

Perancangan *Solar Charge Controller* Menggunakan *Control Proportional Integral Derivative (PID)* Pada *Prototype Traffic Light*

Ahmad Nurul Huda
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Nurul Jadid
Probolinggo, Indonesia
nunusianidas@gmail.com

Ilmi Rizki Imaduddin
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Nurul Jadid
Probolinggo, Indonesia
ilmi.eeunuja@gmail.com

Hilman Saravian Iskawanto
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Nurul Jadid
Probolinggo, Indonesia
iskawantohilman@gmail.com

Rakhmad Gusta Putra
Program Studi Teknik Komputer Kontrol
Politeknik Negeri Madiun
Madiun, Indonesia
gusta@pnm.ac.id

Abstrak— *Photovoltaic* adalah teknologi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Sistem kontrol *Proportional Integral Derivative (PID)* merupakan sistem kontrol yang di gunakan secara luas. *Solar charge controller* mengatur kelebihan pengisian dari panel surya ke baterai sebab baterai sudah terisi penuh (*over charging*) dan juga mengatur kelebihan tegangan (*voltase*). kelebihan tegangan dan pengisian pada baterai akan mengurangi umur baterai. *Buck converter* merupakan salah satu *converter DC-DC* yang berfungsi menurunkan tegangan DC (arus searah). *Buck converter* mempunyai tegangan *output* yang lebih rendah dari pada tegangan *input*. Dari hasil perancangan, pengujian, dan analisa, telah berhasil dibuat *topologi buck converter* menggunakan *control Proportional Integral Derivative (PID)* pada *solar charger control prototype traffic light* yang dapat mempertahankan nilai tegangan *charger battery* yang juga tegangan perangkat *system traffic light*. Berdasarkan karakteristik *solar cell* yang digunakan, dan pemilihan *battery* di 12V, *buck converter* ini cocok di gunakan pada jam 09.00-16.00.

Kata kunci— *Photovoltaic; Control Proportional Integral Derivative (PID); Solar charge controller; Buck converter.*

I. PENDAHULUAN

Sumber energi listrik tentu sangat di perlukan, mengingat banyaknya dari peralatan saat ini yang membutuhkan sumber energi listrik. Sebagai konsumsi rumah penduduk, gedung sekolah, apartemen dan maupun sebagai lampu lalu lintas jalan. *Traffic light* merupakan sarana lalu lintas yang berfungsi sebagai pengatur arah dan lajur kendaraan saat di persimpangan, dari maraknya kendaraan wara wiri di kota besar mengakibatkan kemacetan sulit untuk di hindari. Oleh sebab itu *traffic light* memiliki peran penting dalam pengaturan lajur arus lalu lintas kendaraan di persimpangan jalan namun kemacetan seringkali terjadi pada persimpangan jalan tersebut. Pada dasarnya lampu lalu lintas di harapkan bisa mengatur lajur arus lalu lintas agar dapat mencegah kemacetan di

persimpangan, Ini terjadi karena kurangnya pembagian jatah lampu hijau di persimpangan tersebut, saat ini pembagian waktu untuk lampu hijau di persimpangan di samakan di setiap jalur persimpangan tanpa pertimbangan kepadatan kendaraan di setiap jalurnya. Kenyataan yang terjadi, kepadatan yang berbeda di setiap sisi jalurnya. Dengan adanya perbedaan tingkat kepadatan di persimpangan jalan maka di perlukan suatu pengaturan siklus waktu lampu lalu lintas yang pandai, yang bisa mengatur waktu siklusnya secara otomatis. Oleh sebab itu pentingnya lampu lalu lintas bertujuan sebagai keselamatan pengendara di jalan, mengurangi biaya yang saat ini masih menggunakan sumber listrik PLN [1].

Sumber energi listrik alternatif sangat di perlukan untuk memenuhi kebutuhan listrik saat ini dan salah satunya yaitu menggunakan energi matahari. *Solar cell* merupakan teknologi yang berguna sebagai pengkonversi dari radiasi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* biasanya di kemas dalam sebuah unit yang di sebut modul. Dalam modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa di susun secara seri maupun paralel. *Solar cell* mulai populer saat ini, energi yang di hasilkan juga sangat anberguna d tentunya relatif murah sebab sumber energi surya sangatlah melimpah bisa diperoleh secara Cuma-cuma. Akhir-akhir ini sudah marak yang memakai *solar cell* sebagai sumber listrik yang disimpan pada baterai [2].

Baterai merupakan alat penyimpanan tenaga listrik DC (arus searah). Baterai berguna sebagai tempat penyimpanan energi, namun baterai tidak bisa mengisi energi secara konstan. di karenakan daya yang di hasilkan baterai terbatas. Pengisian baterai yang terlalu lama dapat menyebabkan baterai cepat rusak maka di butuhkan suatu sistem yang berguna sebagai pengontrol. Sehingga bisa mengontrol pengisian baterai dengan semaksimal mungkin, di perlukan suatu pengisian yang terkontrol bisa mengetahui tingkat arus dan tegangan yang mengalir ke baterai, jika *charge controller*

sudah mengetahui tingkat tegangan pada saat baterai terisi *full* maka pengisian akan terputus secara otomatis. bertujuan yaitu sebagai pelindung baterai dari kelebihan pengisian[3].

Penelitian ini “**Perancangan solar charge controller menggunakan control proportional integral derivative (PID)** pada *prototype traffic light system*”, bertujuan agar dapat mengontrol pengisian baterai dengan baik, perlu menentukan kehandalan PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) dalam pasokan daya yang di hasilkan oleh *solar cell*. melainkan berguna untuk sistem proteksi pada *over charging* dan *over voltage* (kelebihan tegangan) harus dapat menstabilkan tegangan keluarannya. Di karenakan radiasi matahari yang tidak stabil akan memperoleh tegangan yang tidak tetap. *Solar charger control* yang bisa menstabilkan tegangan yang bermanfaat pada saat radiasi matahari sering mengalami perubahan.

A. Traffic light

Traffic light adalah suatu piranti pemberi isyarat pada lalu lintas jalan, lampu yang mengendalikan lajur arus lalu lintas yang terpasangan pada setiap pertigaan jalan, ada juga pada tempat melintasnya pejalan kaki. Lampu lalu lintas adalah alat yang menandakan kendaraan kapan harus berjalan dan kapan di haruskan berhenti secara bergantian dari berbagai arah, di atur di setiap persimpangan di maksud agar setiap kendaraan pada masing-masing jalur persimpangan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar jalur arus lalu lintas yang ada. Lampu lalu lintas sudah di digunakan disemua kota. lampu lalu lintas jalan ini menggunakan warna yang di akui secara global, untuk menandakan berhenti warna merah, warna kuning yang menandakan hati- hati dan warna hijau menandakan dapat berjalan [4].



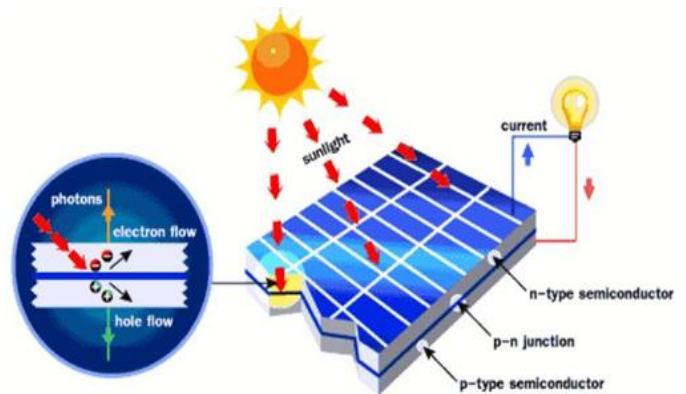
Gambar 1. *Traffic light*

B. Solar cell (Panel Surya)

Solar cell merupakan alat untuk mengubah tenaga matahari menjadi energi listrik. Teknologi yang berfungsi untuk mengkonversi radiasi surya menjadi energi listrik secara langsung yang sering di sebut *photovoltaic*.

Photovoltaic biasanya di kemas dalam sebuah piranti yang di sebut modul. modul surya ini terdapat banyak dari sel surya yang di susun seri ataupun paralel. yang di maksud surya merupakan suatu semikonduktor dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik atas akses efek *photovoltaic*. Akhir-akhir ini *solar cell* populer, sebab telah berkurangnya energi fosil dan pemanasan menyeluruh. Energi yang di dapatkan sangat

relatif gampang sebab sumber energi matahari bisa di dapatkan dengan mudah[2].



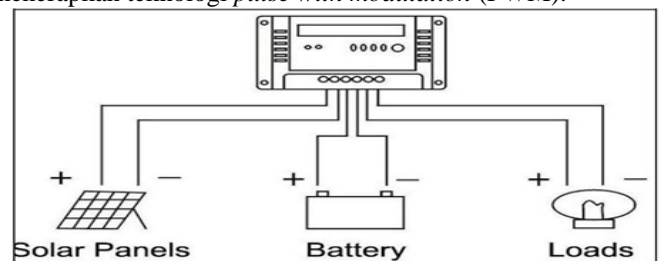
Gambar 2. Skema *solar cell*

C. Kontrol PID (proportional integral derivative)

Sistem kontrol PID di gunakan secara luas dalam sebuah industri karena hanya dengan desainnya yang sederhana dan dengan kemampuan yang optimal. kontrol PID merupakan proses perhitungan aksi kontrol atau perbedaan antara *set point* dengan keluaran sistem yang kemudian di masukkan ke dalam masukan kontrol sistem. Sistem kontrol PID dapat di gunakan dalam berbagai sistem seperti sistem kontrol *close loop*, sistem kontrol *opened loop* atau control *on-off* [5].

D. Solar charge controller

Merupakan teknologi untuk mengatur arus searah yang berasal dari panel surya yang di isi pada baterai dan diambilkan juga dari baterai untuk *load* (beban). *Solar charge controller* mengatur kelebihan pengisian (*over charging*) sebab baterai sudah terisi penuh dan mengatur kelebihan tegangan (*over voltase*) dari panel surya (*solar cell*). kelebihan tegangan dan pengisian akan mempercepat mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* berguna sebagai pengatur mensupai baterai serta pelepasan arus dari baterai menuju beban dengan menerapkan teknologi *pulse with modulation* (PWM).

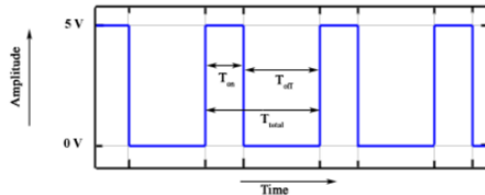


Gambar 3. Struktur *solar charge controller* [2].

E. Pulse width modulation (PWM)

Pulse width modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara untuk memanipulasi lebar sinyal yang di nyatakan pulsa dalam suatu periode. Pengaturan lebar modulasi di pergunakan di berbagai bidang yang sangat luas, salah satu diantaranya adalah *speed control* (kendali kecepatan), *power*

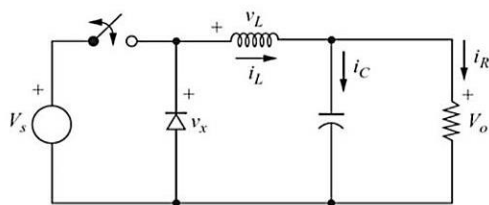
control (kendali sistem tenaga), *measurement and communication* (pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi). Pada umumnya sinyal PWM memiliki amplitude dan frekuensi dasar yang tetap atau konstan. Lebar pulsa PWM sebanding lurus dengan amplitude sinyal asli yang belum termodulasi dan memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Artinya, sinyal PWM memiliki *frekuensi gelombang* yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0%-100%). Gelombang sinyal *output* PWM dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini [6].



Gambar 4. Sinyal PWM

F. Buck converter

Buck converter adalah salah satu *converter* DC-DC yang berfungsi menurunkan tegangan DC. *Buck converter* mempunyai tegangan *output* yang lebih rendah dari pada tegangan *input*. Rangkaian sederhana dari *buck converter* di tunjukkan pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Topologi Buck Converter

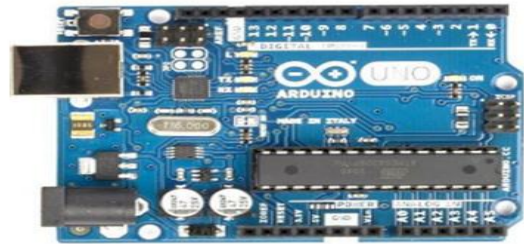
Prinsip kerja dari *buck converter* adalah dengan kendali pensaklaran. Saklar dapat berupa transistor, mosfet. Kondisi saklar terbuka dan tertutup di tentukan oleh isyarat PWM dan *duty cycle* untuk mengendalikan kecepatan (*frekuensi*) kerja saklar [7].

G. Arduino

Arduino adalah modul mikrokontroler yang di gunakan untuk merancang dan mempermudah pekerjaan dalam dunia elektronika. Arduino merupakan papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama seperti sebuah chip *mikrokontroler* dengan jenis AVR dari perusahaan atmel dan sofwarenya memiliki bahasa C yang di sederhanakan dengan bantuan pustaka yang di sediakan arduino. Penggunaan jenis arduino tersebut di sesuaikan dengan kebutuhannya, masing-masing jenis arduino memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Arduino terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya yaitu arduino uno, arduino duomelanove, arduino mega, arduino nano, arduino romeo, dan sebagainya.

Pada relati ini, jenis arduino yang di gunakan adalah arduino uno. Jenis ini merupakan jenis arduino yang sederhana dan cocok di gunakan untuk relative yang akan di rancang. Selain itu, arduino uno lebih mudah di dapatkan di pasaran

karena selain memiliki spesifikasi yang cukup lengkap, harganya pun *relative* terjangkau [8].



Gambar 6. Modul Arduino Uno

Arduino uno merupakan papan *mikrokontroler* yang berbasis atmega 328 yang memiliki 14 pin *digital input/output* (6pin di gunakan sebagai *output pwm*) 6 *input analog*, *clock speed* 16 Mhz, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP*, dan tombol *reset* [9].

H. Sensor Arus

Sensor arus adalah suatu alat yang di gunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode *hall effect sensor*. *Hall effect sensor* akan menghasilkan sebuah tegangan yang *proporsional* dengan kekuatan medan magnet yang di terima oleh sensor tersebut. Pendeteksian suatu perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor, inductor yang berfungsi sebagai sensornya [10].



Gambar 7. Sensor Arus

I. Sensor Tegangan

Digital voltmeter merupakan *instrument* yang bisa mengukur tegangan DC (searah) dan tegangan AC (bolak balik) dalam bentuk angka *diskrit*. *Voltmeter* digital terbuat dari rangkaian-rangkaian yang menggunakan IC tertentu seperti ICL7107/ICL7106 dan bisa juga menggunakan IC *controller* dengan memanfaatkan ADC (*analog to digital converter*). Tegangan yang sampai ke ADC 0 atau V_S harus < 5 volt (hati hati bila > 5 volt akan merusak *mikrokontroler*). Untuk mengukur tegangan AC maka tegangan harus di ubah menjadi tegangan DC [11].



Gambar 8. Sensor Tegangan

J. Baterai

Baterai (aki) merupakan alat penyimpanan energi yang diisi oleh aliran DC (searah) dari panel surya. Pada umumnya kebanyakan orang hanya mengetahui dua jenis aki, yaitu aki primer dan aki sekunder. Aki primer ini biasanya tidak dicas ulang, contohnya yaitu Baterai ABC adalah alat penyimpanan

energi primer. Aki sekunder merupakan aki yang dapat diisi kembali atau di cas ulang, contoh aki sekunder yaitu aki merek yuasa yang terpasang pada kendaraan bermotor, pada sistem PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) hanya aki sekunderlah yang banyak diminati. Tanpa menggunakan baterai (aki) sebagai tempat penyimpanan listrik dari panel surya, sehingga masukan aliran listrik sumber surya pada alat pemakaian listrik akan terhenti pada malam hari atau pada saat sinar matahari itu lenyap karena faktor mendung dan lain-lain. Umumnya pada sistem surya aki yang di gunakan adalah jenis aki *deep cycle*, Supaya bisa tahan lama dari pengisian dan pengeluaran arus listrik yang tak terputus, pada sistem bertenaga sinar matahari aki biasa dan mobil tidak cocok untuk di pada sistem bertenaga matahari [12].

II. METODOLOGI

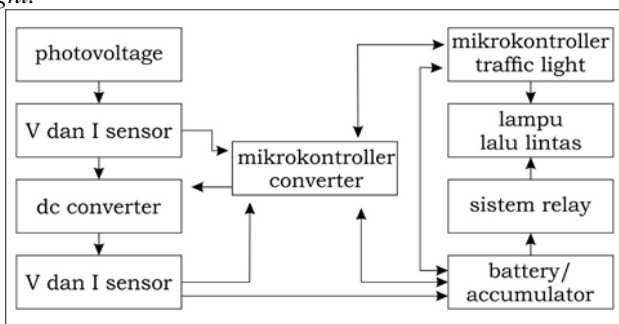
A. Alur Penelitian

Pada penelitian ini di lakukan bebeapa tahapan , antara lain adalah sebagai berikut :

- a. *Study literature*: kegiatan di mulai pengumpulan refrensi penelitian, refrensi data *sheet* perangkat instrumentasi yang akan di gunakan, demikian pula dengan *literature* pedoman penarikan data dan pengujian sistem.
- b. Rancang bangun sistem: pada perancangan desain sistem *Traffic light* menggunakan panel surya, akan di rancang suatu sistem *direct current converter* dari panel surya ke baterai dan traffic light, dengan metodologi *control PID*, pada topologi *buck controller*.
- c. Rancang bangun perangkat lunak, menggunakan C++ Arduino untuk pemrograman Atmega 328.
- d. Implementasi alat konverter yang di buat di uji cobakan pada sistem *traffic light* yang terintegrasi dengan *solar panel*. Termasuk bagaimana *mikrokontroller converter* bisa memberikan informasi ke *mikrokontroller traffic light* jika terjadi kondisi kelistrikan sumber yang tidak di harapkan.
- e. Penulisan laporan meliputi pengujian *solar cell*, pengujian sensor, pengujian converter, hingga implementasi pada *traffic light solar cell*.

B. Diagram Block

Diagram block instrumentasi ini akan menunjukkan aliran proses kerja alat yang di implementasikan pada sistem *traffic light*.



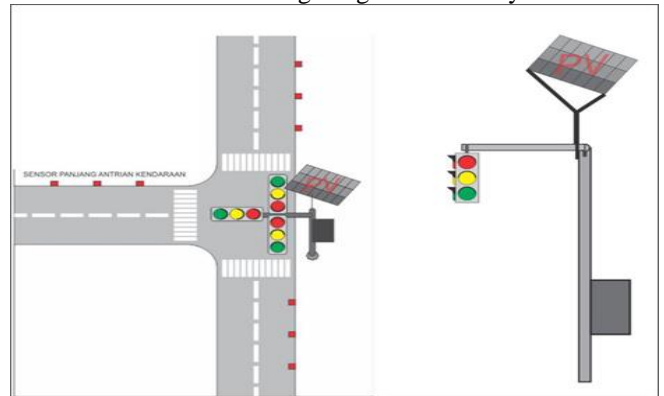
Gambar 9. Diagram Block Sistem

C. Perancangan Alat

1. Pembuatan *Hardware*

a. Pembuatan sistem mekanik

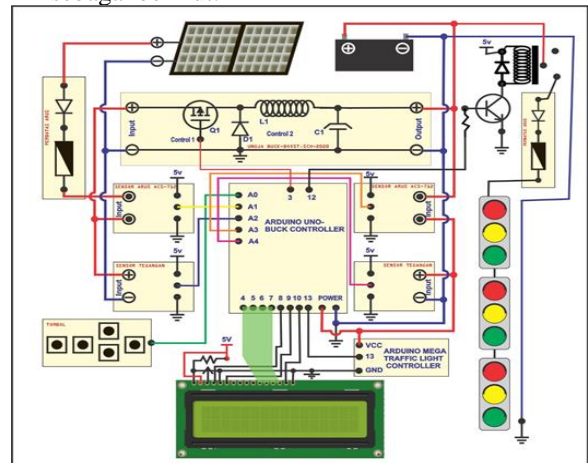
Pembuatan sistem mekanik dirancang untuk lokasi pertigaan dengan penambahan fitur *traffic light* yang mampu mendeteksi antrian kendaraan. Berikut ini rancang bangun mekaniknya:



Gambar 10. Skematik *Traffic light*

b. Pembuatan sistem elektrik

Rancang bangun sistem elektrik dan kontrolnya, di buat dengan di awali mendesain skematik elektrik sebagai berikut.



Gambar 11. Rangkaian Skematik *Buck Converter*

2. Pembuatan *Software Arduino*

Berdasarkan skematik gambar 11 diatas, maka pembuatan *software* diawali dengan pemetaan pin *input* dan *output*, dari *instrument* yang terhubung. Berikut ini data pin yang di gunakan pada mikrokontroler Atmel ATmega328.

Tabel 1. Tabel Konfigurasi Pin I/O

PIN	Fungsi	I/O
A0	TOMBOL	I
A1	Sensor Arus PV	I
A2	Sensor Tegangan PV	I
A3	Sensor Arus Battery	I
A4	Sensor Tegangan Battery	I
1	-	I
2	-	O
3	Control Buck	O
4	Data bus	O
5	Data bus	O

PIN	Fungsi	I/O
6	Data bus	O
7	Data bus	O
8	RS LCD	O
9	ENABLE LCD	O
10	BackLight LCD	O
11	-	O
12	Switch pembatas battery dan beban	O
13	Signal ke mikrokontroler Traffic Light	O

D. Prosedur pengujian

Pengujian awal dilakukan secara parsial sesuai dengan *instrument* elektronik yang di gunakan sebagai sumber *energy* utama, *solar cell* di uji dan dianalisa karakteristiknya di lokasi instalasi *traffic light*. Setelah mengetahui rentang tegangan hasil keluaran sel surya, diukur pula secara manual daya beban dalam hal ini *traffic light* jika beroperasi penuh.

Berikutnya di tentukan jumlah panel, dan jumlah *battery* sesuai karakteristik *battery* yang akan di gunakan. Dengan demikian operasional *traffic light* mempunyai energi *kontinyu*, sehingga tidak terjadi kehabisan energi.

Dari hasil pengujian *solar cell* dan karakteristik *battery*, maka *converter* topologi *buck* bisa di uji dengan mikrokontroler melalui penyusunan *software* berdasarkan batasan-batasan nilai tegangan atau arus dari pengujian dan pengamatan sebelumnya. Sensor-sensor yang terkait dalam pengujian ini sebelumnya di kalibrasi dengan alat ukur yang sesuai, seperti *ampere meter*, dan *voltage meter*.

E. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data awal untuk perancangan dan pembuatan alat *solar cell charger*, tentunya mengambil data karakteristik *solarcell*. kemudian pengambilan data sensor untuk kalibrasi dengan membandingkan dengan alat ukur *standar*, agar pengukuran oleh *mikrokontroler* besarnya bisa sesuai dengan *setting* pemrograman.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Karakteristik PV

Pengukuran intensitas cahaya matahari di maksudkan untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya yang masuk dengan arus yang di hasilkan *solar cell*. Pengukuran intensitas cahaya di lakukan menggunakan *looks meter digital*. Pengambilan data di lakukan setiap 1 jam sekali. Ketika pengambilan data, *looks meter* merecord data intensitas cahaya matahari sampai 1 jam dengan cara menempatkan sensor dari *looks meter* di pinggir *solar cell*, setelah itu data dapat di tampilkan pada layar *looks meter* yang berisi data kondisi *maximum*, *minimum* dan rata-rata pada 1 jam. Di bawah ini akan di tampilkan pengukuran intensitas cahaya pada hari selasa, tanggal 21 april 2020.

Tabel 2. Tabel Data Arus Dan Tegangan Solar cell PV 1

No	Waktu	Arus	Tegangan
1	09.00-10.00	0,64	16,97
2	10.00-11.00	0,94	16,68
3	11.00-12.00	1,08	17,41
4	12.00-13.00	0,72	16,57
5	13.00-14.00	0,53	16,36
6	14.00-15.00	0,85	17,24
7	15.00-16.00	0,52	16,68

Tabel 3. Tabel Data Arus Dan Tegangan Solar cell PV 2

No	Waktu	Arus	Tegangan
1	09.00-10.00	0,68	15,74
2	10.00-11.00	1,14	16,17
3	11.00-12.00	1,07	16,54
4	12.00-13.00	0,93	16,01
5	13.00-14.00	0,83	15,47
6	14.00-15.00	0,93	16,26
7	15.00-16.00	0,61	16,90

Berdasarkan data tabel 2 dan 3 diatas, tampak bahwa *solar cell* mempunyai karater tegangan *output* yang fluktuatif dengan rentang 14,4 *volt* sampai dengan 18,05 *volt*, pada jam 09.00-16.00, dengan demikian di daerah krejengan *topologi buck converter* masih baik untuk di gunakan, pada karakteristik beban dan aki 12v.

B. Karakteristik Akumulator untuk Menentukan Setpoint Vmax

Berikut ini *battery* yang di gunakan pada sistem *traffic light*. Baterai merek GS type MF (*maintenance free*/aki kering) kode GTZ4V.



Gambar 12. Baterai

Dari gambar diatas tertera spesifikasi *battery* yang bekerja pada tegangan 12V.

C. Analisa Sensor Arus

Sensor arus menggunakan ACS712. Pengujian sensor arus bertujuan untuk mengambil data arus yang terbaca oleh sensor arus. Tabel 4 memaparkan hasil pengukuran arus.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor arus.

No.	I-in(analog) A	Baca Sensor Serial
1	0.00	508
2	0.11	510
3	0.22	512
4	0.34	514
5	0.45	516
6	0.56	518
7	0.67	520
8	0.78	522
9	0.90	524
10	1.01	526
11	1.12	528
12	1.23	530
13	1.34	532
14	1.46	534
15	1.57	536
16	1.68	538
17	1.79	540
18	1.90	542

Pada pengujian sensor arus dari ACS712, menunjukkan kelinieran pengambilan data, dengan posisi pembacaan di saat arus=0, berada di angka 508. sehingga konstanta ini digunakan dalam menera nilai arus. Sedangkan koefisien ini merupakan gradient/kemiringan dari grafik. Maka persamaan *linier* untuk menghitung arus pada *mikrokontroler* adalah sebagai berikut:

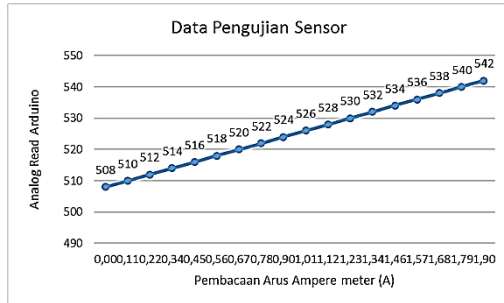
$$I = m \times (\text{analog read})$$

Dimana m=koefisien pengali tegangan

b=konstanta (dapat di tentukan ketika I/O)

$$b = 508$$

$$m = I / (\text{analog read} - 508) = 0,11 / (510 - 508) = 0,056$$



Gambar 13. Grafik pengujian sensor arus

Dari grafik di dapatkan nilai arus yang terukur pada sensor dan nilai input hamper sama.

D. Analisa Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan *Voltage devinder* sebagai rangkaiannya. Sensor *devinder* yang bertujuan untuk pengambilan data tegangan yang terbaca oleh rangkaian *voltage devinder*. Pengujian *voltage devinder* menggunakan vasilitas ADC Pada *mikrokontroler*. Sensor tegangan yang di buat pada alat ini untuk mendeteksi nilai tegangan dari *solar panel* dan keluaran dari *DC converter* yang tersambung ke aki atau baterai. Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran sensor tegangan.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor arus

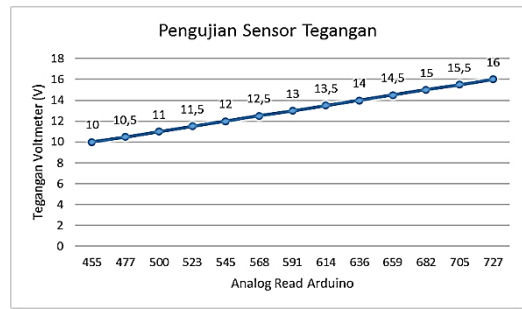
No	V-in(analog) V	Analog read Sensor Serial
1	10	455
2	10.5	477
3	11	500
4	11.5	523
5	12	545
6	12.5	568
7	13	591
8	13.5	614
9	14	636
10	14.5	659
11	15	682
12	15.5	705
13	16	727

Pada *mikrokontroller* nilai tegangan berupa bit *analog read* yang di konversi sesuai dengan hasil pembacaan *voltage meter*. Berdasarkan tabel 5 diatas, dapat di hitung koefisien nilai pengali untuk data *analog read* adalah:

$$b = \text{rata-rata nilai } V_{in} / \text{rata-rata nilai } \text{analog read}$$

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

$$b = 0,025$$



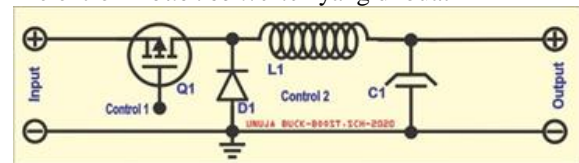
Gambar 14. Grafik pengujian sensor tegangan

Dari grafik 14 diatas menunjukkan data linier, maka di dapatkan nilai tegangan input dan nilai tegangan output sensor hamper sama.

E. Analisa Buck Converter

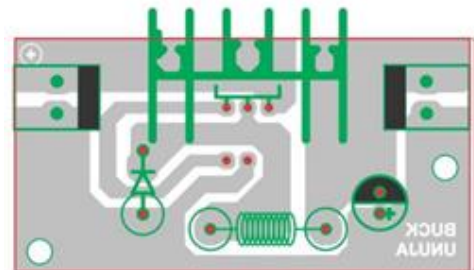
1. Perancangan hardware Topologi Buck Converter

- a. Berdasarkan kajian literasi berikut ini skematik elektronik *buck converter* yang di buat



Gambar 15. Skematik Buck Converter

- b. Berikutnya di rancang PCB untuk penempatan komponen pada rangkaian yang telah di cetak di bawahnya.



Gambar 16. Tata Letak Komponen Pada PCB

- c. Setelah mencetak PCB dan mensolder komponen yang di gunakan, maka di peroleh hasil sebagai berikut.



Gambar 17. Bentuk Fisik Buck Converter

- d. Pengujian *buck converter* di atas, menggunakan *adjustable power supply* sebagai pengganti *solar cell*. Berikut ini hasil pengujian *buck converter*.

Tabel 6. Tabel Pengujian Buck Converter

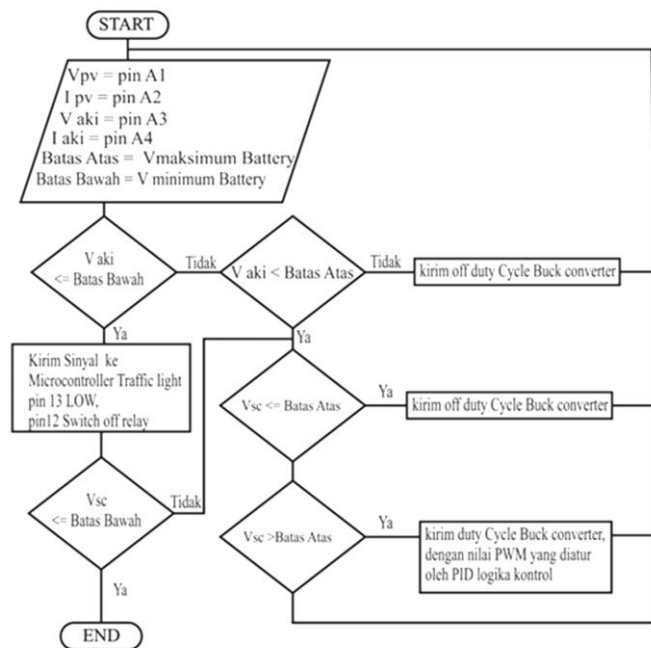
No	V In	V Out	I in	I out
1	11	10.66	0.06	0.06
2	11.5	11.07	0.06	0.06
3	12	11.7	0.06	0.06

No	V In	V Out	I in	I out
4	12.5	12.14	0.06	0.06
5	13	12.14	0.06	0.06
6	13.5	12.13	0.06	0.06
7	14	12.15	0.06	0.06
8	14.5	12.14	0.06	0.06
9	15	12.14	0.06	0.06
10	15.5	12.14	0.06	0.06

Berdasarkan tabel 6 diatas tampak *Buck Converter* berhasil mempertahankan kestabilan nilai V_{out} , di batas 12V ketika V_{input} diatas batas tegangan *battery* 12V.

2. Perancangan *software microcontroller* sebagai kendali topologi *buck converter*

Perancangan *software* diawali dengan merancang diagram alir *software*, berikut ini diagram alir *software* untuk *Buck Converter*.



Gambar 18. Flowchart *Buck Converter*

F. Perakitan Keseluruhan Instrument

Integrasi dengan keseluruhan *system traffic light*, dapat menunjukkan sistem *charger buck converter* PID controller bisa di aplikasikan pada batas jam 09.00-16.00. karena *output solar cell*, masih berada diatas batas tegangan maksimal pengisian *accumulator*.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pengujian, dan analisa pada *solar charge controler* menggunakan *control Proportional Integral Derivative* (PID) pada *prototype traffic light* telah

berhasil dibuat *topologi buck converter* menggunakan *control Proportional Integral Derivative* (PID) pada *solar charger control prototype traffic light* yang dapat mempertahankan nilai tegangan *charger battery* yang juga tegangan perangkat *system traffic light*. Berdasarkan karakteristik *solar cell* yang digunakan, dan pemilihan *battery* di 12V, *buck converter* ini cocok di gunakan pada jam 09.00-16.00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sampaikan ucapan terimakasih kepada editor dan reviewer atas segala saran, masukan dan telah membantu dalam proses penertiban naskah. Ucapan terimakasih juga di tujukan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moral.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yudanto, A. Y., Apriyadi, M., Sanjaya, K., Waktu, A. P., Hijau, L., & Kurang, Y. (2013). *Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic*. V(2), 58–62.
- [2] Rosidi, M. I. (2016). *Perancangan Monitoring Beban pada Sistem Solar Cell Berbasis Mikrokontroler Menggunakan SMS Gateway*
- [3] Wahyudi Putra1, Ibnu Kahfi Bachtiar, ST., M.Sc2, Tonny Suhendra, ST., M. C. (n.d.). *Perancangan Battery Charge Control Unit (Bccu) Untuk Aplikasi Solar Home System (SHS)*. 1–10.
- [4] Alamsyah. (2012). *Pengaturan Lampu Lalu Lintas Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. *Majalah Ilmiah Mektek*, 101–108.
- [5] Akhir, T., Nrp, K. N., & Rivai, M. (2018). *Sistem kontrol pengering makanan berbasis led inframerah*.
- [6] Mufit, C. (2017). *Solar Charge Controller Dengan Mode Fast Pwm Menggunakan Atmega 16 Dengan Mode Fast Pwm*
- [7] Viegas, A. El, Yuwono, S., Kurniawan, E., Elektro, 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 Of Battery Control Unit Based Pulse Width Modulation For Lightning System By Solar Cell*. 6(2), 2657–2667.
- [8] Kholilah, I., Rafi, A., & Tahtawi, A. (2016). *Aplikasi Arduino-Android untuk Sistem Keamanan Sepeda Motor*. 1(1), 53–58.
- [9] Yuniastuti, I. T., Angraini, Y., & Risky, R. A. (2019). *Trainer traffic light*. 6(3).
- [10] Bori, A. (2017). *Sistem Monitoring Pada Alat Pengisian Baterai Final Project Monitoring System On Automatic Battery Charging Faculty Of Science And Technology*.
- [11] Junaldy, M., Sompie, S. R. U. A., Patras, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2019). *Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno*. 8(1), 9–14.
- [12] Program, P., Pendidikan, S., & Elektro, T. (2017). *Rancang bangun lampu lalu lintas tenaga surya dengan delay control tingkat kemacetan berbasis programmable logic control sebagai media pembelajaran praktik instalasi sistem kendali*.