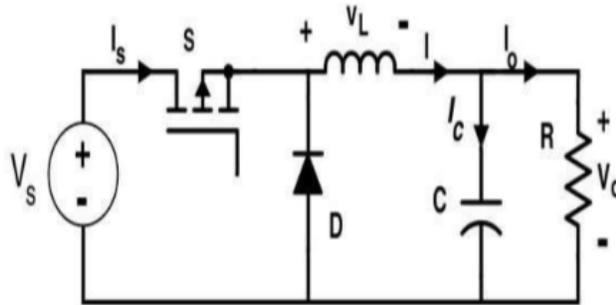


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Buck Converter*

Konverter DC-DC digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan DC yang bersifat variable. Seperti *transformator*, DC-DC Konverter dapat digunakan untuk menaikkan dan menurunkan sumber tegangan DC serta merupakan rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengubah tegangan masukan searah yang konstan menjadi tegangan keluaran searah yang bias divariasikan<sup>[1]</sup>.

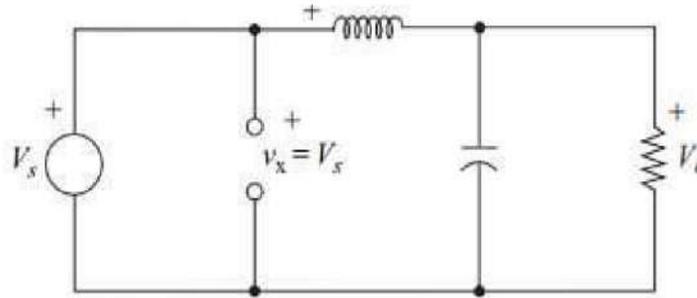


**Gambar 2.1** Rangkaian *Buck Converter*

(Sumber : Aswardi, 2010)

Pada dasarnya cara kerja dari *buck converter* yaitu dengan menggunakan prinsip *switching* yang dikenal dengan istilah PWM (*Pulse Width Modulation*) dan *Duty Cycle* untuk mengendalikan kecepatan frekuensi kerja *switch* tersebut. Gambar berikut menjelaskan tentang *switch* pada *buck converter*. Kecepatan *switch* dipengaruhi *Duty Cycle* dan frekuensi yang digunakan<sup>[2]</sup>. Berikut mode kerja dari *buck converter* :

**1. Mode 1 (switch on)**

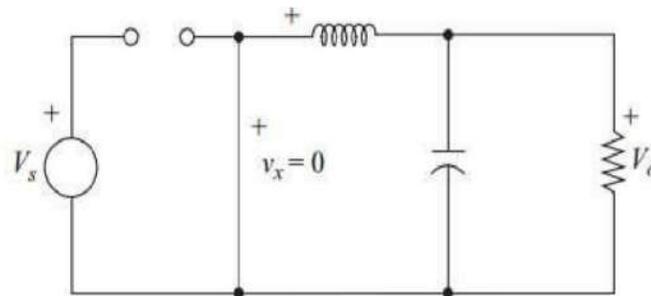


**Gambar 2.2** Rangkaian *Buck Converter Switch On*

(Sumber : Hart, 2011)

Mode 1 terjadi ketika *switch* S dalam keadaan *on* pada  $t = 0$ , dan diode D dalam keadaan *reverse bias*. Keadaan arus masuk yang meningkat mengalir melalui inductor L, *filter* kapasitor C, dan beban resistor R<sup>[2]</sup>.

**2. Mode 2 (switch off)**

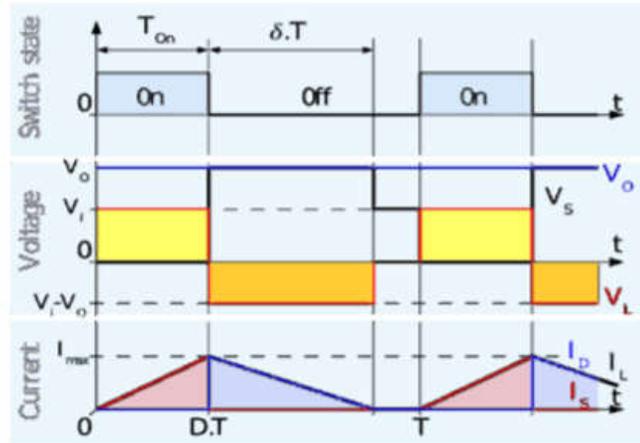


**Gambar 2.3** Rangkaian *Buck Converter Switch Off*

(Sumber : Hart, 2011)

Mode 2 yaitu ketika *switch* S keadaan *off* dan  $t = t_1$  sehingga dioda dalam keadaan *forward bias*. Arus akan mengalir melalui L, C, beban, dan diode maksimum  $D_m$ . Arus induktor akan turun sampai transistor di *on*-kan kembali pada siklus berikutnya. Energi yang tersimpan pada induktor L dipindahkan ke beban. Pada saat *switch* di ON kan kembali maka arus pada induktor akan meningkat dan energi yang tersimpan dalam kapasitor akan mengalir ke beban,

sehingga aliran tegangan ke beban tidak akan pernah terputus. Gambar 2.4 menunjukkan bentuk gelombang tegangan dan arus yang mengalir di induktor<sup>[2]</sup>.

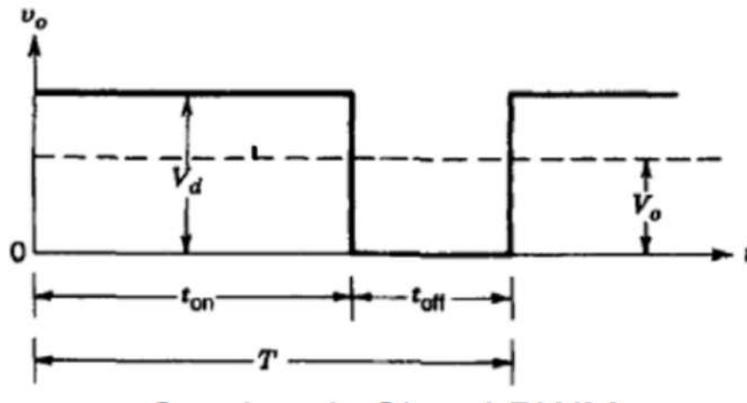


**Gambar 2.4** Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus Beban  
(Sumber : Hart, 2011)

## 2.2 *Pulse Width Modulation (PWM)*

*Pulse Width Modulation (PWM)* merupakan teknik memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan lebar pulsa (*duty cycle*) dalam satu periode yang digunakan pada proses *switching* pada *converter* untuk menghasilkan *output* tegangan yang bervariasi<sup>[3]</sup>.

Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitud sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty cycle* merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan *range* 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high* sama dengan kondisi *low* maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%<sup>[3]</sup>.



**Gambar 2.5** Sinyal PWM

(Sumber : Lander, 1993)

### 2.3 MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah perangkat semikonduktor yang secara luas di gunakan sebagai *switch* dan sebagai penguat sinyal pada perangkat elektronik. MOSFET adalah inti dari sebuah IC (*Integrated Circuit*) yang didesain dan di fabrikasi dengan *single chip* karena ukurannya yang sangat kecil. MOSFET memiliki empat gerbang terminal antara lain adalah *Source* (S), *Gate* (G), *Drain* (D) dan *Body* (B)<sup>[7]</sup>.

Dalam JFET, besar keefektifan pada *channel* dikontrol oleh medan listrik yang diberikan ke *channel* melalui P-N junction. Bentuk lain dari piranti pengaruh medan dicapai dengan penggunaan bahan elektroda *gate* yang dipisahkan oleh lapisan *oxide* dari *channel* semikonduktor. Pengaturan metal *oxide* semikonduktor (MOS) mengijinkan karakteristik *channel* dikontrol oleh medan listrik dengan memberikan tegangan diantara *gate* dan *body* semikonduktor dan pemindahan melalui lapisan *oxide*. Seperti halnya piranti yang disebut dengan MOSFET atau MOS Transistor. Hal ini penting digaris bawahi dengan kenyataan bahwa IC lebih banyak dibuat dengan piranti MOS dari pada jenis piranti semikonduktor lain<sup>[7]</sup>.

Ada dua tipe MOSFET. Depleksi MOSFET mempunyai tingkah laku yang sama dengan JFET pada saat tegangan *gate* nol dan tegangan *drain* tetap, arus akan maksimum dan kemudian menurun dengan diberikan potensial *gate* dengan polaritas

yang benar (*piranti normally on*). Jenis yang lain dari piranti ini disebut dengan *Enhancement MOSFET* yang menunjukkan tidak ada arus pada saat tegangan *gate* nol dan besar arus keluaran besar dengan bertambah besar potensial *gate* (*normally off*). Kedua tipe dapat berada dalam salah satu jenis *channel P* atau *N*<sup>[7]</sup>.

## 2.4 Arduino Mega 2560



**Gambar 2.6** Mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3

(Sumber : Asril, 2015 )

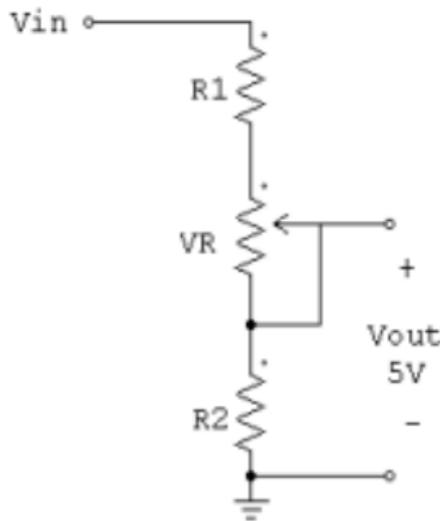
Dalam penelitian ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai sistem mikrokontroller ATmega328. Arduino Mega adalah sebuah *board* mikrokontroller yang didasarkan pada ATmega328 (*datasheet*). Arduino Mega awalnya memakai chip ATmega1280 dan kemudian diganti dengan chip ATmega2560, oleh karena itu namanya diganti menjadi Arduino Mega 2560. Pada saat tulisan ini dibuat, Arduino Mega 2560 sudah sampai pada revisinya yang ke 3 (R3)<sup>[7]</sup>. Berikut spesifikasi Arduino Mega 2560 R3 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.1** Tabel Spesifikasi Arduino Mega 2560

Nama Blok	Mikrokontroler Arduino Mega 2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7 – 12 Volt
Input Voltage (limits)	6 – 20 V
Digital I/O Pins	54 (15 PWM output)
Analog Input Pins	16
Flash Memory	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB

## 2.5 Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan untuk mendeteksi besarnya tegangan pada suatu sistem. Untuk sensor tegangan yang umum digunakan adalah *voltage divider* yang terdiri dari minimal dua buah resistor atau lebih yang diparalel seperti gambar 2.7. Sesuai dengan namanya yaitu *voltage divider*, fungsi resistor disini adalah untuk membagi tegangan input dari baterai sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroller. Tegangan input perlu dibagi, karena tegangan input pada mikrokontroller maksimal 5 volt saja<sup>[8]</sup>.



**Gambar 2.7** Rangkaian Pembagi Tegangan

(Sumber : Fajar, 2014)

## 2.6 Sensor Arus

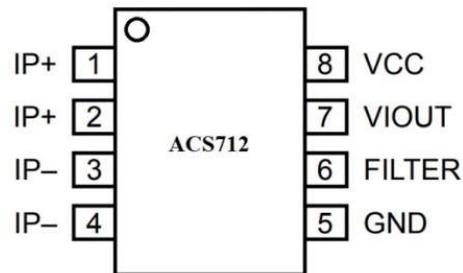
Sensor arus yang digunakan merupakan modul ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negatif dengan kisaran -5A sampai 5A. Sensor ini memerlukan *supply* tegangan sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol Ampere) tegangan sensor diset pada 2.5V yaitu setengah kali tegangan sumber tegangan  $VCC = 5V$ . Pada polaritas negatif pembacaan arus -5A terjadi pada tegangan 0,5V. Tingkat perubahan tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 400 mV/Ampere<sup>[8]</sup>. Sensor ACS712 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Sensor Arus ACS712

(Sumber : Dwi, 2016)

Gambar 2.9 menunjukkan *pin out* sensor arus ACS712. Hasil pembacaan dari modul sensor arus perlu disesuaikan kembali dengan pembacaan nilai arus sebenarnya yang dihasilkan oleh sumber DC. Modul ACS712 memiliki *sensitifitas* tegangan sebesar 66-185 mV<sup>[8]</sup>.



**Gambar 2.9** *Pinout* Sensor ACS712-5A

(Sumber : Dwi, 2016)

Sama halnya dengan sensor tegangan, sensor arus memiliki jangkauan pembacaan mulai dari 0 (pada input 0 V input) sampai 1023 (pada input 5V) dengan resolusi sebesar 0,0049V. Pembacaan sensor arus, *I* pada *analogread* dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{5}{1023} \times \frac{V_{out} - 2.5}{0.185}$$

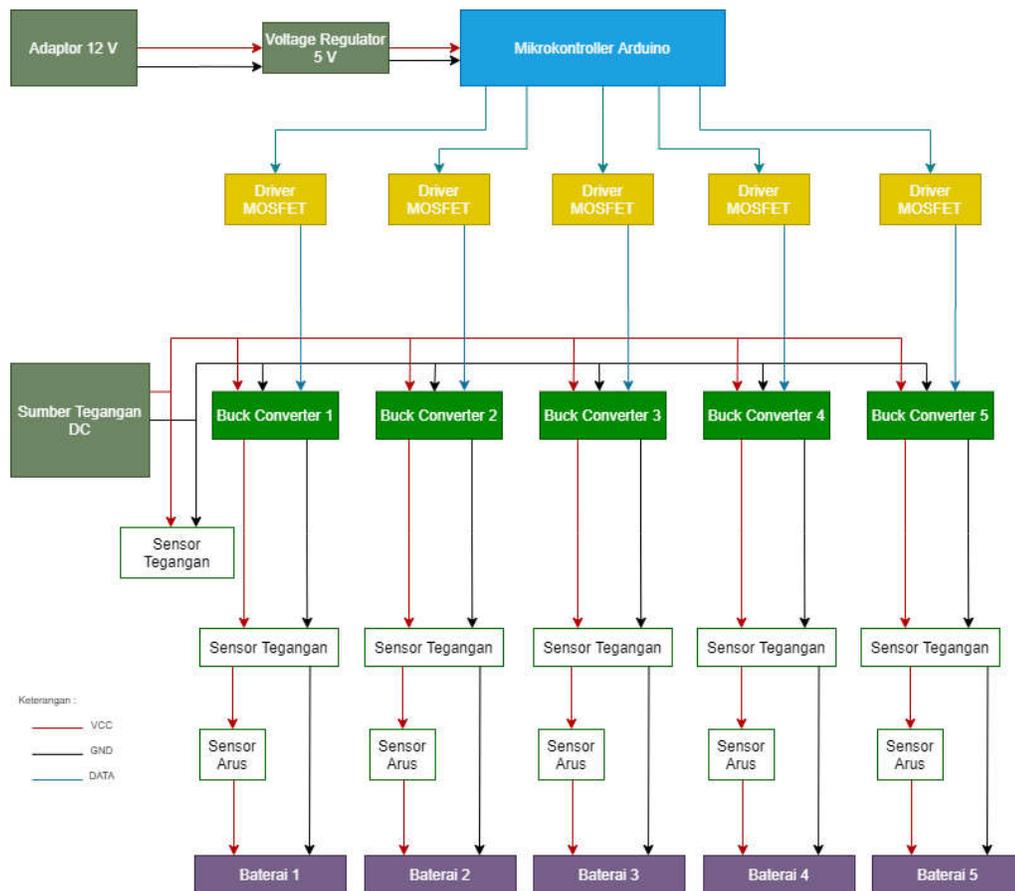
# BAB III

## PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Hal tersebut guna mewujudkan tugas akhir yang berjudul “Rancang bangun *buck converter multi-channel* dengan mikrokontroler arduino pada pengaplikasian *battery charger*”.

### 3.1 Blok Fungsional Sistem

Perancangan dilakukan dengan membuat blok diagram, sebagaimana gambar berikut ini.



**Gambar 3.1** Blok Diagram Sistem

Dalam penelitian akhir ini dirancang sebuah sistem pengisian baterai untuk kendaraan listrik yang didalamnya terdiri dari sumber tegangan DC (Rangkaian AC-

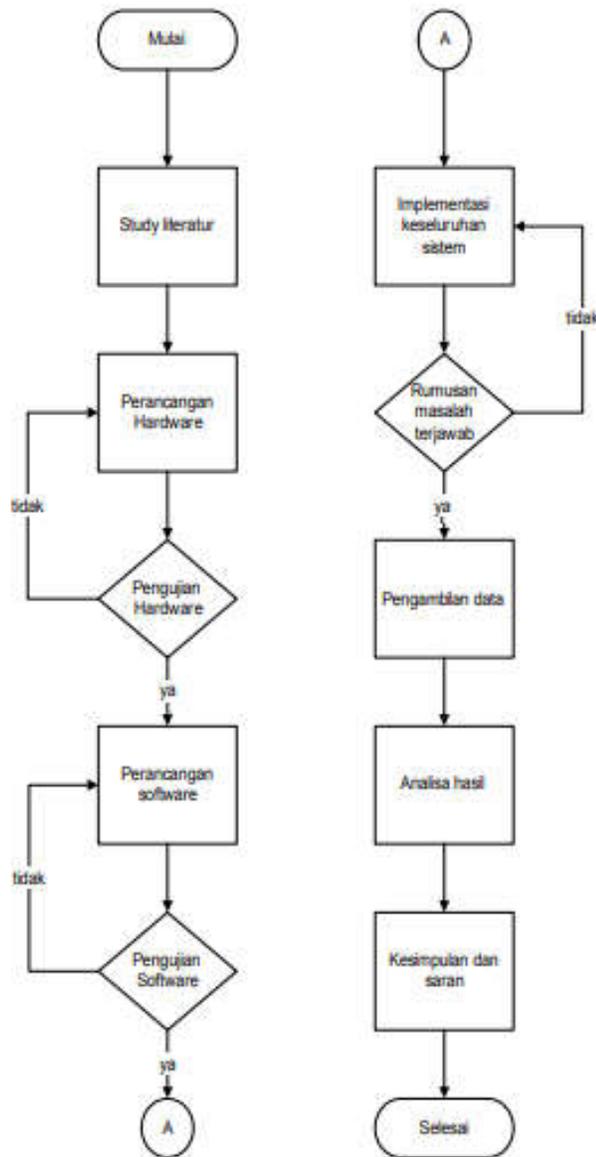
*DC Full Wave Rectifier*) yang berfungsi sebagai *supply* untuk rangkaian *buck converter*. Nilai tegangan akan dideteksi oleh sensor yang akan dikontrol dengan luaran berupa *duty cycle* sebagai pengatur pensaklaran mosfet pada rangkaian *buck converter*. Keluaran dari *buck converter* akan disensing menggunakan sensor tegangan / *voltage divider* sebagai *feedback* pengubah *duty cycle* yang digunakan untuk pengisian baterai secara otomatis.

Pusat pengontrolan dari *sistem battery charging* menggunakan mikrokontroler arduino. Sumber tegangan mikrokontroler berasal dari catu daya adaptor 12 V yang sudah di regulasi dengan IC *voltage regulator*. Sinyal *pulse* dibangkitkan oleh mikrokontroler dengan frekuensi yang ditentukan untuk mengatur *switch* MOSFET pada *buck converter*. Pada sistem yang dirancang menggunakan *output* keluaran *buck converter* sebanyak lima buah sehingga digunakan 5 buah MOSFET yang terpasang secara paralel untuk *switching* tegangan ke masing-masing baterai. Pengendalian pada MOSFET menggunakan *driver* MOSFET berupa transistor NPN sehingga *timing* MOSFET bekerja dapat dikendalikan kapan harus ON atau OFF.

Perancangan sistem ini pun menggunakan sensor arus ACS712 sebagai umpan balik yang juga untuk mengubah *duty cycle* PWM secara otomatis untuk setting keluaran arus dari output *buck converter* dan sistem *cut-off* ketika tegangan sudah sesuai setpoint maka *duty cycle* PWM = 0 sehingga tidak ada arus yang masuk ke baterai. Performa kerja dari *buck converter* nantinya juga dipengaruhi oleh proses pembebanan yang berubah-ubah. Oleh karena itu digunakan sistem *controller* untuk mengendalikan kestabilan keluaran dari rangkaian *buck converter*.

Berdasarkan Gambar 3.1 diatas, perencanaan dan pembuatan perangkat keras pada tugas akhir ini meliputi :

1. Perencanaan koneksi *pin planner* mikrokontroler.
2. Perencanaan dan pembuatan rangkaian driver MOSFET dan pembangkitan sinyal PWM arduino.
3. Perencanaan dan pembuatan rangkaian *buck converter* lima *channel* keseluruhan.
4. Perencanaan dan pembuatan rangkaian pembaca arus dan tegangan.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Perancangan *Setting Port* Mikrokontroller

Perancangan sistem *buck converter* ini menggunakan mikrokontroller arduino Mega 2560, penentuan mikrokontroller ini di dasari pada banyak nya penggunaan pin analog untuk kepentingan sensor tegangan maupun arus pada sisi *input* maupun *output* nya serta mengingat spesifikasi dari Arduino Mega 2560 sudah sangat sesuai dengan perancangan sistem yang akan digunakan. Penggunaan sensor tegangan

sebagai inisiasi *monitoring* tegangan baterai pada saat proses pengisian maupun pemakaian berlangsung dan digunakan pula sensor arus untuk mendeteksi dan mengatur keluaran arus ke baterai melalui sensing data ke *feedback* sinyal PWM arduino. Berikut koneksi *pin planner* antara mikrokontroler arduino dengan pin analog maupun digital (PWM) yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini.

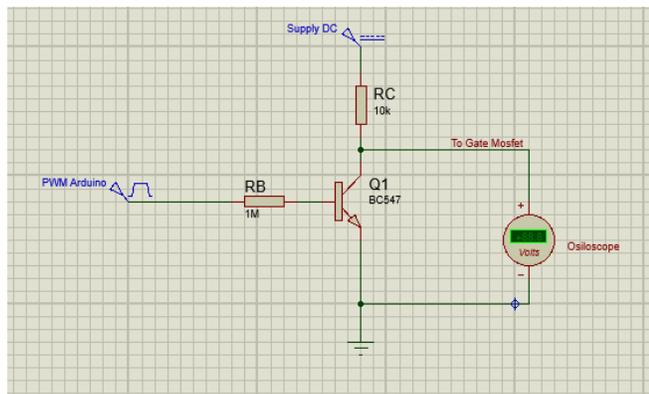
**Tabel 3.1** *Pin Planner* Mikrokontroler dengan Sistem Perancangan *Buck Converter*

<b>Pin Mikrokontroler Arduino</b>	<b>Kegunaan</b>
Pin 9 ( <i>PWM Output</i> )	• Kontrol <i>Driver</i> PWM Baterai 1
Pin 10 ( <i>PWM Output</i> )	• Kontrol <i>Driver</i> PWM Baterai 2
Pin 6 ( <i>PWM Output</i> )	• Kontrol <i>Driver</i> PWM Baterai 3
Pin 5 ( <i>PWM Output</i> )	• Kontrol <i>Driver</i> PWM Baterai 4
Pin 3 ( <i>PWM Output</i> )	• Kontrol <i>Driver</i> PWM Baterai 5
Pin 2 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Baterai 1
Pin 4 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Baterai 2
Pin 7 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Baterai 3
Pin 8 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Baterai 4
Pin 11 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Baterai 5
Pin 12 ( <i>Digital Output</i> )	• Indikator LED Proteksi
Pin A0 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Arus <i>Output</i> Baterai 1
Pin A1 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Arus <i>Output</i> Baterai 2
Pin A2 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Arus <i>Output</i> Baterai 3
Pin A3 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Arus <i>Output</i> Baterai 4
Pin A4 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Arus <i>Output</i> Baterai 5
Pin A10 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Output</i> Baterai 1
Pin A11 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Output</i> Baterai 2
Pin A12 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Output</i> Baterai 3
Pin A13 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Output</i> Baterai 4
Pin A14 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Output</i> Baterai 5
Pin A15 ( <i>Analog Input</i> )	• Sensor Tegangan <i>Input Supply</i>

### 3.3 Perancangan Rangkaian *Driver* MOSFET dan Pembangkitan Sinyal PWM

Program pembangkitan sinyal PWM menggunakan mikrokontroler (Arduino Mega2560) yang akan digunakan untuk men-*switch* saklar (MOSFET) pada konverter. Pada pengujian kinerja mikrokontroler dibutuhkan supply DC yang akan menjadi sumber dari Arduino Mega dan kabel penghubung serta *oscilloscope* yang digunakan untuk melihat sinyal PWM yang dibangkitkan, apakah sinyal yang sudah

dibangkitkan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Langkah awal untuk pembangkitan sinyal PWM ini diaplikasikan pada perancangan *driver* MOSFET, dengan *driver* MOSFET magnitude dari tegangan PWM akan mendekati nilai VCC yang digunakan pada rangkaian *driver* tersebut. Rangkaian *driver* MOSFET pada penelitian ini menggunakan transistor NPN tipe BC547 dan beberapa resistor. Berikut rangkaian *driver* MOSFET yang digunakan.



**Gambar 3.3** Rangkaian *Driver* MOSFET

Dari rangkaian *driver* diatas dilakukan pembuatan program untuk membangkitkan sinyal PWM dari arduino untuk mentrigger *base* transistor untuk keluaran *collector* ke *gate* MOSFET.

### 3.4 Perancangan *Buck Converter* 5 Channel

*Buck converter* pada penelitian ini digunakan sebagai regulator tegangan keluaran *battery charger* untuk *supply* pengisian beberapa baterai. *buck converter* yang didesain ini menggunakan beberapa *port output* sehingga beberapa baterai tersebut dapat secara sekaligus di *charge* pada waktu yang bersamaan.

**Tabel 3.2** Parameter Perhitungan *Buck Converter* Lima channel

Tegangan masukan ( $V_{in_{min}}$ )	24 V
Tegangan masukan ( $V_{in_{max}}$ )	30 V
Arus output ( $I_{out}$ )	2 A
Tegangan keluaran ( $V_{out}$ )	15 V
Frekuensi switching ( $f_s$ )	31372.55 Hz
Ripple Tegangan ( $V$ )	1 %

Dari data yang telah ditetapkan pada tabel atas, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai dari setiap komponen yang digunakan.

#### a. Duty Cycle

Untuk menentukan nilai dari *duty cycle* pada *buck converter* digunakan persamaan sebagai berikut.

$$D_{max} = \frac{V_{out}}{V_{out} - V_{in(max)}} = \frac{-15}{-15 - 30} = 0.30$$

$$\text{Atau } V_{out} = -V_{in} \left[ \frac{D_{max}}{1 - D_{max}} \right]$$

$$-15 = -30 \left[ \frac{D_{max}}{1 - D_{max}} \right]$$

$$0.5 = 1.5 D_{max}$$

$$D_{max} = 0.30$$

Dan untuk *duty cycle minimum* sebagai berikut.

$$D_{min} = \frac{V_{out}}{V_{out} - V_{in(min)}} = \frac{-15}{-15 - 24} = 0.38$$

$$\text{Atau } V_{out} = -V_{in} \left[ \frac{D_{min}}{1 - D_{min}} \right]$$

$$-15 = -24 \left[ \frac{D_{min}}{1 - D_{min}} \right]$$

$$0.625 = 1.625 D_{min}$$

$$D_{min} = 0.38$$

#### b. Menentukan Nilai Induktor

Untuk mendapatkan nilai induktor yang sesuai pada alat yang direncanakan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$L_{min} = \frac{(1 - D_{min})R}{2fs} = \frac{(1 - 0.38) \times 10}{2 \times 31372.55} = 9.88 \times 10^{-5} \text{ H} = 98 \text{ uH}$$

$$L_{max} = \frac{(1 - D_{max})R}{2fs} = \frac{(1 - 0.30) \times 10}{2 \times 31372.55} = 1.11 \times 10^{-4} \text{ H} = 111 \text{ uH}$$

Sehingga pada perancangan ini digunakan nilai induktor tetap untuk keseluruhan sebesar 100 uH.

#### c. Menentukan Nilai Kapasitor

Untuk menentukan nilai kapasitor pada rancangan *buck converter* digunakan persamaan berikut.

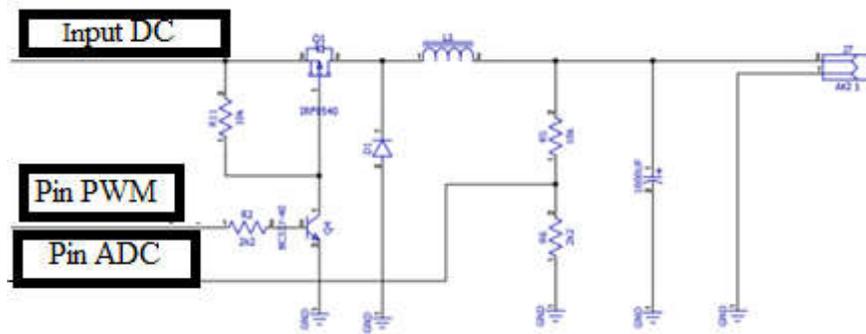
$$C = \frac{V_o(1-D)}{8L\Delta V_o f_s^2}, \text{ dengan } V = 1\% \text{ dari } V_{out} = 1\% \text{ of } 15 = 0.15$$

Sehingga,  $C_{min} = \frac{V_o(1-D_{min})}{8L\Delta V_o f_s^2} = \frac{15(1-0.98)}{8 \times 100 \mu\text{H} \times 0.15 \times (31372.55 \times 31372.55)} = 7.87 \times 10^{-5} \text{ F} = 78 \text{ uF}$

Dan  $C_{max} = \frac{V_o(1-D_{max})}{8L\Delta V_o f_s^2} = \frac{15(1-0.3)}{8 \times 100 \mu\text{H} \times 0.15 \times (31372.55 \times 31372.55)} = 8.89 \times 10^{-5} \text{ F} = 88 \text{ uF}$

Berdasarkan perhitungan diatas nilai kapasitor tersebut tidak ada dipasaran sehingga digunakan kapasitor dengan nilai sebesar 100 uF, angka lebih besar ini agar mendapatkan bentuk tegangan gelombang tegangan yang lebih baik, karena kapasitor mampu menekan *ripple* tegangan yang terjadi.

Pengaturan tegangan pada rangkaian *buck converter* ini terletak pada pengaturan *duty cycle* sinyal PWM MOSFET yang diberikan. Berikut pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 merupakan rangkaian dan implementasi *buck converter* yang dirancang.



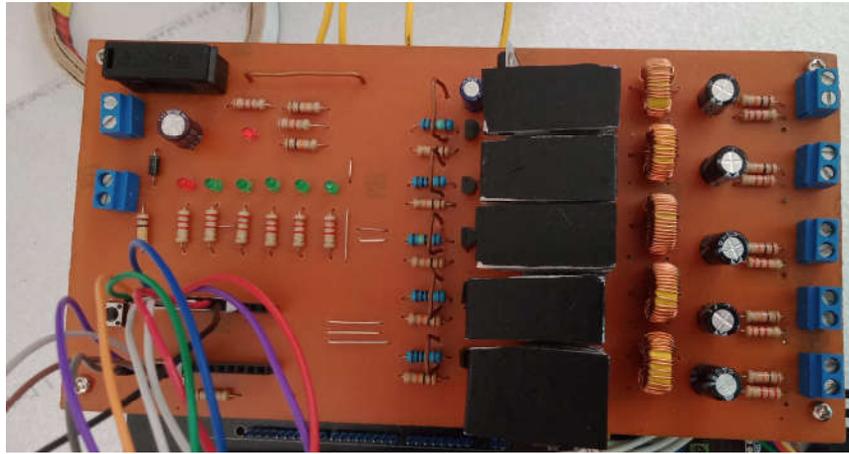
**Gambar 3.4** Skematik Rangkaian *Buck Converter*

Dari penentuan *variable* dan perhitungan diatas, digunakan beberapa komponen *aktif* maupun *pasif* untuk menunjang skematik yang telah dirancang diantaranya ialah

- MOSFET Tipe P-Channel 9640
- Dioda MIC 10 A
- Transistor NPN BC547
- Kapasitor 100uF
- Induktor 100uH
- Resistor 1 MΩ dan Resistor 10 kΩ

Setelah itu dilakukan perancangan dari sistem *buck converter* secara keseluruhan dan penambahan indikator LED serta sensor tegangan pada sisi *input* maupun sisi

output (lampiran). Gambar 3.5 merupakan hasil implementasi sistem *buck converter 5 channel* secara keseluruhan.

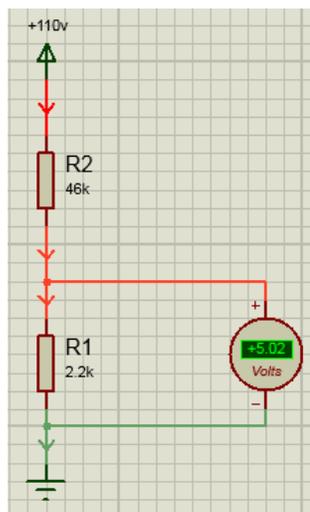


**Gambar 3.5** Implementasi *Buck Converter 5 channel*

### 3.5 Perancangan Sensor Tegangan dan Sensor Arus

#### a. Sensor Tegangan

Sensor tegangan yang akan digunakan diharapkan dapat mendeteksi tegangan baterai *lead acid* sebesar 12 Volt pada masing-masing baterai ketika proses *charging*. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut digunakanlah sensor tegangan DC berupa *voltage divider*. Hal ini dikarenakan parameter tegangan yang diukur tidak terlalu besar.



**Gambar 3.6** Implementasi Sensor Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya menggunakan prinsip penekanan resistansi yaitu dibuat menggunakan 2 buah resistor untuk menurunkan tegangan maksimum 110V menjadi 5V dengan perbandingan nilai resistor 21:1, yaitu dengan resistor bernilai 46K dan 2.2K. Tahanan efektif dari kedua resistor seri ini adalah  $R_2 + R_1$ . Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah  $V_{in}$ , menurut Hukum Ohm arus yang mengalir adalah :

$$I = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

Tegangan pada  $R_2$  menjadi :

$$V_{out} = I \times R_2$$

Mensubstitusikan  $I$  dengan persamaan pertama, menghasilkan :

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

Persamaan ini adalah persamaan untuk menghitung tegangan output yang dihasilkan oleh sebuah rangkaian pembagi tegangan. Dengan memilih dua buah resistor dengan nilai tahanan yang sesuai, kita dapat memperoleh nilai tegangan *output* manapun didalam kisaran 0 V hingga  $V_{in}$ .

## b. Sensor Arus



**Gambar 3.7** Implementasi Sensor Arus ACS712 5A

Sensor yang akan digunakan diharapkan dapat mendeteksi besaran arus yang mengalir ke masing-masing baterai *lead acid* pada saat proses pengisian. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut digunakanlah sensor arus ACS 712 5A dikarenakan nilai arus yang akan dideteksi tidak lebih dari 5 A. Sensor ini bekerja berdasarkan efek medan magnet dan dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC.