik di ubah menjadi kimia dan saat pengeluaran / discharge sebaliknya energy kimia diubah menjadi energy listrik. Baterai terdiri dari dua atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energy kimia tersimpan menjadi energy listrik. Setiap baterai terdiri dari terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda), serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah DC (Direct Current).



Gambar 2.6 Baterai Solar Sel

Baterai atau accumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan energy kimia menjadi energy listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari energy listrik menjadi energy kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yang mana terdiri dari dua jenis yaitu Baterai primer dan Baterai Sekunder.

Baterai Primer merupakan jenis baterai yang tidak dapat diisi ulang (sekali pakai) digunakan satu kali kemudian dibuang, hal ini dikarenakan Material Elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan. Beberapa contoh penggunaannya adalah baterai Zinc-Carbon (seng-karbon), Baterai Alkaline (Alkali), Baterai Lithium, dan Baterai Silver Oxide. sedangkan Baterai Sekunder merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang atau dapat digunakan berkali-kali dan saat baterai sudah habis dapat diisi kembali dengan dicatu (*Charging*). Kemampuan baterai sekunder dapat diisi ulang dikarenakan reaksi elektrokimianya yang bersifat reversible atau komposisi awal elektrodanya dapat dikembalikan dengan arus berkebalikan. Pada saat Baterai digunakan dengan menggunakan beban pada terminal baterai (*discharge*), Elektron akan mengalir dari Negatif ke Positif. Sedangkan pada saat pengisian atau pengecasan ketika sumber energy luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, electron akan mengalir dari Positif ke Negatif sehingga terjadi pengisian Muatan pada Baterai.

Jenis-jenis Baterai yang tergolong dalam kategori Baterai Sekunder diantaranya adalah Baterai Ni-Cd (Nickel-Cadmium), Baterai Ni-MH (Nickel-Metal Hydride), Baterai Li-Ion (Lithium-Ion), Baterai Li-Po (Lithium-Polymer), dan Baterai Lead Acid.

Dari dua tipe baterai tersebut jenis baterai sekunder merupakan tipe baterai yang cocok digunakan untuk sistem panel surya, hal ini dikarenakan dengan menggunakan tipe baterai sekunder dapat memanfaatkan energy yang tersimpan pada baterai (*discharge*) ketika panel surya tidak mendapatkan sinar matahari. Sedangkan saat ada matahari, panel surya akan mengisi daya baterai (*charge*).

2.5.1 Jenis-Jenis Baterai Sekunder Yang Cocok Digunakan Untuk System Panel Surya

Tidak semua jenis baterai sekunder lumrah digunakan untuk system panel surya, ada dua tipe baterai sekunder yang banyak diaplikasikan untuk panel surya adalah baterai Lead Acid dan baterai Li-Ion.

2.5.1.1 Baterai Lead Acid

Baterai Lead Acid merupakan baterai untuk system panel surya yang menggunakan asam timbal (Lead Acid) sebagai bahan kimianya. Ada dua tipe dari jenis baterai ini, yaitu *starting battery*, atau yang lebih dikenal dengan Aki otomotif (karena banyak digunakan untuk baterai pada kendaraan otomotif, seperti motor dan mobil), dan *deep cycle battery*, atau juga dikenal dengan Aki industry.

2.5.1.1.1 Aki otomotif (starting Battery)

Merupakan jenis baterai yang dirancang untuk menghasilkan arus listrik tinggi dalam waktu singkat, sehingga dapat menyalakan mesin kendaraan. karena menggunakan pelat tipis yang tersusun secara parallel, resistensi rendah dan permukaan luas, baterai ini tidak cocok digunakan dengan panel surya. Walaupun secara aplikasi masih dapat digunakan.

2.5.1.1.2 Baterai Deep Cycle (Aki industry)

Merupakan jenis baterai yang dirancang untuk menghasilkan arus listrik stabil dan dalam waktu lama. Baterai jenis deep cycle memiliki ketahanan terhadap siklus pengisian (charge) – pelepasan (discharge) berulang-ulang dan konstan. Baterai jenis deep cycle dibagi lagi.

2.5.1.1.2.1 Baterai FLA (Flooded Lead Acid)

Baterai FLA (Flooded lead Acid) yang lebih dikenal dengan baterai basah. Karena sel-sel didalam aki terendam oleh cairan elektrolit agar berfungsi optimal. Ciri khasnya adalah ada katup pengisian cairan elektroit pada setiap katup.

2.5.1.1.2.2 Barerai VRLA (Valve Regulated Lead Acid)

Disebut juga Baterai SLA (Sealed Lead Acid) atau baterai MF (mainternace Free) atau baterai SMF (Sealed Mainternance Free) Secara fisik baterai ini hanya Nampak terminal positif (+) dan terminal negative (-). Dirancang khusus agar cairan elektrolit tidak tumpah, bocor ataupun meluap. Baterai ini memiliki Katup pentilasi yang terbuka pada tekanan ekstrim untuk pembuangan gas hasil reaksi kimia. Baterai ini sering disebut dengan baterai mainternance free karena tidak ada katup pengisian elektrolit.

Berdasarkan konstruksi internalnya Baterai VRA dibagi lagi menjadi baterai VRA AGM (Absorbent Glass Mat) yang terdiri dari fiberglass yang terletak antara plat-plat sel, yang bertujuan untuk menyerap cairan elektrolit agar tersimpan dipori-pori fiberglass. Dan baterai jenis VRLA Gel (Gel cells) yang memiliki cairan elektrolit kental seperti gel.

Baterai Deep Cycle jenis VRLA AGM atau VRLA Gel merupakan jenis baterai yang paling banyak dan paling cocok digunakan untuk system panel surya baik SHS (Solar Home System), PJUTS (Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya), pompa tenaga surya dan PLTS (Pembangkit Listarik Tenaga Surya). Dikarenakan memiliki ketahanan siklus pegisian, ketahanan penggunaan, anti tumpah/bocor dan bebas perawatan (Mainternance Free).

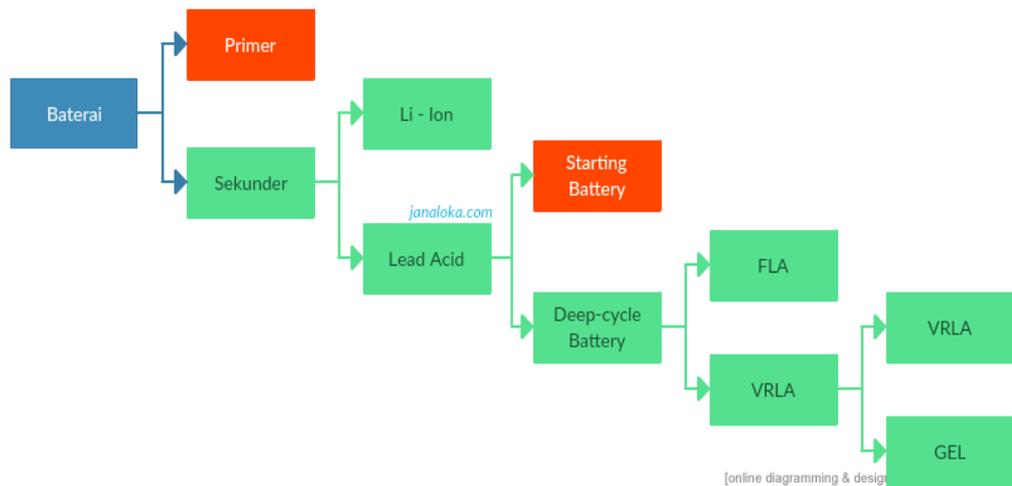
2.5.1.2 Baterai Li-Ion

Baterai Li-Ion merupakan batarai yang menggunakan senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya. Baterai ini memiliki daya tahan yang

cukup tinggi, dan tingkat penurunan daya saat tidak digunakan cukup rendah. Sehingga baterai jenis ini dapat bertahan dalam kondisi apapun, dan dapat menyimpan daya yang lama dan lebih besar. Baterai Li-Ion memiliki daya tahan siklus tinggi dan juga lebih ringan sekitar 50%-60% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 60%-80% jika dibandingkan dengan baterai Lead Acid. Rasio *self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan. Sehingga tipe baterai ini banyak dilirik sebagai tipe baterai yang sesuai untuk system panel surya.

Baterai Li-Ion menggunakan elektroda positif diantaranya adalah kobalt lithium oksida, lithium besi fosfat atau lithium mangan oksida, elektroda negative biasanya grafit dan elektrolit yakni etilen karbonat dan dietil karbonat. Elektrolit tersebut disimpan dalam pelarut organik diantara elektroda dan seluruh baterai terikat erat oleh bungkus logam. Selain itu rangkaian pelindung juga ditambahkan untuk mengtur level tegangan dan arus dalam batas aman. Kelebihan baterai Li-Ion memiliki kepadatan energy yang tinggi, memiliki masa simpan panjang sehingga membuatnya lebih awet dan tahan lama.

Baterai jenis lithium ini juga terbagi dua tipe yakni baterai lithium li-Ion dan baterai lithium Polymer, meski berbeda tapi keduanya cenderung terbilang sama. Ada banyak sekali kelebihan lithium Li-Ion yang diantaranya adalah baterai ini memiliki kepadatan energy yang tinggi, memiliki masa simpan yang pajang, sehingga lebih tahan lama dan bisa diganti oleh pengguna. Selain kelebihan baterai tipe ini juga memiliki kekurangan dimana bobotnya yang cenderung lebih berat, pelindung sirkuit menambah bahaya, memiliki tingkat self-discharge yang relative tinggi. Sedangkan baterai lithium-Polymer merupakan pengembangan dari baterai lithium Li-Ion, dimana komponen dasarnya masih terbilang sama dan perbedaan utamanya terletak pada bagian pemisah atau dimana ion bergerak diantara elektroda. Dibandingkan lithium Li-Ion, lithium Polymer ini memiliki tingkat self-discharge yang lebih hemat dan memiliki bobot yang lebih ringan, baterai lithium polymer tersedia dalam berbagai bentuk, namun cenderung memiliki kepadatan energy yang rendah dan harganya relative lebih mahal jika dibandingkan dengan tipe baterai Li-Ion.



Gambar 2.7 Jenis-Jenis Baterai Yang Cocok Digunakan Untuk System Panel Surya

2.6 Tempat Sampah

Tempat sampah adalah wadah yang sering digunakan untuk menampung sampah secara sementara, hampir setiap harinya manusia menghasilkan sampah baik itu sampah sisa makanan, sayuran, hingga sampah elektronik. Material tempat sampah biasanya terbuat dari logam atau plastic.



Gambar 2.8 Tempat Sampah

Tujuan dibuatnya tempat sampah adalah memberikan tempat khusus untuk orang-orang yang hendak membuang sampah, baik itu sampah yang tergolongkan organik maupun sampah anorganik. dengan adanya tempat sampah maka akan lebih dapat menjaga kebersihan lingkungan karena sampah-sampah tidak ditemukan berserakan lagi guna menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat, selain itu dengan adanya tempat sampah maka sampah organik dan anorganik akan berada pada tempatnya dan pengelolaannya masing-masing.

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah didefinisikan oleh manusia menurut derajat keterpakaiannya, dalam proses alam sebenarnya tidak ada konsep sampah, yang ada hanya produk-produk yang dihasilkan setelah dan selama proses alam tersebut berlangsung. Akan tetapi karena dalam kehidupan manusia didefinisikan konsep lingkungan maka sampah dapat dibagi berdasarkan jenis-jenis komposisinya, sampah dibedakan menjadi dua. Yaitu sampah organik, merupakan sampah yang mudah membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering dan sebagainya. Sedangkan sampah anorganik, merupakan sampah yang tidak mudah untuk membusuk, seperti plastic wadah pembungkus makanan, kertas, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu dan lain sebagainya (FI pasaribu; 2019).

2.7 Arduino

Arduino merupakan papan-tunggal mikrokontroller serba guna yang bisa diprogram dan bersifat *open-source*. Platform arduino saat ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode program. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrogram sebelumnya, arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut *programmer* atau *downloader*) untuk membuat atau meng-*upload* kode baru kedalam mikriokontroller. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk memulai penggunaan Arduino (DR.muhammad. yusro,.MT. 2016).

Arduino adalah mikrokontroller single-board yang sifatnya open-source. Maksudnya open-source adalah semua orang dapat mempelajari serta mengembangkan prototype dari Arduino dan mengembangkannya dengan brand

versi mereka sendiri. Arduino sendiri sebenarnya dirancang demi memudahkan penggunaan benda-benda elektronik diberbagai bidang. Hardware Arduino menggunakan processor Atmel AVR dan Softwarena memiliki bahasa pemrograman sendiri.

2.7.1 jenis-jenis Arduino

Sama seperti Mikrokontroller yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang dengan berbagai jenis, diantaranya adalah Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mega, Arduino Due dan lain-lain. Dibawah ini merupakan beberapa spesifikasi dari beberapa jenis Arduino.

2.7.1.1 Arduino uno

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ISCP header, dan sebuah tombol riset.



Gambar 2.9 Arduino UNO

Uno yang berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Versi 1.0 menjadi referensi Arduino kedepannya. Arduino Uno cocok digunakan bagi pemula untuk belajar elektronik beserta *coding* dikarenakan *board* ini merupakan papan yang paling kuat untuk memulai eksperimen. Arduino

UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya melalui sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke arah jack sumber tegangan pada papan. Bila tegangan berasal dari baterai dapat dihubungkan langsung melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

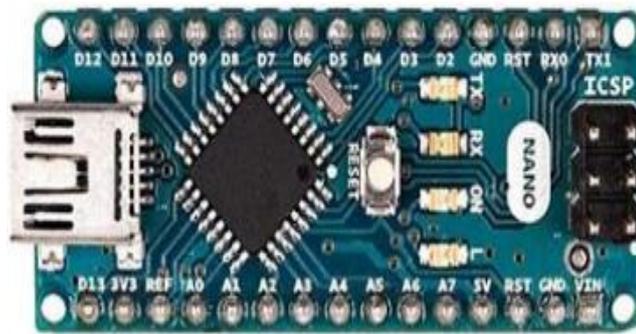
Tabel, 2.1 Spesifikasi Board Arduino Uno

Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input	(disarankan) 7-12V
Batas Tegangan Input	6-20 Volt
Pin Digital I/O	14 (dimana 6 pin output PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC Per I/O Pin	40 Ma
Arus DC untuk pin	3.3V 50 Ma
Flash Memory	32 KB (ATMEGA 328), dimana 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Clock	16 Hz

Papan Arduino uno dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6v sampai 12v. Jika diberi sumber tegangan kurang dari 7v, maka pin 5v akan menghasilkan tegangan kurang dari 5v dan mengakibatkan papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan lebih dari 12v dapat mengakibatkan panas berlebih pada regulator tegangan dan merusak papan. Rating sumber tegangan yang dianjurkan untuk Arduino uno adalah 7v sampai dengan 12v.

2.7.1.2 Arduino Nano

Seperti namanya, nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemrograman lewat Micro USB. 14 pin I/O Digital, dan 8 pin input Analog lebih banyak dibandingkan dengan Arduino Uno. Menggunakan chip ATMEGA168 atau ATMEGA 328. Arduino Nano adalah jenis yang cocok ditempatkan diatas papan proyek (*projectboard*).



Gambar 2.10 Arduino Nano

2.7.1.3 Arduino Mega

Arduino Mega mirip dengan Arduino Uno karena sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemrogramannya. Tetapi Arduino Mega menggunakan chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dengan pin I/O pin digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno. Cocok digunakan untuk proyek-proyek yang membutuhkan banyak masukan dan keluaran.



Gambar 2.11 Arduino Mega

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan Perancangan dan pengerjaan alat yang berupa tempat sampah pintar ini di Workshoop tempat kerja saya Di Bengkel Petrus, yang bertempat di jalan Bilal Ujung No. 235, pulo Brayan Darat 1, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20239.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Februari s/d Mei 2020

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	Uraian Kegiatan	Waktu					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■					
3	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3		■				
4	Seminar Proposal			■			
5	Penelitian dan Pengambilan data				■		
6	Pengelolaan Data				■		
7	Penyelesaian Penulisan					■	
8	Sidang						■

3.2 Metode Alat

Metode yang digunakan dalam perancangan alat untuk pencapaian tujuan memiliki beberapa tahapan.

3.2.1 Perancangan

Dalam perancangan alat menggunakan dua buah tempat sampah pintar yang terbagi atas sampah organik dan anorganik yang bekerja secara otomatis berbasis ramah lingkungan dengan menggunakan solar sel 50WP sebagai sumber energy kelistrikan untuk menjalankan program mikrokontroler arduino uno untuk membedakan jenis sampah organik dan anorganik.

3.2.2 Pemrograman

Pada metode pemrograman, perancangan tempat sampah pintar menggunakan solar charger controller yang berfungsi sebagai pengatur arus searah (DC) yang masuk ke baterai menghindari overcharging dan overvoltage dan arus yang di ambil dari baterai ke beban agar baterai tidak full discharge dan overloading.

3.2.3 Tujuan

Tujuan metode pada alat ini adalah membuat masyarakat sadar akan pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan dengan membuang sampah pada tempatnya, hal ini disikapi pemerintah terbukti dengan adanya UU nomor 18 tahun 2008 tentang pengolahan sampah.

1. banyaknya sampah yang dibuang sembarangan dan berserakan di jalanan
2. dibutuhkan wadah agar masyarakat dapat membuang sampah pada tempatnya
3. dibuatlah alat tempat sampah pintar yang dapat membuka dan menutup sendiri dan memilah sesuai jenis sampah, dengan tampilan yang unik dan menarik agar masyarakat tertarik membuang sampah pada tempatnya.

3.3 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.2.1 Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini antara lain :

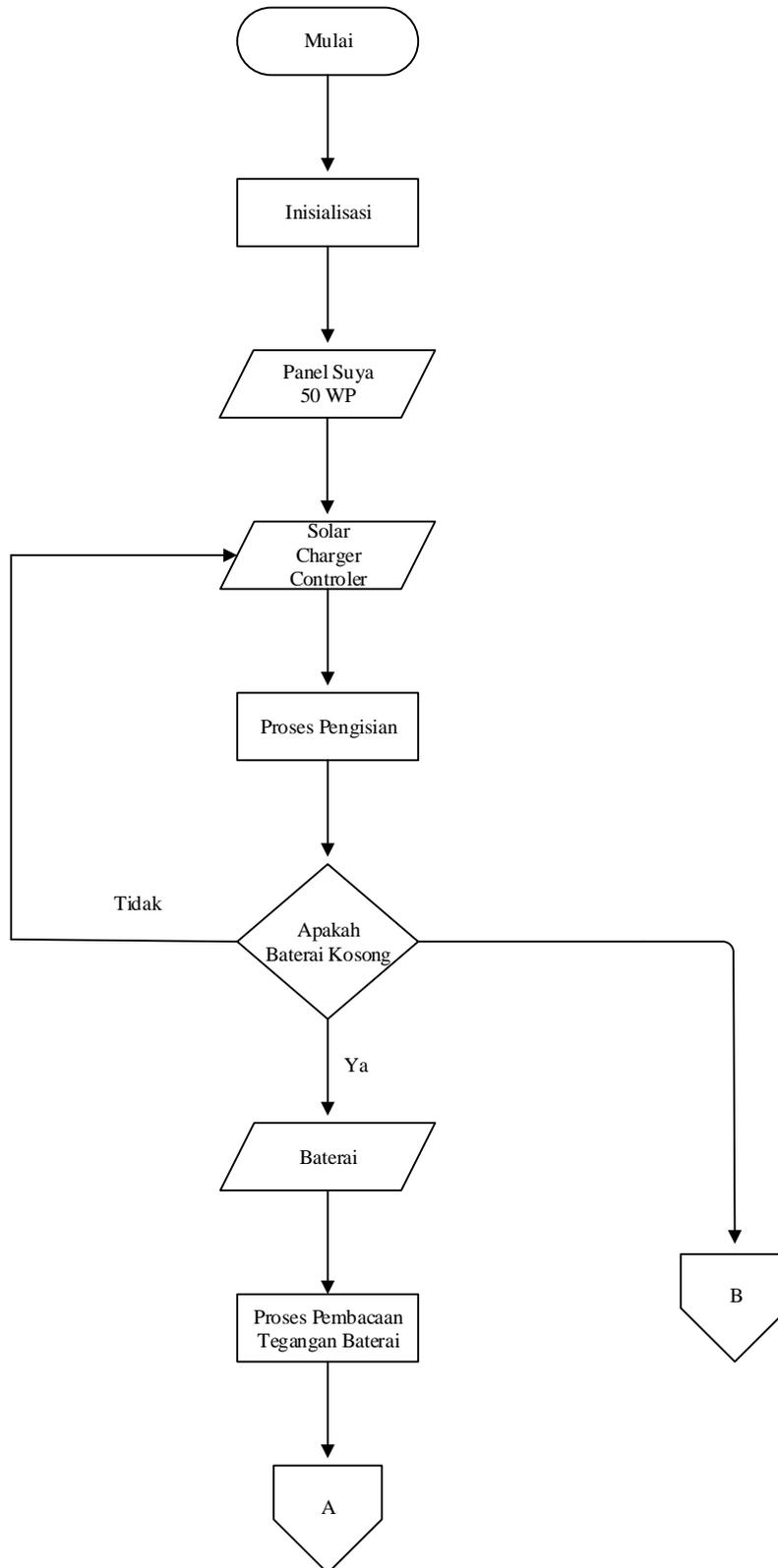
1. Laptop HP 1000 dengan Prosesor CORE I3
2. Alat-Alat Ukur Tegangan, Volmeter Digital
3. Peralatan Listrik (Tool Set)

3.2.2 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian dn penulisan tugas akhir ini antara lain :

1. Microsoft Word
2. Microsoft Excel
3. Microsoft Power Point
4. Arduino Uno
5. Proteus 7.5 Sp3 Pro
6. Mandellay

3.4. Bagan Alir Penelitian



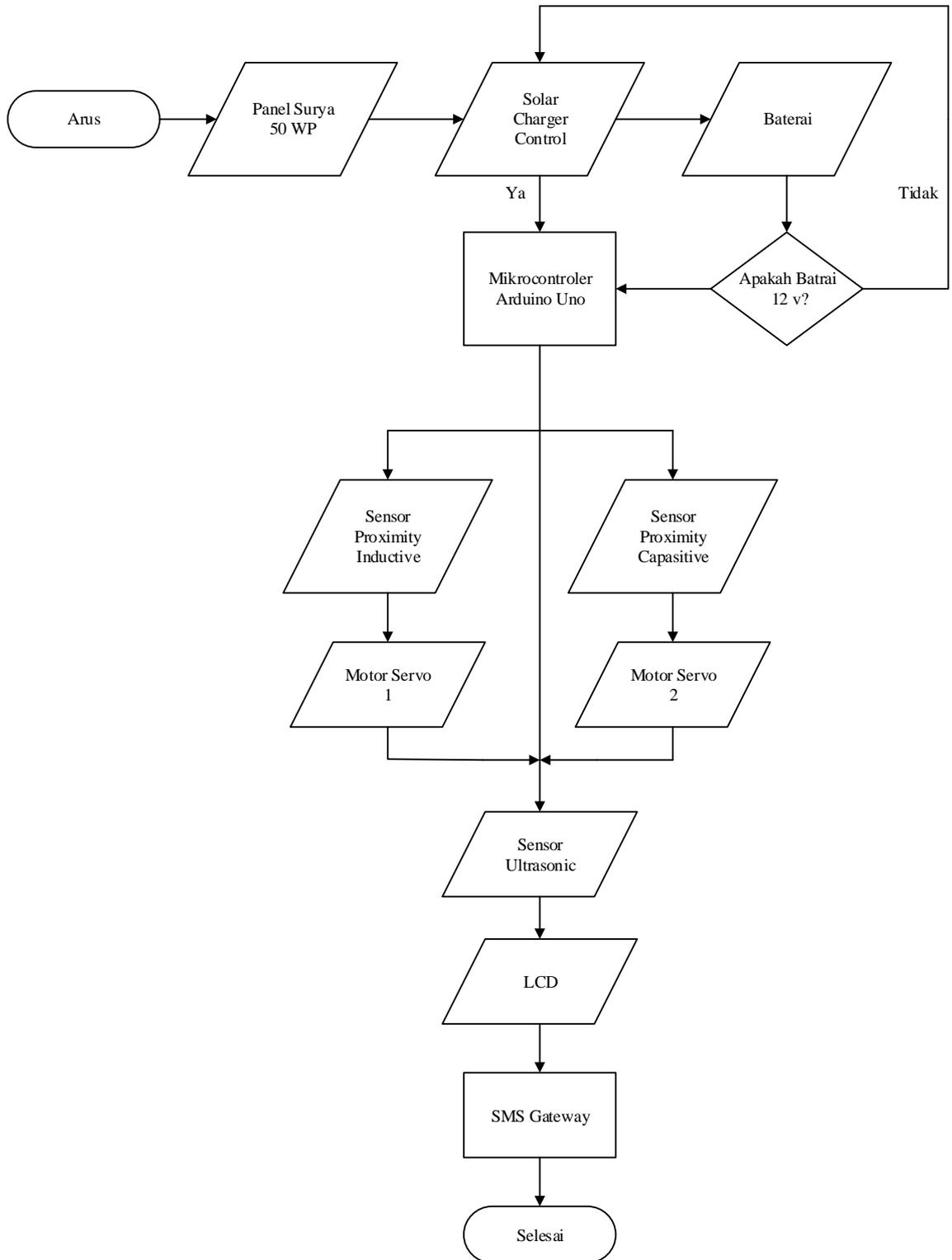
Gambar 3.1 Flowchart Sistem Pengisian solar sel

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian dan pengambilan data direncanakan akan dilakukan pada bulan April s/d Mei 2020 bertempat di Workshoop tempat kerja saya Di Bengkel Petrus, yang bertempat di jalan Bilal Ujung No. 235, pulo Brayon Darat 1, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20239.. Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan tema dengan cara melakukan studi literature guna memperoleh berbagai teori dan konsep untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan
2. Menyiapkan alat dan bahan penelitian
3. Melakukan penelitian pengontrolan dan analisis solar sel sebagai sumber energi pada tempat sampah pintar berbasis mikrokontroller arduino uno
4. Mengumpulkan data dari hasil penelitian
5. Mengelola data hasil penelitian
6. Melakukan analisa pada hasil peneitian
7. Menarik suatu kesimpulan dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan
8. Selesai

3.6 Perancangan Sistem



Secara umum cara kerja rangkayan ini dapat dilihat dari Bagan di atas, Adapun untuk pejelasan dari keseluruhan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Solar Sel
solar sel merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah energi dari sinar matahari menjadi energi listrik.
- b. Solar Charger
Solar charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah (DC) yang diisi ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban
- c. Baterai
Baterai merupakan komponen yang berfungsi sebagai media penyimpanan sementara arus listrik, sebelum di alirkan kembali ke peralatan elektronika
- d. Motor Servo
Motor Servo merupakan alat penggerak untuk membuka dan menutup tempat sampah secara mekaik
- e. Arduio Uno
Arduino Uno adalah mikrokontroller single-board yang sifatnya open-source. Maksudnya open-source adalah dapat mempelajari serta mengembangkan prototype dari Arduino dan mengembangkannya dengan brand versi sendiri
- f. LCD (Liquid cristal Display)
LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah.
- g. Sensor Proximity Induktif
Sensor Proximity Induktif adalah sensor jarak yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam.
- h. Sensor Proximity Kapasitif
Sensor Proximity Kapasitif adalah sensor jarak yang dapat mendeteksi gerakan, komposisi kimia , tingkat dan komposisi cairan maupun tekanan.

i. Modul SMS Gateway

Modul SMS Gateway adalah kemampuan untuk mengirim dan menerima pesan dalam bentuk teks dari dan kepada ponsel. Teks tersebut bisa terdiri dari huruf-huruf, angka atau kombinasi alphanumeric.

3.7 Analisa Data

Analisa data merupakan bagian yang sangat penting dalam metode ilmiah karena analisa data yang tepat dapat memberi arti dan makna yang berguna dalam memecahkan masalah penelitian sehingga akan didapat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Proses analisa dimulai dengan menyusun seluruh data yang tersedia dari dokumentasi yang ada. Kemudian data dari hasil penelitian dianalisa dengan tepat agar kesimpulan dapat diperoleh secara benar dan sesuai dengan yang dilakukan/ diharapkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil penelitian ini adalah direalisasikan sebuah alat yang berfungsi sebagai pensuplai arus untuk tempat sampah otomatis dari sumber energi cahaya matahari. Sebuah panel surya menyerap energi dari cahaya matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Rancangan ini menggunakan panel surya dengan kapasitas 50WP sebagai konversi energi. Sistem pembangkit ini dilengkapi dengan baterai kering agar dapat beroperasi pada malam hari disaat cahaya matahari tidak ada. Tegangan yang dihasilkan oleh panel akan disimpan terlebih dahulu pada baterai. Baterai akan menyalurkan arus untuk mensuplai sistem pembuangan sampah otomatis. Untuk mengatur proses pengisian baterai digunakan sebuah modul charger controler atau SCC. Modul berfungsi mengatur arus masuk ke baterai agar tidak over charge dan dapat mensuplai rangkaian kontroler yang berfungsi mengatur proses kerja sistem pembuangan sampah. Rangkaian kontroler menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali sistem yang mengatur pintu tempat sampah agar dapat beroperasi otomatis.



Gambar 4.1 Foto rancangan sistem PLTS pensuplai arus pada tempat sampah otomatis.

4.2. Pengujian sistem

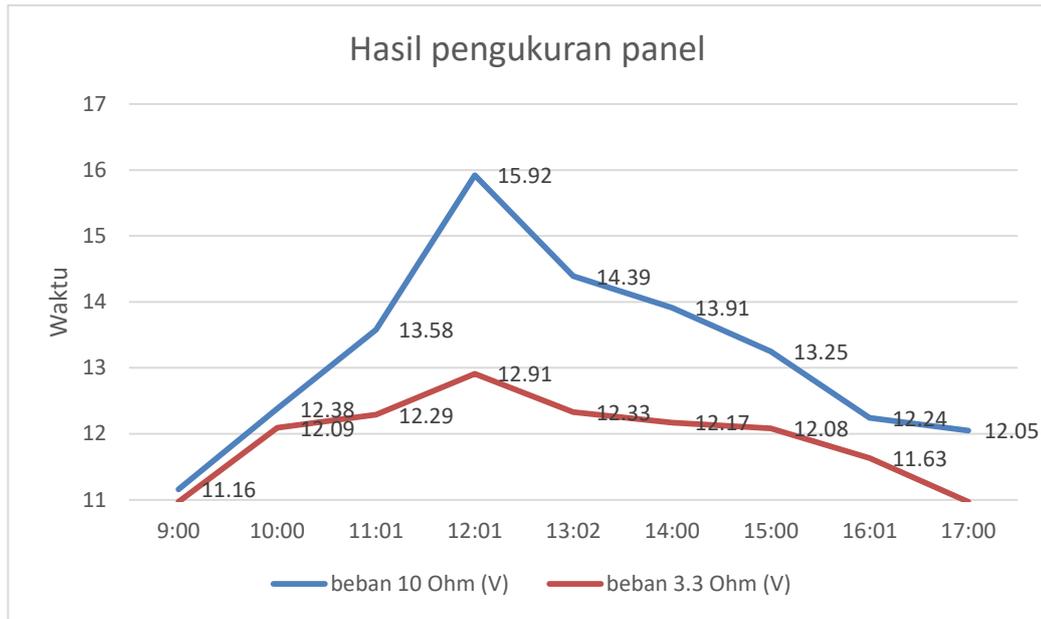
Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem yaitu unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya sebagai pemasok arus alat/tempat sampah otomatis. Langkah pengujian adalah mempersiapkan semua alat ukur yang dibutuhkan kemudian menjalankan objek yang akan diukur. Lakukan pengukuran pada bagian-bagian yang diperlukan pada objek tersebut dan catat hasil pengukurannya.

4.2.1 Pengujian panel surya (solar panel)

Panel surya yang digunakan adalah panel berkapasitas daya 50 watt peak. Pengujian panel dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran panel dengan pemberian input dari cahaya matahari. Pengujian dilakukan dari pagi hingga sore untuk mengetahui energi yang diperoleh dalam 1 hari. Pengukuran dilakukan dengan beban resistor karena beban resistor adalah beban yang konstan terhadap suhu dan dapat dipilih nilainya dengan mudah. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada panel surya.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 3/10/2020.

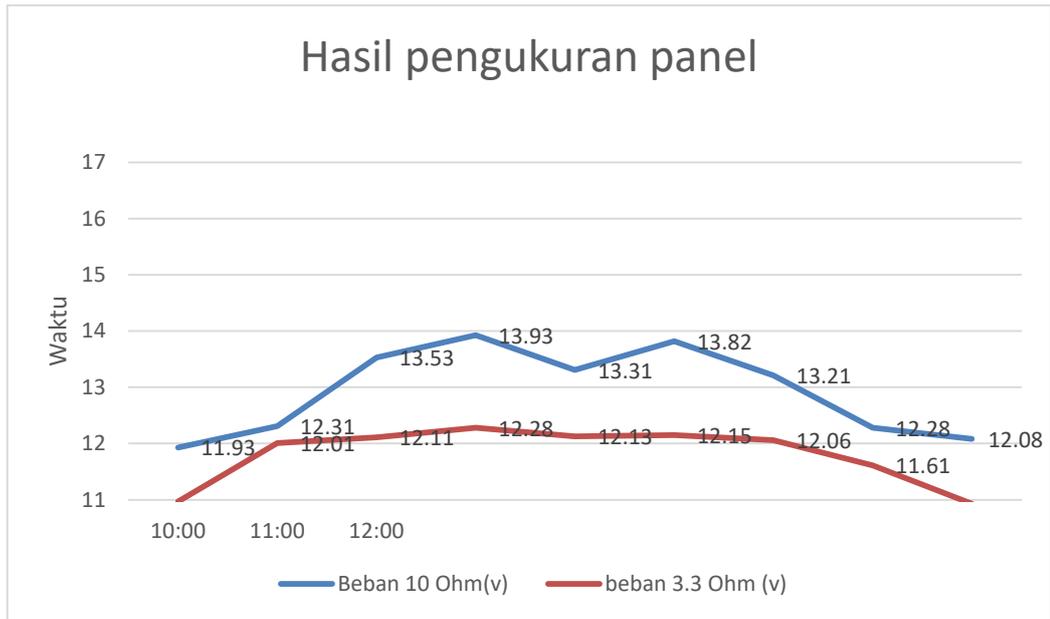
Waktu	beban 10 Ohm (V)	beban 3,3 Ohm (V)
09:00	11,16	10,97
10:00	12,38	12,03
11:01	13,58	12,29
12:01	15,92	12,91
13:02	14,39	12,33
14:00	13,91	12,17
15:00	13,25	12,08
16:01	12,24	11,63
17:00	12,05	10,97



Gambar 4.2 Grafik pada tabel 4.1

Tabel 4.2 Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 5/10/2020.

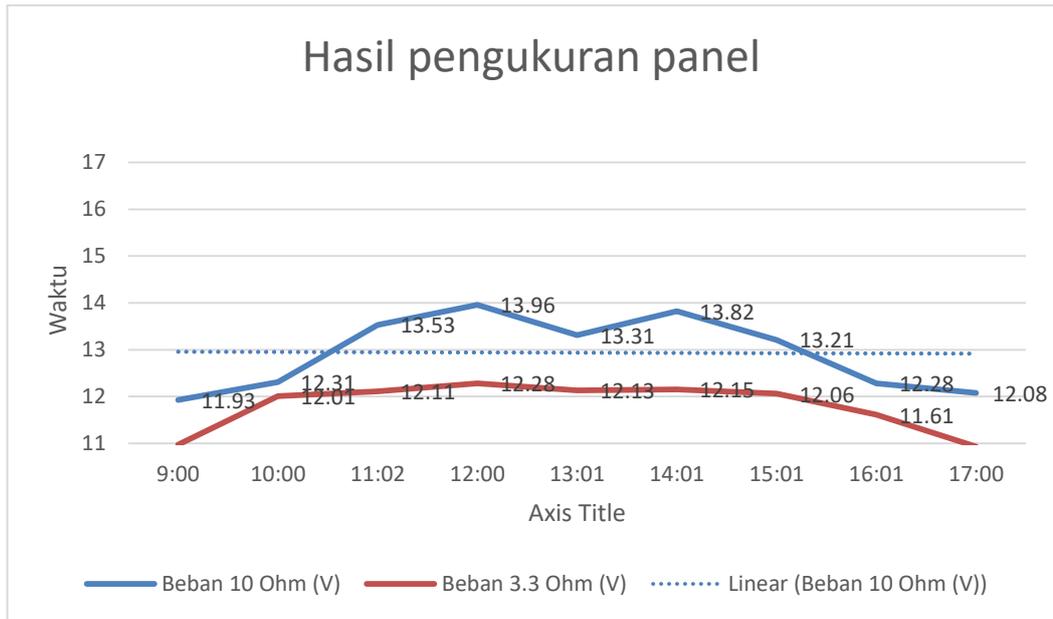
Waktu	beban 10 Ohm (V)	beban 3,3 Ohm (V)
09:00	10,16	9,97
10:01	12,18	11,33
11:00	13,22	12,37
12:02	14,12	13,01
13:01	14,29	12,78
14:00	13,37	12,37
15:01	13,20	12,06
16:00	12,21	12,23
17:01	12,01	11,90



Gambar 4.3 Grafik pada tabel 4.2

Tabel 4.3 Hasil pengukuran panel surya pada Tanggal 6/10/2020.

Waktu	beban 10 Ohm (V)	beban 3,3 Ohm (V)
09:00	11,93	10,97
10:00	12,31	12,01
11:02	13,53	12,11
12:00	13,96	12,28
13:01	13,31	12,13
14:01	13,82	12,15
15:01	13,21	12,06
16:01	12,28	11,61
17:00	12,08	10,93



Gambar 4.4 Grafik pada tabel 4.3



(a) Beban resistor 10 Ohms 5W



(b) Pengukuran tegangan dengan Voltmeter

Gambar 4.5 Proses pengukuran tegangan panel pada jam 9:00

Keterangan:

Pengujian dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 3, 5 dan 6 . Pengukuran dimulai dari jam 9:00 hingga jam 17:00 sore dimana cahaya matahari masih cukup menyinari panel. Tegangan output panel akan fluktuatif bergantung pada cahaya matahari saat itu.

Analisa data :

Dari data diatas dapat dihitung arus ,daya serta energi yang diberikan oleh panel surya.

Rumus : $I = V/R$

Contoh pada data pertama :

$$I = 11,16V/10 \text{ Ohm} = 1,11 \text{ A}$$

Daya beban :

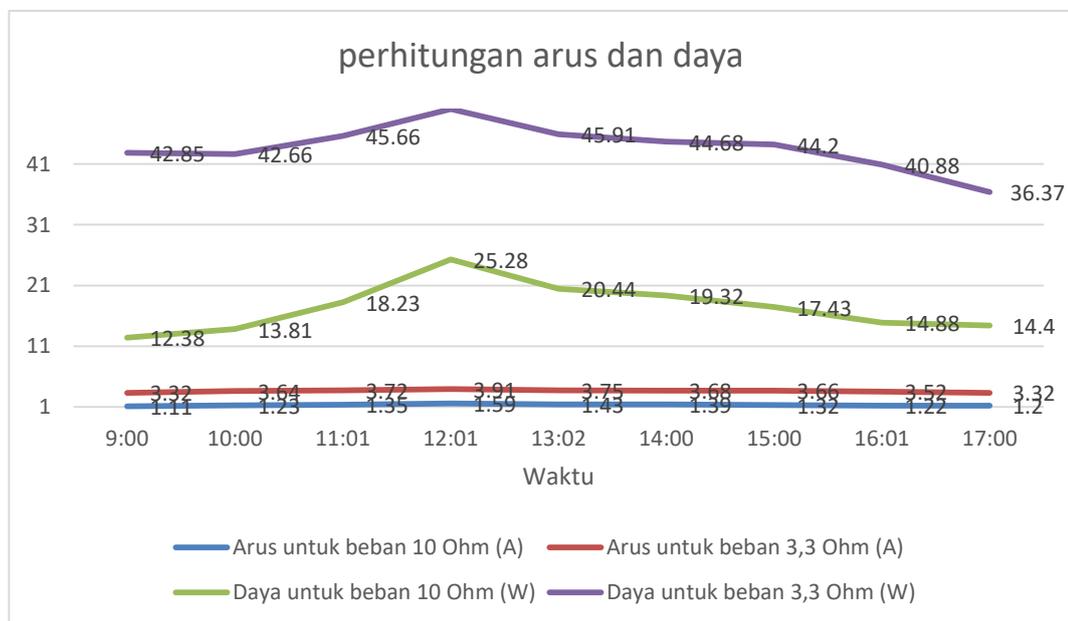
$$P = V \times I$$

$$P = 11,16V \times 1,11A = 12,38 \text{ Watt}$$

Demikian lah untuk mencari arus dan daya seterusnya dan diperoleh tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 3 Oktober 2020.

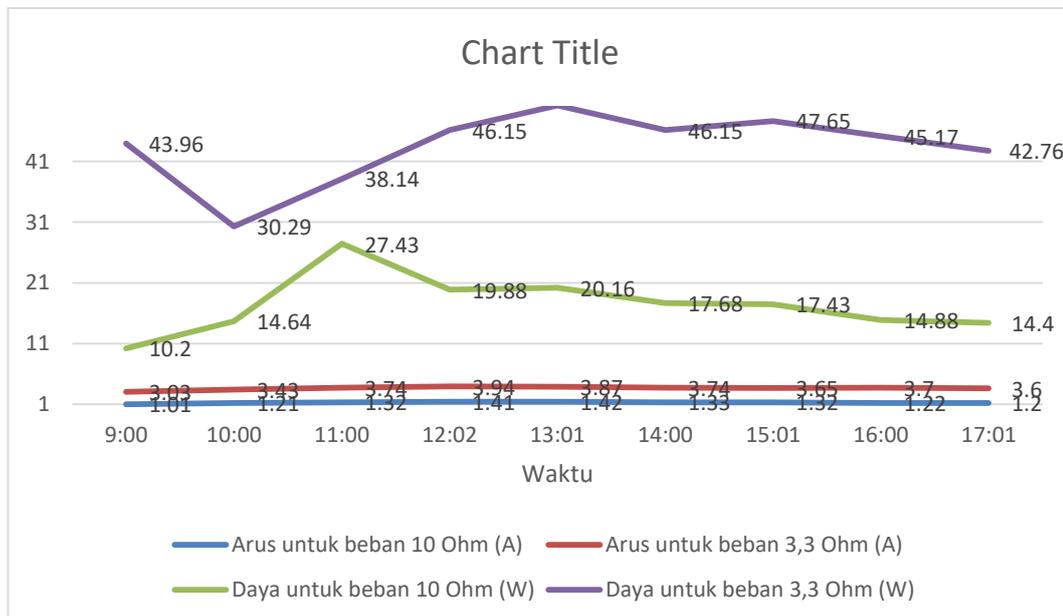
Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,11	3,32	12,38	36,42
10:00	1,23	3,64	13,81	42,85
11:01	1,35	3,72	18,23	45,66
12:01	1,59	3,91	25,28	50,04
13:02	1,43	3,73	20,44	45,91
14:00	1,39	3,68	19,32	44,68
15:00	1,32	3,66	17,43	44,20
16:01	1,22	3,52	14,88	40,88
17:00	1,20	3,32	14,40	36,37



Gambar 4.6 grafik pada tabel 4.4

Tabel 4.5 Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 5 Oktober 2020.

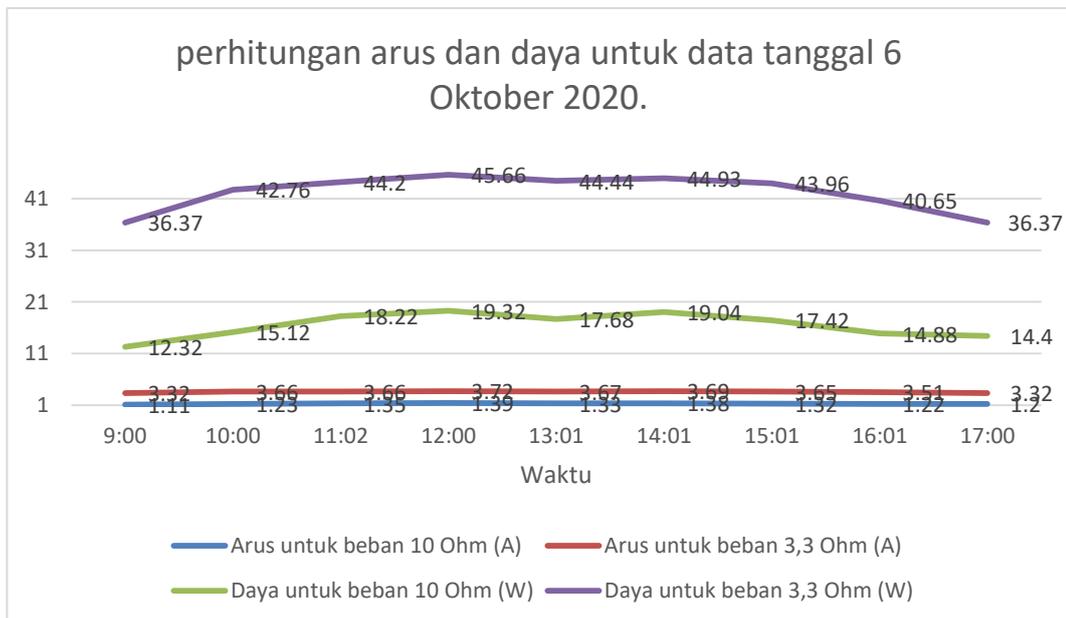
Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,01	3,03	10,20	30,29
10:01	1,21	3,43	14,64	38,14
11:00	1,32	3,74	27,43	46,15
12:02	1,41	3,94	19,88	50,22
13:01	1,42	3,87	20,16	47,65
14:00	1,33	3,74	17,68	46,15
15:01	1,32	3,65	17,43	43,96
16:00	1,22	3,70	14,88	45,17
17:01	1,20	3,60	14,40	42,76



Gambar 4.7 grafik pada tabel 4.5

Tabel 4.6 Hasil perhitungan arus dan daya untuk data tanggal 6 Oktober 2020.

Waktu	Arus untuk beban 10 Ohm (A)	Arus untuk beban 3,3 Ohm (A)	Daya untuk beban 10 Ohm (W)	Daya untuk beban 3,3 Ohm (W)
09:00	1,11	3,32	12,32	36,37
10:00	1,23	3,66	15,12	42,76
11:02	1,35	3,66	18,22	44,20
12:00	1,39	3,72	19,32	45,66
13:01	1,33	3,67	17,68	44,44
14:01	1,38	3,69	19,04	44,93
15:01	1,32	3,65	17,42	43,96
16:01	1,22	3,51	14,88	40,65
17:00	1,20	3,32	14,40	36,37



Gambar 4.8 grafik pada tabel 4.6

Selanjutnya untuk mencari energi yang diberikan oleh panel surya dari jam 9 hingga jam 17 adalah :

$$E \text{ total} = \text{Daya} \times \text{waktu}$$

$$E \text{ Total} = P \times t$$

Untuk tanggal 3 Oktober 2020 :

$$E \text{ Total} = 36,42+42,75+45,66+50,04+45,91+44,68+44,20+40,88+36,37$$

$$E \text{ Total} = 386,91 \text{ Watt Hour}$$

Dengan cara yang sama untuk tanggal 5 Oktober 2020 :

$$E \text{ Total} = 390,49 \text{ Watt Hour}$$

Dan , untuk tanggal 6 Oktober 2020 :

$$E \text{ Total} = 379,34 \text{ Watt Hour}$$

Rata-rata energi yang diperoleh selama 3 hari adalah :

$$E \text{ rata-rata /hari} = (386,91 + 390,49 + 379,34)/3 = 385,58 \text{ Watt hour}$$

Keterangan :

Adapun pengujian yang dilakukan bertujuan untuk melihat kelayakan solar sel yang digunakan apakah sudah memenuhi standard yang diharapkan, dan alasan penggunaan resistor sebagai uji coba output solar sel dikarenakan resistor yang memiliki nilai resistansi yang konstan, dengan variabelnya yang hanya cahaya matahari, dengan demikian hanya ada satu variable sehingga hasil pengujian solar sel lebih baik.

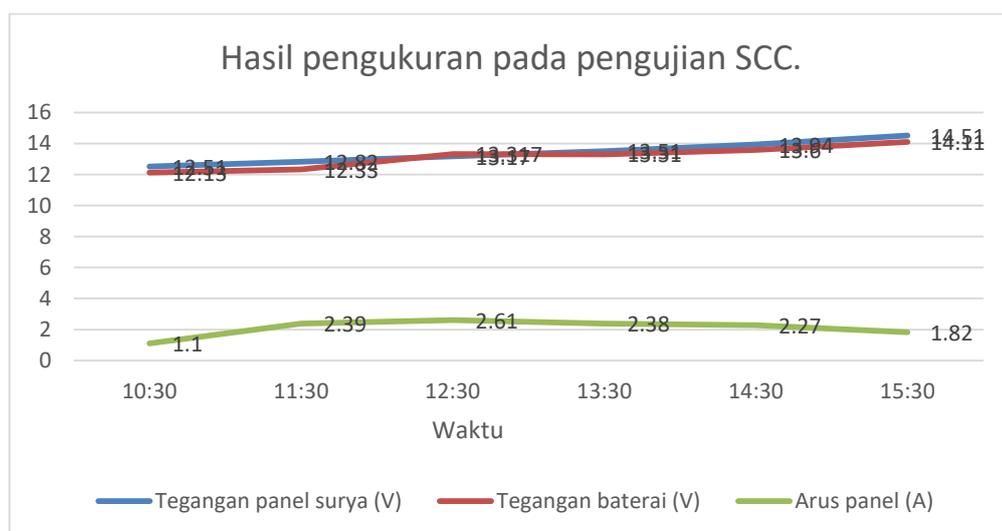
4.2.2 Pengujian modul SCC (Solar Charge Controller)

Pengujian dilakukan dengan cara memasang panel surya ke modul solarcharger kontroler dan baterai. Ada terdapat 3 terminal pada modul SCC yaitu terminal masukan input dari panel surya, masukan input terminal untuk baterai dan output terminal pada beban, Pengujian dilakukan pada siang hari dibawah terik sinar matahari.

Pengukuran yang dilakukan adalah mengukur tegangan panel dan tegangan baterai serta arus yang mengalir ke baterai dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil pengukuran pada pengujian SCC.

Waktu(Jam)	Tegangan panel surya (V)	Tegangan baterai (V)	Arus panel (A)
10:30	12,51	12,13	1,10
11:30	12,82	12,33	2,39
12:30	13,17	13,17	2,61
13:30	13,51	13,31	2,38
14:30	13,94	13,60	2,27
15:30	14,51	14,11	1,82



Gambar 4.9 Grafik pengujian SCC



Gambar 4.10. Pengukuran tegangan pada pengujian baterai 12V

Analisa :

Dari pengujian diatas dapat ditentukan daya dan kapasitas energi yang tersimpan pada baterai selama 6 jam pengecasan, berikut akan dibahas cara menghitung daya output panel dan kapasitas yang diterima oleh baterai.

Daya output panel = tegangan panel x arus panel = $V_p \times I_p$

$$P = 12,51V \times 1,1A = 13,76 \text{ Watt.}$$

Demikian juga untuk daya seterusnya pada jam berikutnya.

Untuk mencari energi keluaran panel adalah daya panel dikali dengan lamanya waktu panel tersebut bekerja. Dalam pengujian ini ,dilakukan pengukuran tiap jam maka,

$$E = P \text{ panel} \times t$$

Dimana : E = energi

P panel = daya keluaran panel surya

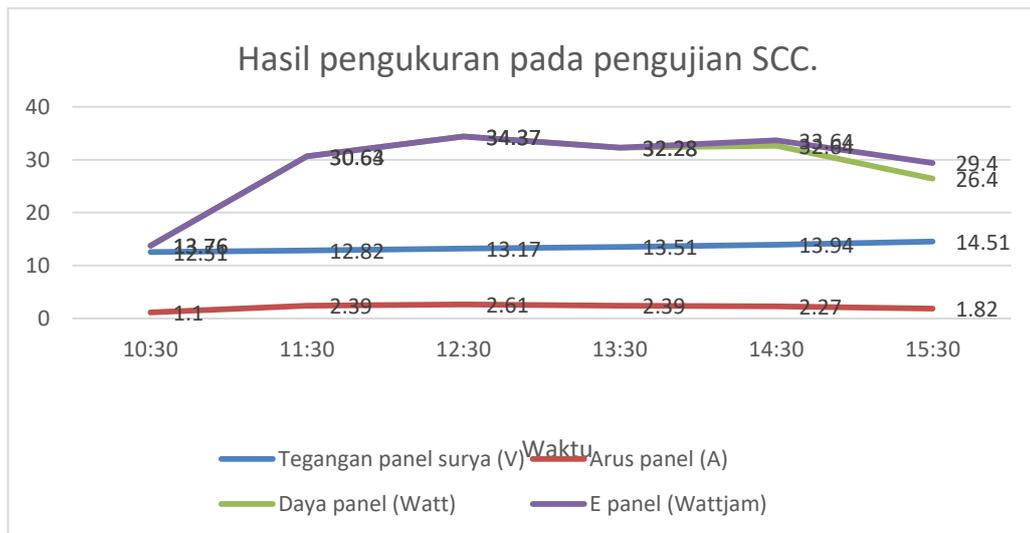
t = lama waktu pengujian

$$E = 13,76\text{Watt} \times 1 \text{ jam} = 13,76 \text{ Watt.jam atau Watt.hour}$$

Demikianlah untuk perhitungan selanjutnya dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Hasil pengukuran pada pengujian SCC.

Waktu(Jam)	Tegangan panel surya (V)	Arus panel (A)	Daya panel (Watt)	E panel (Wattjam)
10:30	12,51	1,10	13,76	13,76
11:30	12,82	2,39	30,63	30,64
12:30	13,17	2,61	34,37	34,37
13:30	13,51	2,39	32,28	32,28
14:30	13,94	2,27	32,64	33,64
15:30	14,51	1,82	26,40	26,40



Gambar 4.11. hasil pengujian SCC

Dengan demikian total energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya selama 6 jam adalah :

$$\text{Total E} = 13,76 + 30,64 + 34,37 + 32,28 + 33,64 + 26,4 = 171,09 \text{ Watt.jam}$$

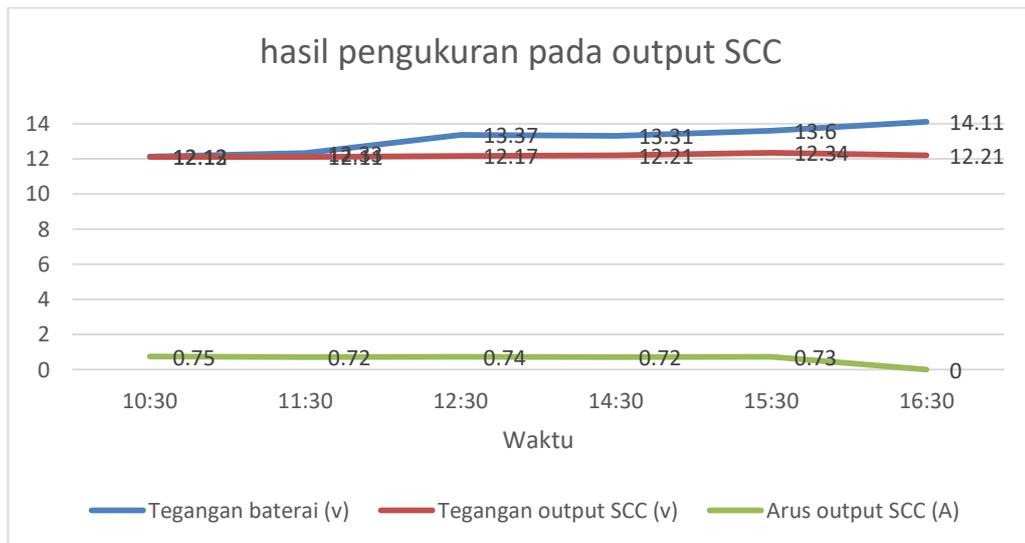
Sedangkan untuk Amper.Hour dapat diperoleh dari :

$$\text{AH} = 1,1 + 2,39 + 2,61 + 2,38 + 2,27 + 1,82 = 12,57 \text{ AH}$$

Selanjutnya pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran tegangan baterai, mengukur tegangan output scc dan mengukur arus output baterai dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.9 hasil pengukuran pada output SCC

Waktu(Jam)	Tegangan baterai (v)	Tegangan output SCC (v)	Arus output SCC (A)
10:30	12,13	12,12	0,75
11:30	12,33	12,11	0,72
12:30	13,17	12,17	0,74
14:30	13,31	12,21	0,72
15:30	13,60	12,34	0,73
16:30	14,11	12,21	0,71



Gambar 4. 12. Grafik pengukuran SCC

Dari pengujian tersebut dapat ditentukan daya keluaran output yang dihasilkan scc dengan rumus sebagai berikut :

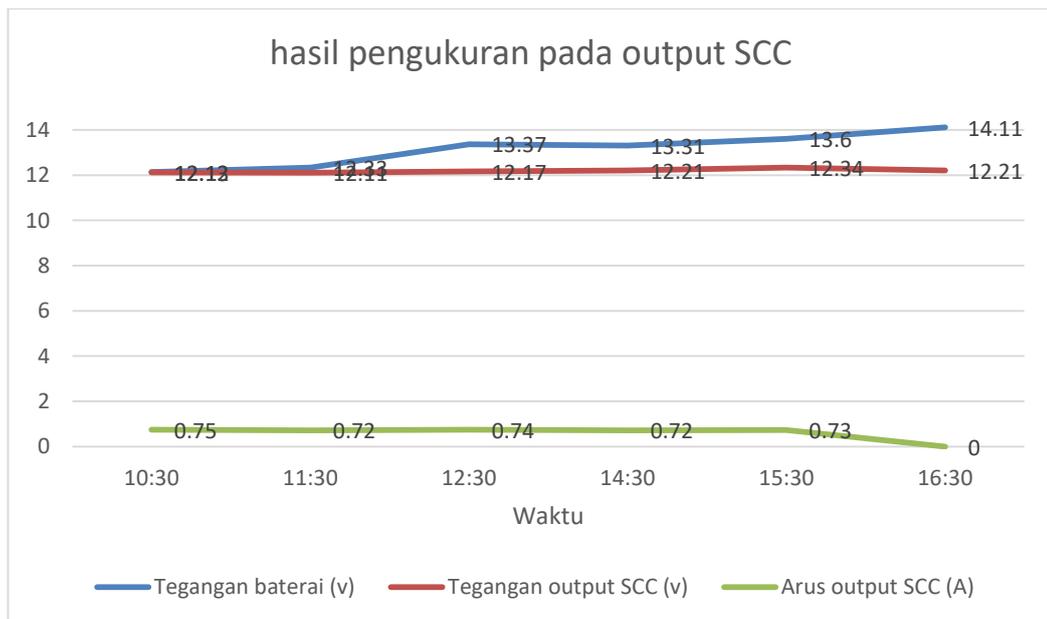
Daya output SCC = tegangan output SCC x arus output SCC

$$P = 12,12V \times 0,75A = 9,09Watt.$$

Demikian juga untuk daya selanjutnya pada jam berikutnya.

Tabel 4.10 Hasil pengukuran pada output scc

Waktu(Jam)	Tegangan baterai (v)	Tegangan output SCC (v)	Arus output SCC(A)	Daya output scc(Watt)
10:30	12,13	12:12	0,75	9,09
11:30	12,33	12:11	0,72	8,71
12:30	13,17	12:17	0,74	9,0
13:30	13,31	12:21	0,72	8,79
14:30	13,60	12:34	0,73	9,0
15:30	14,11	12:21	0,71	8,66



Gambar 4.13 Grafik hasil pengukuran output SCC

4.2.3 Perhitungan keperluan daya listrik

Perhitungan keperluan daya listrik dapat dilihat dari total daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan peralatan tempat sampah pintar. dengan menghitung kebutuhan daya dari tiap komponen peralatan listrik.

Tabel 4.11 perhitungan kebutuhan daya listrik

Nama komponen	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (watt)	Jumlah
Arduino uno	5 v	20 mA	0,1 watt	1
Motor servo	5 v	500 mA	5 watt	2
Sensor ultrasonik	5 v	15 mA	0,5 watt	2
Lcd (16x2)			1 watt	1
Modul sms gateway			1 watt	1
SSC			2 watt	1
Proximity induktif	4,4 v	300mA	10,8 watt	2
Proximitykapasitif	3,5 v	300mA	10,8 watt	2

Analisa :

Dari tabel di atas dapat diketahui total energi yang dibutuhkan untuk menjalankan peralatan elektronika dari tempat sampah pintar yaitu :

Total, $E = 0,1+5+0,5+1+1+2+2,64+2,1 = 14,34 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$

$$E = 344,16 \text{ watt hour}$$

- menghitung jumlah daya dari panel surya 50WP yang dibutuhkan, dengan 9 jam pengecasan :

Daya Solar panel – beban penggunaan 24 jam

$$385,58 \text{ watt hour} - 344,16 \text{ watt hour} = 41,42 \text{ watt hour.}$$

Jadi, solar panel 50WP sanggup untuk memenuhi kebutuhan listrik dari komponen elektronika tempat sampah pintar bertenaga solar sel.

- Selanjutnya Menghitung daya baterai 12 volt, 12 Ah untuk menjalankan peralatan elektronika selama 24 jam :

Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk kebutuhan energi listrik) dengan demikian maka kebutuhan daya dikalikan 2x lipat :

$$E = 344,16 \text{ watthour} \times 2 = 688,32 \text{ watthour} / 12 \text{ volt} / 12 \text{ A}$$

$$E = 688,32 - 144 = 544,32 \text{ watthour.}$$

(dibutuhkan baterai dengan Ah baterai yang lebih besar untuk dapat menjalankan peralatan elektronika tempat sampah pintar selama 24 jam)

Perhitungan daya yang mampu untuk di berikan baterai tanpa adanya pasokan energi dari solar sel untuk baterai 12volt / 12Ah adalah selama 5 jam dengan perhitungan semua komponen kondisi bekerja :

$$E = P \times t$$

$$E = 14,34 \times 5 \text{ jam} = 71,7 \times 2 \text{ (50\% baterai yang dapat digunakan)}$$

$$E = 143,4 \text{ watt} - 144 \text{ watt} = 0,6 \text{ watthour.}$$

(baterai mampu memenuhi kebutuhan listrik peralatan elektronika selama 5 jam dengan beban penuh).

Dibutuhkan kapasitas baterai lebih besar 12volt / 100Ah untuk memenuhi kebutuhan listrik selama 24 jam :

Daya baterai 12V/100Ah – beban penggunaan 24 jam

$$E = 1200 - 344,16 = 855,84 \text{ watthour}$$

(dengan penggunaan kapasitas Ah baterai yang lebih besar dapat memenuhi kebutuhan listrik selama 24 jam).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan teknologi publik tempat sampah pintar menggunakan panel solar sell 50WP bekerja dengan baik. Dengan daya yang dihasilkan 9.09Watt.
2. Pemanfaatan solar charge controller untuk mencegah pengisian berlebih pada baterai. SCC akan menghentikan pengisian baterai pada tegangan 14Volt, Pada saat baterai kosong tegangan baterai akan drop hingga dibawah 12Volt. Saat baterai terisi penuh tegangan akan mencapai 14Volt.
3. Dengan penambahan solar charge controller untuk menjaga tegangan baterai tetap stabil 12Volt agar tidak berlebih dan kurang. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) dalam mengatur pengisian baterai untuk menghasilkan efesiensi pengisian yang lebih tinggi, cepat dan membuat baterai tetap normal dengan kapasitas penuh.

5.2 Saran

1. Penyempurnaan dan penambahan kapasitas sistem solar energi agar dapat mensuplai lebih banyak kebutuhan misalnya lampu penerangan selain tempat sampah yang dibuat.
2. Penggunaan baterai dengan kapasitas yang lebih besar dapat menjamin pasokan energi yang lebih lama dengan demikian hari mendung yang panjang dapat diatasi.

DAFTAR REFERENSI

- Anus Wuryanto, dkk. 2019. Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Paradigma-Informatika dan Komputer*. Vol 21 (1)
- Anwar, dkk. 2016. Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *Jurnal Teknik*. Vol 37 (2)
- Arvita, Y. Dewi. 2013. Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Suplai Cadangan Pada Laboratorium Elektro Dasar di Institut Teknologi Padang. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol 2 (3)
- Dafi Dzulfikar & Wisnu Broto. 2016. Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga. *E-Jurnal Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Vol 5
- Faisal, P. Irsan, dkk. 2020. PKPM Pengolahan Sampah Bakar Ramah Lingkungan Muhammadiyah Menggunakan Rancang Bangun Insenerator. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. Vol 2 (1)
- Faisal, P. Irsan & Marcopolo. Perancangan Prototype Alat Pemilah Sampah Otomatis. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol 2 (1)
- Hasan, H., 2012, Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, Vol 10 (2)
- Irfan ahrubi, dkk. 2018. Rancang Bangun Solar Charge Controller Menggunakan Synchronous Non-Inverting Buck-Boost Converter Pada Panel Surya 50 WattPeak (WP) Berbasis Arduino Nano V3.0. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektronika*. Vol. 1 (1)
- Karmiathi, N.M., 2011, Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen Fotovoltaic Kompatibel. *Jurnal Logic*, Vol 11

- Ketut, Parti. 2018. Pengaruh Temperatur PV Solar Sell Terhadap Karakteristik I-V Dengan Menggunakan Aplikasi Software GT Solar Teknologi. *Jurnal Simetrik*. Vol 8 (2)
- M. Fifi'an, dkk. 2012. Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*. Vol 6 (1)
- Muhammad Yunus. 2018. Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Arduino. Skripsi (S1). Majalengka: Fakultas Teknik Universitas Majalengka.
- Ridho S. Insani & Azriyenni A. Zakri. 2019. Desain Sistem Pengisian Berbasis Solar Sel Menggunakan Regulator MPPT. *Jurnal FTEKNIK*. Vol. 6
- Subandi, Slamet Hani, 2015, Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. Vol 7 (2)
- Ubaidillah, dkk. 2012, Pengembangan Piranti Hibrid Termoelektrik –Sel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. Vol 10 (2)
- Widayana, Gede. 2012. Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pendidikan Ganesha*. Vol 9 (1)