

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Pengantar

3.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dalam dokumen ini akan dibahas mengenai rencana pengembangan Desain Rangkaian Gate Driver Untuk MOSFET Paralel Pada Tegangan Daya Menengah. Akan dipaparkan mengenai latar belakang dan tujuan dibuatnya produk Desain Rangkaian Gate Driver Untuk MOSFET Paralel Pada Tegangan Daya Menengah, juga dibahas mengenai nilai komersial dari produk serta kebutuhan masyarakat. Selanjutnya dijelaskan mengenai perencanaan dari pengembangan produk yang meliputi usaha pengembangan terkait, penggunaan sumber daya yang diperlukan, estimasi biaya, timeline kerja, dan pihak-pihak yang akan membantu ataupun mendukung pengembangan produk.

3.1.2 Tujuan Penulisan Dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen dibuat dengan tujuan sebagai dokumentasi gagasan dan ide dasar dalam proyek pembuatan Desain Rangkaian Gate Driver Untuk MOSFET Paralel Pada Tegangan Daya Menengah. Dokumen ini memberikan gambaran mengenai latar belakang, gagasan, konsep, serta pengembangan produk yang akan memberikan informasi kepada pihak-pihak yang terkait dalam pengembangan pembuatan Desain Rangkaian Gate Driver Untuk MOSFET Paralel Pada Tegangan Daya Menengah.

3.2 Spesifikasi

3.2.1 Definisi, Fungsi Dan Spesifikasi

Rangkaian gate driver adalah rangkaian elektronika yang fungsinya untuk mengumpankan sinyal tegangan rendah dari sumber sinyal diskrit ke MOSFET yang bertindak sebagai saklar daya sehingga dapat beroperasi sesuai dengan parameternya. Alat ini menggunakan kombinasi komponen semikonduktor MOSFET sebagai saklar daya. Prinsip kerja saklar daya umumnya menggunakan gelombang kontrol PWM (pulse width modulation), yang dapat dibangkitkan menggunakan mikrokontroler atau IC analog (integrated circuit) komponen

sirkuit. Gelombang PWM ini di isolasi menggunakan IC driver MOSFET guna membatasi gangguan proses saat switching pada suplai daya menengah.

PWM yang dibangkitkan menggunakan mikrokontroler dan komponen IC analog biasanya memiliki nilai tegangan maksimum 5V, sehingga untuk memperkuat gelombang PWM diperlukan rangkaian gate driver agar gelombang kontrol PWM dapat menggerakkan MOSFET.

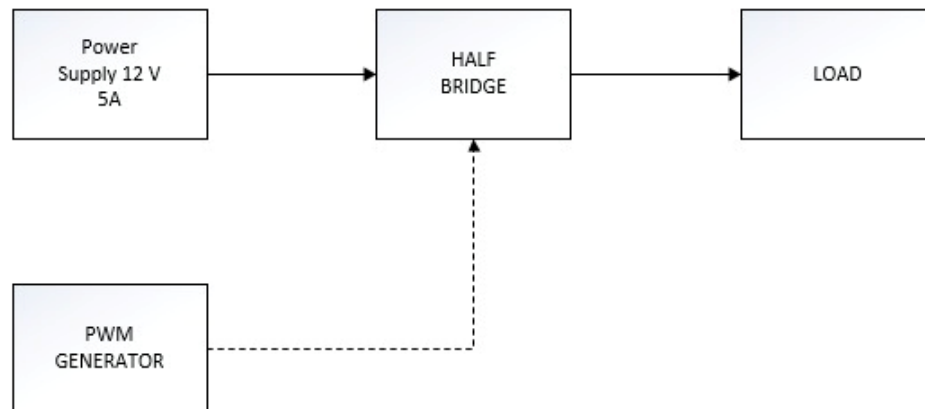
Maka dari itu diperlukan solusi yang dapat digunakan untuk membatasi gangguan proses pada switching pada suplai daya menengah. Solusi yang ditawarkan yaitu dengan menggunakan prototype rangkaian gate driver yang bisa digunakan untuk alat pengujian. Rangkaian gate driver menawarkan banyak keuntungan dalam menjawab permasalahan, seperti :

1. Memungkinkan untuk mengontrol lebih dari satu transistor MOSFET secara bersamaan pada tegangan menengah yang memungkinkan untuk meningkatkan efisiensi sistem.
2. Dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan switching yang cepat dan tinggi seperti dalam power electronics, motor control, inverter, dll.
3. Memungkinkan untuk meningkatkan akurasi dan stabilisasi dalam mengontrol arus dan tegangan yang diterima oleh gate dari setiap transistor MOSFET, memungkinkan untuk meningkatkan keandalan sistem.

3.2.2 Desain

Rancangan dari rangkaian gate driver MOSFET paralel pada tegangan menengah ini nantinya memiliki beberapa tahapan yaitu pemodelan dan realisasi ke perangkat keras.

3.2.3 Spesifikasi Fungsi dan Performansi



Gambar III.1 Blok Diagram Pemodelan dan Simulasi Rangkaian Gate Driver MOSFET Paralel

1. DC Source

DC Source yang digunakan adalah power supply DC. Power supply DC (catu daya) adalah komponen yang memasok daya ke beban. Adapun spesifikasi komponen yang dipakai dari SMPS 12V 5A. Untuk spesifikasi sebagai berikut:

Tabel III.1 Spesifikasi SMPS 12V 5A

Spesifikasi	
Sumber tegangan input	110-240 V AC
Tegangan Output	12V DC
Arus Output	5A
Daya maksimal	60W

2. Adjustable 2 Channel PWM Generator Wave Signal Pulse Frequency

Adjustable 2 Channel PWM Generator Wave Signal Pulse Frequency adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan PWM yang dapat diatur duty cycle dan frekuensi tiap channel secara terpisah. Untuk spesifikasi sebagai berikut:

Tabel III.2 Spesifikasi Adjustable 2 Channel PWM Generator Wave Signal Pulse Frequency

Spesifikasi	
Tegangan	5-30V
Frequency range	1Hz ~ 150KHz
Pulse width range	15mA (Input 5V) dan 35mA (Input 12V)
Frequency accuracy	2%.
Output current	30mA
Output amplitude	default 5Vp-p (settable)

3. Driver MOSFET

Driver MOSFET adalah perangkat yang bertanggung jawab untuk memberikan sinyal kontrol yang tepat ke gate MOSFET agar dapat diaktifkan atau dinonaktifkan dengan cepat dan efisien. Komponen utamanya adalah IC (integrated circuit) IR2104, penguat totem, MOSFET IRFP450.

- IC (integrated circuit) IR2104

IC (integrated circuit) IR2104 adalah sebuah gate driver MOSFET yang dirancang dalam aplikasi daya tinggi. IC ini sering digunakan dalam rangkaian inverter, converter DC-DC, control motor, dan plikasi lain yang membutuhkan pengendalian MOSFET yang efisien:

Tabel III.3 Spesifikasi IC (integrated circuit) IR2104

Spesifikasi	
High side floating absolute voltage (VB)	-0.3 V - 625 V
High side floating supply offset voltage (VS)	$VB - 25 V - VB + 0.3 V$
High side floating output voltage (VHO)	$VS - 0.3 - VB + 0.3$
Low side and logic fixed supply voltage (VCC)	-0.3 25
VLO Low side output voltage (VLO)	$-0.3 VCC + 0.3$
VIN Logic input voltage (IN & SD) (VIN)	$-0.3 VCC + 0.3$

Spesifikasi	
Junction temperature (TJ)	150 °C
TS Storage temperatura (TS)	-55°C - 150 °C
Lead temperature (soldering, 10 seconds) (TL)	300 °C

- MOSFET IRFP450

IRFP450 adalah jenis MOSFET N-channel yang digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, termasuk dalam rangkaian gate driver MOSFET. Untuk spesifikasi sebagai berikut:

Tabel III.4 Spesifikasi MOSFET IRFP450

Spesifikasi	
Tegangan Drain-Source (VDS)	500 V
Tegangan Gate-Source (VGS)	± 20 V
Arus Drain (ID)	14 A
Arus Gate (IG)	± 30 mA
Resistansi RDS (on)	0.27 ohm
Daya Total (PD)	160 W
Tegangan Threshold (Vth)	2 V - 4 V
Waktu Penyalakan (Turn-on Time)	< 40 ns

4. Load

Load digunakan sebagai beban pada keluaran, komponen yang digunakan sebagai beban adalah power resistor 60watt 14ohm.

3.2.4 Spesifikasi Fisik dan Lingkungan

Desain rangkaian gate driver ini menggunakan 6 MOSFET yang dirangkai secara paralel sebagai saklar daya, Produk ini harus mampu memperkuat gelombang untuk membatasi rugi-rugi daya dan gangguan pada saat switching suplai daya menengah. Target konsumen yang ditunjukkan oleh desain gate driver MOSFET adalah perusahaan atau individu yang memerlukan sistem kontrol daya

yang handal dan efisien dalam aplikasi yang memerlukan switching daya yang cepat dan tinggi.

3.3 Verifikasi

a) Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah pengujian pembuatan rangkaian gate driver pada tegangan menengah. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Proses pengujian rangkaian sistem dilakukan menggunakan software Proteus dan simulink MATLAB dengan merangkai keseluruhan sistem dari desain rangkaian gate driver.
- Pengujian MOSFET menggunakan multimeter untuk mengetahui terjadinya kerusakan atau tidak.

b) Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem ini adalah IC. Hal ini dikarenakan inputan (sumber DC) yang terhubung ke IC untuk membangkitkan gelombang PWM yang diisolasi pada IC driver MOSFET guna mengatasi gangguan dan rugi-rugi daya saat proses switching pada suplai daya menengah. Output dari gate driver didapat dari gelombang PWM digunakan untuk menggerakkan MOSFET.

c) Pengujian Keandalan

Pengujian Keandalan dilakukan dengan pengetesan keawetan alat saat diberi beban yang mendekati kapasitas maksimum dari rangkaian gate driver tersebut. Kemudian dilakukan perubahan pada nilai beban.

3.4 Biaya dan Jadwal

Tabel III.5 Biaya Komponen

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
PCB Fiber Polos	Rp. 20.000	3 Buah	Rp. 60.000
Adjustable 2 Channel PWM Generator Wave Signal Pulse Frequency	Rp. 50.000	1 Buah	Rp. 50.000
IC IR2104	Rp. 20.000	3 Buah	Rp. 60.000
Dioda 1N5819	Rp. 300	1 Buah	Rp. 300
Kapasitor 10uF	Rp. 500	8 Buah	Rp. 4000
Kapasitor 100nF	Rp. 100	6 Buah	Rp. 600
Kapasitor 220uF 63V	Rp. 500	3 Buah	Rp. 1.500
Kapasitor 4,7uF 50V	Rp. 200	1 Buah	Rp. 200
Resistor 10k	Rp. 900	3 Buah	Rp. 3.200
Resistor 10 ohm	Rp. 100	14 Buah	Rp. 1.400
Header	Rp. 1.300	1 Buah	Rp. 1.300
MOSFET IRFP450	Rp. 20.000	14 buah	Rp. 280.000
SMPS 12 V 5A	Rp. 38.000	1 Buah	Rp. 38.000
Adptor 12V 1A	Rp. 11.000	1 Buah	Rp. 11.000
Adaptor Toshiba	Rp. 60.000	1 Buah	Rp. 60.000
Transistor BD139	Rp. 400	2 Buah	Rp. 800
Transistor BD140	Rp. 400	2 Buah	Rp. 800
Power resistor 60watt 11,3ohm	Rp. 40.000	1 Buah	Rp. 40.000
Total			Rp. 613.100

Tabel III.6 Jadwal Pengerjaan

Proses	Fase	Deliverables	jadwal	Spesifikasi
Pembentukan konsep dan spesifikasi prototipe	Studi Literatur			Literatur,dosen pembimbing
	Penetapan fitur dan kebutuhan	C100	10 Desember 2022	Literatur,dosen pembimbing
Pembuatan spesifikasi teknik	penetapan spesifikasi	C200	31 Desember 2022	Literatur,dosen pembimbing
perancangan desain produk	Penetapan desain produk awal	C300	10 Januari 2023	Literatur,dosen pembimbing
	Penetapan desain produk lanjut	C300	20 Januari 2023	Literatur,dosen pembimbing
	Penetapan desain produk akhir	C300	23 Januari 2023	Literatur,dosen pembimbing
Implementasi pembuatan hardware	Pemesanan alat dan bahan	C400	1 Februari - 20 Februari 2023	Suplier alat dan bahan
	Pembuatan hardware tahap awal	C400	21 Februari - 8 maret 2023	Komponen produk
	Pembuatan hardware tahap akhir	C400	10 Maret - 5 Mei 2023	Dosen pembimbing, komponen produk
Pengujian produk	Validasi kesesuaian produk tahap awal	C500	10 Mei 2023	Dosen pembimbing
	Validasi kesesuaian produk tahap akhir	C500	20 Mei 2023	Dosen pembimbing

Tabel III.7 Tugas masing-masing Anggota Kelompok

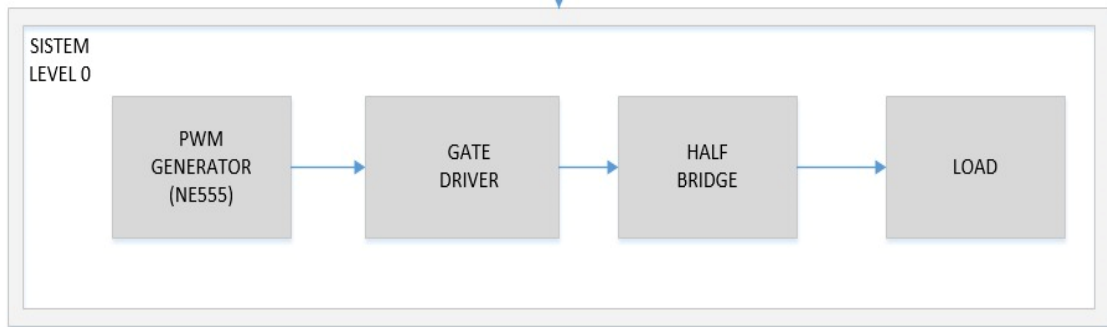
Nama Anggota	Tugas
Candra Gema Nurkholiq	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan dokumen C100, C200, C300. • Mengerjakan Simulasi Komponen Pada MATLAB. • Mengerjakan Hardware. • Pengadaan Komponen. • Melakukan Uji Coba
Dhimas Putra Ragil	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan dokumen C100, C200, C300. • Mengerjakan Simulasi Rangkaian Proteus. • Mengerjakan Analisa Penyediaan Daya Pada Rangkaian. • Melakukan Uji Coba
Rendy Sapta Ramadhan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan dokumen C100, C200, C300. • Mengerjakan Simulasi Layout Komponen. • Mengerjakan Desain Layout PCB. • Melakukan Uji Coba
Tirta Seciohusodo	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan dokumen C100, C200, C300. • Mengerjakan Perakitan Modul. • Melakukan Uji Coba

3.5 Perancangan Sistem

3.5.1 Penjabaran Sistem Level

Penjabaran sistem level dilakukan dengan menggunakan penjabaran sistem yang diusulkan menggunakan data flow diagram (DFD). Pada sub-bab ini berisi gambar DFD dari usulan yang berisi sistem diagram, sistem level 0 sampai dengan sistem level.

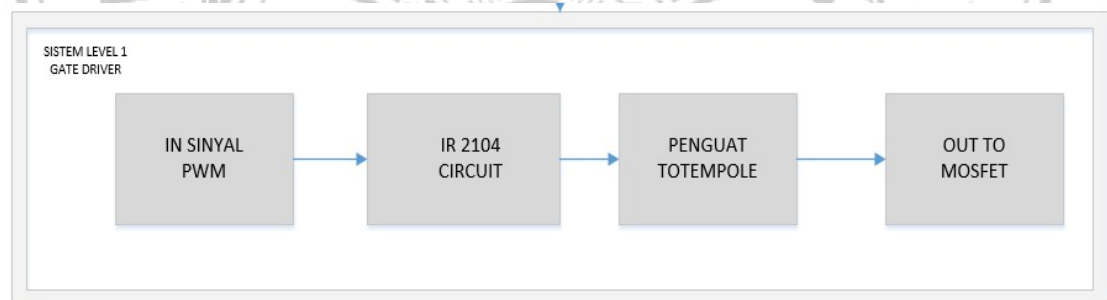
- Sistem Level 0



Gambar III.2 Sistem Level 0

Pada desain rangkaian PWM generator diperlukan untuk memberi inputan pada IC Driver. Gate driver IC memerlukan penguat totem untuk menguatkan sinyal kontrol dan mempercepat perpindahan keadaan ON dan OFF pada MOSFET di rangkaian half bridge MOSFET paralel, rangkaian MOSFET paralel dapat bekerja pada tegangan dari DC 12V sampai 60V [4]. untuk keluaran dalam modul ini adalah tegangan, arus dan daya yang terhubung ke beban.

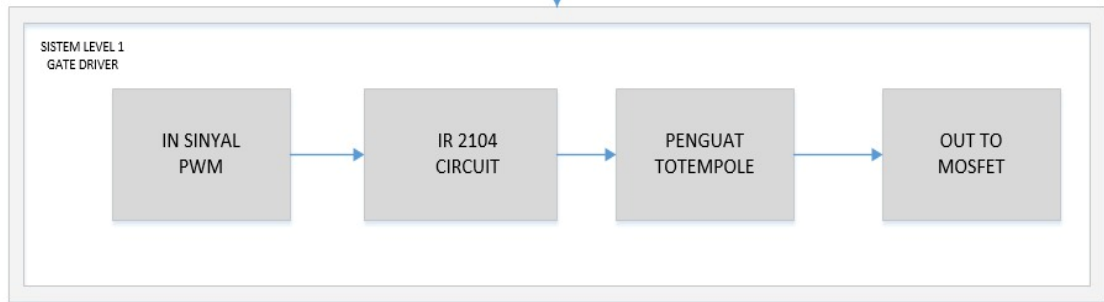
- Sistem Level 1 Gate Driver



Gambar III.3 DFD Level 1 Gate Driver

Pembahasan DFD level 1 adalah alur dari PWM generator digunakan untuk memberi input IC Gate Driver yang outputnya di perkuat penguat totem untuk mempercepat perpindahan keadaan ON dan OFF pada MOSFET paralel. Half-bridge dapat digunakan untuk mengendalikan daya yang mengalir pada output sehingga arus dan tegangan yang diterima beban dapat dikontrol dengan baik.

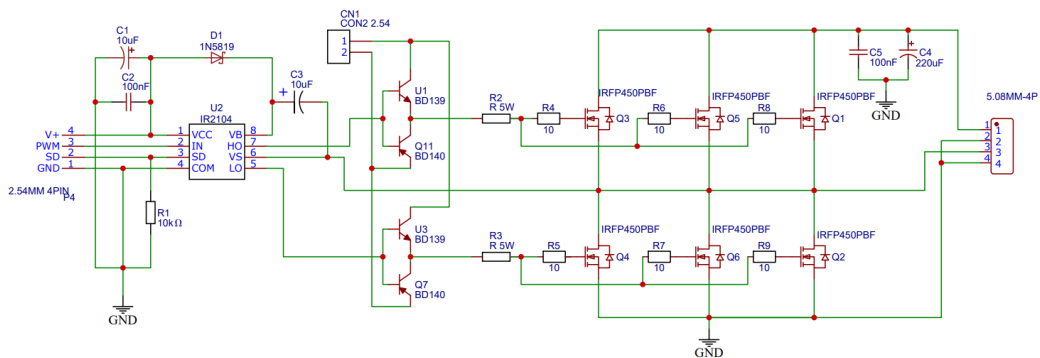
- Sistem Level 1 Half Bridge



Gambar III.4 Sistem Level 1 Half Bridge

Sinyal PWM yang dihasilkan IC Gate Driver yang sudah di perkuat akan menggerakkan MOSFET bagian rangkaian MOSFET harus bekerja sesuai siklus HIGH dan LOW masing-masing agar dapat bekerja sesuai dengan desain rangkaian half bridge.

3.6 Pendahuluan Metode



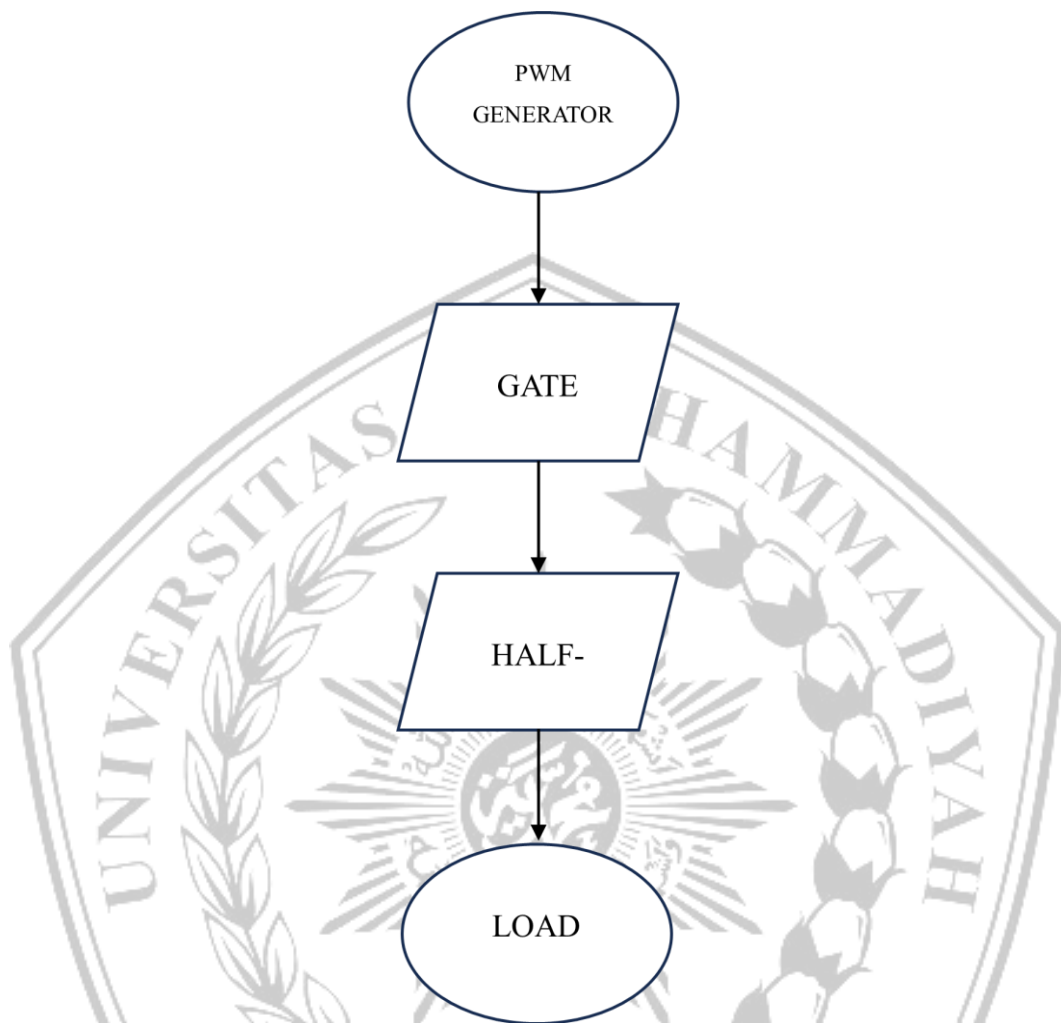
Gambar III.5 Rangkaian Gate Driver Paralel 4 MOSFET

Perhatian utama untuk menggunakan perangkat paralel adalah rasio rugi-rugi daya saat switching terhadap rugi-rugi konduksi. Sinyal PWM pada gate harus mampu menyediakan arus yang cukup untuk menghidupkan dan mematikan perangkat MOSFET. Mengendalikan MOSFET dengan arus pada frekuensi yang tinggi membutuhkan daya dan arus yang besar [5].

3.7 Desain Sistem

Menggambarkan proses kerja secara keseluruhan. Di dalam sub-bab ini juga terdapat diagram alir dari proses sistem yang diusulkan. Proses diagram alir harus dilengkapi dengan keterangan fungsi dari masing-masing elemen. Gambar 5

merupakan contoh dari proses kerja suatu usulan secara keseluruhan dan Gambar 6 adalah diagram alir proses sistem.



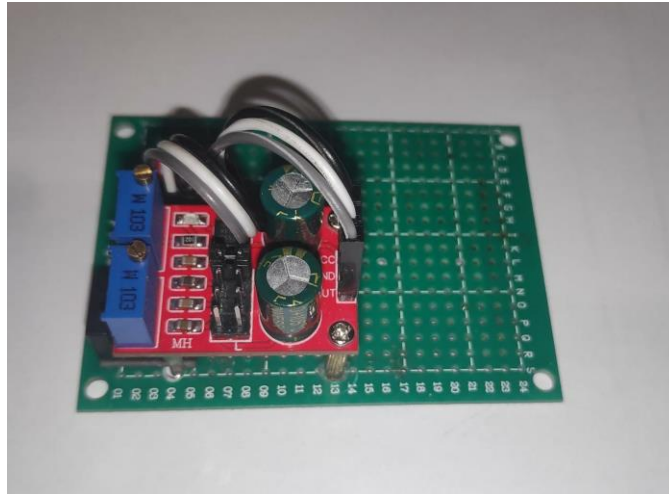
Gambar III.6 Diagram Alir Sistem

Keterangan :

1. Modul NE555 berfungsi sebagai penghasil sinyal PWM
2. Gate driver MOSFET digunakan untuk menggerakkan MOSFET
3. Load yang digunakan adalah power resistor 60watt 11,3ohm

3.8 Desain Simulasi

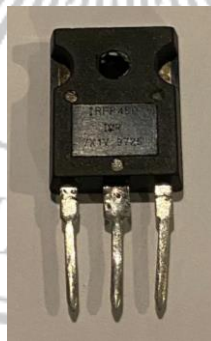
Multisim digunakan sebagai rancang desain dan simulasi desain rangkaian gate driver MOSFET sebelum dilakukannya perancangan alat. Tujuan dari merancang desain rangkaian gate driver MOSFET paralel pada simulink untuk menguji komponen yang akan dipakai.



Gambar III.11 Adjustable 2 Channel PWM Generator Wave Signal Pulse Frequency

3.9.3 MOSFET(IRFP450)

IRFP450 adalah jenis transistor MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) yang digunakan dalam aplikasi elektronik. Ini adalah jenis P-Channel MOSFET, MOSFET IRFP450 tipe P-channel memiliki tiga terminal utama, yaitu Source, Gate, dan Drain. Prinsip kerjanya berdasarkan medan listrik yang dihasilkan oleh tegangan pada terminal Gate. Ketika tegangan pada terminal Gate lebih negatif daripada tegangan Source, channel (saluran) antara Source dan Drain terbentuk, dan aliran arus dapat mengalir.



Gambar III.12 MOSFET IRP450

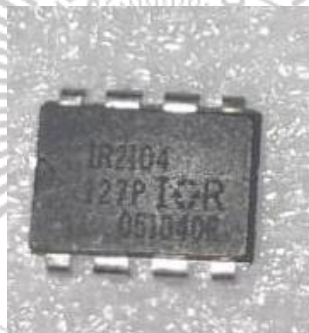
MOSFET IRFP450 memiliki tegangan maksimum Drain-Source (V_{ds}) sebesar 500 V, yang menunjukkan batas tegangan yang dapat ditahan oleh MOSFET. Arus maksimum Drain (I_d) yang dapat mengalir melalui MOSFET dalam kondisi normal adalah 14 A.

MOSFET IRFP450 tipe P-channel sering digunakan dalam aplikasi daya yang membutuhkan pengendalian daya tinggi, seperti pengendali motor, regulator tegangan, inverter, dan aplikasi lain yang membutuhkan kemampuan MOSFET untuk mengendalikan arus daya besar dengan efisiensi tinggi.

3.9.4 IR2104

IC IR2104 adalah integrated circuit (IC) driver gerbang MOSFET yang dirancang khusus untuk mengendalikan MOSFET. IC ini biasanya digunakan dalam sirkuit yang menggunakan MOSFET sebagai saklar daya yang mengatur aliran arus tinggi.

Memiliki fungsi utama sebagai gate driver MOSFET. Hal ini berarti IC ini bertanggung jawab untuk mengendalikan MOSFET dengan memberikan sinyal yang tepat pada terminal gate MOSFET. IR2104 dapat bekerja pada tegangan antara 10 hingga 600V, yang memungkinkan penggunaannya dalam berbagai aplikasi berdaya tinggi



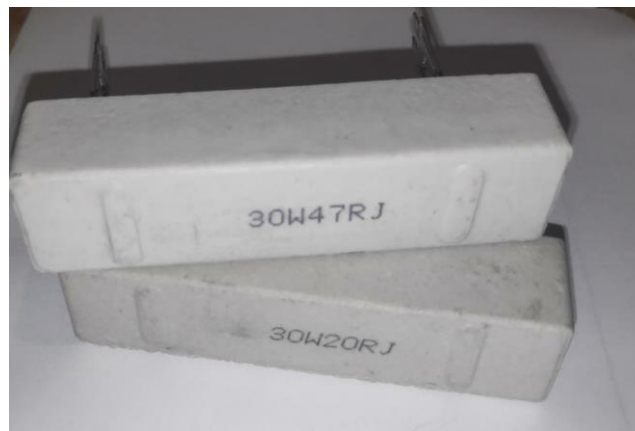
Gambar III.13 IC IR2104

3.9.5 Power Resistor

Power resistor dapat digunakan sebagai beban uji dalam berbagai aplikasi. Digunakan sebagai beban uji, power resistor dapat menguji dan mengukur performa sistem kelistrikan atau sistem elektronik.

Dalam aplikasi ini, power resistor dipasang sebagai beban dalam rangkaian, dan kemudian tegangan atau arus yang diberikan ke power resistor dapat diukur dan dianalisis. Dalam hal ini, power resistor yang digunakan sebagai beban uji harus memiliki rating daya yang sesuai dengan daya yang diharapkan pada sistem

yang diuji, serta harus memiliki toleransi resistansi yang akurat agar pengukuran yang diperoleh dapat dipercaya.



Gambar III.14 Power Resistor

