

**KONTROL DAN MONITORING DC – DC KONVERTER
SECARA *WIRELESS*
PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Catur Arief Wijaksono	NIRM	0031706
Maldiansyah Dwi Saputra	NIRM	0031720

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR KONTROL DAN MONITORING DC – DC KONVERTER SECARA WIRELESS

Oleh :

Catur Arief Wijaksono NIRM : 0031706

Maldiansyah Dwi Saputra NIRM : 0031720

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



I Made Andik Setiawan, Ph.D

Pembimbing 2



Surojo, M.T.

Penguji 1



Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 2



Yudhi, M.T

Penguji 3



Nofriyani, M.Tr.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Catur Arief Wijaksono NIRM 0031706

Nama Mahasiswa 2 : Maldiansyah Dwi Saputra NIRM 0031720

Dengan Judul: KONTROL DAN MONITORING DC - DC KONVERTER
SECARA *WIRELESS*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia diberikan sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 19 Agustus 2020


Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Catur Arief Wijaksono

.....


2. Maldiansyah Dwi Saputra

.....


\

ABSTRAK

Photovoltaic menghasilkan tegangan berubah-ubah tergantung dengan intensitas cahaya yang diterima. Tegangan yang berubah-ubah atau tidak stabil ini akan berpengaruh terhadap beban. Dari permasalahan tersebut Programmable DC - DC Konverter ini dirancang untuk menghasilkan tegangan searah (Direct Current) variabel yang dapat menstabilkan tegangan dengan tegangan output yang bias diatur dengan program arduino sesuai dengan kebutuhan beban. Pada sistem ini menggunakan kontrol proporsional (K_p) menghasilkan respon yang cepat dan sedikit overshoot pada keluaran DC-DC Konverter, tegangan yang keluar lebih presisi, meminimalisir persentase error. Wireless HC-12 untuk kontrol dan monitoring suatu sistem komunikasi data tanpa kabel. Dari data pengujian serta analisa menunjukkan dengan nilai gain konstanta proporsional bernilai 0,7 maka respon yang dihasilkan cepat dan sedikit overshoot yang dihasilkan. DC-DC Konverter mampu menstabilkan output tegangan yang sumbernya tidak stabil atau berubah-ubah.

Kata kunci : DC – DC Konverter, Kontrol Proporsional ,HC-12

ABSTRACT

Photovoltaic produces varying voltages depending on the intensity of light received. This variable or unstable voltage will affect the load. From these problems the Programmable DC - DC Converter is designed to produce a variable direct current that can stabilize the voltage with an output voltage that can be adjusted with the Arduino program according to load requirements. In this system using proportional control (K_p) produces a fast response and a little overshoot at the output of the DC-DC converter, the output voltage is more precise, minimizes the percentage of errors. Wireless HC-12 for control and monitoring of a wireless data communication system. Testing and analysis shows that with a proportional constant gain value of 0.7, the resulting response is fast and a little overshoot is generated. DC-DC Converter is able to stabilize the output voltage whose source is unstable or changing.

Keywords: *DC - DC Konverter, Proportional Control, HC-12*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis proyek akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Karya tulis Proyek Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah ditetapkan selama 3 tahun menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama melaksanakan proyek akhir pada pembuatan alat dan makalah Proyek Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya Proyek Akhir, sebagai berikut :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril maupun materi dan semangat.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran didalam mengarahkan pengarahan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Surojo, M.T selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran didalam mengarahkan pengarahan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak M.Iqbal Nugraha, M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Ocsirendi, M.T selaku Kepala Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.

8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari Allah SWT dan yang salah datang dari penulis sendiri. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Besar harapan penulis semoga makalah tugas akhir dan alat yang dibuat dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan baik bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, 19 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1 DC – DC Konverter.	3
2.2 Jenis jenis DC – DC Konverter.....	3
2.2.1 <i>Buck</i> konverter.....	3
2.2.2 <i>Boost</i> Konverter	5
2.3 Buck-Boost Konverter.....	7
2.2 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	8
2.4 Kontrol <i>P (Proportional)</i>	9
2.5 Module <i>Wireless</i> HC-12.....	10
2.6 Sensor Tegangan.....	11
2.7 Sensor Arua INA 219.....	12
BAB III METODE PELAKSANAAN	13
BAB IV PEMBAHASAN	16
4.1 DC - DC Konverter	16

4.2	Sensor tegangan	19
4.3	Sensor INA219	22
4.4	Konrol <i>Proportional (P)</i>	24
4.5	Pengujian HC-12.....	26
4.6	Pembuatan <i>Base</i>	26
4.7	Matlab	27
4.8	Pengujian Generator <i>Photovoltaic</i>	28
BAB V.....		31
KESIMPULAN.....		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran.....	31
Daftar Pustaka.....		32

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pemasangan Pin Sensor Tegangan DC ke <i>Arduino UNO</i>	20
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Tegangan DC.....	21
Tabel 4. 3 Pemasangan Pin Sensor INA219 ke <i>Arduino UNO</i>	22
Tabel 4. 4 Hasil Persentase Error Sensor INA 219.....	23
Tabel 4. 5 Percobaan Metode <i>Trial and Error</i> Konstanta <i>Proportional (Kp)</i>	25
Tabel 4. 6 Pengujian Genator 1 dan Generator 2 dengan beban resistor 180 ohm 100 watt.....	29
Tabel 4. 7 Pengujian Generator 1 dan Generator 2 dengan beban resistor 360 ohm 200 watt.....	29
Tabel 4. 8 Pengujian Generator 1 dan Generator 2 dengan <i>input</i> berbeda.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Topologi <i>Buck</i> konverter.....	4
Gambar 2. 2 Rangkaian <i>Buck</i> konverter <i>State On</i>	4
Gambar 2. 3 Rangkaian <i>Buck</i> konverter <i>state Off</i>	5
Gambar 2. 4 Grafik Keluaran dari <i>Buck</i> konverter	5
Gambar 2. 5 Rangkaian Dasar dari <i>Boost</i> konverter.....	6
Gambar 2. 6 Rangkaian <i>Boost</i> konverter dalam Kondisi <i>State On</i>	6
Gambar 2. 7 Rangkaian <i>Boost</i> konverter dalam Kondisi <i>State Off</i>	7
Gambar 2. 8 Grafik Keluaran dari <i>Boost</i> konverter	7
Gambar 2. 9 Rangkaian <i>Buck-Boost</i> konverter.....	8
Gambar 2. 10 HC-12.....	10
Gambar 2. 11 Sensor Tegangan.....	11
Gambar 2. 12 Konfigurasi Pin INA 219.....	12
Gambar 3. 1 Blok diagram kontrol dan monitoring DC - DC Konverter dengan <i>wireless</i>	14
Gambar 4. 1 Rangkaian <i>Schematic Buck-Boost</i> Konverter XLSEMI 6009	16
Gambar 4. 2 Konverter XLSEMI 6009.....	17
Gambar 4. 3 Grafik <i>Buck</i> Konverter	18
Gambar 4. 4 Grafik <i>Boost</i> Konverter	18
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Pin <i>Enable</i>	19
Gambar 4. 6 Rancangan Sensor Tegangan.....	20
Gambar 4. 7 Skematik Sensor INA219.....	22
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan nilai K_p	25
Gambar 4. 9 Base komponen.....	26
Gambar 4. 10 Tampilan Pengujian <i>GUI Matlab</i>	28

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup (Perorangan)
- Lampiran 2 : *Schematic* Rangkaian Kontrol Keseluruhan
- Lampiran 3 : *Data Sheet* DC - DC konverter XL SEMI 6009
- Lampiran 4 : *Data Sheet* INA 219
- Lampiran 5 : *Data Sheet* HC-12
- Lampiran 6 : Program Arduino UNO
- Lampiran 7 : Program Matlab

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan salah satunya energi matahari, saat ini telah menjadi alternatif dalam penyediaan energi listrik. *Photovoltaic* (PV) menghasilkan tegangan *output* berdasarkan intensitas cahaya yang diterima dan biasanya memanfaatkan energi matahari sebagai sumbernya. Tegangan yang dihasilkan oleh PV pada pagi hari akan lebih kecil dibandingkan dengan tegangan yang dihasilkan ketika siang hari dikarenakan perbedaan intensitas cahaya, maka diperlukan DC - DC konverter yang digunakan untuk menghasilkan tegangan searah DC (*Direct Current*) dengan besaran sesuai kebutuhan beban [1]. Aplikasi DC - DC konverter ini sangat dibutuhkan pada peralatan sumber energi terbarukan seperti *Photovoltaic*, baterai dan lain-lain.

Salah satu kendala dalam pengoperasian *output* DC - DC konverter adalah permasalahan kontrol dan monitoring DC - DC konverter yang terpasang. Lokasi pembangkit yang tersebar dan berjauhan antar satu sama lainnya dalam praktiknya menyulitkan kontrol dan monitoring. Kontrol dan monitoring biasanya dilakukan langsung ke lokasi pembangkit sehingga menyulitkan pengguna dalam pengoperasian *output* DC - DC konverter. Selain itu kontrol dan monitoring secara manual memiliki kelemahan, ketika pembangkit PV berada pada lokasi yang berbeda dan berjauhan, operator harus mendatangi lokasi tiap pembangkit PV. Hal ini dapat berdampak pada keberlanjutan operasi pembangkit. Sehingga dari permasalahan tersebut diperlukanlah kontrol dan monitoring DC - DC konverter secara jarak jauh.

Penerapan DC - DC konverter pada PV sangat diperlukan untuk menjaga tegangan *output* tetap stabil dan sesuai dengan kebutuhan. Dengan penambahan wireless pada DC - DC konverter sehingga operator dapat mengontrol dan memonitoring lebih dari satu pembangkit dari jarak jauh.

Pada proyek akhir ini kontroling dan monitoring output DC - DC konverter, dengan menggunakan media transmisi nirkabel sebagai pengiriman data informasi pengukuran dengan komputer sebagai media kontrol dan monitoring. Selain dapat monitoring pengukuran arus dan tegangan juga dapat melakukan pengendalian *output* DC - DC konverter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang rumusan masalah pada proyek akhir ini sebagai berikut :

- 1 Bagaimana cara membuat DC - DC konverter dengan tegangan *output* dapat di atur sesuai dengan kebutuhan beban.
- 2 Bagaimana cara membuat suatu alat yang dapat menstabilkan tegangan dan arus yang berubah ubah.
- 3 Bagaimana cara mengkontrol dan memonitoring DC - DC konverter tegangan dan arus dari jarak jauh.
- 4 Bagaimana cara mengkontrol pengiriman *wireless* tidak bersamaan.

1.3 Batasan Masalah

- 1 Tidak dapat memberikan tegangan yang melebihi tegangan keluaran dari DC - DC konverter yaitu 24 *volt*.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

- 1 Tegangan referensi akan di atur dengan pemograman sehingga menghasilkan tegangan *output* yang sama dengan tegangan referensi.
- 2 Menstabilkan besaran tegangan *output* yang sumbernya berubah - ubah .
- 3 Monitoring dan kontrol *output* DC - DC konverter yang berada dalam jarak jauh secara *wireless*.
- 4 Data dapat tersimpan setelah melakukan pengukuran dan monitoring atau pengoperasian.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 DC – DC Konverter

Penggunaan tegangan searah DC pada semua sistem sangat di butuhkan dengan demikian pengembangan alat ini akan terus di kembangkan dalam satu aplikasi dari pengembangan tersebut adalah DC - DC konverter biasa di sebut juga *DC Chopper*.

DC - DC konverter adalah rangkaian elektronika daya yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan DC, keluaran dari DC - DC konverter tersebut bisa lebih kecil atau lebih besar dari tegangan masukannya [1].

Pada suatu DC – DC Konverter tegangan *output* dikendalikan oleh *duty cycle* dengan waktu pensaklaran yaitu *timer on* (Ton) dan *timer off* (Toff). Pengendalian dapat dilakukan memberi sinyal ke *swicth* dengan menggunakan pengendalian *pulse widht modulation* (PWM).

Secara umum ada tiga rangkaian dasar konverter DC -DC, yaitu *buck* konverter, *boost* konverter, dan *buck-boost* konverter.

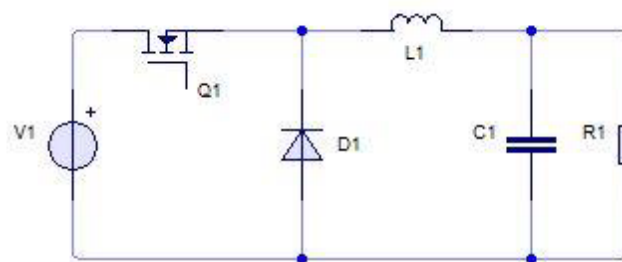
2.2 Jenis-jenis DC – DC Konverter

DC – DC konverter berfungsi sebagai mengkonversikan tegangan masukan searah DC Konstan menjadi tegangan keluaran searah DC lainnya. keluaran dari konverter DC - DC tersebut bisa lebih kecil atau lebih besar dari tegangan masukannya. Secara umum ada tiga rangkaian dasar konverter DC - DC, yaitu *buck* konverter, *boost* konverter, dan *buck-boost* konverter.

2.2.1 Buck konverter

Konverter jenis *buck* merupakan jenis konverter yang banyak digunakan dalam penyuplai catu daya. *Buck* konverter atau penurun tegangan adalah salah satu jenis dari DC - DC konverter yang mana tegangan selalu rendah dari tegangan *input* [2] .

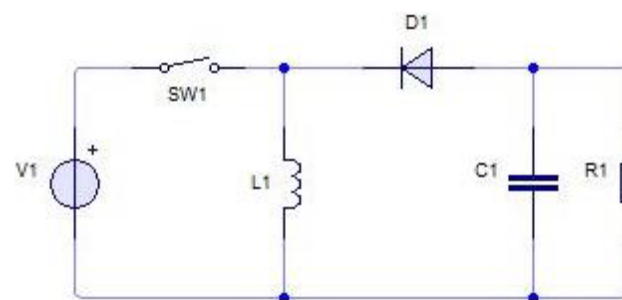
Mode utama pada terkararakteristik arus secara menerus pada mode yang lain arus melalui indikator akan mencapai nol dan menunggu hingga sampai sumber listrik mengalir lebih banyak daya ke rangkaian. Untuk membuat tegangan lebih rendah dari pada tegangan masukannya, harus menggunakan *swicthing* untuk mengatur *pulse width modulation* (PWM). Contoh komponen *swicthing* tersebut adalah *thyristor Mosfet, Igbt* dan lainnya, berikut rangkaian topologi dari *buck* konverter yang dapat dilihat dari Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Rangkaian Topologi *Buck* konverter

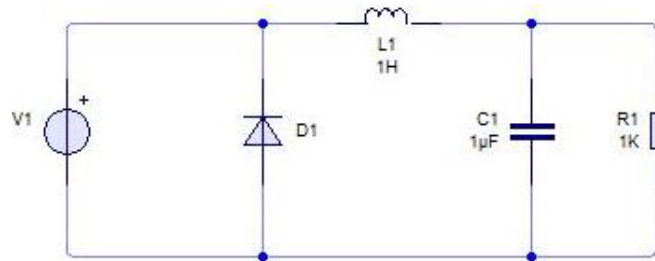
Rangkaian kontrol *driver circuit* digunakan untuk mengendalikan *Mosfet* sehingga *Mosfet* mengetahui kapan harus membuka dan menutup, indikator di gunakan untuk menyimpan energi dalam bentuk arus tersebut disimpan ketika *Mosfet* dalam kondisi on dan dilepaskan ketika *Mosfet* dalam kondisi off. Dan dioda digunakan untuk mengalirkan arus yang dihasilkan oleh *Mosfet*.

Prinsip kerja dari *Buck* konverter ini terdiri dari 2 *state* yaitu *state on* dan *state off*. Untuk *state on* arus mengalir dari sumber menuju induktor sehingga induktor menyimpan arus dan dialirkan menuju beban dan selanjutnya kembali lagi ke sumber. pada gambar merupakan rangkaian *Buck* konverter ketika *state on* [3].



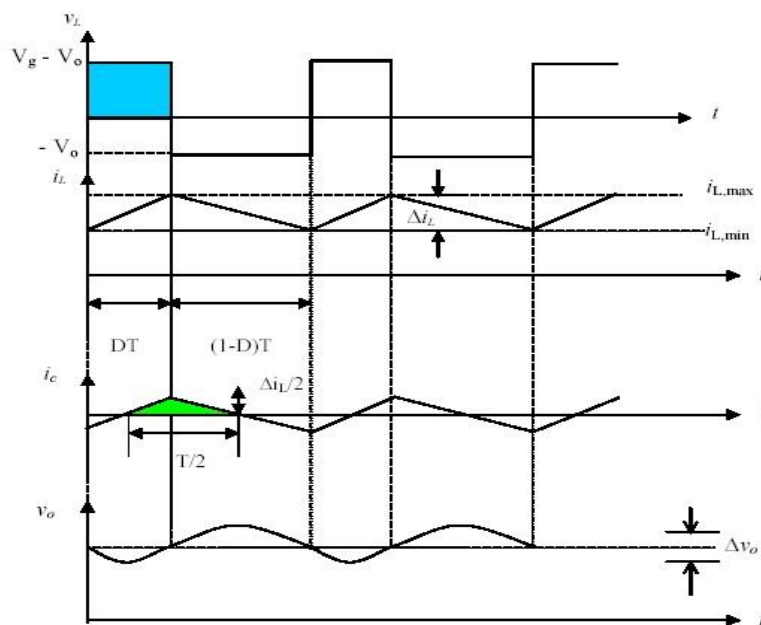
Gambar 2. 2 Rangkaian *Buck* konverter *State On*

Pada saat *state off* arus yang disimpan diinduktor akan dikeluarkan menuju beban lalu menuju dioda dan kembali lagi ke induktor.



Gambar 2. 3 Rangkaian *Buck* konverter *state Off*

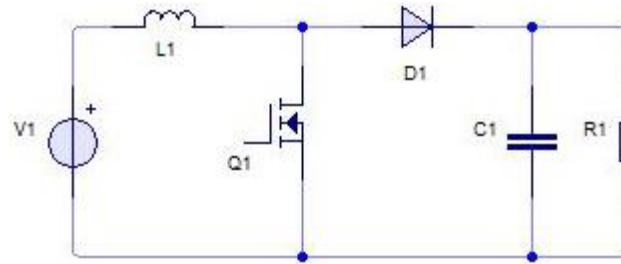
Dari 2 kondisi diatas maka grafik keluaran dari *buck* konverter ini dapat dilihat dari Gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2. 4 Grafik Keluaran dari *Buck* konverter

2.2.2 Boost Konverter

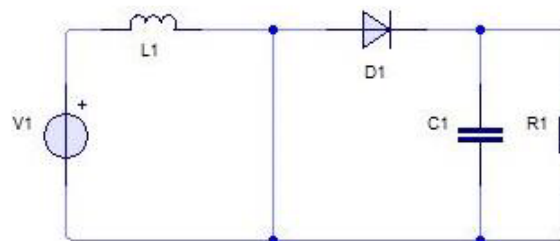
Tegangan *output* dari *boost* converter selalu lebih besar dari pada tegangan *input* . sama dengan *buck* konverter, Untuk mendapatkan tegangan yang lebih rendah daripada masukannya, harus menggunakan komponen *switching* untuk mengatur *duty cycle*. Komponen *switching* tersebut berupa *thyristor*, *Mosfet*, *Igbt* dan lainnya. Pada Gambar merupakan rangkaian dasar dari *boost* konverter.



Gambar 2. 5 Rangkaian Dasar dari *Boost* konverter

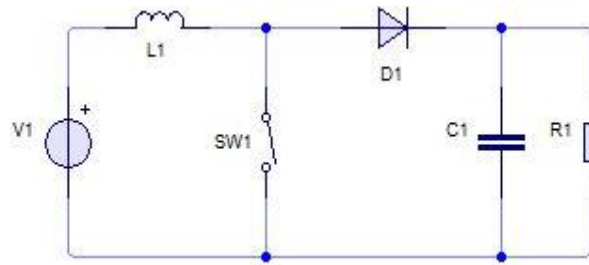
Pada rangkaian *boost* memiliki rangkaian kontrol (*Driver Circuit*) yang digunakan untuk mengendalikan *Mosfet*, sehingga *Mosfet* dapat mengetahui kapan harus membuka dan menutup. Induktor digunakan untuk menyimpan *energi* dalam bentuk arus *energi* tersebut disimpan ketika *Mosfet* dalam kondisi *on* dan dilepaskan ketika *Mosfet* dalam kondisi *off* dan dioda digunakan untuk mengalirkan arus yang dihasilkan oleh *Mosfet*.

Prinsip kerja rangkaian *boost* konverter terdapat 2 *state*, yaitu *state on* dan *state off*. Untuk *state on* arus dapat mengalir searah jarum jam dari sumber menuju ke induktor, selanjutnya induktor dapat menyimpan arus. Polaritas induktor pada sisi kiri lebih positif dibandingkan sisi kanan.



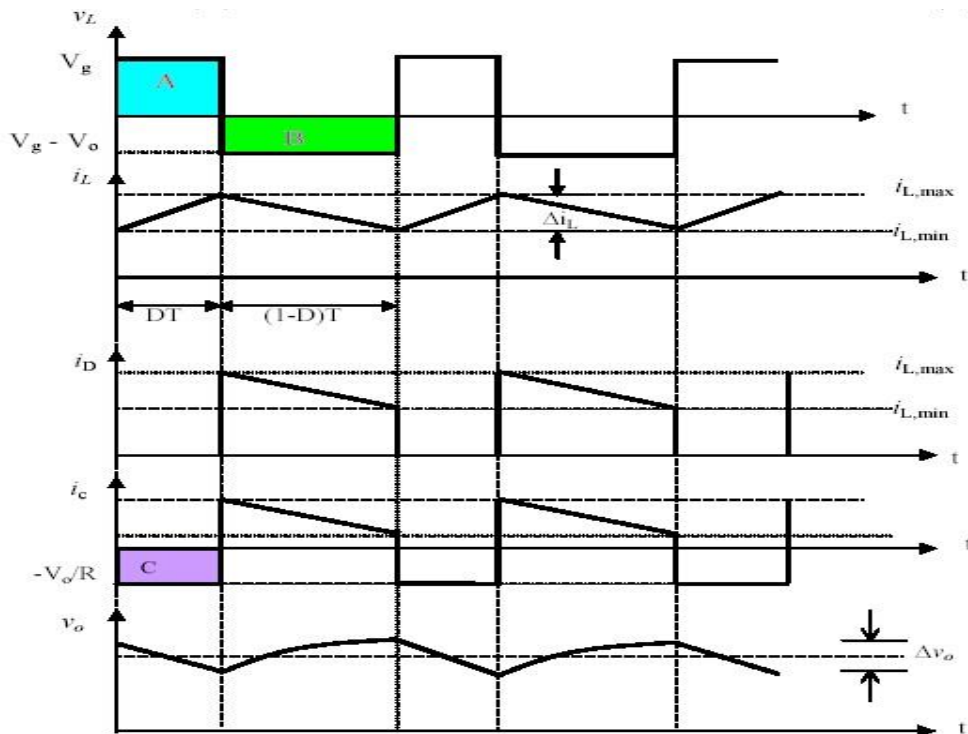
Gambar 2. 6 Rangkaian *Boost* konverter dalam Kondisi *State On*

Ketika *State off* arus yang disimpan di induktor akan berkurang karena impedansi yang lebih tinggi. Berkurangnya arus pada induktor akan menyebabkan induktor tersebut dengan membalik polaritasnya (lebih negatif pada sisi kiri). Sehingga arus yang mengalir pada dioda dan pada beban adalah penjumlahan antara arus sumber dan arus yang ada pada induktor (seri). Disaat yang bersamaan kapasitor akan melakukan penyimpanan *energi* dalam bentuk tegangan. Itu lah penyebab *boost* konverter dapat mengeluarkan tegangan keluar lebih besar dari tegangan masukan.



Gambar 2. 7 Rangkaian *Boost* konverter dalam Kondisi *State Off*

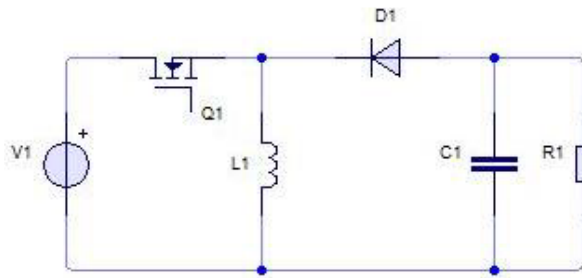
Dari rangkaian *boost* konverter diatas hasil grafik keluaran berupa gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 sebagai berikut



Gambar 2. 8 Grafik Keluaran dari *Boost* konverter [5]

2.3 Buck-Boost Konverter

Buck-boost konverter adalah salah satu sebagai regulator mode pensaklaran yang menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil atau lebih tinggi dari tegangan masukan.

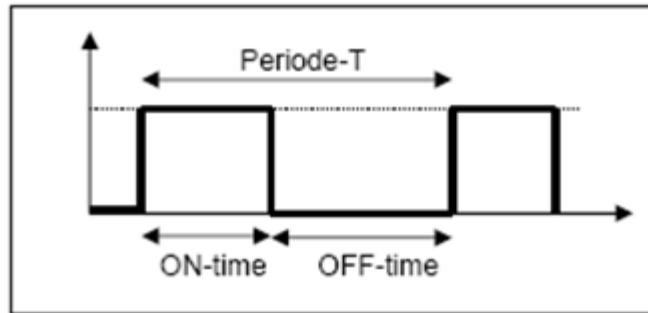


Gambar 2. 9 Rangkaian *Buck-Boost* konverter

Gambar di atas menunjukkan rangkaian *buck-boost* konverter dalam keadaan *Mosfet* Q1 *off*. Hal ini menyebabkan dioda bekerja *forward* sehingga arus mengalir L, C, D1 dan beban. Energi yang tersimpan di induktor mengalami *discharging*. *Buck-boost* konverter menghasilkan tegangan keluaran yang terbalik tanpa memerlukan *trafo* dan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih rendah maupun lebih tinggi dari tegangan masukan. Dengan catatan, bila *duty cycle* PWM sebagai penyulut *switch* lebih dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih tinggi dari tegangan masukan. Dan bila *duty cycle* PWM kurang dari 50%, maka tegangan keluaran akan lebih rendah dari tegangan masukan.

2.2 *Pulse Width Modulation (PWM)*

Pengaturan lebar pulsa modulasi atau PWM merupakan salah satu teknik yang ampuh yang digunakan dalam sistem kendali (*control system*). Pengaturan lebar modulasi dipergunakan 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) . Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*). PWM pada dasarnya adalah menyalakan (*on*) dan mematikan (*off*). Ku ncinya adalah mengatur berapa lama waktu *on* dan *off*.



Gambar 2.10 Gelombang *Pulse Width Modulation* (PWM)

Timer on (T_{on}) adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (*high* atau 1) dan, *timer off* (T_{off}) adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (*low* atau 0). Anggap T_{total} adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara T_{on} dengan T_{off} , biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$t_{total} = t_{on} + t_{off} \dots\dots\dots (2.1)$$

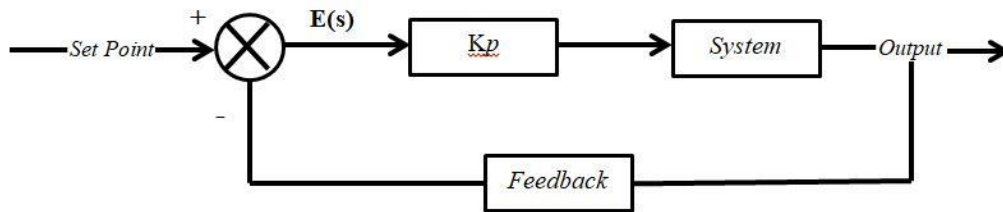
Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cyle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{out} = t_{total} \times V_{in} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai T_{on} . Apabila T_{on} adalah 0, V_{out} juga akan 0. Apabila T_{on} adalah T_{total} maka V_{out} sama dengan V_{in} [6].

2.4 Kontrol *P* (*Proportional*)

Kontrol *Proportional* memiliki *output* sebanding dengan nilai konstanta *Proportional*. Semakin besar nilai konstanta yang diberikan maka nilai *output* yang dikeluarkan akan besar juga. Pada Gambar 2.11 merupakan blok diagram dari Kontrol *proportional*.



Gambar 2.11 Blok diagram kontrol *Proportional*

Dari Gambar 2.11 bahwa *set point* yang dimaksud adalah besaran yang diinginkan . *Feedback* adalah mekanisme pengaturan terhadap suatu sistem fisik yang dilakukan sedemikian rupa sehingga mekanisme yang berusaha menyesuaikan dengan nilai sistem yang dikendalikan. Dalam hal ini nilai *error* atau kesalahan (selisi antara *setpoint* dan nilai aktualnya) dikali dengan konstanta *proportional*. Persamaan kontrolnya dirumuskan sebagai berikut [7]

$$U_t = K_p e(t) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan U_t merupakan nilai keluaran terhadap waktu , K_p merupakan penguat (*gain*) dari *proportional* dan $e(t)$ merupakan nilai kesalahan yang terjadi [7].

2.5 Module *Wireless* HC-12



Gambar 2. 10 HC-12

Modul komunikasi serial HC-12 merupakan modul komunikasi serial jarak jauh antara beberapa mikrokontroler. Modul ini dapat berkerja pada *frekuensi* 433.4 ~ 473.0 Mhz dan dapat di *setting multiple channel* (400 Khz *stepping*) sehingga total 100 *channel*. Modul ini memiliki *maximum transmitter power* 100 mW (20dBm) dengan sensitifitas penerimaan -117 dBm pada *baud rate* 5000 bps dan jarak komunikasi 1000 meter (*open area*).

Modul ini dapat digunakan sebagai *transmitter* maupun *receiver*. HC-12 memiliki 4 mode konfigurasi , yaitu mengubah modul *baud rate*, daya *transmisi*, saluran dan mode kerja . Mode modul *baut rate* berfungsi mengubah *baud rate* yang diinginkan dan dapat diatur ke 1200bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps, 19.200bps, 38.400bps. Mode daya *transmisi* berfungsi mendapatkan semua parameter dari modul *wireless* yang dipasang. *Mode* saluran berfungsi mengubah komunikasi *channel* .

2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan DC merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tegangan DC pada suatu rangkaian elektronika. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan. Sensor ini dapat membuat tegangan input dari terminal berkurang sampai seperlima dari tegangan asli [16]. Berikut gambar sensor tegangan yang di gunakan pada proyek akhir ini bisa dilihat pada Gambar 2.11 berikut.



Gambar 2. 11 Sensor Tegangan

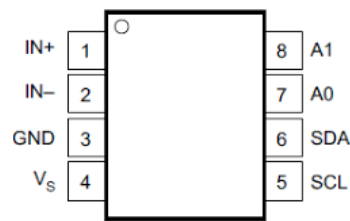
Sensor tegangan DC ini hanya mampu membaca tegangan maksimal 24 V. karena *chip* Arduino UNO memiliki 10 *bit*, jadi resolusi simulasi modul 0,00489 V

yang didapat dari $5 \text{ V} / 1023$, dan tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0,00489 \text{ V} \times 5 = 0,02445 \text{ V}$. Sehingga sapat dirumuskan seperti persamaan berikut.

$$V_{out} = ((Analog \text{ Read} \times 0,00489) \times 5) \dots \dots \dots (2.4)$$

2.7 Sensor Arua INA 219

INA 219 merupakan modul sensor yang dapat membaca nilai tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. INA 219 dilengkapi dengan *interface* I2C dan dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$ dengan kisaran resolusi pada $0,8 \text{ mA}$ pada internal data 12 bit ADC. Konfigurasi pin INA219 dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut.



Gambar 2. 12 Konfigurasi Pin INA 219

Pin IN + dan IN – merupakan pin positif dan negatif *input* dari arus yang akan di lakukan pengukuran dimana pin positif dihubungkan dengan beban yang di aliri listrik sedangkan yang negatif dihubungkan dengan *ground*. Pin SCL dan SDA adalah pin serial komunikasi I2C ke Arduino UNO.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

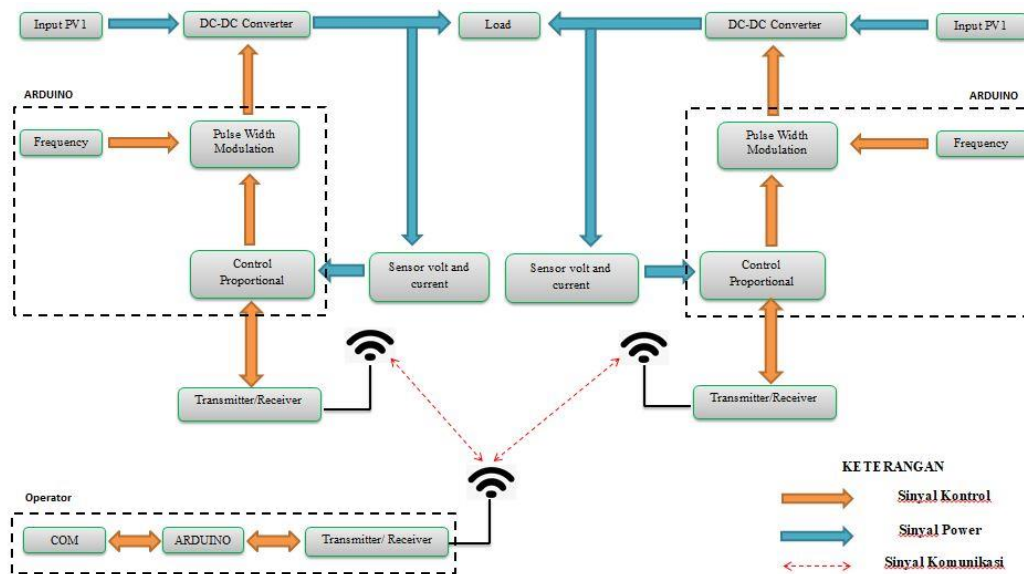
Pada Bab ini akan dibahas secara detail mengenai metode pelaksanaan pembuatan tugas akhir yang berjudul “Kontrol dan Monitoring DC - DC Konverter Secara *Wireless*”. Parameter-parameter yang penting dalam pembuatan alat “Kontrol dan Monitoring DC - DC Konverter Secara *Wireless*” ini antara lain.

1. Tegangan *output* dapat naik atau turun dari tegangan *input* yang diberikan.
2. Tegangan *output* yang dihasilkan dapat berubah-ubah atau *variable* sesuai dengan keinginan operator.
3. Masing-masing output DC - DC konverter dapat terpantau di ruang kendali
4. Data terkirim secara *via wireless*
5. Data tersimpan setelah melakukan pengoperasian saat monitoring
6. Harus dapat menghasilkan tegangan *output* yang diinginkan secara otomatis.

Sehingga design dari peralatan yang dibuat terdiri dari.

1. *Buck-Boost* Konverter yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan *output*.
2. Sensor tegangan digunakan untuk mengatur tegangan *output* apakah sesuai dengan tegangan yang diinginkan. Serta sensor arus untuk mengukur arus yang mengalir pada rangkaian.
3. Metode pengontrolan seperti *P Controller (proportional)* untuk menghasilkan tegangan *output* yang diinginkan.
4. Metode kontrol dan monitoring menggunakan sistem *wireless* antar sistem yang telah dipasang.

Dapat disimpulkan diatas maka dapat digambarkan dalam bentuk blok diagram yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 .



Gambar 3. 1 Blok diagram kontrol dan monitoring DC - DC Konverter dengan *wireless*

Input dari DC - DC Konverter berupa *output* dari *photovoltaic*, kemudian akan terbaca oleh sensor arus dan sensor tegangan dan disalurkan ke *load*. DC - DC Konverter akan dikontrol arduino, yaitu PWM-nya merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam *system* kendali (*control system*). Pada PWM ini, *frequency* akan diubah- ubah untuk melihat perubahan tegangan akan naik atau turun sampai titik tertentu. *Transmitter/wireless* berguna untuk mengirim data sensor arus dan tegangan ke operator.

Receiver/wireless sebagai penerima data sensor arus dan tegangan menangkap sinyal dari *transmitter* dan dikontrol arduino yang terhubung ke komputer sehingga *output* dari DC - DC konverter dapat dimonitoring dan dikontrol oleh *user*.

Pada *block* diagram ini *output* DC - DC konverter dikontrol dan dimonitoring oleh operator, lebih dari satu *photovoltaic* yang dikontrol dan dimonitoring tujuannya untuk dapat mengontrol *output* DC - DC konverter menuju beban sesuai kebutuhan.

Tabel 3. 1 Komponen yang digunakan

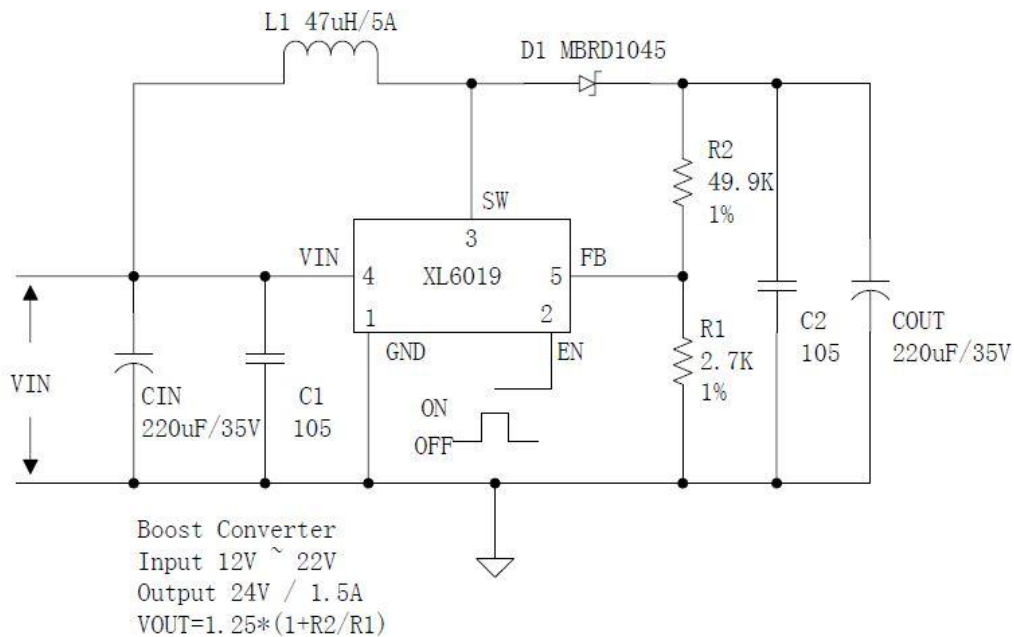
No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	DC – DC Konverter	<p>a. <i>Buck-Boost</i> Konverter</p> <p>b. Tegangan keluar 0 sampai 25VDC</p> <p>c. Tegangan input 5V sampai 38V</p> <p>d. 400 KHz <i>switching Frequency current 2A</i></p>
2	Sensor tegangan	a. <i>Max Voltage 25 VDC</i>
3	Sensor Arus INA 219	<p>a. <i>Power Supply, 3V to 5V</i></p> <p>b. <i>Max Current 3.2 A</i></p>
4	Arduino UNO	<p>a. <i>Power Supply, 3V to 5V</i></p> <p>b. <i>Input dan Ouput (I/O) terdapat pada Pin 0 sampai Pin 13</i></p> <p>c. <i>I/O PWM Digital terdapat 6 pin</i></p> <p>d. <i>Analog Input terdapat 6 pin</i></p>
5	HC-12	<p>a. <i>Supply voltage 3.2 – 5.5 V</i></p> <p>b. <i>Frequency range 473.0 MHz</i></p>

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pembuatan Programmable DC - DC konverter yang terdiri dari perancangan sistem kontrol, perancangan dan pembuatan alat dan program, serta pengujian sistem. Berikut adalah penjelasannya.

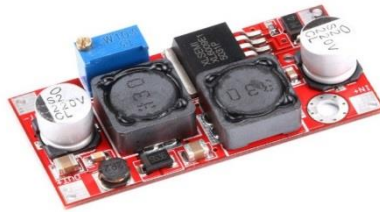
4.1 DC - DC Konverter

Komponen DC - DC konverter yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Konverter XLSEMI 6009 tipe *Buck-Bost* Konverter. Pada *Hardware* DC - DC Konverter XLSEMI 6009 dimodifikasi pada *enable* yang bertujuan untuk memasukkan nilai PWM kedalam pin 2 (Pin *enable*) pada Konverter. Dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Rangkaian *Schematic Buck-Boost* Konverter XLSEMI 6009

Berikut adalah *hardware* dari rangkaian Konverter XLSEMI 6009 dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



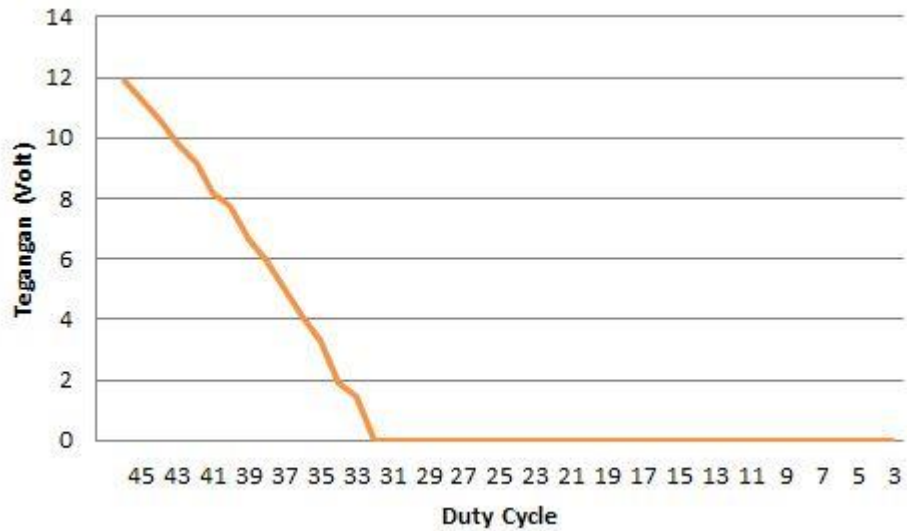
Gambar 4. 2 Konverter XLSEMI 6009

Sebelum digunakan DC - DC konverter ini dilakukan pengujian dengan menguji salah satu Pin pada Konverter yaitu Pin *Enable*. Pin *Enable* berfungsi untuk mematikan serta menghidupkan Konverter. Pengujian pin *Enable* pada DC - DC Konverter ini menggunakan Arduino UNO. Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang keluar apabila pada pin *Enable* ini diberikan nilai PWM. Pin PWM yang digunakan yaitu Pin 9 dengan *frequency* 60 Hz. Berikut adalah *list* program dari pengujian.

int pwm=9	}	Peletakkan identitas PIN 9 PWM yang akan digunakan
void setup()		
{	}	Setting baudrate 9600 yang akan ditampilkan pada serial monitor
Serial.begin(9600);		
}		
void loop()	}	Pembacaan PWM 255
{		
int data=analogWrite(pwm,255);		
delay(100);		
}		

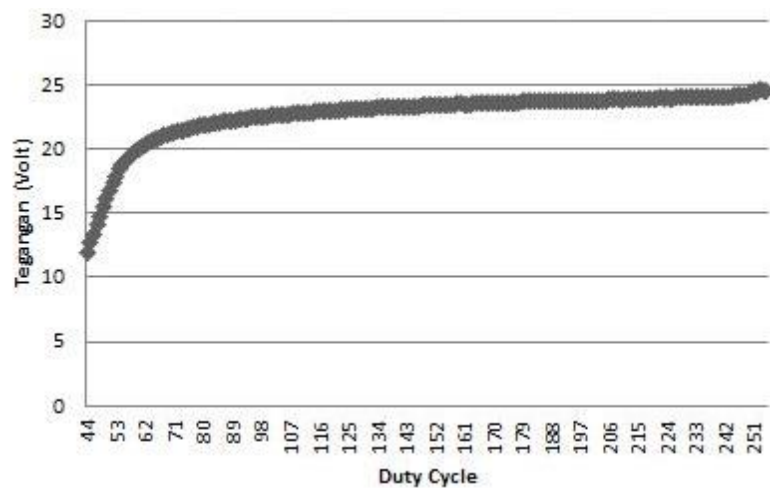
Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan nilai PWM dari 0 sampai 255, kemudian mengukur *Vout* pada konverter yang diukur menggunakan multimeter dan sensor tegangan. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil grafik sebagai berikut.

Dari data yang diambil, pada Gambar 4.3 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa konverter dapat menurunkan tegangan dari tegangan *source* yaitu 12 volt.



Gambar 4. 3 Grafik *Buck* Konverter

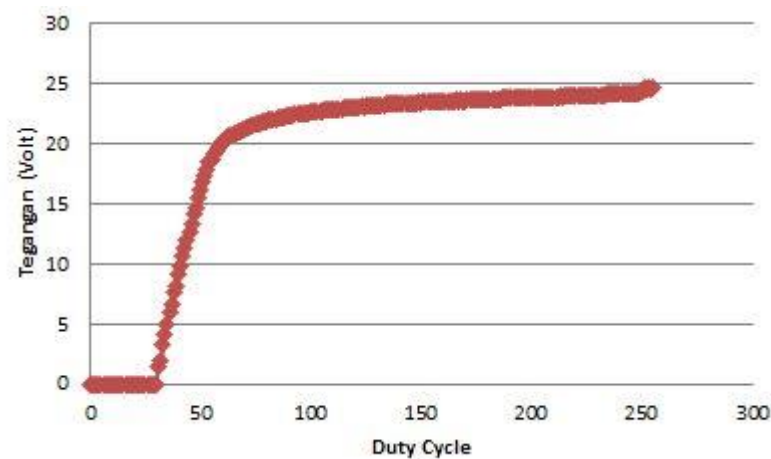
Dari Gambar 4.3 diatas maka dapat disimpulkan bahwa tegangan *set point* yaitu 12 volt dapat menurunkan tegangan hingga 0 volt tegen nilai pwm dari 0-45. Besar nilai *Duty cycle* untuk *Buck* Konverter adalah 17,25 %



Gambar 4. 4 Grafik *Boost* Konverter

Dari Gambar 4.4 diatas dapat dianalisa bahwa mulai dari nilai pwm 44 sampai 255 menunjukkan bahwa Konvrter ini dapat menaikkan tegangan sampai 24 volt dengan *duty cycle* sebesar 82,75 %.

Dari pengujian keseluruhan yang dilakukan didapatkan data berupa grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

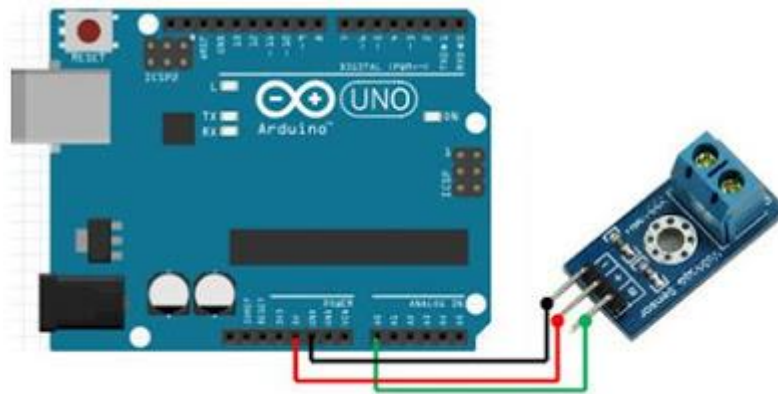


Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Pin *Enable*

Dari pengujian keseluruhan yang dilakukan didapatkan data berupa grafik yang dapat dianalisa bahwa, dengan memberikan nilai PWM dari 1 sampai dengan 255 menghasilkan nilai yang *relative* stabil. Secara keseluruhan semakin besar nilai PWM yang diberikan maka tegangan *output* yang dihasilkan juga akan semakin meningkatkan secara signifikan dan nilai *ripple* yang dihasilkan juga kecil. Hal ini dikarenakan *frequency* pada Pin 9 pada Arduino UNO sesuai.

4.2 Sensor Tegangan

Untuk melakukan monitoring tegangan digunakanlah pembagi tegangan atau lebih dikenal sensor tegangan. Pengujian modul sensor tegangan DC bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari modul sensor tegangan DC terhadap alat ukur multimeter dan melihat modul sensor tegangan DC berfungsi dengan baik. Berikut gambar sensor tegangan bisa dilihat pada gambar 4.6 dan tabel pemasangan sensor tegangan pada tabel 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Rancangan Sensor Tegangan

Tabel 4. 1 Pemasangan Pin Sensor Tegangan DC ke *Arduino UNO*

Sensor Tegangan Dc	Arduino UNO
VCC	5V
GND	GND
OUT	A0

Sensor tegangan yang nantinya akan mendeteksi tegangan yang keluar dari konverter. Tegangan keluaran dari rangkaian pembagi tegangan tersebut akan masuk ke Pin *analog* pada Arduino (A0). Perhitungan rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times V_{in} \dots\dots\dots (2.5)$$

Berikut adalah program pengujian modul sensor tegangan DC.

```

void loop()
{
  VoltI=analogRead(A0);
  Volt=((VoltI*0.00489)*5);

  Serial.print(Volt);
  Serial.println("V");
  delay(1000);
}

```

}

Membaca nilai tegangan pada pin A0 dan konversi dari sinyal analog menjadi nilai tegangan

}

Menampilkan nilai tegangan pada serial monitor

Hasil pengujian perbandingan nilai pembacaan sensor tegangan DC terhadap alat ukur multimeter dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Tegangan DC

Set Point (V)	Multi (V)	Arduino (V)	Error (%)
1	1.30	1.39	0,7
2	2.06	2.13	0,23
3	3.01	3.03	0.66
4	4.03	4.01	0.49
5	5.00	5.13	0,26
6	6.00	6.13	0,21
7	7.00	7.16	0,22
8	8.00	8.16	0,22
9	9.00	9.21	0,23
10	10.00	10.14	0,14
11	11.00	11.13	0,21
12	12.00	12.17	1.21
13	13.00	13.17	1.30
14	14.01	14.25	1.71
15	15.00	15.22	1.46
16	16.00	16.25	1.56
17	17.01	17.23	1.29
18	18.00	18.21	1.16
19	19.00	19.16	0.84
20	20.01	20.28	1.34
21	21.00	21.21	1
22	22.01	22.21	0.9
23	23.1	23.22	0.90
24	24.0	24.17	0.70
25	25.00	25.20	0.8

Untuk menghitung nilai *error* yang dihasilkan suatu instrumentasi dapat dirumuskan pada persamaan berikut.

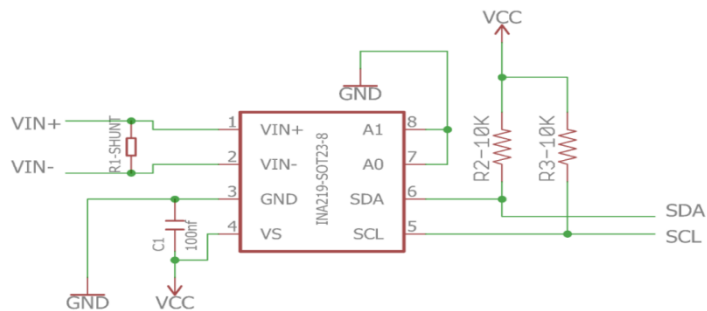
$$Error = \frac{\text{Sensor-multimeter}}{\text{Sensor}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.6)$$

Dari tabel hasil pengujian pengukuran sensor tegangan DC terhadap alat ukur multimeter dapat disimpulkan bahwa keluaran dari sensor tegangan tidak linierisasi dikarenakan pengaruh pada *frequency* yang disediakan oleh arduino sebesar 60Hz sedangkan *switching frequency* pada Konverter XLSEMI 6009 sebesar 400KHz.

4.3 Sensor INA219

Pada tugas akhir ini sensor arus yang digunakan adalah INA219. Sensor INA219 berfungsi untuk mendeteksi arus yang keluar dari DC - DC konverter. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor INA219 terhadap alat ukur multimeter dan melihat sensor INA219 berfungsi dengan baik.

Berikut gambar skematik sensor INA219 bisa di lihat pada gambar 4.7 dan tabel pemasangan sensor INA219 ke arduino uno pada tabel 4.3 berikut.



Gambar 4. 7 Skematik Sensor INA219

Tabel 4. 3 Pemasangan Pin Sensor INA219 ke Arduino UNO

Sensor INA219	Arduino UNO
VCC	5V
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

Sensor INA 219 yang nantinya akan mendeteksi arus yang keluar dari konverter. Arus yang keluaran tersebut akan masuk ke Pin SCL dan SDA pada arduino. Berikut adalah rumus pengujian sensor INA219.

$$I_{out} = \frac{V_{in}}{R1} + \frac{V_{in}}{R2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Berikut adalah program pengujian modul sensor INA219.

```

void setup(){
  uint32_t currentFrequency;
  Serial.begin(9600);
  ina219.begin();
  ina219.setCalbration_32V_1A();
}
void loop()
{
  arus = ina219.getCurrent_mA();
  Serial.print("Current: ");
  Serial.print(arus);
  Serial.print("mA");
  delay(2000);
}

```

Pengaturan jangkauan
pembacaan nilai arus oleh
INA 219

Mendapatkan dan
menampilkan nilai arus
pada serial monitor

Hasil pengujian perbandingan nilai pembacaan sensor INA 219 terhadap alat ukur multimeter dapat dilihat pada Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor INA219.

Tabel 4. 4 Hasil Persantase Error Sensor INA 219

Multi(A)	Arduino(A)	Error %
12	12,1	0,83
4,94	5	1,21
2,72	2,63	3,3
0,6	0,68	1,3

Untuk menghitung nilai *error* yang dihasilkan suatu instrumentasi dapat dirumuskan pada persamaan berikut.

$$Error = \frac{\text{Sensor-multimeter}}{\text{Sensor}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.8)$$

Dari tabel hasil pengujian pengukuran sensor INA219 terhadap multimeter, dapat dilihat pembacaan nilai dengan persentase *error* . Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai resistansi sebagai beban yang digunakan pada rangkaian saat pengujian, namun dengan begitu sensor INA219 ini dapat digunakan sesuai dengan semestinya.

4.4 Kontrol *Proportional* (P)

Kontrol *Proportional* ini lebih dikenal dengan sebutan gain (penguat). Perubahan nilai Konstanta *Proportional* (*Kp*) akan mempengaruhi bentuk gelombang yaitu tinggi rendahnya *overshoot* yang dihasilkan oleh suatu sistem. Kontrol *Proportional* ini bertanggung jawab atas nilai kesalahan saat ini.

Berikut adalah program pengujian *gain* pada kontrol *proportional*

```
float proporsional ,kesalahan, tegangan;
float Setpoint = 12; float DC = 0;
float kp=0,7; float vtp=1; float DC_s=0;
unsigned long waktu;
void loop()
{
    kesalahan= Setpoint - volt;
    proporsional=kesalahan*kp;
    DC_s =proporsional*vtp;
    DC=DC+DC_s;
}

```

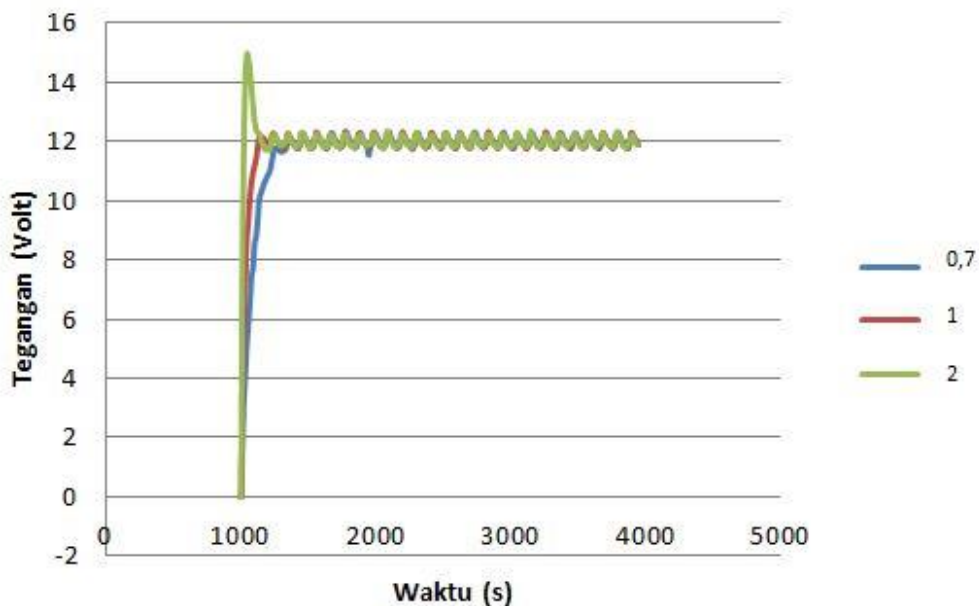
Inisialisasi variable

Rumus Kontrol
proportional

Dari program diatas dapat diuji untuk melihat grafik respon. Penentuan Nilai K_p menggunakan Metode *Trial and Error* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Percobaan Metode *Trial and Error* Konstanta *Proportional* (K_p)

Percobaan ke-	Nilai konstanta <i>proportional</i> (k_p)
1	0,7
2	1
3	2



Gambar 4. 8 Grafik perbandingan nilai K_p

Dari Gambar 4.8 diatas dapat disimpulkan bahwa dilihat dari nilai *overshoot* (nilai yang melebihi nilai *set point*) dari masing masing nilai K_p berbeda beda. Untuk nilai $K_p=0.7$, presentase *overshoot* yaitu sebesar 4,16%. Untuk nilai $K_p=1$, presentase *overshoot* yaitu sebesar 26,6%. Dan Untuk nilai $K_p=2$, presentase *overshoot* yaitu sebesar 33,3%. Selain nilai *overshoot*, nilai *rise time* (Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai *set point* atau yang mendekati *set point* 10%) pada $K_p=0.7$ sebesar 0.2 s. Untuk nilai $K_p=1$ sebesar 0.3 s. Dan untuk nilai $K_p=2$ sebesar 0.4s. *Setting time* (waktu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai stabil), jadi besar *setting time* $K_p=0.7$ sebesar 4s. Untuk $K_p=1$ sebesar 4s, sedangkan dengan

nilai $K_p=2$ sebesar 6 s lebih. Serta nilai *error* (nilai kesalahan yang terjadi) dapat dilihat dari grafik bahwa nilai $K_p=0,7$ relatif lebih kecil daripada nilai K_p yang lain. Dan nilai $K_p = 0,7$ juga sudah sangat stabil respon yang dihasilkan. *Set Point* yang diberikan sebesar 12 volt.

4.5 Pengujian HC-12

HC-12 adalah modul komunikasi serial *wireless* yang merupakan modul generasi terbaru untuk *transmisi* data *multi-channel* tanpa kabel. Pita *frequency* kerjanya adalah antara 433MHz – 473MHz. Terdapat 100 multiple *channel* yang dapat diatur dengan menggunakan *frequency* 400 MHz. Maksimum daya Modul HC-12 yaitu 100mW (20dBm), sensitivitas penerimaan -117dBm pada tingkat *baudrate* 5.000 BPS di udara . [8]

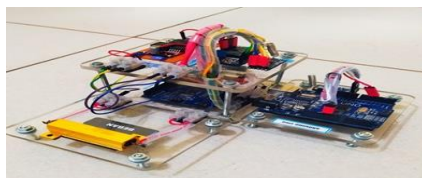
Berikut adalah program pengujian gain pada HC-12

```
void loop()
  if(Serial.available() > 0){
    String input = Serial.readString();
    mySerial.println(input);  }
```

Jika data masuk akan terbaca dan akan dikirim

4.6 Pembuatan Base

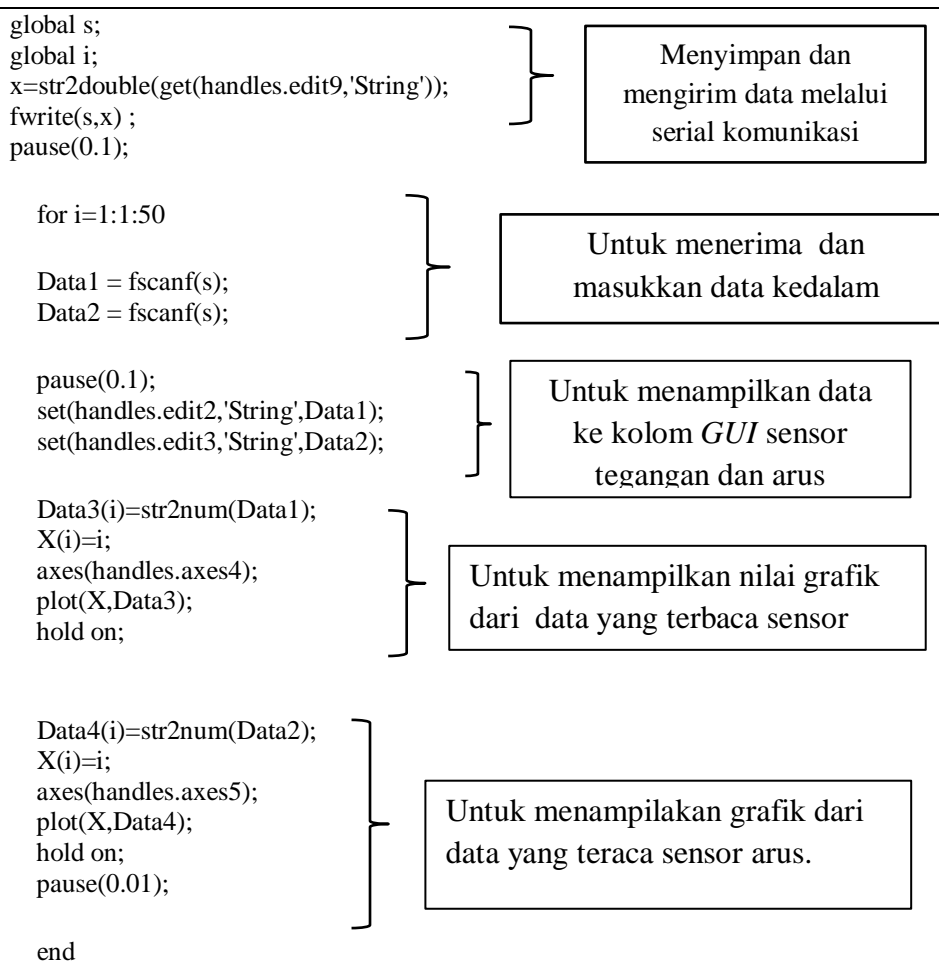
Pembuatan base ini dibuat untuk memudahkan dalam pembawaan dan tempat untuk meletakkan komponen-komponen. Pembuatan base ini dimulai dari pembuatan base yang berbentuk seperti kerangka balok yang didalamnya terdapat peletakan untuk komponen. Pemilihan bahan untuk base tersebut adalah *acrilic* yang ketebalannya 2mm.



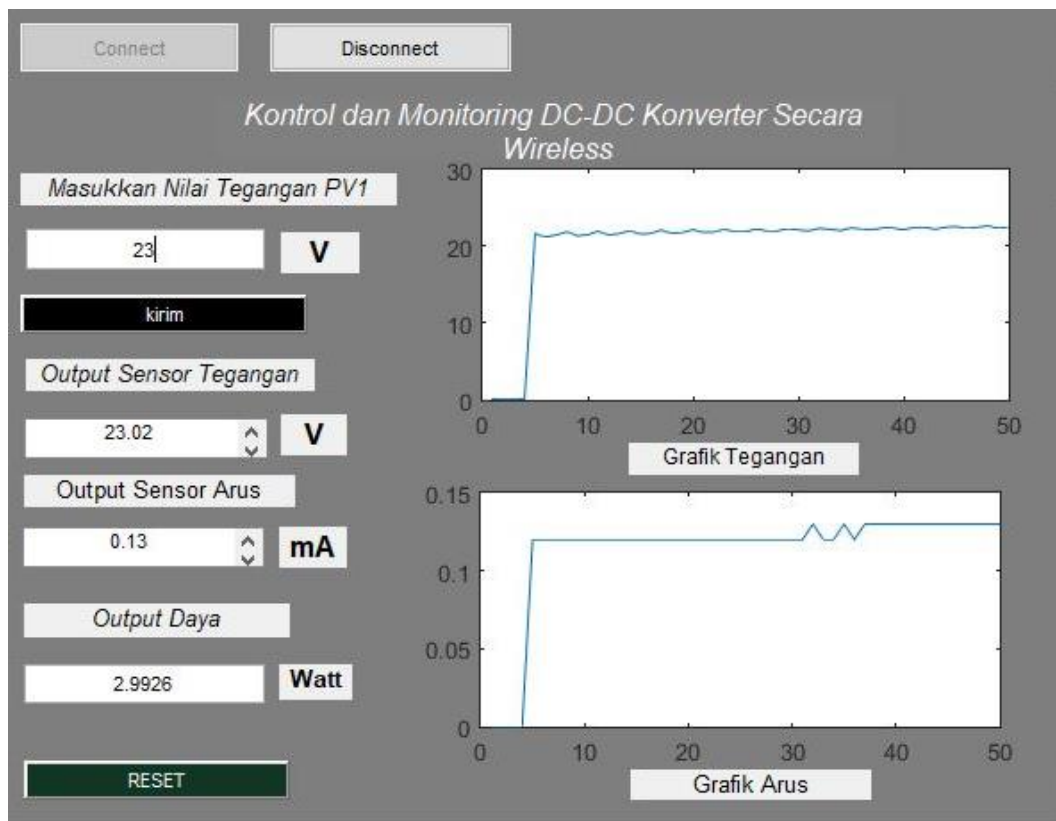
Gambar 4. 9 Base komponen

4.7 Matlab

Merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh *MathWorks* dan dikhususkan untuk komputasi numerik, visualisasi, dan pemrograman [9]. Dalam membuat tugas akhir ini menggunakan fungsi *GUI*, untuk mencoba interaksi antara Arduino dan *matlba*. Pengimplementasian sederhananya yaitu dengan memonitoring dan memvisualisasikan data hasil sensor arus INA219 dan sensor tegangan yang terhubung pada pin Analog 0 pada papan Arduino. Program *Matlab* untuk *Graiphical Use Interface* (GUI) sebagai berikut.



Dari program pengujian pada *Graphical Use Interface* (GUI) *Matlab* tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Tampilan Pengujian *GUI Matlab*

Terdapat beberapa menu yang disediakan yang berfungsi untuk mempermudah operator/user dalam mengatur tegangan yang diinginkan. Tampilan akan menampilkan tegangan , arus , daya dan akan menyimpan dalam bentuk grafik tegangan dan arus.

4.8 Pengujian Generator *Photovoltaic*

Kontrol dan monitoring Generator *photovoltaic* dilakukan melalui *interface GUI Matlab*. Pada tugas akhir ini Kontrol *proportional* difungsikan untuk mengurangi nilai *error* yang terjadi. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *trial and error*. Metode *trial and error* adalah metode yang dilakukan dengan cara sistem coba dan analisa. Terdapat 2 generator *photovoltaic* untuk perbandingan antara generator 1 dengan generator 2 , berikut adalah hasil pengujian 2 generator.

Tabel 4. 6 Pengujian Genator 1 dan Generator 2 dengan beban resistor 180 ohm
100 watt

Input (v)	Setpoint	Generator 1		Generator 2	
		Output		Output	
		V	A	V	A
12	2	2,03	0,01	1,96	0,01
12	4	4,01	0,02	3,99	0,02
12	6	5,99	0,03	6,04	0,03
12	8	7,96	0,05	8,02	0,05
12	10	10,07	0,06	10,02	0,06
12	12	12,03	0,07	12,05	0,07
12	14	13,96	0,08	14,07	0,08
12	16	16,04	0,09	16,09	0,09
12	18	18,02	0,11	17,95	0,11
12	20	19,98	0,12	20,05	0,12
12	22	21,98	0,13	22,03	0,13
12	24	23,99	0,14	24,01	0,14

Tabel 4, 7 Pengujian Generator 1 dan Generator 2 dengan beban resistor 360 ohm
200 watt

Input (v)	Setpoint	Generator 1		Generator 2	
		Output		Output	
		V	A	V	A
12	2	2,05	0,01	2,03	0,01
12	4	4,03	0,01	3,99	0,01
12	6	5,99	0,02	6,01	0,02
12	8	8	0,02	8,04	0,02
12	10	10,02	0,03	10,02	0,03
12	12	12,03	0,04	12,03	0,03
12	14	14,01	0,04	13,94	0,04
12	16	16,04	0,05	16,04	0,05
12	18	18,02	0,05	18,02	0,05
12	20	20,02	0,06	20,02	0,06
12	22	22,03	0,06	22,01	0,06
12	24	23,96	0,07	23,92	0,07

Dari data pengujian Tabel 4,6 dan Tabel 4,7 diatas dapat disimpulkan bahwa ketika inputan DC - DC konverter generator 1 dan generator 2 diberi *input* 12V dan diberi beban resistor yang sama maka yang terjadi adalah tidak ada perbedaan yang signifikan dari *ouput* sensor tegangan dari kedua generator, Sedangkan pada sensor arus yang terjadi adalah nilai arus yang terbaca berbeda karena semakin besar resistor yang dipasang maka arus yang terbaca akan semakin kecil nilainya sesuai fungsinya resistor sebagai penahan arus,

Tabel 4, 8 Pengujian Generator 1 dan Generator 2 dengan *input* berbeda

Setpoint	Generator 1			Generator 2		
	Input (v)	Output		Input (v)	Output	
		V	A		V	A
2	15,5	1,98	0,01	18,5	2,03	0,01
4	15,5	3,99	0,02	18,5	4,01	0,02
6	15,5	6,01	0,04	18,5	6,04	0,03
8	15,5	8,04	0,05	18,5	8,09	0,04
10	15,5	10,02	0,06	18,5	10,05	0,06
12	15,5	12,08	0,07	18,5	12,03	0,07
14	15,5	14,06	0,08	18,5	14,01	0,08
16	15,5	16,09	0,09	18,5	15,94	0,09
18	15,5	17,92	0,11	18,5	18,04	0,11
20	15,5	19,98	0,12	18,5	20,05	0,12
22	15,5	21,96	0,13	18,5	22,05	0,13
24	15,5	24,08	0,14	18,5	23,99	0,14

Dari data pengujian Tabel 4,8 dapat disimpulkan bahwa ketika inputan DC-DC konverter generator 1 dan generator 2 diberi inputan yang berbeda-beda tidak ada perbedaan yang signifikan ini dikarenakan regulator yang bisa mempertahankan kestabilan *output* dari DC - DC konverter,

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Alat ini mampu menurunkan tegangan hingga 0V dari tegangan *input* (V_{in}), Serta menaikkan tegangan hingga 24 V dari tegangan *input* (V_{in}),
2. Dengan kontrol *proportional error* dari kerja sistem dapat direduksi ,
3. Alat ini mampu mengontrol dan memonitoring generator PV menggunakan *wireless*
4. Alat ini mampu menstabilkan tegangan *output* yang sumbernya tidak stabil atau berubah-ubah,

5.2 Saran

1. Arduino tidak bisa menghasilkan *frequency* yang pas untuk IC XL6009 karena arduino menyediakan fasilitas *frequency* dengan nilai yang telah ditentukan,
2. Kepresisian sensor tegangan merupakan hal terpenting untuk sistem *close loop* sehingga nilai *error* dapat diminimalisir dan tegangan keluaran (V_{out}) dari rangkaian *buck - boost* sama dengan *set point*,
3. Arduino tidak bisa menghasilkan *frequency* yang pas untuk IC XL6009 karena arduino menyediakan fasilitas *frequency* dengan nilai yang telah ditentukan,

Daftar Pustaka

- [1] Syahrial and S, Saodah F, Padhillah, "Perancangan dan Realisasi Konverter DC-DC Tipe Boost Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535," vol, 2, p, 2, 2014,
- [2] R, J, Hanson, "Implementing Closed Loop Control Algorithms for DC to DC Converters and Arcp Inverters Using the Universal Controller," p, Amerika Serikat, 1997,
- [3] S, Ghedira and K, Besbes R, Zrafi, "A Bond Graph Approach for the Modeling and Simulation of a Buck converter," *Low Power Electronics and Aplications*, vol, 8 no 2, p, 3, 2018,
- [4] Jendela Den Ngabei, (2012, november) Jendela Den Ngabei, [Online], <http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/11/dc-chopper-tipe-buck-buck-converter.html>
- [5] (2012, Desember) Jendela den ngabei, [Online], <http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/12/dc-chopper-tipe-boost-boost-converter.html>
- [6] S, Arifin and A, Fathoni, "Pemanfaatan Pulse Width Modulation untuk Mengontrol Motor (Studi Kasus Robot Otomatis Dua Deviana)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*, vol, 8 , no 02, pp, 69-70, 2014,
- [7] A, Wahyuji and H, Nurhadi D, Wisnu, "Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengendali Sumbu Azimuth Turret pada Turret-gun Kaliber 20mm," vol, 05, p, 01, 2016,
- [8] Datasheet HC-12 Wireless Serial Port Communication Module, , 2012,
- [9] Muhamad Andi, *ANTARMUKA ARDUINO DENGAN MATLAB*, 1st ed, Indonesia: SEMITEKINDO, 2009,

LAMPIRAN 1
(Riwayat Hidup Perorangan)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Catur Arief Wijaksono
Tempat, Tanggal Lahir : Sungailiat, 25 Desember 1999
Alamat : Jl. Sripemandang
Hp. : 085896536290
Email : caturbabel@gmail.com
Status : Mahasiswa



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 5 Sungailiat	Lulus 2011
SMP Negeri 1 Sungailiat	Lulus 2014
SMA Negeri 1 Pemali	Lulus 2017
DIII POLMAN NEGERI BABEL	2017-Sekarang

3. Pengalaman Kerja

➤ Praktik Kerja Lapangan di PT. Raja Listrik Indonesia	28 Agustus 2019-28 Desember 2019
---	----------------------------------

4. Pengetahuan Bahasa : Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

Sungailiat, 19 Agustus 2020

Catur Arief Wijaksono

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Maldiansyah Dwi Saputra
Tempat, Tanggal Lahir : Belinyu, 16 januari 1998
Alamat : jalan pahlawan XII, Belinyu
Hp. : 0813 6700 7527
Email : maldiansyahdwisaputra9@gmail.com
Status : Mahasiswa



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Belinyu	Lulus 2011
SMP Negeri 1 Belinyu	Lulus 2014
SMK YPN Belinyu	Lulus 2017
DIII POLMAN NEGERI BABEL	2017-Sekarang

3. Pengalaman Kerja

➤ Praktik Kerja Lapangan di PT. GMF AERO ASIA	02 Agustus 2019-15 Januari 2020
--	---------------------------------

4. Pengetahuan Bahasa : Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

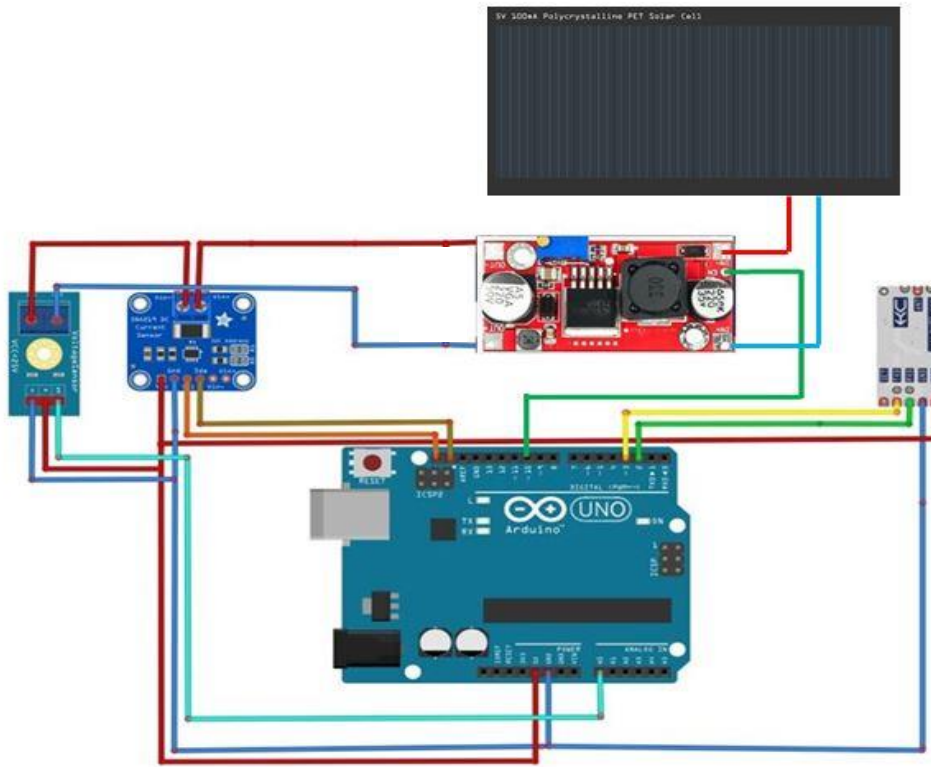
Sungailiat, 19 Agustus 2020

Maldiansyah Dwi Saputra

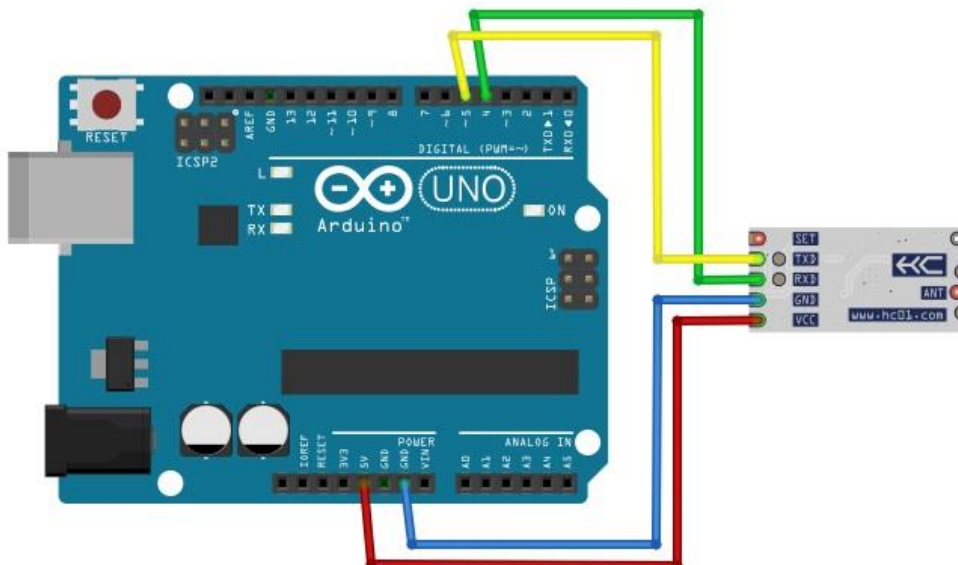
LAMPIRAN 2

**(*Schematic* Rangkaian kontrol
Keseluruhan)**

➤ Rangkaian generator *pv*



➤ Rangkaian operator



LAMPIRAN 3

**(Data Sheet DC- DC Converter XL SEMI
6009)**

180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter**Features**

- Wide 5V to 40V Input Voltage Range
- Positive or Negative Output Voltage Programming with a Single Feedback Pin
- Current Mode Control Provides Excellent Transient Response
- 1.25V reference adjustable version
- Fixed 180KHz Switching Frequency
- Maximum 5A Switching Current
- SW PIN Built in Over Voltage Protection
- Excellent line and load regulation
- EN PIN TTL shutdown capability
- Internal Optimize Power MOSFET
- High efficiency up to 94%
- Built in Frequency Compensation
- Built in Soft-Start Function
- Built in Thermal Shutdown Function
- Built in Current Limit Function
- Available in TO263-5L package

Applications

- EPC / Notebook Car Adapter
- Automotive and Industrial Boost /Buck-Boost / Inverting Converters
- Portable Electronic Equipment

**TO263-5L****Figure1. Package Type of XL6019**

Pin Configurations

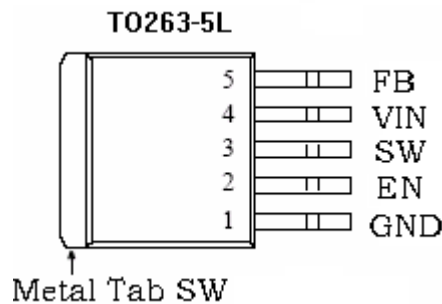
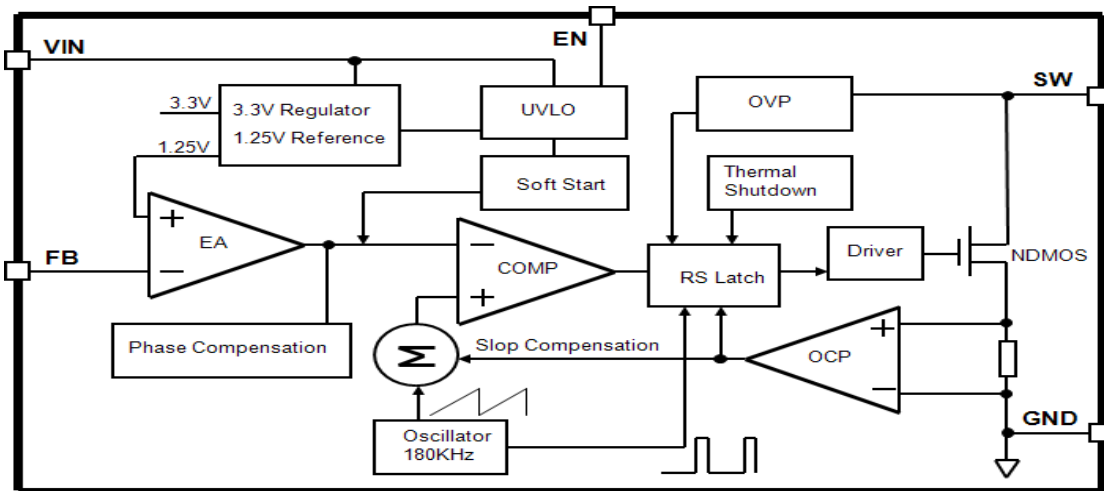


Figure2. Pin Configuration of XL6019 (Top

View) Table 1 Pin Description

Pin Number	Pin Name	Description
1	GND	Ground Pin.
2	EN	Enable Pin. Drive EN pin low to turn off the device, drive it high to turn it on. Floating is default high.
3	SW	Power Switch Output Pin (SW).
4	VIN	Supply Voltage Input Pin. XL6019 operates from a 5V to 40V DC voltage. Bypass Vin to GND with a suitably large capacitor to eliminate noise on the input.
5	FB	Feedback Pin (FB). Through an external resistor divider network, FB senses the output voltage and regulates it. The feedback threshold voltage is 1.25V.

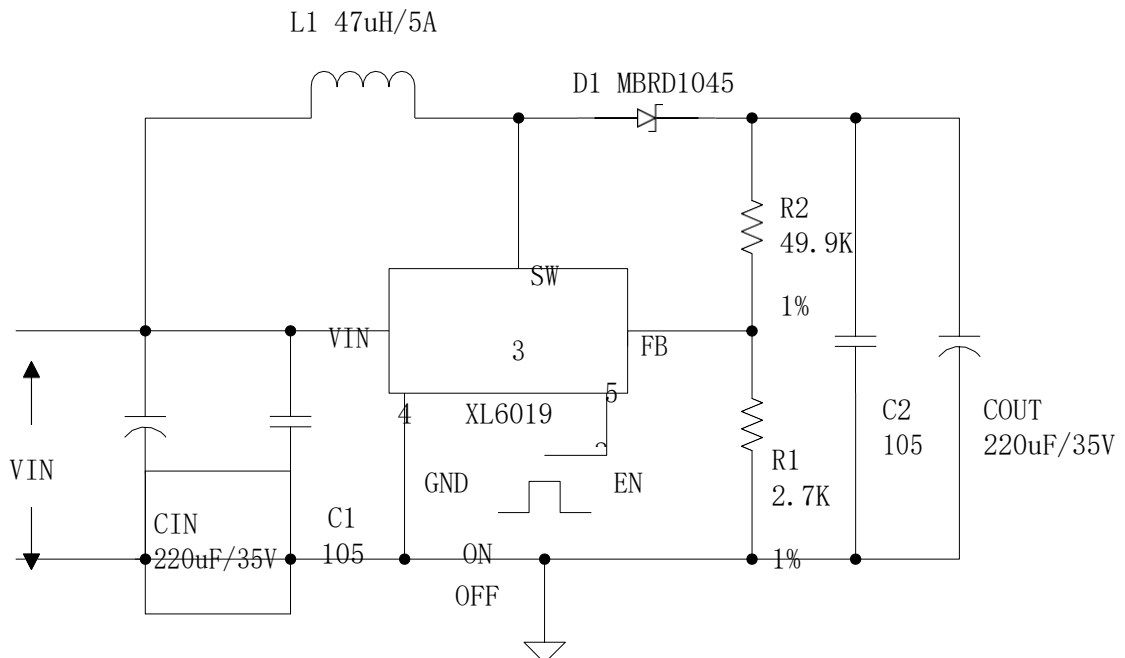
180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter



Function Block

Figure3. Function Block Diagram of XL6019

Typical Application Circuit



Boost Converter
 Input 12V ~ 22V
 Output 24V / 1.5A
 $V_{OUT} = 1.25 * (1 + R2/R1)$

180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

Ordering Information

Order Information	Marking ID	Package Type	Packing Type Supplied As
XL6019E1	XL6019E1	TO263-5L	800 Units on Tape & Reel

XLSEMI Pb-free products, as designated with "E1" suffix in the par number, are RoHS compliant.

Absolute Maximum Ratings (Note1)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage	V_{in}	-0.3 to 45	V
Feedback Pin Voltage	V_{FB}	-0.3 to V_{in}	V
EN Pin Voltage	V_{EN}	-0.3 to V_{in}	V
Output Switch Pin Voltage	V_{Output}	-0.3 to 60	V
Power Dissipation	P_D	Internally limited	mW
Thermal Resistance (TO263-5L) (Junction to Ambient, No Heatsink, Free Air)	R_{JA}	30	°C/W
Maximum Junction Temperature	T_J	-40 to 150	°C
Operating Junction Temperature	T_J	-40 to 125	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-65 to 150	°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	T_{LEAD}	260	°C
ESD (HBM)		>2000	V

Note1: Stresses greater than those listed under Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect reliability.

180KHz 60V 5A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter

XL6019 Electrical Characteristics

T_a = 25°C; unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
<i>System parameters test circuit figure4</i>						
VFB	Feedback Voltage	V _{in} = 12V to 20V, V _{out} =24V I _{load} =0.1A to 1A	1.213	1.25	1.287	V
η	Efficiency	V _{in} =12V, V _{out} =24V I _{out} =1A	-	93	-	%

Electrical Characteristics (DC Parameters)

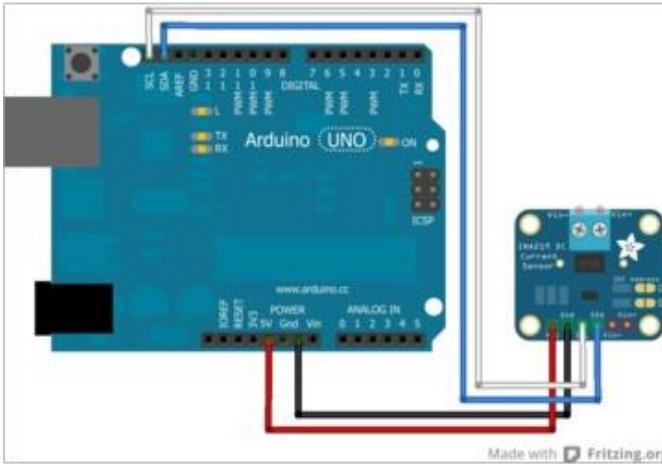
V_{in} = 12V, GND=0V, V_{in} & GND parallel connect a 100uf/50V capacitor; I_{out}=0.5A, T_a = 25°C; the others floating unless otherwise specified.

Parameters	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input operation voltage	V _{in}		5		40	V
Shutdown Supply Current	I _{STBY}	V _{EN} =0V		70	100	uA
Quiescent Supply Current	I _q	V _{EN} =2V, V _{FB} =V _{in}		2.5	5	mA
Oscillator Frequency	F _{osc}		144	180	253	KHz
SW OVP	V _{SW}	V _{FB} =0V		60		V
Switch Current Limit	I _L	V _{FB} =0V		5		A
Output Power NMOS	R _{dson}	V _{in} =12V, I _{SW} =5A		110	120	mohm
EN Pin Threshold	V _{EN}	High (Regulator ON)		1.4		V
		Low (Regulator OFF)		0.8		V
EN Pin Input Leakage Current	I _H	V _{EN} =2V (ON)		3	10	uA
	I _L	V _{EN} =0V (OFF)		3	10	uA
Max. Duty Cycle	D _{MAX}	V _{FB} =0V		90		%

LAMPIRAN 4
(Data Sheet ina 219)

Wiring

The INA219 breakout board can be powered by the 5V or 3V pin on your Arduino and communicates via I2C.

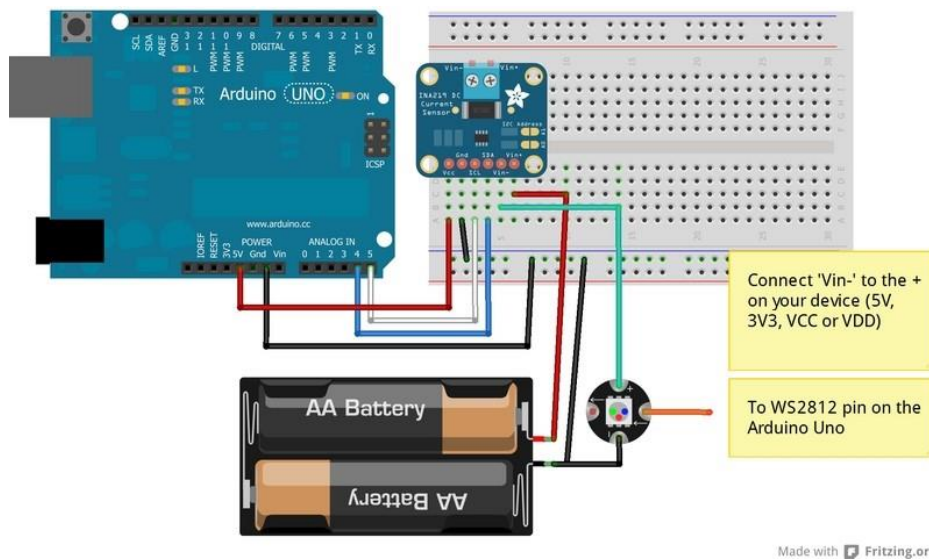


Connect to the microprocessor

- Connect GND to GND
- Connect VCC to 5v
- Then connect SDA to SDA (Analog pin 4 on pre-R3 Arduinos)
- And connect SCL to SCL (Analog pin 5 on pre-R3 Arduinos)

On R3 and later Arduinos, you can connect to the new dedicated SDA & SCL pins next to the AREF pin. On pre-R3 Megas, SDA & SCL are on pins 20 & 21.

Next we must insert the INA219 current sensor into the circuit we want to measure:



#

Be careful inserting noisy loads that can cause a sharp current draw, such as DC motors, since they can cause problems on the power lines and may cause the INA219 to reset, etc. When using a DC motor or a similar device, be sure to include a large capacitor to decouple the motor from the power supply and use a snubber diode to protect against inductive spikes.

LAMPIRAN 5
(Data Sheet HC-12)

Product Features

- Long-distance wireless transmission (1,000m in open space/ baud rate 5,000bps in the air)
- Working frequency range (433.4-473.0MHz, up to 100 communication channels)
- Maximum 100mW (20dBm) transmitting power (8 gears of power can be set)
- Three working modes, adapting to different application situations
- Built-in MCU, performing communication with external device through serial port
- The number of bytes transmitted unlimited to one time
- Update software version through serial port

Product Introduction

HC-12 wireless serial port communication module is a new-generation multichannel embedded wireless data transmission module. Its wireless working frequency band is 433.4-473.0MHz, multiple channels can be set, with the stepping of 400 KHz, and there are totally 100 channels. The maximum transmitting power of module is 100mW (20dBm), the receiving sensitivity is -117dBm at baud rate of 5,000bps in the air, and the communication distance is 1,000m in open space.

The module is encapsulated with stamp hole, can adopt patch welding, and its dimension is 27.8mm × 14.4mm × 4mm (including antenna cap, excluding spring antenna), so it is very convenient for customers to go into application system. There is

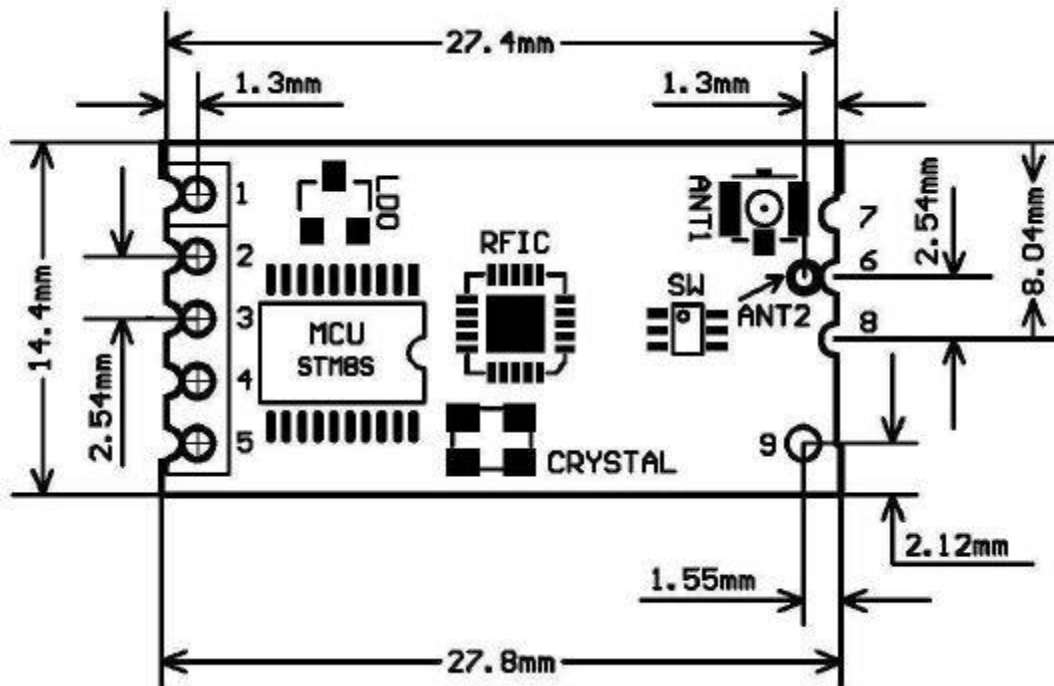
a PCB antenna pedestal ANT1 on the module, and user can use external antenna of 433M frequency band through coaxial cable; there is also an antenna solder eye ANT2 in the module, and it is convenient for user to weld spring antenna. User could select one of these antennas according to use requirements.

There is MCU inside the module, and user don't need to program the module separately, and all transparent transmission mode is only responsible for receiving and sending serial port data, so it is convenient to use. The module adopts multiple serial port transparent transmission modes, and user could select them by AT command according to use requirements. The average working current of three modes FU1, FU2 and FU3 in idle state is 80µa, 3.6mA an 16mA respectively, and the maximum working current is 100mA (in transmitting state).

Product Configuration

Standard configuration of HC-12 module only contains one 433MHz-frequency-band wireless communication module with IPEX20279-001E-03 standard RF socket. The optional accessories are 433MHz-frequency-band spring antenna, IPEX-to-BNC coaxial cable and matching 433MHz-frequency-band omni-directional rubber antenna of BNC connector. User could purchase them according to use requirements.

Product Dimension



Definition of Pins

HC-12 module can adopt patch welding, or weld 2.54mm-spacing pin header, and directly insert it onto user's PCB. The module totally has nine pins and one RF antenna pedestal ANTI1, and their definitions are as shown in the table below:

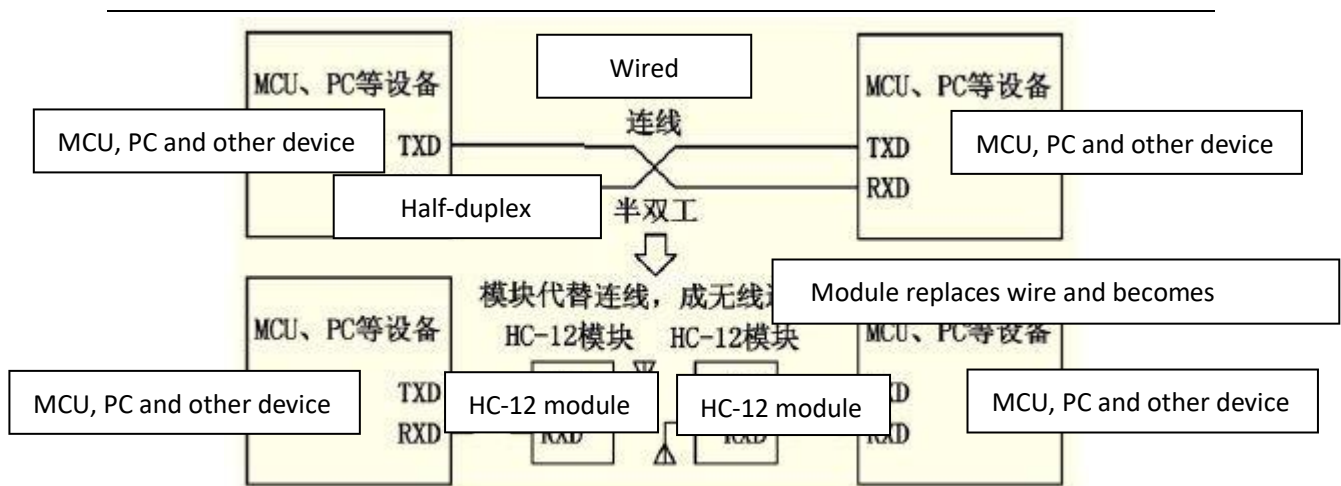
Pin	Definition	I/O direction	Note
1	VCC		Power supply input, DC3.2V-5.5V, with load capacity not less than 200mA. (Note: If the module is working in transmitting state for a long time, it is suggested that one 1N4007 diode should be connected in series when the power voltage is greater than 4.5V, to avoid heating of built-in LDO of module.)
2	GND		Common ground

3	RXD	Input, weak pull-up	URAT input port, TTL level; 1k resistance has been connected in series inside
4	TXD	Output	URAT output port, TTL level; 1k resistance has been connected in series inside
5	SET	Input, internal 10k pull-up resistance	Parameter setting control pin, valid for low level; 1k resistance has been connected in series inside
6	ANT	Input/output	433MHz antenna pin
7	GND		Common ground
8	GND		Common ground
9	NC		No connection, used in fixing, compatible with HC-11 module pin position
ANT1	ANT	Input/output	IPEX20279-001E-03 antenna socket
ANT2	ANT	Input/output	433MHz spring antenna solder eye

Pins 1-6 have two bonding pads respectively, and the outer half-hole bonding pad is used in patch welding. When the inner bonding pad ANT2 of Pin 6 is used in patch welding, the spring antenna can be welded with hands. The inner round-hole bonding pads of Pins 1-5 are used to weld 2.54mm-spacing pin header, and can be directly inserted onto user's PCB socket.

Wireless serial port transparent transmission

(1) Simple introduction of working principle



As shown in the above figure, HC-12 module is used in physical wiring when replacing half duplex communication. The left device sends serial port data to module, and after RXD port of left module receives the serial port data, it will automatically send the data into the air via radio wave. The right module can automatically receive the data, and restore, from TXD, the serial port data originally sent by the left device. It is the same from right to left. Only half duplex state is available between modules, and they cannot receive and send data at the same time.

(2) Serial port transparent transmission

HC-12 module has three serial port transparent transmission modes, expressed with FU1, FU2 and FU3 respectively. In the use, all modes are only responsible for receiving and sending serial port data rather than wireless transmission. The default working mode of system is in FU3 full-speed mode, and in this mode, the baud rate in this air can be automatically adjusted according to baud rate of serial port, and the communication distance will be the farthest at the low baud rate. Different modes cannot transmit data to each other, and user could select the optimal mode according to practical circumstances.

The modules are usually used in pairs, and transmit data by means of half duplex. Meanwhile, the transparent transmission mode, serial port baud rate, and wireless communication channel of two paired modules shall be set to be the same. The default setting is FU3, 9,600bps (8-dibit data, no check, one stop bit), CH001 (433.4MHz).

Use the number of bytes continuously sent to serial port of module unlimited to one time. However, considering ambient interference and other factors, if thousands of data size is sent continuously at a time, some number of bytes may be lost. Therefore, the upper computer shall have response and resending mechanism, to avoid information loss.

(3) Three serial port transparent transmission modes

When HC-12 module leaves the factory, its default serial port transparent transmission mode is FU3. Then the module is in full-speed state, and the idle current

16mA. In this mode, the module can automatically adjust the baud rate of wireless transmission in the air according to serial port baud rate, and the corresponding relationship is as shown in the table below:

Serial port baud rate	1,200bps	2,400bps	4,800bps	9,600bps	19,200bps	38,400bps	57,600bps	115,200bps
Baud rate in the air	5,000bps		15,000bps		58,000bps		236,000bps	

To get the farthest communication distance, the serial port baud rate can be set to be low. For short-time transmission of mass data, set the serial port baud rate to be high, but the communication distance will be reduced accordingly.

The receiving sensitivity of module at different baud rates in the air is as shown in the table below:

Baud rate in the air	5,000bps	15,000bps	58,000bps	236,000bps
Wireless receiving sensitivity	-117dBm	-112dBm	-107dBm	-100dBm

Generally, every time the receiving sensitivity is reduced by 6dB, the communication distance will be reduced by half.

When “SET” pin of module is at low level, the serial port transparent transmission mode can be set through AT command (see the introduction in the following chapter for details).

FU1 mode is relatively power saving mode, and the idle working current of this mode is about 3.6mA. In this mode, the module can also set eight types of serial port baud rate as shown in the above table, but the baud rate in the air is uniform, 250,000bps. FU2 mode is power saving mode, and the idle working current of this mode is about 80μA. In this mode, the module only supports baud rates of 1,200bps, 2,400bps and 4,800bps, and the baud rate in the air is uniform, 250,000bps. If the module is set to be other serial port baud rate, the module cannot conduct communication normally.

Meanwhile, when the module is set to be FU2 mode in FU1 and FU3 mode, the baud rate exceeding 4,800bps will be automatically reduced to be 4,800bps. In FU2 mode, the sending time interval of data package cannot be too short; otherwise, the data will be lost. It is suggested that the sending time interval of data package should not be less than 1sec.

The following gives some characteristics reference values of various modes:

Mode	FU1	FU2	FU3	Remark
Idle current	3.6mA	80 μ A	16mA	Average value
Transmission time delay	15-25mS	500mS	4-80mS	Sending one byte
Loopback test time delay 1	31mS			Serial port baud rate 9,600, sending one byte
Loopback test time delay 2	31mS			Serial port baud rate 9,600, sending ten bytes

Note: Loopback test time delay means the duration from the time of, after conducting short circuit on TX and RX pins of one module and sending serial port data to the other module, starting to send serial port data to the other module to the time that the returned data appear at TX pin of the other module.

Module Parameter Setting AT Command

AT command is used to set the module parameters and switch the module functions, and after setting, it will be valid only after exiting from setting state. Meanwhile, modification of parameters and functions will not be lost in case of power failure.

(1) Command mode entering

The first way to enter: in normal use (energized), put Pin 5 "SET" in low level;

The second way to enter: disconnect power supply, first put Pin 5 "Set" in low level, and then energize it;

Either of the above two ways can make the module enter AT command mode; release it (not put pin "SET" in low level), and exit from the command mode. If the module function is changed after exiting from command mode, it will be switched to corresponding functional status.

In the second way, the module enters AT in the serial port format of 9,600, N, 1 constantly.

(2) Command instruction

Send "AT" command to module, and the module returns "OK".

②AT+Bxxxx

Change the serial port baud rate. The baud rate can be set to be 1,200bps, 2,400bps, 4,800bps, 9,600bps, 19,200bps, 38,400bps, 57,600bps, and 115,200bps. The default value is 9,600bps.

e.g.: To set serial port baud rate of module to be 19,200bps, first send "AT+B19200" command to module, and the module returns "OK+B19200".

③AT+Cxxxx

Change wireless communication channel, optional from 001 to 127 (for the wireless channel exceeding 100, the communication distance cannot be ensured). The default value of wireless channel is 001, and the working frequency is 433.4MHz. The channel stepping is 400KHz, and the working frequency of Channel 100 is 473.0MHz.

e.g.:

To set the module to work at Channel 21, first send "AT+C021" command to the module, and the module returns "COK+C021". After exiting from the command mode, the module will work at Channel 21, and the working frequency is 441.4MHz.

Note: As the wireless receiving sensitivity of HC-12 module is relatively high, when the serial port baud rate is greater than 9,600bps, five adjacent channels shall be staggered to use. When the serial port baud rate is not greater than 9,600bps, in short-distance (within 10m) communication, also five adjacent channels shall be staggered to use.

④AT+FUx

Change serial port transparent transmission mode of module and three modes are available, namely, FU1, FU2 and FU3. The default mode of module is FU3, and only when serial port transparent transmission mode of two modules is set to be the same, can normal communication be available. For detailed introduction, please see the above "wireless serial port transparent transmission".

e.g.:

Send "AT+FU1" to module, and the module returns "AT+OK".

⑤AT+Px

Set transmitting power of module, x is optional from 1 to 8, and the corresponding transmitting power of module is as shown below:

x value	1	2	3	4	5	6	7	8
Transmitting power of module (dBm)	-1	2	5	8	11	14	17	20

The default value is 8, and the higher the transmitting power is, the farther the communication distance is. When the transmitting power level is set to be 1, the transmitting power is the minimum. Generally speaking, every time the transmitting power is reduced by 6dB, the communication distance will be reduced by half.

e.g.:

Send “AT+P5” command to module, and the module returns “OK+P5”. After exiting from the command code, the transmitting power of module is +11dBm.

⑥AT+Ry

Obtain single parameter of module, y is any letter among B, C, F and P, respectively representing: baud rate, communication channel, serial port transparent transmission mode, and transmitting power.

Example 1:

Send “AT+RB” to module, and if the module returns “OK+B9600”, it is inquired that the serial port baud rate of module is 9,600bps.

Example 2:

Send “AT+RC” command to module, and if the module returns “OK+RC001”, it is inquired that the communication channel of module is 001.

Example 3:

Send “AT+RF” command to module, and if the module returns “OK+FU3”, it is inquired that the module is working in serial port transparent transmission mode 3.

Example 4:

Send “AT+RP” command to module, and if the module returns “OK+RP: +20dBm”, it is inquired that the transmitting power of module is +20dBm.

⑦AT+RX

Obtain all parameters of module. Return serial port transparent transmission mode, serial port baud rate, communication channel, and transmitting power in order.

e.g.:

Send “AT+RX” command to module, and the module returns “OK+FU3\r\n OK+B9600\r\n OK+C001\r\n OK+RP: +20dBm\r\n”. (“\r\n” means return\nnewline)

⑧AT+Uxxx

Set data bits, check bit and stop bit of serial port communication. For check bit, N means no check, O means odd check, and E means even check. For stop bit, 1 means one stop bit, 2 means two stop bits, and 3 means 1.5 stop bits.

e.g.:

To send serial port format to be eight data bits, odd check, and one stop bit, please Send “AT+U801” to module, and the module returns “OK+U801”.

⑨AT+V

Inquire firmware version information of module.

e.g.:

Send “AT+V” command to module, and the module returns “HC-12_V1.1”.

(10) AT+SLEEP

After receiving the command, the module enters sleep mode after exiting from AT, the

working current is about 22 μ A, and this mode doesn't allow serial port data transmission. Then enter AT setting state again, and the module will exit from sleep mode automatically.

e.g.:

When wireless data transmission is not needed, to save power, send "AT+SLEEP" command to module, and the module returns "OK+SLEEP".

(11) AT+DEFAULT

Set serial port baud rate, communication channel, and serial port transparent

transmission

mode to be

default value.

e.g.:

Send "AT+DEFAULT" to module, and the module returns "OK+DEFAULT", and the default value is restored. The serial port baud rate is 9,600bps, communication channel is C001, and serial port transparent transmission mode is FU3.

(12) AT+UPDATE

Put the module in the status of waiting for software update.

After sending the command, the module will not respond to command any more, until it is re-energized.

After sending the command, please close the serial port assistant, and turn on HC-1X updater to update the software. For detailed operating method, please refer to the following "software update" introduction.

LAMPIRAN 6
(Program Arduino)

➤ **Program Operator**

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(4,5);

char dataBuffer;
char dataBuffer1;
String StrOut;
String StrOut1;
String Teks;
int Data;
char oke;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
}
void loop()
{
  ////////////////DATA SETPOINT DARI MATLAB MASUK//////////////////
  if(Serial.available()>0)//////////DATA MASUK//////////
  {
    Teks=Serial.readStringUntil('\n');
    Serial.println(Teks);
    mySerial.print(Teks);//////////DATA SETPOINT TERKIRIM KE HC 12
    GENERATOR////
    mySerial.print('\n');
  }
  while(mySerial.available() > 0)/////DATA MASUK DARI GENERATOR//////////
  {
    dataBuffer1 = mySerial.read();
    StrOut1+= dataBuffer1;
```

```
}  
if(dataBuffer1 == '\n')  
{  
  Serial.print(StrOut1);  
  dataBuffer1=0;  
  StrOut1="";  
}  
delay(100);  
Serial.flush();  
}
```

➤ **Program Generator *Photovoltaic***

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <Adafruit_BusIO_Register.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial (2,3);
char dataBuffer;
String StrIn;
char dataBuffer1;
String StrIn1;
Adafruit_INA219 ina219;

int ledPin = 10;
float volt1;
float volt;
float current_mA = 0;
float DC = 0;
float proporsional;
float kesalahan;
float tegangan;
float Setpoint ;
float kp=0.5; // GAIN KP DIUBAH
float vtp=1;
float DC_s=0;

unsigned long waktu;

void setup()
{
  pinMode (ledPin , OUTPUT);
```

```

Setpoint=12;
Serial.begin(9600);
mySerial.begin(9600);

waktu=millis();
analogWrite (ledPin, 10); //DC DIUBAH
delay(1000); // DELAY UNTUK MERESET DC MENJADI 0
while(!Serial) {
  delay(1);
}
uint32_t currentFrequency;
ina219.begin();
}
void loop(void)
{
/////////terima data dari HC-12/////////
  if(mySerial.available() > 0)
  {
    dataBuffer = mySerial.read();
    StrIn += dataBuffer;
  }
  if(dataBuffer=='\n')
  {
    Setpoint = StrIn.toFloat();
    dataBuffer=0;
    StrIn="";
  }
//////////Sensor Tegangan//////////
  volt1=analogRead (A0);
  volt=((volt1*0.00489)*5);
  mySerial.println(volt);

```



```

//////////Sensor Arus//////////
    current_mA = ina219.getCurrent_mA()/1000;
    mySerial.println(current_mA );
//////////Kontrol Propotional//////////
    tegangan = (volt);
    kesalahan = Setpoint - volt;
    proporsional=kesalahan*kp;
    DC_s =proporsional*vtp;
    DC=DC+DC_s;
    waktu=millis();
//////////
    analogWrite (ledPin, DC);
    Serial.println(Setpoint);
    Serial.println(volt);
    Serial.println(current_mA);

    delay(100);
    Serial.flush();
}

```

LAMPIRAN 7
(Program Matlab)

```

function varargout = utama2(varargin)
% UTAMA2 MATLAB code for utama2.fig
%     UTAMA2, by itself, creates a new UTAMA2 or raises the
existing
%     singleton*.
%
%     H = UTAMA2 returns the handle to a new UTAMA2 or the handle to
%     the existing singleton*.
%
%     UTAMA2('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%     function named CALLBACK in UTAMA2.M with the given input
arguments.
%
%     UTAMA2('Property','Value',...) creates a new UTAMA2 or raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%     applied to the GUI before utama2_OpeningFcn gets called. An
%     unrecognized property name or invalid value makes property application
%     stop. All inputs are passed to utama2_OpeningFcn via varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help utama2

% Last Modified by GUIDE v2.5 27-Aug-2020 07:38:19

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @utama2_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @utama2_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [] , ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

```

```

% --- Executes just before utama2 is made visible.
function utama2_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to utama2 (see VARARGIN)

% Choose default command line output for utama2
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes utama2 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = utama2_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in Connect.
function Connect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Connect (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
% s=serial('COM5','BaudRate',9600,'DataBits', 8, 'Parity',
% 'none','StopBits', 1, 'FlowControl', 'none','Terminator','CR');
s = serial('COM5','Baudrate',9600);
fopen(s);

set(handles.Disconnect,'Enable','on');
set(handles.Connect,'Enable','off');

% --- Executes on button press in Disconnect.
function Disconnect_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Disconnect (see GCBO)

```

```

% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
fclose(s);
instrreset;
set(handles.Disconnect,'Enable','off');
set(handles.Connect,'Enable','on');

```

```

% --- Executes on button press in kirim.
function kirim_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to kirim (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% global s;
% global i;
% s.BytesAvailableFcnMode='terminator';
% s.BytesAvailableFcn=@mycallback(handles);
% configureCallback(s,'terminator',@callbackFcn)
% function mycallback(hObject, eventdata, handles)
global s;
% global i;
cla(handles.axes4,'reset')
cla(handles.axes5,'reset')
% BOX SETPOINT

x=get(handles.edit9,'String') ;
fprintf(s,x)
% fwrite(s,x)
pause(0.001)
% DATA SERIALPRINT SENSOR ARDUINO DITAMPILKAN

```

```

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

% hObject handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

% --- Executes on button press in RESET.
function RESET_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to RESET (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
%RESET GRAFIK
cla(handles.axes4,'reset')
cla(handles.axes5,'reset')
%RESET ANGKA DIBOX
set(handles.edit9,'String','0')

```

```
set(handles.edit2,'String','0')
set(handles.edit3,'String','0')
set(handles.edit8,'String','0')
```

```
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit8 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit8 as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit9 as text
% str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit9 as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
```

```
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
```

```

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

```

% --- Executes on key press with focus on edit9 and none of its controls.

```

```

function edit9_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata structure with the following fields (see
MATLAB.UI.CONTROL.UICONTROL)
% Key: name of the key that was pressed, in lower case
% Character: character interpretation of the key(s) that was pressed
% Modifier: name(s) of the modifier key(s) (i.e., control, shift) pressed
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton7.

```

```

function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton7 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global s;
global i;
for i=100:1:150

```

```

    Data1 = fscanf(s,'%f');
    Data2 = fscanf(s,'%f');

```

```

    Data1 = fscanf(s,'%f');
    Data2 = fscanf(s,'%f');

```

```

    Data1 = fscanf(s,'%f');
    Data2 = fscanf(s,'%f');

```

```

    Data1 = fscanf(s,'%f');
    Data2 = fscanf(s,'%f');
    pause(0.001)

```

```

    konvert1=fscanf(s);
    konvert2=fscanf(s);
    set(handles.edit2,'String',Data1);
    pause(0.001)
    set(handles.edit3,'String',Data2);
    pause(0.001)

```



```
%MENAMPILKAN GRAFIK DATA SENSOR  
%SENSOR TEGANGAN
```

```
Data3(i)=str2double(konvert1);  
X(i)=i;  
axes(handles.axes4);  
plot(X,Data3);  
hold on;  
pause(0.001)
```

```
%SENSOR ARUS
```

```
Data4(i)=str2double(konvert2);  
X(i)=i;  
axes(handles.axes5);  
plot(X,Data4);  
hold on;  
pause(0.001)
```

```
% %MENAMPILKAN DAYA
```

```
Data5=Data3(i)*Data4(i);  
set(handles.edit8,'String',Data5);
```

```
end
```