

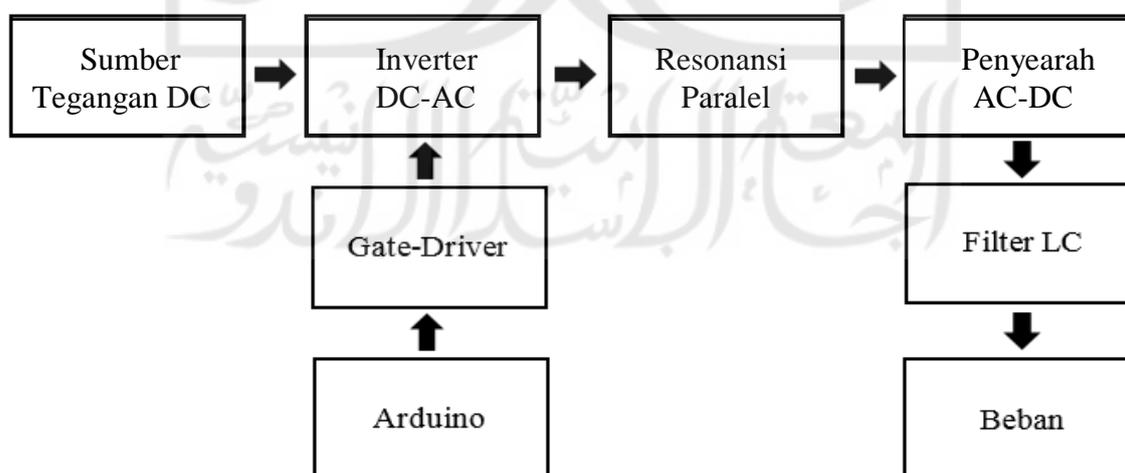
## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Perancangan Konverter DC-DC beban Resonansi Paralel

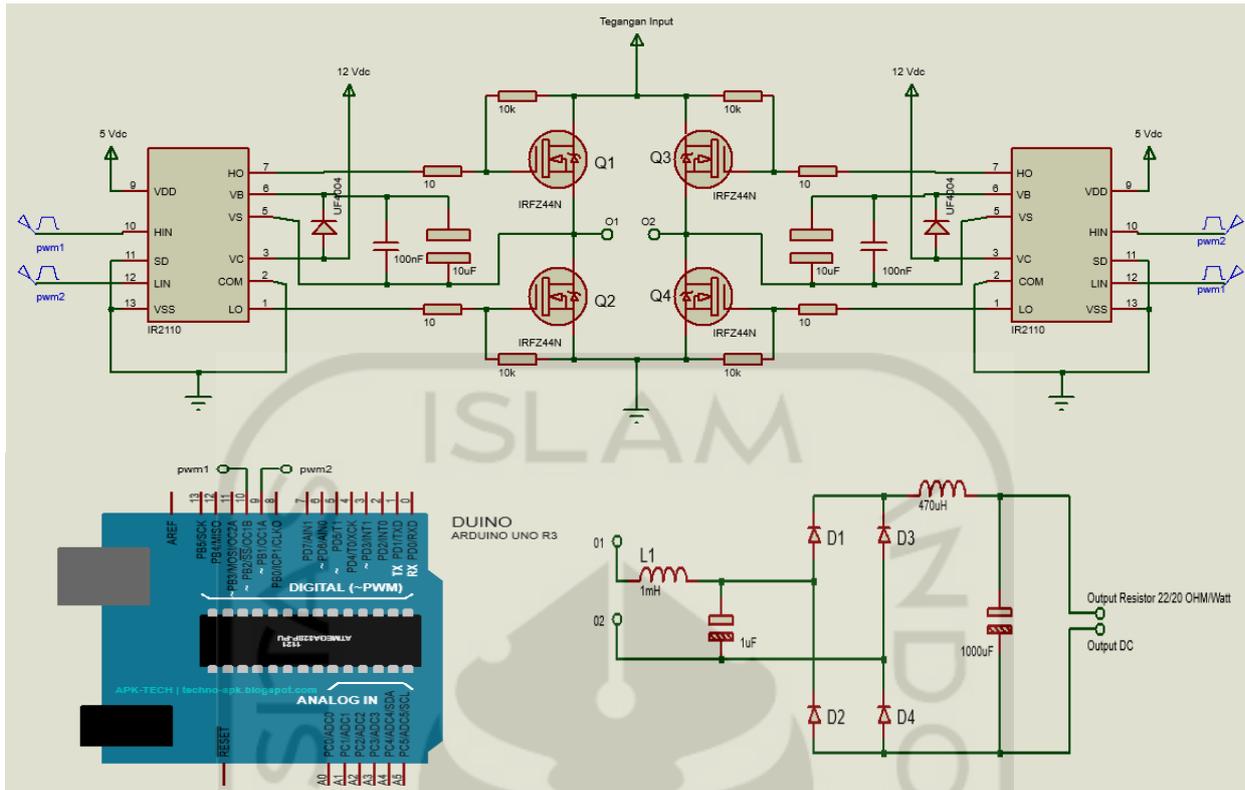
Terdapat tiga tahap dalam proses perancangan konverter DC-DC beban resonansi paralel. Tahapan pertama, tahap pengkonversian tegangan *input* searah (DC) ke tegangan *output* AC melalui rangkaian *switching* yang dilakukan oleh MOSFET dengan kendali MOSFET melalui *input* PWM pada Arduino. Tahap kedua, mengalirkan gelombang AC dari inverter ke rangkaian resonansi. Tahap ketiga, mengkonversi tegangan AC ke tegangan DC dengan memanfaatkan rangkaian penyearah. Blok diagram rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Proses cara kerja alat yaitu berawal dari tegangan sumber DC (*power supply*) yang dialirkan ke rangkaian inverter untuk mengkonversinya menjadi tegangan AC. Rangkaian inverter terdiri dari empat MOSFET yang bekerja berdasarkan input sinyal gelombang yang disebut *pulse width modulation* atau PWM, PWM dikordinasikan oleh Arduino yang diarahkan ke gate-driver pada MOSFET. Tujuannya untuk meningkatkan level tegangan PWM agar bisa memicu MOSFET berada pada kondisi saturasi. Sehingga MOSFET bisa dimanfaatkan sebagai saklar elektronik. Tegangan AC yang dihasilkan dari proses inverter kemudian diarahkan ke rangkaian resonansi. Tegangan AC yang telah memasuki jaringan resonansi kemudian di searahkan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh untuk menghasilkan *output* tegangan DC. Untuk mengurangi *ripple* pada arus maupun tegangan dilakukan dengan melewatkannya ke rangkaian LC filter sebelum ke  $R_L$ .



Gambar 3.1 Blok diagram konverter DC-DC beban resonansi paralel

Desain konverter dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Skematis konverter DC-DC beban resonansi paralel

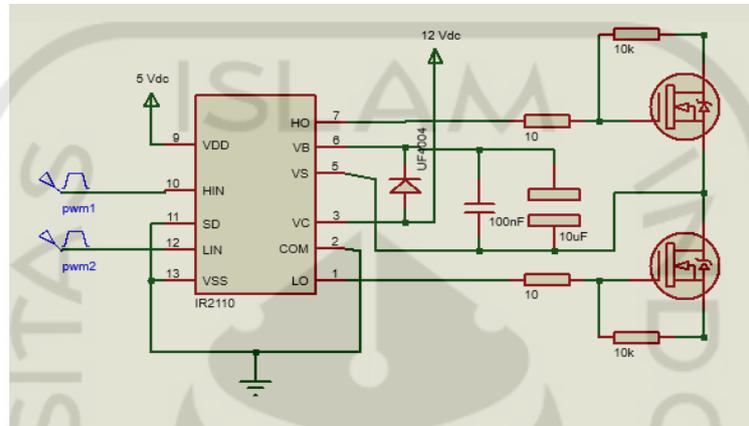
Parameter pada perancangan konverter DC-DC beban resonansi paralel dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter perancangan Konverter DC-DC baban Resonansi Paralel

Parameter	Nilai
Tegangan <i>Input</i>	20 - 25 V <sub>DC</sub>
Arus <i>Input</i>	0,12 A ~ 0,65 A
Daya <i>Input</i>	2 W – 16,5 W
Tegangan <i>Gate-Driver</i> MOSFET	12-15 V
Frekuensi Resonansi yang di hitung	50 kHz
Frekuensi <i>Switching</i> yang di ujikan	10 kHz ~ 100 kHz
Persentase <i>Duty Cycle</i>	50 %
<i>Output Voltage Maximum</i>	50 V
<i>Output Current Maximum</i>	0,2 A
Daya Output Maksimal	20 W

### 3.1.1 Perancangan Rangkaian PWM

Untuk dapat membangkitkan sebuah MOSFET diperlukan level tegangan PWM harus diatas  $9 V_{DC}$  [7]. Level tegangan yang dibangkitkan oleh Arduino adalah  $5 V_{DC}$ , oleh sebab itu diperlukan sebuah rangkaian yang dapat menaikkan level agar MOSFET mencapai kondisi saturasi (MOSFET aktif) sehingga arus mengalir dari *drain-to-source* [7]. Pada perancangan ini peneliti menggunakan MOSFET tipe-n dengan seri irfz44n. *schematic gate driver* MOSFET bisa dilihat pada Gambar 3.3 [3].



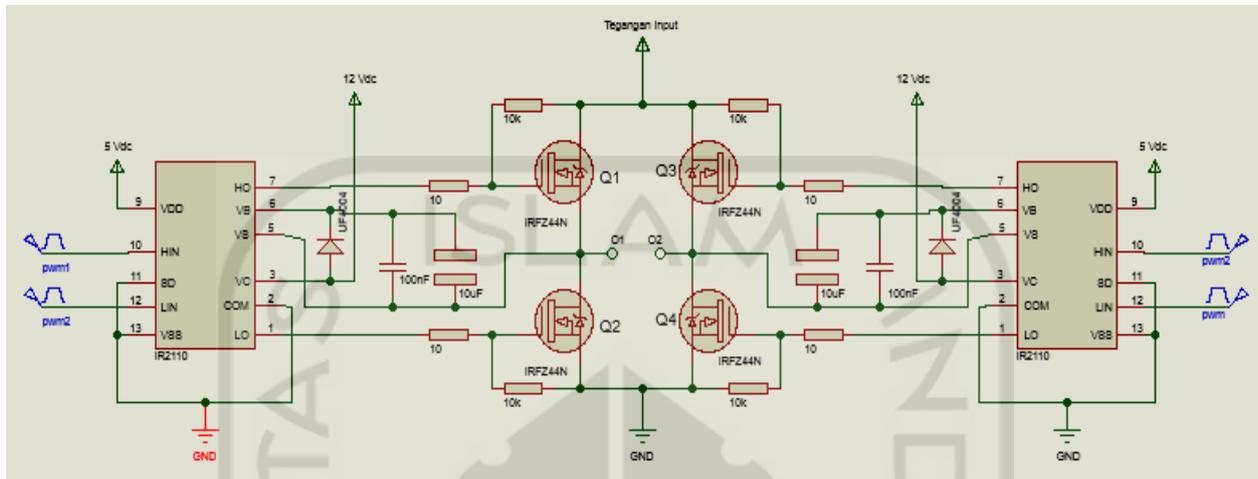
Gambar 3.3 Rangkain penguatan PWM

Komponen IC penguat PWM yang penulis gunakan adalah IR2110. IC ini merupakan *gate driver* untuk MOSFET dimana IC mempunyai 2 pin *output* serta juga 2 pin *input*. Kedua pin *output* yaitu pin 1 dan 7 adalah keluaran *high-side* dan *low-side* pada masing-masing *input* dan *output* nya. 2 pin *input* yaitu pin 10 dan 12 akan di berikan PWM oleh arduino. Pada IC IR2110 terdapat 2 *input* tegangan yaitu pada pin  $V_{DD}$  dan  $V_{CC}$ .  $V_{DD}$  berfungsi sebagai *logical supply* sedangkan  $V_{CC}$  sebagai sumber tegangan untuk membuka *gate* pada MOSFET. Fungsi dari dioda yang menghubungkan pin 3 ( $V_S$ ) dan pin 6 ( $V_B$ ) berfungsi untuk mencegah terjadinya proses *discharging* saat pin 6 berlogika *high*. *Output* dari IR2110 berada pada pin 1 dan 7, dimana pada setiap pin dihubung resistor yang memiliki fungsi berbeda. Pada resistor  $10 \Omega$  berfungsi untuk pembatas arus. Sedangkan pada resistor  $10 K\Omega$  berfungsi untuk isolasi *high-side* dan *low-side* pada MOSFET.

### 3.1.2 Perancangan Rangkaian full-bridge inverter

*full-bridge inverter* memiliki ke stabilan tegangan yang cukup baik karena  $V_{in} = V_{out}$ . Jenis MOSFET yang digunakan peneliti ialah IRFZ44N, dimana MOSFET dapat melakukan *soft-switching* yang sesuai dengan kriteria pada perancangan konverter DC-DC beban resonansi paralel. Skematis rangkaian bisa dilihat pada Gambar 3.4.

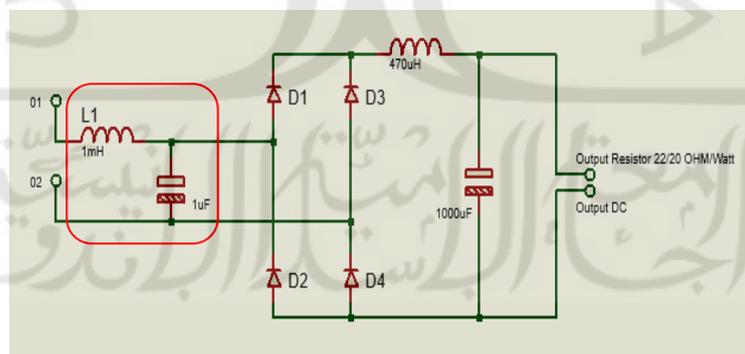
Pada perancangan ini dilakukan konfigurasi pada Arduino sebagai input PWM pada IRFZ44N yang akan memicu MOSFET Q1 dan Q4 dalam keadaan tertutup secara bersamaan ( MOSFET *on* ). Di saat yang bersamaan MOSFET Q2 dan Q3 dalam keadaan terbuka. Sehingga, didapatkan keluaran gelombang kotak yang memiliki frekuensi ( tegangan AC ).



Gambar 3.4 Skematis rangkaian *full-bridge inverter*

### 3.1.3 Perancangan Pada Rangkaian Resonansi

Rangkaian resonansi yang dimaksud pada perancangan ini adalah pada pengaruh nilai induktor dan kapasitor terhadap frekuensi dan tegangan. Didalam perancangan konverter DC-DC beban resonansi paralel, peneliti menggunakan induktor dan kapasitor yang dihubungkan paralel pada jaringan resonansi. Nilai parameter pada induktor dan kapasitor akan menentukan nilai frekuensi resonansinya. Rangkaian resonansi dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian resonansi

Pada Tabel 3.1 peneliti menyebutkan bahwa frekuensi resonansi yang di inginkan adalah 50 kHz untuk mempermudah perhitungan. Untuk nilai induktor sebesar 100  $\mu$ H dan kapasitor 100 nF. Didapatkan frekuensi resonansi sebesar 50354 Hz atau sama dengan 50,354 kHz.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{1.10^{-4} \times 1.10^{-7}}} = 50,354 \text{ kHz}$$

Nilai output tertinggi didapat pada saat  $f_r = f_s$ . Dengan menggunakan persamaan 2.3 dapat dihitung nilai  $\omega$ , yaitu

$$\omega_r = \omega_s = 2\pi f_r$$

$$\omega_r = 2 \times (3,14) \times (50,354.10^3)$$

$$\omega_r = 316383,5$$

Dengan berpacu pada nilai-nilai parameter pada Tabel 3.1 dimana konverter dapat menyalurkan daya maksimal sebesar 20 W, oleh sebab itu peneliti memilih resistor 20 W/147 RJ sebagai beban untuk pengujian.

Dengan persamaan 2.5 dapat menghitung nilai *equivalens-resistance*  $R_{eq}$

$$R_{eq} = \frac{\pi^2}{8} 147$$

$$R_{eq} = 181.35 \Omega$$

Dengan persamaan 2.6 dapat menghitung nilai *quality factor*

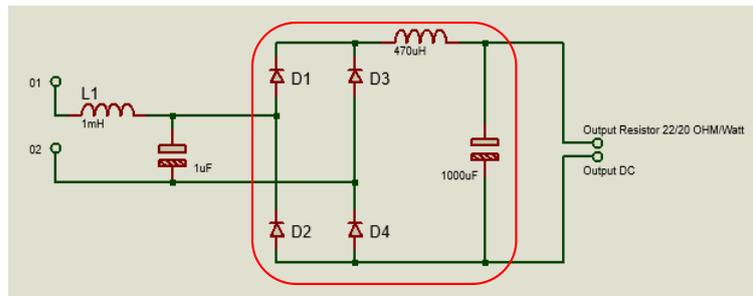
$$Q = \frac{147}{(316383,5)(100.10^{-6})}$$

$$Q = 4$$

### 3.1.4 Perancangan *full-bridge rectifier* dengan filter LC

Rangkain Penyearah gelombang penuh bertujuan mengkonversi tegangan AC yang berasal dari hasil *switching* dan jaringan resonansi menjadi tegangan DC kembali. Rangkaian *full-bridge rectifier* bisa dilihat Gambar 3.6.

Pada rangkaian *rectifier* peneliti memilih dioda *ultra fast* dengan seri UF4007. Dengan menggunakan dioda *ultra fast* sangat baik untuk *rectifier* yang bekerja dengan *high-frequency*.



Gambar 3.6 Rangkaian *full-bridge rectifier* dengan filter LC

Pada keadaan ideal. Tegangan DC *output* pada penyearah gelombang penuh tegangan DC tidak mempunyai frekuensi. Tetapi pada praktiknya *ripple* arus dan tegangan masih tetap ada. Pada frekuensi rendah keberadaan *ripple* kemungkinan bisa di abaikan tetapi pada frekuensi tinggi akan sangat terlihat bahwa *ripple* itu ada, oleh sebab itu diperlukan suatu filter untuk mengurangi *ripple*. Filter yang peneliti gunakan yaitu sebuah induktor dan kapasitor.

Berikut komponen yang digunakan dalam perancangan konverter DC-DC beban resonansi paralel ini bisa dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komponen Perancangan Konverter DC-DC beban resonansi paralel

Komponen	Nilai/Paralel
Cr	100 nF
Lr	100 $\mu$ H
R <sub>L</sub>	20W/147RJ
Dioda	UF4007
MOSFET	IRFZ44N
PWM	Arduino Uno R3

### 3.2 Analisis percobaan

Berikut 3 parameter pengujian:

#### 1. Pada *Output* Inverter

Tegangan *supply* DC di konversi ke tegangan AC yang masih gelombang kotak. Karena gelombang kotak memiliki frekuensi maka dapat disebut sebagai tegangan AC. Karena menggunakan topologi *full-bridge* konverter, maka tegangan maksimumnya sama dengan tegangan *input*, sedangkan tegangan minimumnya adalah (-) tegangan *input*.

2. Pada *Output* Konverter

Nilai tegangan *output* sangat dipengaruhi dari frekuensi *switching* yang di masukkan. Pada pengamatan terhadap *output* konverter peneliti melakukan variasi terhadap frekuensi *switching* untuk mendapatkan nilai maksimum dari konverter DC-DC beban resonansi paralel.

3. Efisiensi Konverter Terhadap Beban Resistansi

Pada pengujiannya konverter dihubungkan dengan beban resistor yang dihubungkan pada konverter. Pada saat terhubungnya sumber dengan beban maka akan mengakibatkan naiknya nilai arus dan *supply* daya.

