

# Perancangan Desain *Traffic Light* Menggunakan Panel Surya

Feri Himawan  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Nurul Jadid  
Probolinggo, Indonesia  
[ferihimawan1@gmail.com](mailto:ferihimawan1@gmail.com)

Ilmi Rizki Imaduddin  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Nurul Jadid  
Probolinggo, Indonesia  
[ilmi.eeunuja@gmail.com](mailto:ilmi.eeunuja@gmail.com)

Fuad Hasan  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Nurul Jadid  
Probolinggo, Indonesia  
[fuadhasan1993@gmail.com](mailto:fuadhasan1993@gmail.com)

Fredy Susanto  
Program Studi Mesin Otomotif  
Politeknik Negeri Madiun  
Kota Madiun, Indonesia  
[fredy@pnm.ac.id](mailto:fredy@pnm.ac.id)

**Abstrak**—Telah dibuat sistem *traffic light* menggunakan *solar cell*. Sistem *traffic light* yang dibuat mampu memberikan kesetabilan energi suplai dari tegangan *solar cell* yang fluktuatif, menjadi tegangan yang stabil untuk tenaga sistem *traffic light*, juga untuk mengisi penyimpanan energi listrik *battery/accumulator*. Pengendali waktu penyalaan lampu *traffic light* juga dilakukan berdasarkan pembacaan sensor *ultrasonik*, sehingga kendala umum kemacetan di *traffic light* mempunyai solusi alternatif menggunakan sistem ini. Pengatur timer *traffic Light* bekerja dengan baik sesuai jam operasional, berdasarkan pengamatan kepadatan lalu lintas pada jam-jam tertentu, pendeteksi sensor hanya bekerja pada jam-jam operasional jam 06:00 pagi sampai jam 21:00 malam. Mikrokontroler selain sebagai pengatur *Traffic Light* juga mampu mengatur kesegaran *battery*, menjaga batas atas agar tidak terjadi *over voltage*, menjaga *Battery* tidak drop, dimana sumber listrik dari keseluruhan sistem ini adalah energi dari Solar cell yang disimpan pada *Battery*. buck boost converter sebagai pengatur pengisian *battery* dan sebagai sumber tenaga keseluruhan sistem *traffic light* berhasil menjaga nilai output untuk charger dan kestabilan nilai tegangan sebagai sumber tenaga.

**Kata Kunci:** *Traffic Light*, Mikrokontroler, Baterai, Dan Buck Boost.

## I. PENDAHULUAN

Semakin ramai kendaraan bermotor, dibutuhkan aturan pada perempatan dan pertigaan, untuk penggunaan lampu lalu lintas sebagai pengawas kemacetan, menggunakan buka tutup yang diatur oleh lampu lalu lintas *traffic light*[1].

Energi adalah kebutuhan yang vital dalam kehidupan manusia pemanfaatan energi adalah pengaplikasian pada lampu lalu lintas yang ada di Indonesia. Setiap hari pembangkit listrik di Indonesia membakar minyak, gas alam, dan batubara dalam jumlah yang banyak sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik [2].

Pemasangan solar cell yang dilakukan kebanyakan adalah bersifat statis (konvensional) yang mana posisi letak solar sel hanya pada satu posisi saja. Pergerakan matahari tersebut akan mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang akan diserap

oleh solar sel sehingga hasil daya yang dihasilkan bisa lebih maksimal [3].

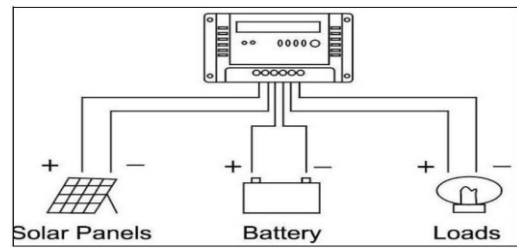
Tenaga surya yaitu tenaga yang bersumber dari matahari. Tenaga surya atau disebut dengan sel surya bekerja apabila bahan semikonduktor seperti misalnya silikon disimpan langsung dibawah matahari, maka bahan silikon tersebut akan melepaskan sejumlah muatan listrik kecil yang disebut efek fotolistrik. Semakin banyak bahan semikonduktor tersebut maka semakin besar pula energi listrik yang dikeluarkan. Adanya penjelasan sedikit tentang *traffic light* dan tenaga surya diatas, hal ini dapat diaplikasikan sebagai **“Perancangan Desain Sistem *Traffic Light* Menggunakan Panel Surya”**.

### A. Pengertian *Traffic Light*

Kecelakaan lalu lintas biasanya meningkat sesuai meningkatnya mobilitas manusia pengguna transportasi, terutama pada saat-saat sibuk. Berbagai usaha untuk menanggulangi kemacetan lalu lintas yang dilakukan adalah dengan penambahan sarana jalan, pembangunan jalan tol, jalan layang, terowongan, sistem pengaturan lampu ATCS (*Area Traffic Control system*), dan lain-lain. Untuk pengaturan lampu lalu lintas yang ramai diperlukan rambu lalu lintas. Lampu lalu lintas dapat memberikan keuntungan bagi peningkatan keamanan lalu lintas, mengurangi kemacetan dan memberikan keamanan bagi pengguna penyebrang jalan. Maka lampu *traffic light* sebagai pengatur lampu *traffic light* untuk dapat berjalan secara bergantian. Pada setiap lampu lalu lintas terdapat 3 buah lampu yang berwarna merah, kuning, dan hijau, merah berarti berhenti, kuning berarti hati-hati (berhenti/jalan), sedangkan hijau berarti jalan [9].



Gambar 1. Traffic Light.

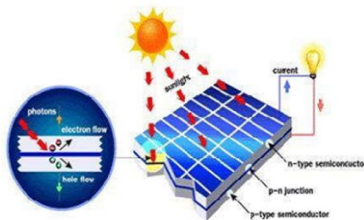


Gambar 3. Struktur Solar Charge Controller (Elektro, teknik, & jember, 2016).

B. Photovoltaic

Solar Cell atau Photovoltaic, adalah perangkat listrik mengubah energi cahaya menjadi energi listrik oleh efek photovoltaic. Solar cell dibentuk menggunakan modul yang biasa disebut panel surya. Konversi energi photovoltaic dalam solar cell adalah penyerapan cahaya matahari yang menghasilkan hole dan electron. Electron dan hole inilah yang menimbulkan beda potensial dan jika dibuat rangkaian tertutup akan menghasilkan arus listrik [10].

Photovoltaic sebagai alternatif penghasil energi yang sekarang sudah mulai menipis untuk cadangan energi. Photovoltaic merupakan penghasil energi yang murah sebagai sumber energi matahari secara gratis [11].



Gambar 2. Ilustrasi cara kerja sel surya (Dewatama et al.,2017).

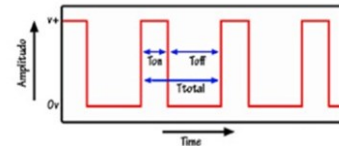
C. Solar Charger Controller (SCC)

SCC komponen yang mengatur arus searah sebagai pengisian baterai. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. SCC menggunakan pulse width modulation sebagai pengisian baterai dengan tegangan output 16-21V. Baterai rusak oleh apabila overcharging dengan tegangan 14-14,7V [12].

Adapun penggunaan solar charge controller secara terperinci, yaitu :

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari over charging, dan over voltage.
2. Mengatur arus yang dibebaskan / diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge, dan loading.

D. Pulse Width Modulation (pwm)



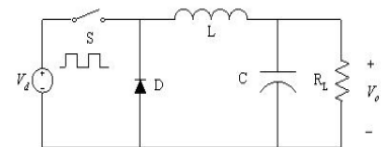
Gambar 4. Sinyal PWM.

Lebar pulsa berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli. Sinyal PWM mempunyai frekuensi gelombang tetap tetapi duty cycle bervariasi 0% sampai 100% [13].

E. Buck-Boost Converter

❖ Buck converter

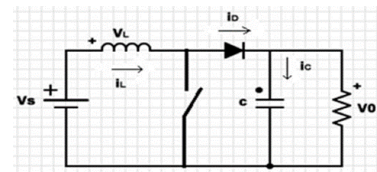
Buck converter suatu jenis dc to dc yang mempunyai output tegangan kecil dari tegangan input. Ketika saklar tertutup, diode dalam keadaan reverse sehingga sinyal input menuju induktor dan terjadi penyimpanan energi.



Gambar 5. Topologi buck converter.

❖ Boost converter

Boost converter suatu dc to dc yang mempunyai arus masuk kontinu dan arus keluar. Karakteristik tersebut membuat boost converter digunakan untuk sistem MPPT, sebab ketika arus terputus maka tegangan yang terukur akan sama dengan tegangan rangkaian terbuka. Gambar rangkaian buck boost converter ditunjukkan Gambar berikut buck boost converter bekerja dengan cara membuka dan menutup switch secara berkala [14].



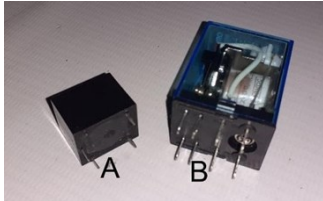
Gambar 6. Topologi boost converter (Ranny Dwidayanti, 2017).

F. *Relay* sistem

Secara sederhana relai didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak sakelar.
- Sakelar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya / energi listrik.

Penggunaan relai ini dalam perangkat-perangkat elektronika sangatlah banyak. Terutama di perangkat yang bersifat elektronis atau otomatis. Contoh pada televisi, radio, dan lain-lain. Berikut merupakan contoh relai pada Gambar 7.



Gambar 7. Relay sistem.

G. Arduino megaAT2560

Arduino merupakan pengendali mikro *single board* yang mempunyai karakter *open-source* untuk dirancang supaya mempermudah pemakaian alat elektronik. Didalam arduino terdapat analog *Input* dan digital *Input output*. [16]

Kelebihan modul arduino antara lain :

- Mudah digunakan, cocok sekali untuk pemula.
- Fungsi *library* (kode program tinggal pakai) *hardware hardware* antara lain bluetooth, berbagai macam sensor, *GSM board*.
- Tidak memerlukan *download*er.

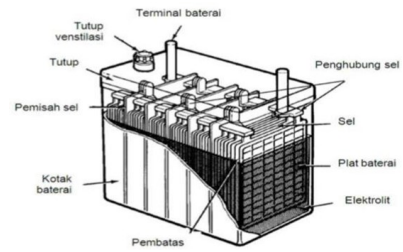


Gambar 8. Arduino mega 2560

H. *Acumulator* (Accu)

Accu merupakan listrik yang terjadi proses elektrokimia dengan akurasi tinggi [17]. Accu adalah komponen elektrokimia yang dapat menghasilkan tegangan dan mengalirkan listrik. Reaksi elektrokimia ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik [18].

Baterai (aki), terdiri dari beberapa sel. Baterai aki 12 Volt, terdiri dari 6 sel. Tegangan sebenarnya pada baterai aki 12 volt adalah, antar 13,8 – 14,7 volt. Kondisi aki tergantung dari suhu. Suhu yang tinggi menyebabkan aki cepat rusak. Pada saat *charging* baterai pada suhu ruangan melebihi 30°C, tegangan yang direkomendasikan adalah 2,35 volt/sel. Dan suhu dibawah 30°C pada ruangan tetap, tegangan *charger* untuk masing-masing sel disarankan 2.40 – 2,45 volt [19].

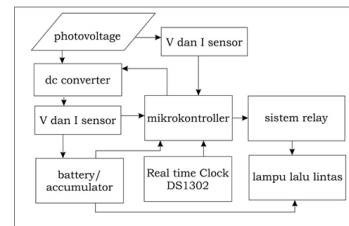


Gambar 9. Acumulator (acu).

Accu mempunyai banyak model serta ukuran yang memiliki energi spesifik yang jauh lebih rendah pada bahan bakar biasa.

II. METODOLOGI

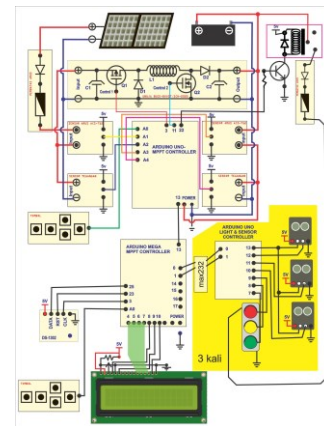
*Traffic light* dirancang dengan sumber tegangan penuh sel surya (*photovoltage*), yang disimpan dalam *battery (accumulator)*. Sehingga semua instrument dalam desain ini mengacu pada perhitungan kemampuan dan keadaan sumber tegangan ini. Berikut ini diagram instrumenasi elektronik yang digunakan pada perancangan *traffic light* bertenaga surya.



Gambar 10. Diagram blok

A. *Instrument* perancangan *traffic light*

*Traffic light* dirancang dengan sumber tegangan penuh sel surya (*photovoltage*), yang disimpan dalam *battery (accumulator)*. Sehingga semua instrumen dalam desain ini mengacu pada perhitungan kemampuan dan keadaan sumber tegangan ini. Berikut skematik elektronik yang digunakan pada perancangan *traffic light* bertenaga surya.



Gambar 11. Diagram keseluruhan.

B. *Photovoltage*

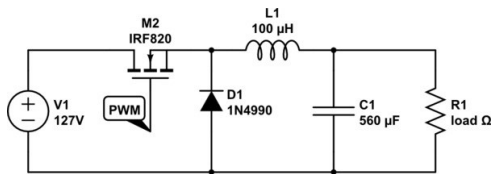
*Photovoltage* yang digunakan ukuran 20WP dengan *output* tegangan rata-rata 12 V.



Gambar 12. Photovoltage.

C. *DC Converter*

*Dc Converter* adalah rangkaian penurunan (*buck converter*) yang bersumber dari *photovoltage*, serta dikendalikan oleh mikrokontroler untuk membatasi tegangan keluarannya sebagai *charge battery* dan sumber tenaga utama pada sistem.



Gambar 13. DC converter

D. *Battery (acumulator)*

*Battery* yang digunakan mengacu pada sumber tegangan dan nilai beban. Berdasarkan tegangan operasi yang sesuai dan digunakan adalah *battery* 12 V.



Gambar 14. *Battery (acumulator)*.

E. *Sensor Tegangan*

*Sensor tegangan* yang digunakan adalah modul *voltage divider*, bertujuan untuk mengambil data tegangan yang terbaca oleh rangkaian *voltage divider*. Pada pengujian ini menggunakan ADC memakai mikrokontroler.

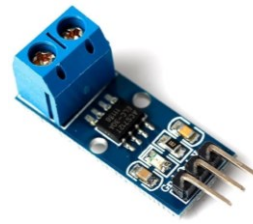


Gambar 15. *Sensor tegangan*.

F. *Sensor Arus*

*Sensor arus* yang digunakan acs712 20A, untuk pengujian sensor arus bertujuan dalam proses pengambilan data arus

yang terbaca oleh sensor arus. Dengan pengujian diberikan beban.



Gambar 16. *Sensor arus*.

G. *Real Time Clock*

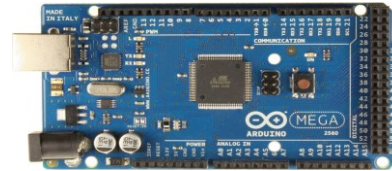
*Real time clock* digunakan untuk pencacah waktu operasional *mode traffic light*. RTC yang digunakan adalah *Type DS 1402* dari Dallas semikonduktor.



Gambar 17. *Real time clock*.

H. *Mikrokontroler AT2560 Arduino mega*

*Mikrokontroler* ini digunakan dalam perancangan karena mencukupi jumlah *input/output* pin yang digunakan sesuai kebutuhan sistem *traffic light*.



Gambar 18. *Arduino megaAT2560*.

I. *Relay sistem*

*Relay* adalah *switch* yang dikendalikan dari *output* mikrokontroler (AT2560) pada board arduino mega, yang mempunyai *output* 5v. Sehingga *type relay* yang adalah *relay* 5v dengan kemampuan koneksi *output* minimal 12v sesuai sumber tegangan *battery*.

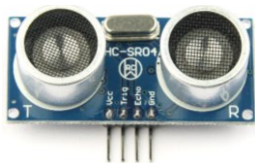


Gambar 19. *Relay sistem*.

J. *Sensor Ultrasonik HC-SR04*

HC-SR04 adalah sensor modul untrasonik yang mengukur jarak dengan rentang dimulai dari 2cm sampai dengan 4cm, dimana akurasinya mencapai 3mm. Pada modul ini terdapat

ultrasonik *transmitter*, *reciver*, dan *control circuit*, Berikut ini dasar prinsip kerja dari sensor *ultrasonic* HC-SR04:



Gambar 20. Sensor ultrasonik HC-SR04.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang hasil pengujian program dan *hardwere* untuk mengetahui apakah rangkaian sistem dapat bekerja sesuai yang di harapkan. Dimulai dari pengujian yang dilakukan pada pengukuran.

#### A. Hasil pengujian sensor arus

Sensor arus menggunakan ACS712 Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran arus.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor arus.

lampu	Analog read	I input
1	512	0,22
2	522	0,39
3	527	0,63
4	530	0,8
5	531	1,05
6	537	1,24
7	542	1,39
8	547	1,64
9	550	1,82

Pada pengujian sensor Arus dari ACS 712, menunjukkan kelinieran pengambilan data, dengan posisi pembacaan disaat arus =0, berada di angka 508. Sehingga konstanta ini digunakan dalam menera nilai Arus. Sedangkan Koefisien nya merupakan gradien/kemiringan dari grafik. Maka persamaan linear untuk menghitung arus pada mikrokontroller adalah sebagai berikut:

#### B. Hasil pengujian sensor tegangan

*voltage divider* merupakan tangkaian yang digunakan untuk sensor tegangan. Sensor *divider* bertujuan untuk pengambilan data tegangan yang terbaca oleh rangkaian *voltage divider*. Pengujian *voltage divider* menggunakan vasilitas ADC. Pada mokrokontroller. Sensor tegangan pada alat ini dibuat untuk mendeteksi nilai tegangan dari solar panel dan keluaran dari DC *converter* yang tersambung ke aki atau baterai. Tabel 2. menunjukkan hasil pengukuran sensor tegangan.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor arus

No.	V-in(analog) V	Analog read Sensor Serial
1	10	455
2	10.5	477
3	11	500
4	11.5	523

5	12	545
6	12.5	568
7	13	591
8	13.5	614
9	14	636
10	14.5	659
11	15	682
12	15.5	705
13	16	727

Nilai Tegangan Pada mikrokontroller berupa bit analog read akan dikonversi sesuai dengan hasil pembacaan voltage meter. Berdasarkan tabel diatas, dapat dihitung koefisien nilai pengali untuk data analog read adalah:

$$b = \text{rata-rata nilai Vin} / \text{rata-rata inilai analog read}$$

$$b = 13,468 / 540,333$$

$$b = 0.025$$

#### C. Hasil pengujian sensor ultrasonik

Pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sensor modul untrasonik yang mengukur jarak dengan rentang dimulai dari 2cm sampai dengan 4cm, dimana akurasi nya mencapai 3mm. Pada modul ini terdapat ultrasonik *transmitter*, *reciver*, dan *control circuit*. Tabel 3. menunjukkan hasil pengukuran sensor ultrasonik.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor ultrasonik.

No	Jarak Serial/cm	Jarak Reak/cm	Dertik
1	22	20	1280
2	41	40	2432
3	59	60	5428
4	79	80	4525
5	98	100	5729
6	117	120	6786
7	139	140	7953
8	159	160	9224
9	180	180	10498
10	196	200	11378

1. Untuk menghitung jarak dalam centimeter dapat digunakan rumus **jarak=durasi/58**. rumus tersebut didapat dari datasheet sensor ultrasonik HC-SR04 pada sketch dituliskan bahwa **jarak=(durasi/2)/29**, hal tersebut untuk meperjelas bahwa pada saat pemantulan gelombang terjadi dua kali jarak tempuh, yaitu jarak saat gelombang dipancarkan dari sensor ke objek dan jarak saat gelombang memantul dari objek ke sensor.
2. Pada program ini jarak yang akan dibaca sampai dengan 2 meter dengan delay 0,5 detik setiap menampilkan data..

### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pengatur timer *traffic Light* bekerja dengan baik sesuai jam operasional, berdasarkan pengamatan kepadatan lalu lintas pada jam-jam tertentu

2. Pendeteksi sensor kepadatan bekerja dengan baik dan sesuai arahan program memberikan delay pada lampu traffic light sesuai table 3, pendeteksi sensor hanya bekerja pada jam-jam operasional jam 06:00 pagi sampai jam 21:00 malam.
3. Mikrokontroler selain sebagai pengatur *Traffic Light* juga mampu mengatur kesegaran *battery*, menjaga batas atas agar tidak terjadi *over voltage*, menjaga *Battery* tidak drop, dimana sumber listrik dari keseluruhan sistem ini adalah energi dari Solar cell yang disimpan pada Battery.
4. Pemilihan topologi MPPT (*maximum power point tracking*) *buck boost converter* sebagai pengatur pengisian battery dan sebagai sumber tenaga keseluruhan sistem *traffic light* berhasil menjaga nilai output untuk charger dan kestabilan nilai tegangan sebagai sumber tenaga.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasna Faujiyah, Tri Ferga Prasetyo, 2017. "Simulasi Traffic Light Pada Perempatan Dengan Sistem Mikrokontroler Atmega328". Prosiding SINTAK 2017. ISBN: 978-602-855-20-7.
- [2] Kesuma, F, A, D. Implementasi Panel Surya Pada Lalu Lintas Yang Diterapkan Di Simpang Legenda Malaka Batam, Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [3] Muharmen, R. 2012. "Pengaturan Pergerakan *Solar Cell* Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari (*Solar Cell, Sensor, Rx*)", Skripsi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Caltex Riau.
- [4] RIDHO PRAKOSO AL FARISI, 2018. "Rancang Bangun Model Pengendali *Timer Traffic Light* Dengan Metode *Background Substraction*". Skripsi, Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Lampung.
- [5] Abdul Rahman Simbalon, Asral, 2018. "Lampu Lalu Lintas Tenaga Surya Dengan *Solar Tracking System* Kota Pekanbaru". Jom FTEKNIK Volume 5 Edisi 1 Edisi 1 Januari s/d Juni 2018.
- [6] Rofiq Buston, 2010. "Perancangan Dan Simulasi *Traffic Light* Pada Perempatan Dengan Sistem *Mikrokontroler At89s51* Yang Memanfaatkan Koneksi Jaringan *Wireless*". Skripsi Program Diploma Ilmu Komputer Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- [7] Risqiyono Eko Saputro, 2017. "Rancang Bangun Lampu Lalu Lintas Tenaga Surya Dengan *Delay Control* Dengan Kemacetan Berbasis *Programmable Logic Control* Sebagai Media Pembelajaran Prektik Instalasi Sistem Kendali". Skripsi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- [8] M. Sahori, 2011. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Lampu Lalu Lintas Di pekanbaru". Tugas Akhir Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- [9] Yudhoyono, S.B. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta.
- [10] Suwito, Suhanto, K. (2017). Sistem Baterai *Charging* Pada *Solar Energy System* Dengan *Buck Boost Converter* Untuk Berbagai Tingkat Pencahayaan Di Bandar Udara.
- [11] Dewatama, D., Fauziyah, M., & Safitri, H. K. (2017). "Optimasi *Buck Converter* Pada *Solar Tree* Menggunakan Kontrol".
- [12] Rosidi, Mohammad Imron, Elektro, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2016). "Perancangan Monitoring Beban Pada Sistem *Solar Cell* Berbasis *Mikrokontroler* Menggunakan *SMS Gateway* Perancangan Monitoring Beban Pada Sistem *Solar Cell* Berbasis *Mikrokontroler* Menggunakan *SMS Gateway*".
- [13] Viegas, A. El, Yuwono, S., Kurniawan, E., Eleko, F. T., & Telkom, U. (2019). "Desain Dan Implementasi *Unit Kontrol* Baterai Berbasis *Pulse Width Modulation* Untuk Sistem Penerangan Menggunakan Modul *Solar Cell Design And Implementation Off Battery Control Unit Based Pulse Width Modulation For Lighting System By 2657-2667*".
- [14] Ranny Dwiyantri. (2017). Optimasi Pengisian Daya Baterai Pada Panel Suryamenggunakan *Maximum Power Point Tracking (MPPT)*.
- [15] Miftahul Farid & Miranda L.F., "Sistem Manajemen Daya Untuk Kontinuitas Kerja Pompa Air", Tugas Akhir, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2016.
- [16] Muhammad. Junaldy, Sherwin R.U.A. Sompie, Lily S. Patras. (2019). "Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno". Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer, 2301-8402.
- [17] Suwito, Suhanto, K. (2017). Sistem Baterai *Charging* Pada *Solar Energy System* Dengan *Buck Boost Converter* Untuk Berbagai Tingkat Pencahayaan Di Bandar Udara.
- [18] Imam Setyawan & Bambang Suprianto. (2019). Rancang Bangun *Prototype Solar Cell Buck Boost Converter* Menggunakan Kontrol *Fuzzy* Di Implementasikan *Aerator* Tambak Udang.
- [19] Arianto Syaifur R. (2019). Rancang Bangun *Ky Boost Converter* Berbasis *Fuzzy Logic Controller* Pada Pengisian Baterai Sepeda Listrik.