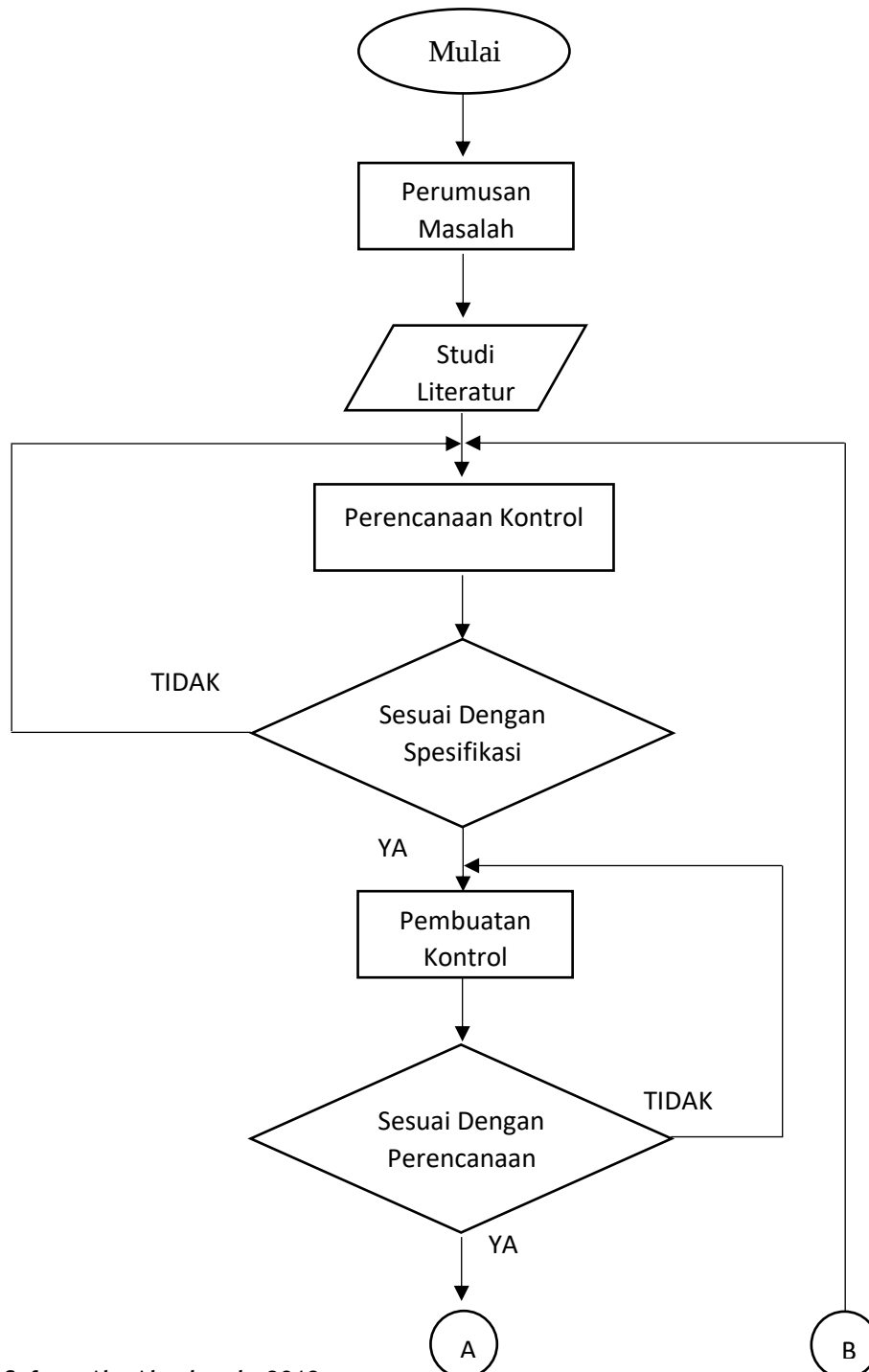


BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Diagram Alir Perancangan

Berikut adalah diagram alir pada prosedur perancangan :



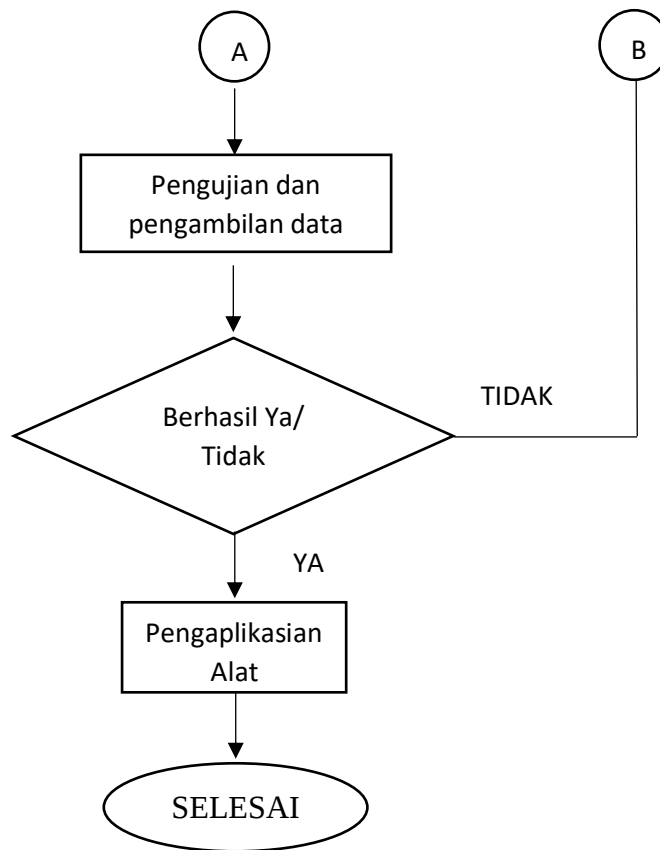


Diagram alir diatas menjelaskan mengenai proses perancangan dan pembuatan alat yang secara singkat uraiannya sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah

Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini adalah menentukan rumusan masalah yang akan diteliti. Karena dari perumusan masalah ini nantinya akan ditemukan berbagai permasalahan yang akan dibahas dan diteliti.

2. Studi Literatur

Setelah merumuskan masalah yang akan diteliti, maka materi-materi yang menunjang berjalannya penelitian ini diperlukan agar mempermudah dan membatasi penelitian tentang Sistem Kontrol motor BLDC.

3. Perencanaan Kontrol

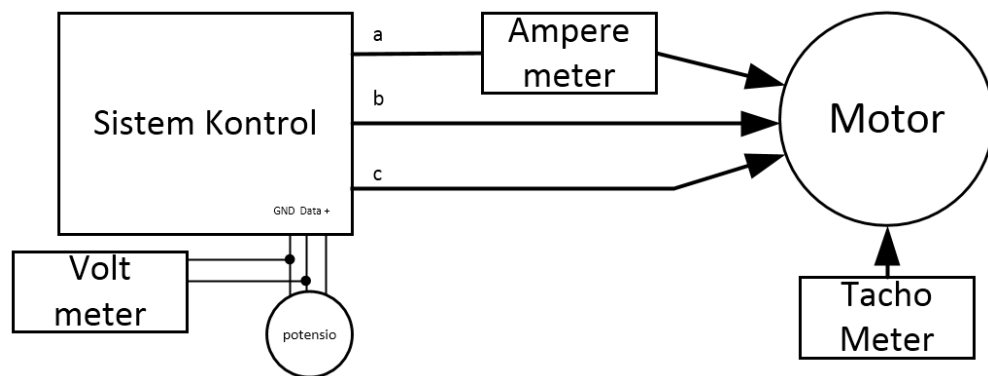
Merencanakan spesifikasi dari kontrol, yang nantinya akan di jadikan sebagai bahan untuk merancang kontrol yang sesuai dan layak di aplikasikan pada rancang bangun mobil listrik.

4. Pembuatan Alat

Merancang kontrol yang akan di aplikasikan pada rancang bangun mobil listrik, mengacu pada spesifikasi yang telah di rencanakan pada tahap perencanaan.

5. Pengujian dan Pengambilan Data

Adalah inti yang menentukan dari penelitian ini, apabila hardware bekerja sesuai dengan apa yang harapkan, maka sudah bisa dikatakan kontrol layak di aplikasikan pada rancang bangun mobil listrik. Setelah Alat diuji coba, pengambilan data dilakukan untuk memperoleh hasil dari kondisi pada saat motor BLDC di pacu tanpa beban.

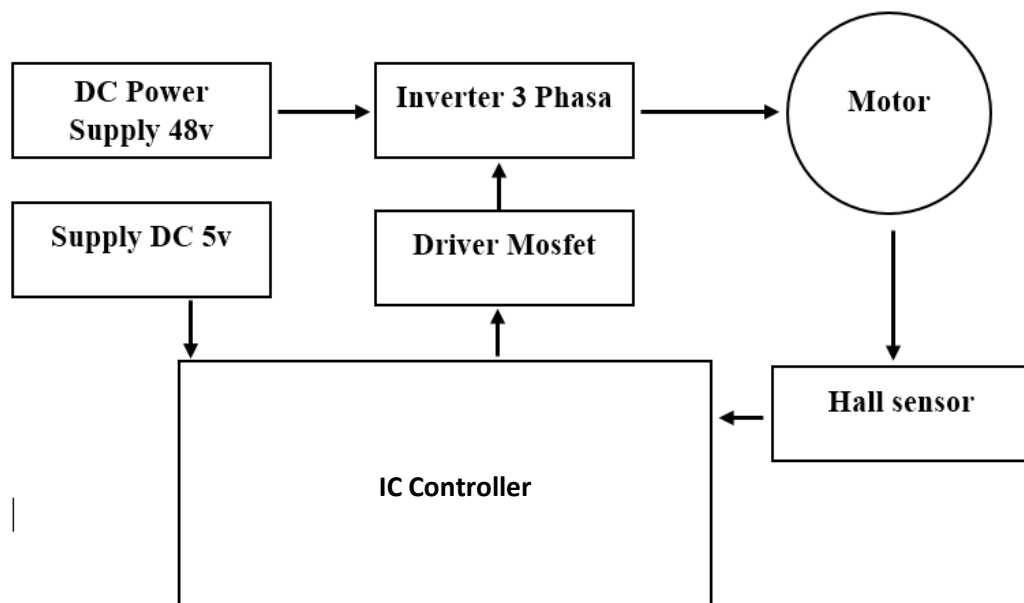


Gambar 3. 1 Diagram pengambilan data arus (I), tegangan (V) dan RPM.

Sumber : Koleksi pribadi

3.2 Blok Diagram Sistem

Gambaran umum dari sistem pengaturan kecepatan motor BLDC menggunakan hall sensor untuk mendeteksi posisi magnet *rotor*, ditunjukkan pada Gambar 3.2



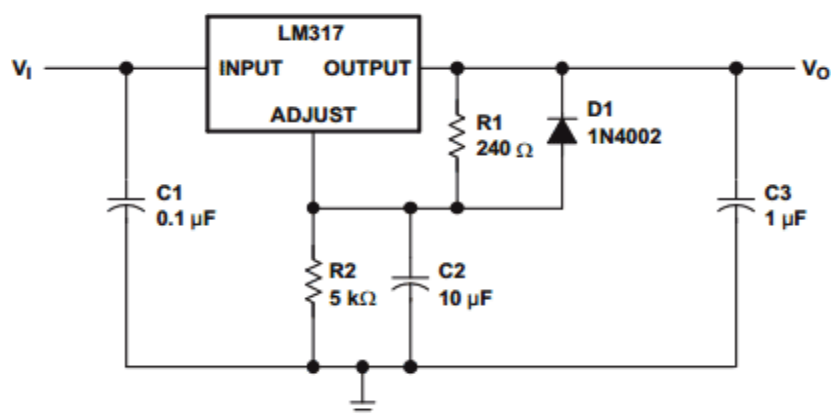
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Sumber : Koleksi pribadi

Pada proyek akhir ini, sumber tegangan masukan inverter menggunakan DC *power supply*, tegangan DC diubah menjadi tegangan AC menggunakan inverter sebagai sumber tegangan kerja motor BLDC. Selain digunakan untuk sumber inverter, sumber tegangan 48V juga digunakan untuk sumber tegangan *ic controller* sebesar 5V yang di turunkan dulu tegangannya menggunakan *regulator* tegangan. Dan hall sensor berfungsi sebagai *feedback* menentukan *timing* perubahan komutasi.

3.3 Perencanaan Rangkaian Power Supply

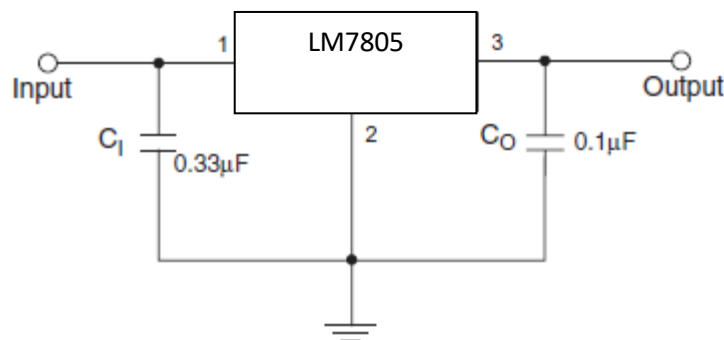
Dalam Proyek akhir rangkain *power supply* di perlukan untuk *mensupply Ic controller* dan *IC driver* motor. Dimana *IC controller* membutuhkan tegangan 5v dan *IC driver* mosfet membutuhkan tegangan 12v. Gambar 3.2 merupakan rangkaian power supply 5v dan 12v



Gambar 3. 3 Gambar Rangkaian Power supply 12v DC

Sumber : LM317 “3-Terminal Adjustable Regulator” Texas Instrumens.

Gambar 3.3 merupakan gambar rangkaian *power supply* 12v DC menggunakan IC LM317. Besarnya tegangan output dari regulator LM317T ditentukan oleh besarnya tegangan V_{adj} . Besarnya V_{adj} ditentukan dari kombinasi nilai resistor R1 dan R2 yang berfungsi sebagai pembagi tegangan. Untuk menentukan besarnya tegangan output LM317T dapat dihitung dengan rumus : $V_O = 1.25V (1 + R_2/R_1)$, Pada rangkaian yang saya buat, R1 dibuat fix dengan nilai 240ohm, dan nilai R2 di setting sesuai dengan kebutuhan tegangan output. Jika mengacu kepada rumus, maka untuk mendapatkan tegangan +/-12V, kita harus memasang nilai R2 sebesar 2200 ohm.



Gambar 3. 4 Gambar rangkaian power supply 5v DC.

Sumber :LM7805 “3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator”Fairchild semiconductor.

Gambar 3.4 merupakan gambar rangkaian power supply 15v menggunakan IC 7805. IC ini memiliki arus maksimal 1 ampere dengan tegangan sebesar 5v DC.

Tabel 3. 1 Tabel Komponen Power supply 5v dan 12v DC

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah	Keterangan
1	IC Regulator	-LM 817 -7805	1 1	
2	Capasitor	-10 uf/16V -0.1 uf -0.33 uf	1 2 1	
3	Dioda	In4001	1	

Sofwan Aka Almubarak, 2018

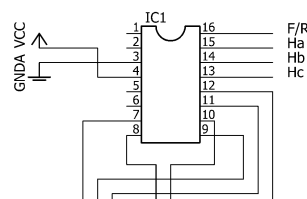
PERANCANGAN SISTEM CONTROL MOTOR PENGGERAK PADA RANCANG BANGUN MOBIL LISTRIK
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

4	Resistor	- 2.2K ohm	1	
		- 240 ohm	1	

Tabel 3.1 merupakan tabel perencanaan komponen yang akan di gunakan dalam rangkaian *power supply* 12v dan 5v DC.

3.1 Perencanaan Rangkaian IC Controller

IC Controller merupakan pusat pengendali dari sistem proyek akhir ini. IC yang digunakan yaitu JY01, merupakan IC yang di *design* khusus untuk *controller* BLDC . Gambar 3.4 merupakan pinout dari IC *controller* BLDC.



Gambar 3. 5 Pinout IC Controller JY01

Sumber : <http://www.juyitech.com/>

IC ini memiliki 3 output sisi High, dan 3 output sisi Low, 3 input sinyal hall sensor, pinout *foward/ reverse* untuk membalik arah putaran motor dan bekerja dengan supply tegangan 5V.

3.2 Perencanaan Rangkaian Inverter 3 Fasa

Pada proyek akhir ini rangkaian inverter tiga fasa digunakan untuk merubah tegangan DC dari DC *power supply* menjadi tegangan AC 3 fasa. Tegangan AC tersebut digunakan untuk sumber tegangan motor BLDC. Dari spesifikasi daya dan tegangan motor tersebut maka dapat digunakan untuk penentuan rangkaian inverter tiga fasa.

Rangkaian inverter tiga fasa yang akan dihitung berdasarkan daya motor dengan asumsi efisiensi sebesar 85%. Perumusan efisiensi terlihat pada (2.1).

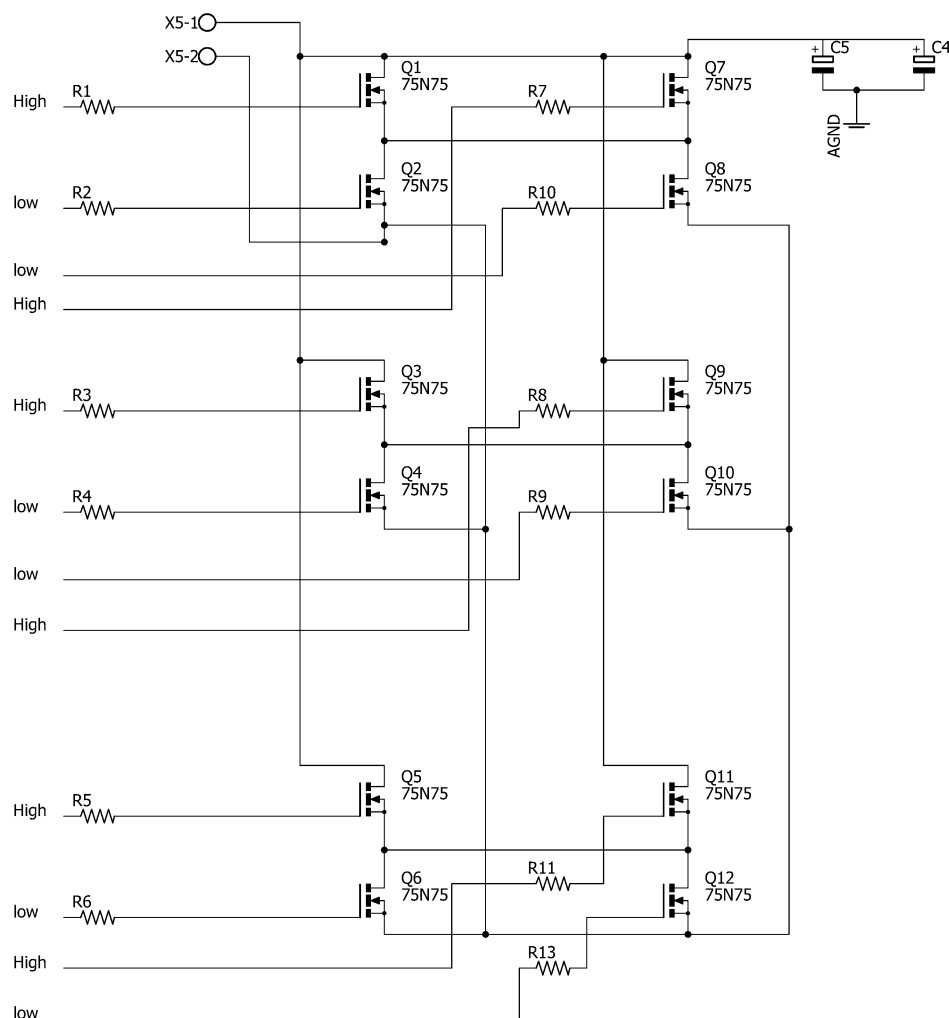
$$85\% = \frac{800W}{P_{in}} \times 100\%$$

$$P_{in} = 941 W$$

Jadi daya minimal rangkaian inverter tiga fasa sebesar 941 W, sedangkan perhitungan arus nominal motor untuk menentukan mosfet yang akan digunakan sebagai komponen *switching* pada inverter yaitu dengan menggunakan persamaan (2.2).

$$I_{motor} = \frac{800}{48} = 16,67 \text{ Ampere}$$

Dari perhitungan arus tersebut, maka telah diketahui arus minimal dari mosfet yang digunakan. Pada Gambar 3.5 berikut merupakan skematik rangkaian inverter tiga fasa menggunakan parallel dua mosfet



Gambar 3. 6 Skematik rangkaian inverter tiga fasa parallel dua mosfet

Sumber : “Pengaturan kecepatan motor bldc (brushless direct current) menggunakan deteksi tegangan back emf zero crossing dengan metode six step commutation” Muhammad Rizani Rusli

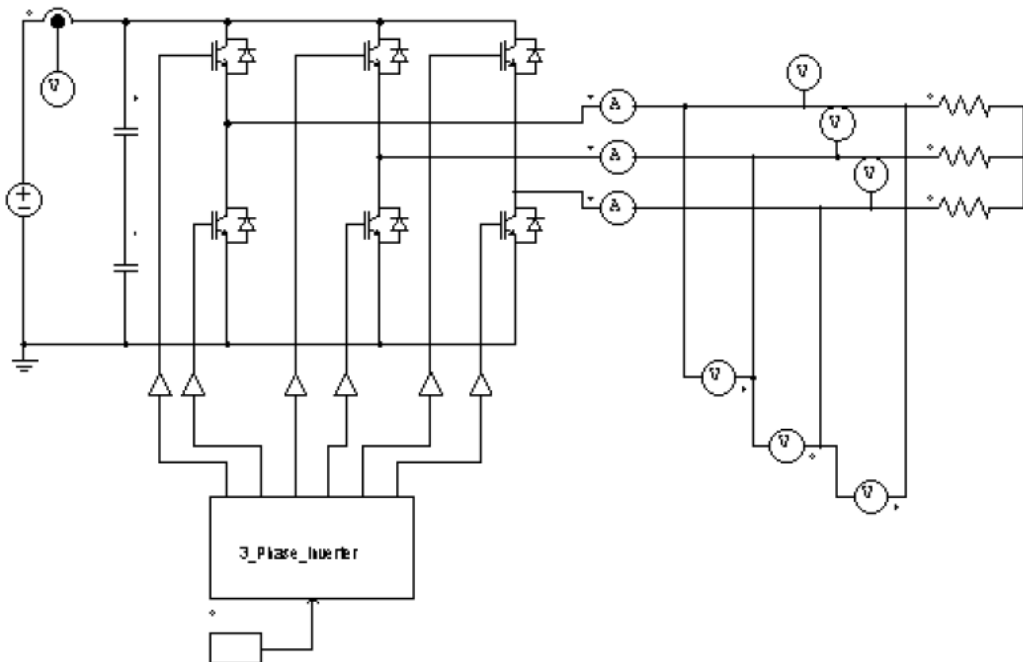
Mosfet yang digunakan yaitu jenis *n-channel* tipe STP75N75 dan diparalel sebanyak dua. Mosfet tipe ini memiliki tegangan kerja (V_{DS}) mencapai 75V dan arus drain secara *continuous* sebesar 80A.

Tabel 3. 2 Tabel Komponen Rangkaian Inverter

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah	Keterangan
1	Mosfet	STP75N75	12	
2	Resistor	20 Ohm	12	
3	Capasitor	470 uf/80V	2	
4	T- Block 2 Pin	-	1	

3.2 merupakan tabel perencanaan komponen yang akan di gunakan dalam rangkaian inverter 3 fasa.

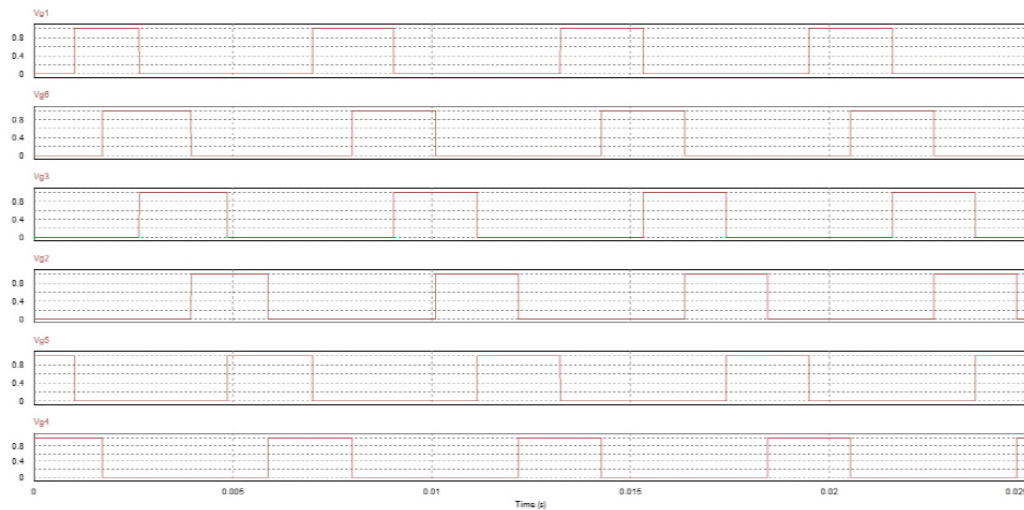
Untuk lebih memperjelas perencanaan mengenai inverter tiga fasa, maka dibuat simulasi rangkaian inverter tiga fasa komutasi 120° menggunakan beban resistor dengan menggunakan *software* simulasi PSIM seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 7 Simulasi rangkaian inverter tiga fasa dengan menggunakan PSIM
 Sofwan Aka Almubarak, 2018
PERANCANGAN SISTEM CONTROL MOTOR PENGGERAK PADA RANCANG BANGUN MOBIL LISTRIK
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sumber : Koleksi Pribadi

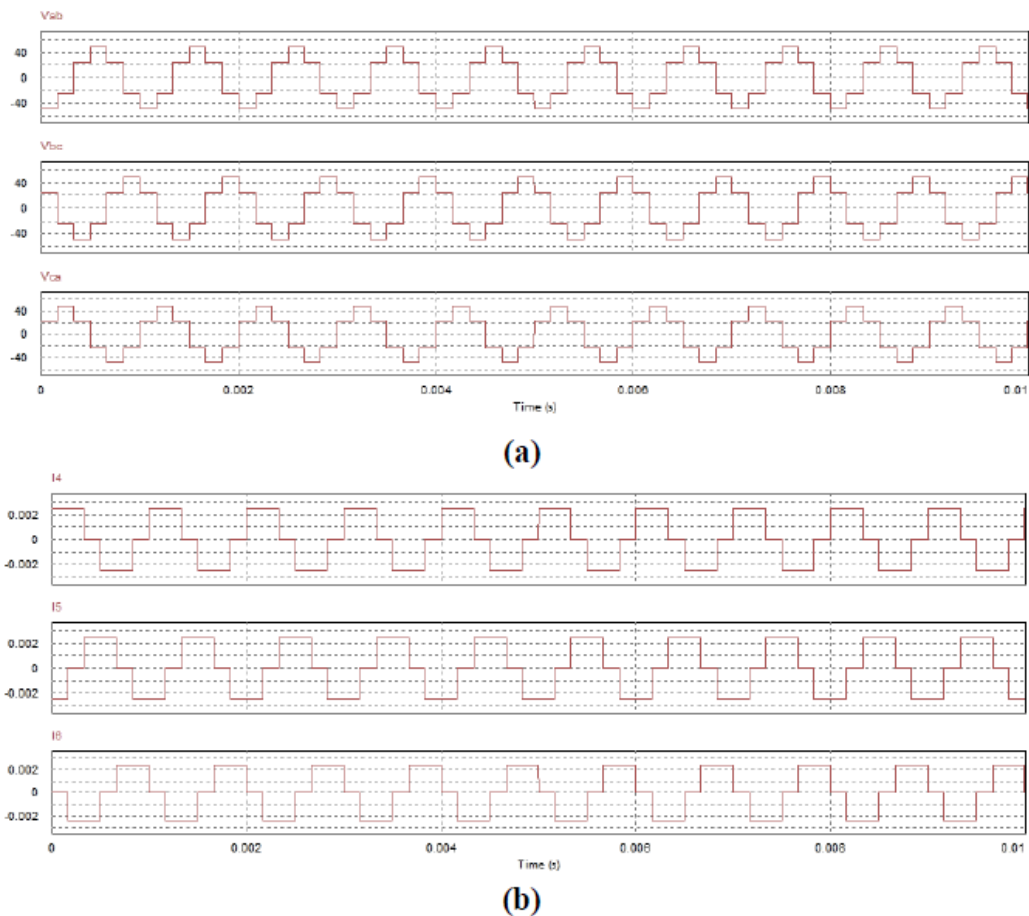
Gambar sinyal *gate driver* untuk pensaklaran tiap mosfet pada inverter tiga fasa terdapat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Respon pulsa pensaklaran 6 mosfet untuk inverter tiga fasa.

Sumber : Koleksi Pribadi

Dapat dilihat bahwa sudut penyulutan tiap mosfet berbeda dan setiap stepnya terdapat 2 mosfet yang aktif. Dari simulasi yang telah dilakukan, maka gelombang tegangan luaran *line-to-line* dan gelombang tegangan luaran *line-to-neutral* inverter bisa ditunjukkan pada Gambar 3.9.(a) dan (b).



Gambar 3. 9 (a) Tegangan luaran *line-to-line* inverter 3 fasa. (b) Tegangan luaran *line-to-neutral* inverter 3 fasa

Sumber : Koleksi Pribadi.

3.3 Perencanaan Rangkaian Driver Inverter 3 fasa

Driver inverter digunakan sebagai penyulut *gate* mosfet yang digunakan pada rangkaian inverter karena pulsa luaran dari PWM IC controller tidak mampu menyulut secara langsung terhadap mosfet. Tegangan luaran PWM ic controller sebesar ± 3.3 V, sedangkan tegangan penyulutan mosfet sebesar ± 15 V sehingga dibutuhkan *driver* inverter tiga fasa sebagai penyulut. *Driver* inverter juga digunakan untuk memberikan *delay time* pada penyulutan inverter sehingga tidak terjadi hubung singkat pada saat penyulutan mosfet.

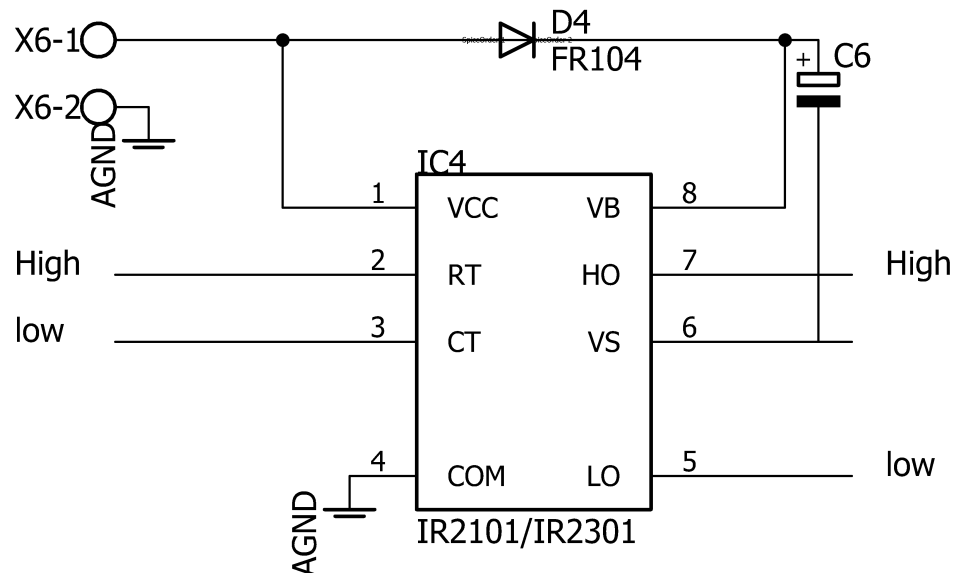
Driver inverter berupa rangkaian elektronika terdiri dari transistor sebagai penguat dan komponen tambahan lainnya, namun ada juga yang sudah terintegrasi

Sofwan Aka Almubarak, 2018

PERANCANGAN SISTEM CONTROL MOTOR PENGGERAK PADA RANCANG BANGUN MOBIL LISTRIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

yaitu berupa IC (*integrated circuit*) biasanya IC dengan seri IR2101, IR2301, IR 2110.



Gambar 3. 10 Gambar Rangkaian Driver inverter dengan menggunakan transistor

Sumber : *IR2101 “High And Low Side Driver” International Rectifier.*

Gambar 3.10 merupakan gambar rangkaian driver mosfet menggunakan IC IR2101/IR2103. Memiliki output logika +- sampai dengan 20v, cukup untuk menyulut *gate* pada mosfet.

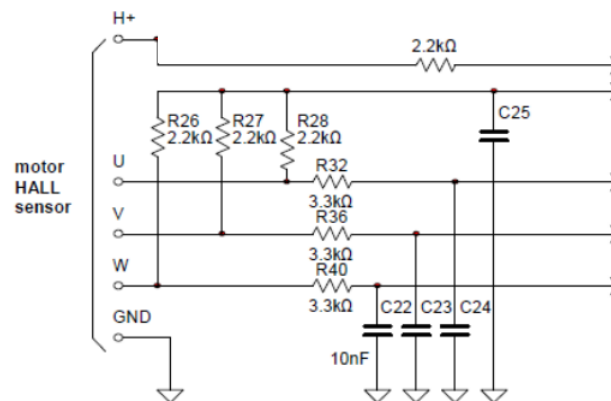
Tabel 3. 3 Tabel Daftar Komponen Rangkaian *Driver* Mosfet

No	Nama Komponen	Nilai	Jumlah	Keterangan
1	IC Driver Mosfet	IR2101/IR2103	3	
2	Capasitor	1 uf/50V	3	
3	Dioda Fast Recovery	FR104	3	
4	T- Block 2 Pin	-	3	

Tabel 3.3 merupakan tabel perencanaan komponen yang akan di gunakan dalam rangkaian *Driver* mosfet .

3.4 Perencanaan Rangkaian Sensor Hall

Hall *Effect* sensor yang di blok berwarna biru merupakan sensor pendeteksi medan magnet. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi pergeseran magnet pada motor brushless. Keluaran sensor ini adalah data biner 0 dan 1.



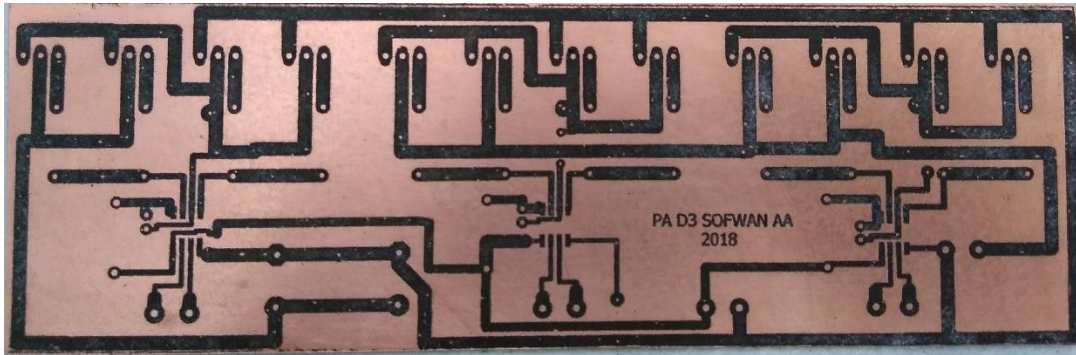
Gambar 3. 11 Rangkaian *Pull-Up* untuk Hall *Effect* Sensor

Sumber : <http://www.avdweb.nl/solar-bike/electronics/ku63-motor-controller.html>

Agar logika keluaran hall *effect* sensor lebih jelas yaitu 0 dan 1, maka ditambahkan rangkaian *pull-up* untuk mengkondisikan output menjadi 0 dan 1. Berikut ini rangkaian *pull-up* untuk hall *effect* sensor.

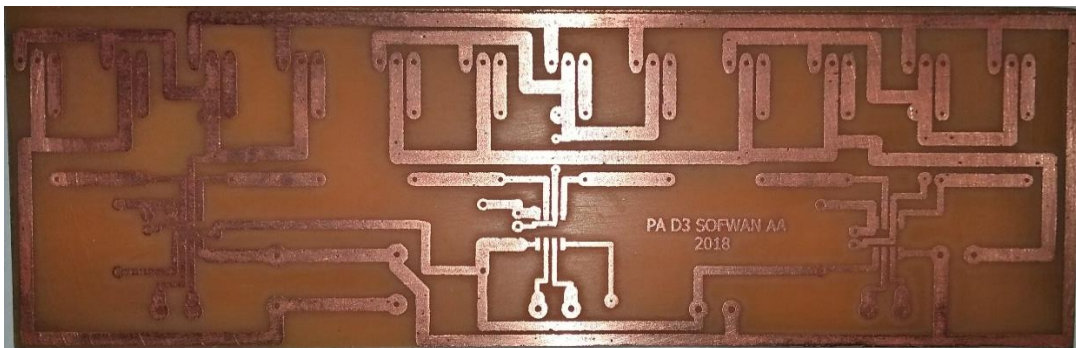
3.5 Realisasi Perangkat Keras

Rangkaian direalisasikan dalam bentuk PCB, sehingga rangkaian menjadi lebih paten. Berikut merupakan gambar dari realisasi perangkat keras rangkaian elektronika .



Gambar 3. 12 Gambar rangkaian *driver* mosfet dan inverter sebelum proses *etching*

Sumber : Koleksi Pribadi



Gambar 3. 13 Gambar Rangkaian *driver* mosfet dan inverter setelah proses *etching*

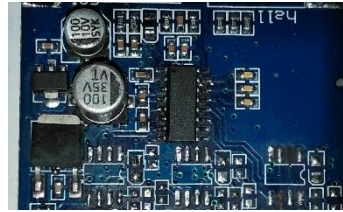
Sumber : Koleksi Pribadi



Gambar 3. 14 gambar *layout* PCB *driver* mosfet dan inverter setelah dipasang komponen

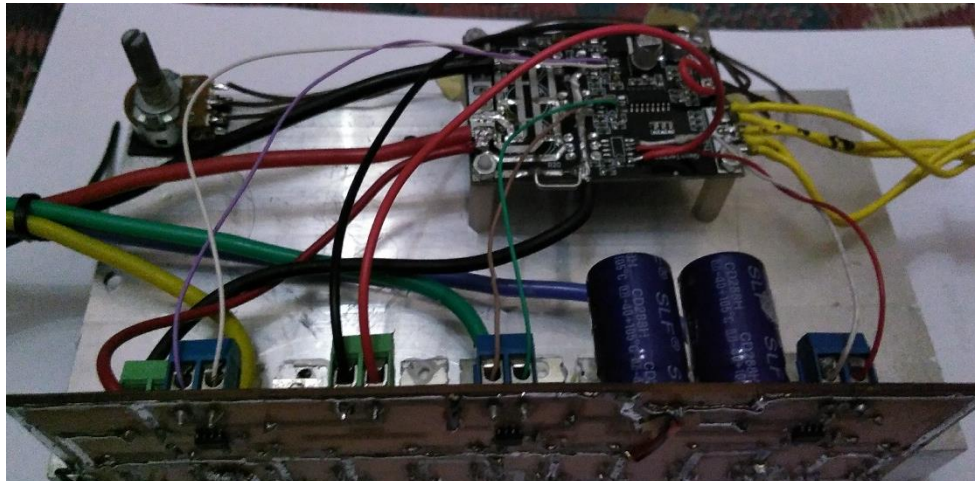
Sumber : Koleksi Pribadi

Semua proses pembuatan rangkaian dan *layout* PCB di kerjakan dalam *software eagle autodesk*



Gambar 3. 15 Gambar modul IC LY01 dilengkapi dengan rangkaian regulator 5v dan 12 v serta rangkaian hall sensor

Sumber : Koleksi Pribadi



Gambar 3. 16 Gambar *Controller* setelah perakitan