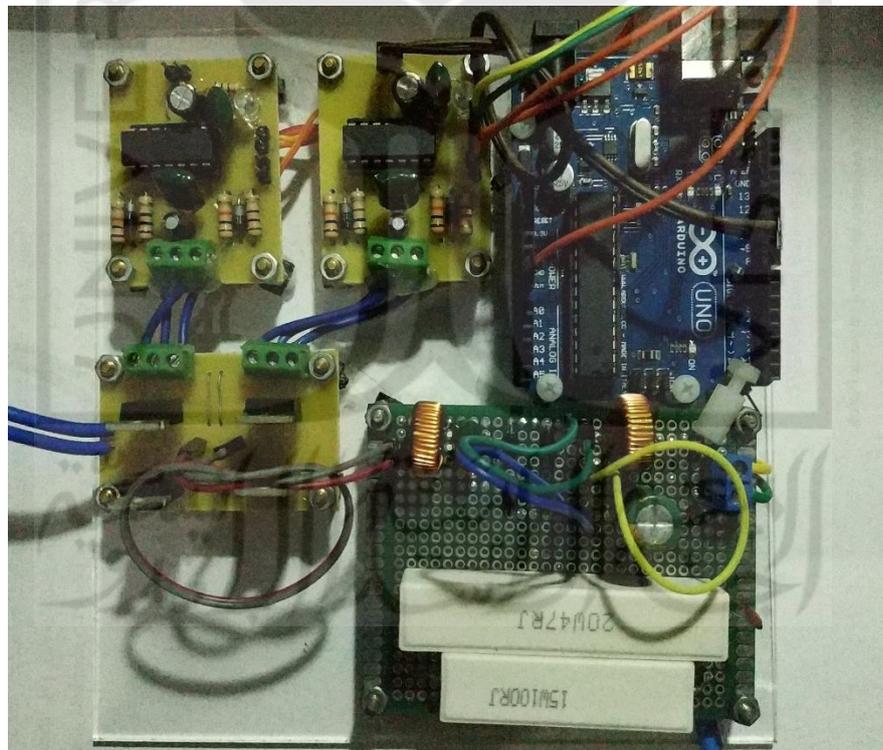


BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Konverter DC-DC Beban Resonansi paralel

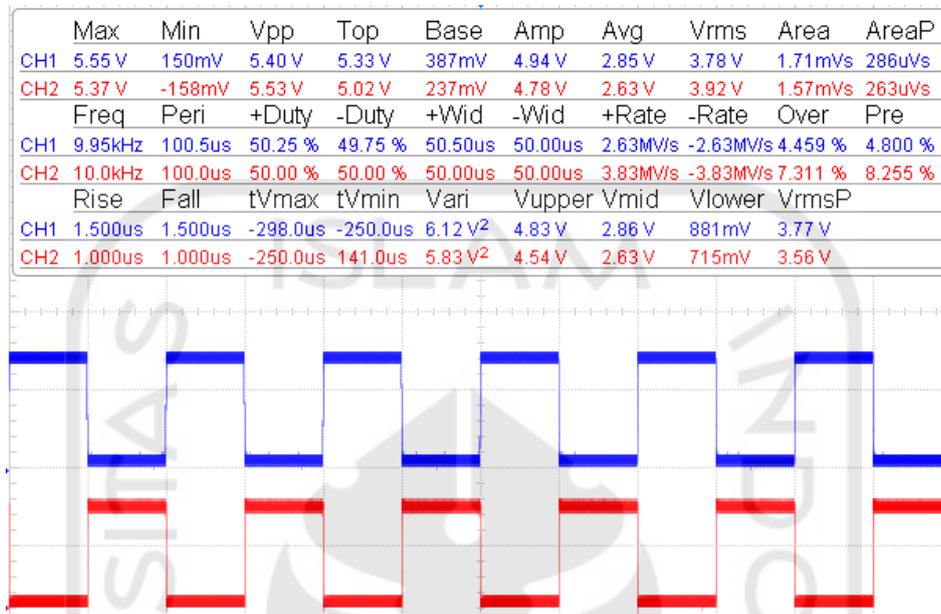
Dalam rancang bangun konverter DC-DC beban resonansi paralel hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.1. peneliti menggunakan akrilik sebagai media penempatan alat untuk mempermudah peneliti dalam pegujian. Untuk input tegangan memiliki 3 titik, yang pertama 5 V untuk input V_{DD} , kedua 12 V untuk *gate driver* dan yang ketiga 20 V_{DC} – 25 V_{DC} untuk *input* rangkaian konverter DC-DC beban resonansi paralel. Arduino Uno diprogram untuk memberikan variasi input PWM mulai dari 10 kHz hingga 100 kHz. PWM Arduino terhubung melalui pin 9 dan pin 10. Pada bagian inverter dapat dilihat peneliti memanfaatkan topologi *full-bridge*. Kemudian untuk penyearahnya peneliti menggunakan tipe *full-bridge rectifier*. Peneliti melakukan tahap *step by step* untuk mempermudah pengujian. Arus yang diperbolehkan mengalir pada konverter bernilai maksimal 1 A dengan maksimal daya pada beban yaitu 20 W.



Gambar 4.1 *Hardware* konverter DC-DC beban resonansi paralel

4.2 Keluaran PWM dari Arduino UNO

Pada jaringan konverter DC-DC beban resonansi paralel terdapat tahapan awal yaitu konfigurasi PWM yang dilakukan oleh Arduino. Output PWM Arduino bisa dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Output sinyal PWM pada Arduino

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa terdapat 2 kombinasi kerja pada PWM pin 9 dan pin 10 yang akan bertugas untuk pengaturan *switching* pada setiap MOSFET pada jaringan konverter. Berdasarkan Gambar 4.2 juga bisa dilihat tegangan maksimal pada masing-masing pin hanya mencapai 5.55 V dan 5.37 V. Karena MOSFET hanya akan bekerja apabila $V_{GS} > 10$ V maka diperlukan sebuah rangkaian *gate driver* seperti pada Gambar 3.3 untuk meningkatkan nilai V_{GS} nya agar MOSFET dapat berkerja. Output PWM setelah dihubungkan pada jaringan penguat PWM dapat dilihat pada Gambar 4.3.

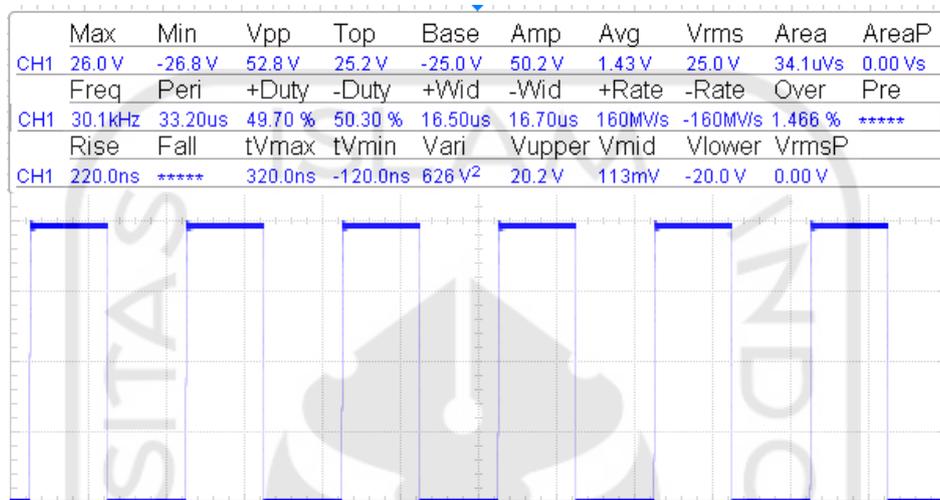
	Max	Min	Vpp	Top	Base	Amp	Avg	Vrms	Area	AreaP
CH1	13.0 V	0.00 V	13.0 V	12.5 V	810mV	11.7 V	6.62 V	8.83 V	3.96mVs	662uVs
CH2	12.2 V	-1.21 V	13.4 V	10.9 V	540mV	10.4 V	5.72 V	8.47 V	3.42mVs	572uVs
	Freq	Peri	+Duty	-Duty	+Wid	-Wid	+Rate	-Rate	Over	Pre
CH1	10.0kHz	100.0us	50.00 %	50.00 %	50.00us	50.00us	6.26MV/s	-9.39MV/s	3.456 %	6.897 %
CH2	10.0kHz	100.0us	50.00 %	50.00 %	50.00us	50.00us	8.29MV/s	-8.29MV/s	12.15 %	16.95 %
	Rise	Fall	tVmax	tVmin	Vari	Vupper	Vmid	Vlower	VrmsP	
CH1	1.500us	1.000us	-297.2us	-250.2us	34.2 V ²	11.4 V	6.68 V	1.98 V	8.83 V	
CH2	1.000us	1.000us	-250.2us	-200.2us	27.7 V ²	9.86 V	5.72 V	1.57 V	7.76 V	

Gambar 4.3 Keluaran PWM terhubung rangkaian *gate driver*

Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa tegangan V_{GS} untuk MOSFET telah memenuhi syarat kerja MOSFET yaitu 13.0 V dan 12.2 V pada masing-masing pin 9 dan pin 10.

4.3 Output full-bridge Inverter

Setelah melewati tahapan awal yaitu konfigurasi PWM, konverter DC-DC beban resonansi paralel memiliki 3 tahapan. Tahap yang pertama yaitu mengubah tegangan input DC ke tegangan AC dengan memanfaatkan jaringan *switching* (inverter). Pada pengujian, diberikan tegangan input bernilai 25 V_{DC}, frekuensi PWM bernilai 30 kHz. Maka *Output full-bridge Inverter* bisa dilihat pada Gambar 4.4.

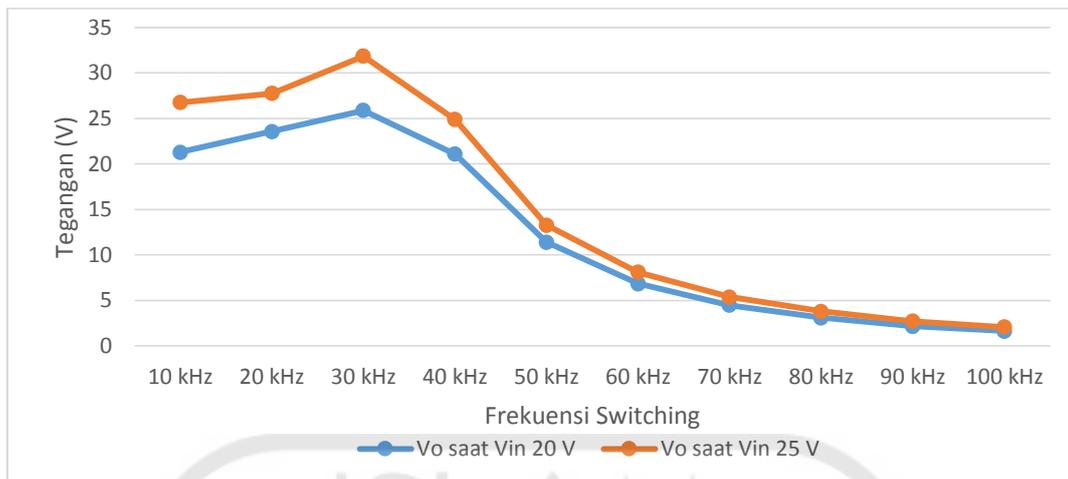


Gambar 4.4 Output full-bridge Inverter

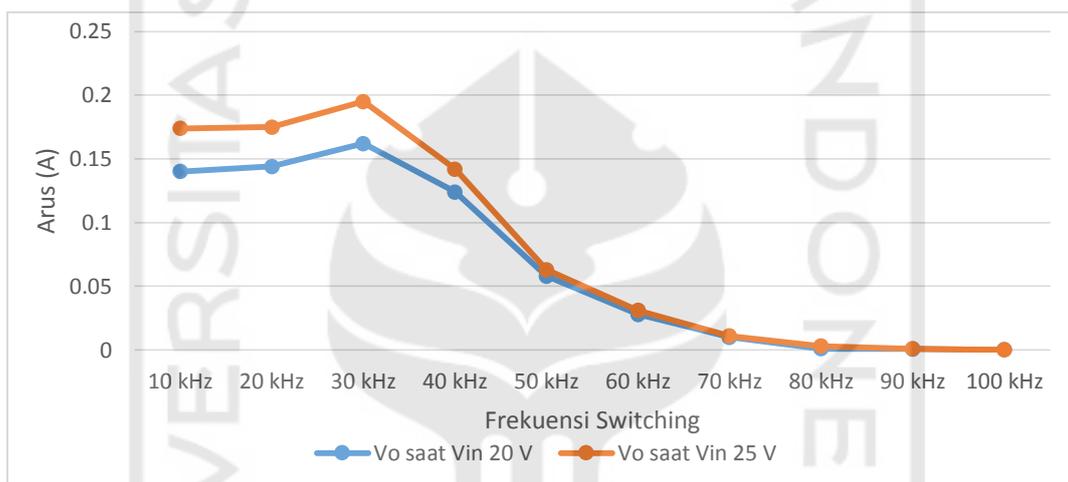
Pada Gambar 4.4 diketahui bahwa nilai V_{\max} bernilai 25.6 V dan V_{\min} bernilai -26.8 V. Idealnya, tegangan maksimal (V_{\max}) nilainya akan sama dengan tegangan *input* $+V_{\text{in}}$ sedangkan tegangan minimal (V_{\min}) juga nilainya akan sama yaitu $(-)$ tegangan *input* $-V_{\text{in}}$. Keadaan ini ada karena terjadi osilasi pada masing-masing tegangan maksimum dan tegangan minimum yang mendorong terjadinya kondisi *maximum overshoot and undershoot* pada gelombang tegangannya. Nilai batas atas gelombang V_{top} dan batas bawah gelombang V_{base} yang terukur masing-masing bernilai 24.4 V dan -24.9 V, nilai terukur ini merupakan nilai gelombang tegangan sesaat setelah melewati keadaan isolasi (*steady state*). Jadi, pada pengujian didapatkan hasil output jaringan *switching* (inverter) bernilai 24 V dengan *overshoot* 2 V dan tegangan jatuh bernilai 0,6 V.

4.4 Keluaran Konverter DC-DC Beban Resonansi Paralel

Pada pengujian konverter DC-DC beban resonansi paralel tegangan *input* yang diberikan adalah 20 V dan 25 V. variasi nilai tegangan *output* juga akan dipengaruhi oleh perubahan nilai frekuensi *switching* nya. Idealnya, tegangan *output* maksimal akan dicapai pada saat $f_r = f_s$. Untuk mengetahui perubahan V_{out} dan I_{out} konverter bisa dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



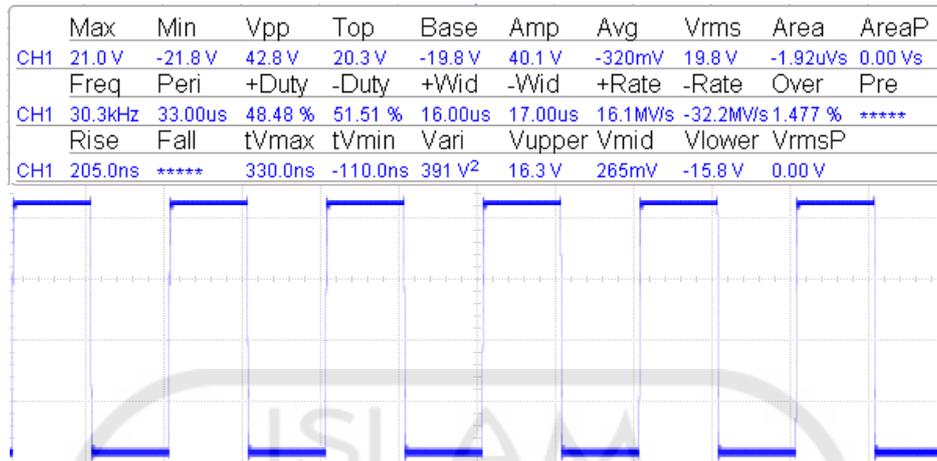
Gambar 4.5 Grafik tegangan *output* terhadap perubahan frekuensi *switching*



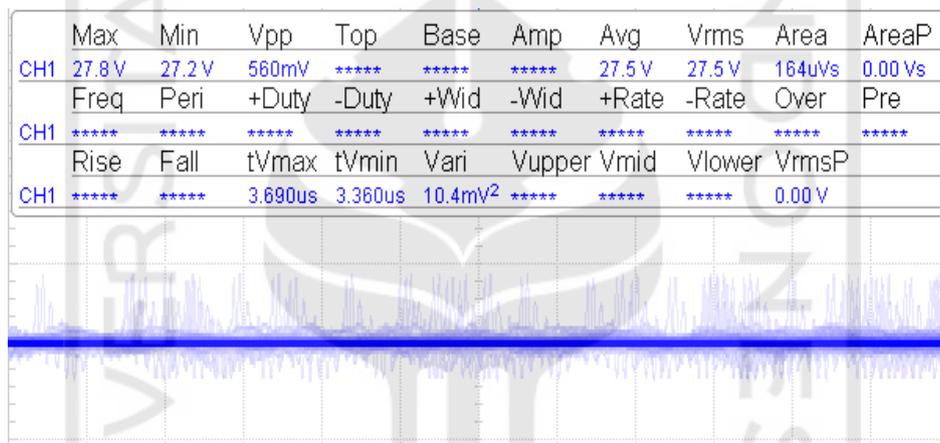
Gambar 4.6 Grafik arus *output* terhadap perubahan frekuensi *switching*

Berdasarkan pada Gambar 4.5 dan 4.6 nilai tegangan dan arus *output* konverter tertinggi terjadi pada saat nilai frekuensi *switching* 30 kHz dan output terendahnya terjadi pada saat nilai frekuensi *switching* 100kHz. Pada masing-masing frekuensi *switching* terjadi perubahan tegangan dan arus output dengan rentang frekuensi 10 kHz hingga 100 kHz. Pada saat frekuensi 50 kHz tidak dapat menghasilkan *output* konverter yang lebih besar di dibandingkan pada saat 30 kHz, penulis berasumsi terjadinya hal ini diakibatkan oleh pemilihan tipe komponen induktor dan kapasitor yang belum tepat. Sehingga, dapat disimpulkan *output* konverter terbesar terjadi pada saat diberi frekuensi *switching* 30 kHz.

Selanjutnya, pengujian yang dilakukan dengan memvariasikan tegangan input konverter yaitu nilai tegangan 20 V, dan 25 V. Pada pengujian penulis memakai frekuensi *switching* bernilai 30 kHz. Tujuan perngujian ini untuk mengetahui kinerja dari proses *switching* pada konverter disetiap tegangan input yang di berikan serta efisiensi konverter. Untuk mengetahui hasil *switching* MOSFET dengan $V_{in} = 20 V_{DC}$ bisa dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil *switching* MOSFET dengan V_{in} 20 V_{DC} & $F_s = 30$ kHz



Gambar 4.8 Keluaran konverter saat V_{in} 20 V_{DC} & $F_s = 30$ kHz

Pada Gambar 4.8 dapat diketahui tegangan *output* yang terukur bernilai sebesar 27,5 V_{DC} dengan *ripple* nya bernilai 2,18 %. Pada saat proses *switching* tidak terjadi tegangan jatuh.

Parameter PSU pada saat V_{in} 20 V bisa dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameter nilai input yang terbaca pada PSU saat V_{in} 20 V

Parameter	Nilai
Tegangan <i>input</i>	20 V
Arus <i>input</i>	0,42 A
Daya <i>input</i>	8.4 W

Nilai P_{out} dapat dihitung dengan persamaan 2.10

$$P_o = \frac{1}{T} \int_0^{kT} \frac{V_0^2}{R} dt = \frac{1}{T} \int_0^{kT} \frac{(V_{in} - V_{cH})^2}{R_L} dt = k \frac{(V_{in} - V_{cH})^2}{R_L}$$

$$P_o = 2 \frac{(20 - (0))^2}{147} = 5,44 \text{ W}$$

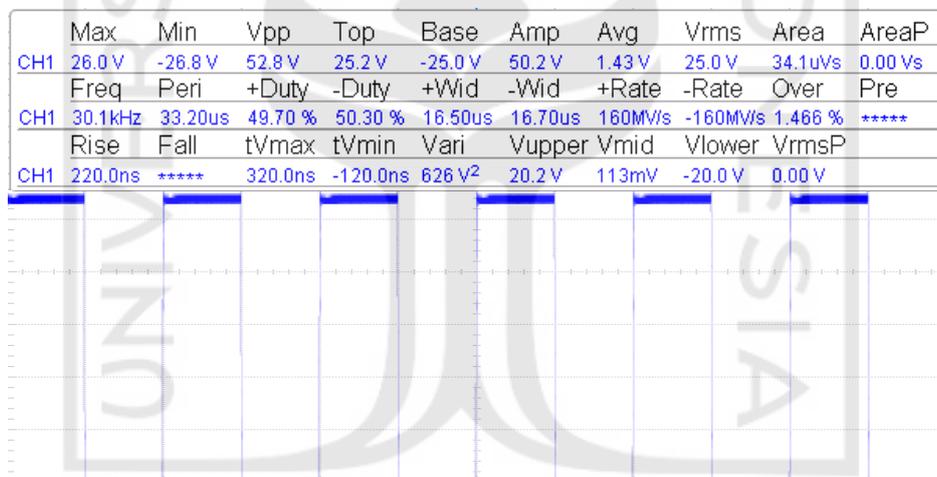
Daya *output* pada perhitungan bernilai 5.44 W sedangkan daya *output* yang terukur hanya 3,7 W. jadi untuk perhitungan efisiensi menggunakan daya *ouput* hasil pengujian.

Dengan didapatkannya nilai P_{out} dan P_{in} maka efisiensi pada saat 20 V dapat diketahui dengan persamaan 2.11.

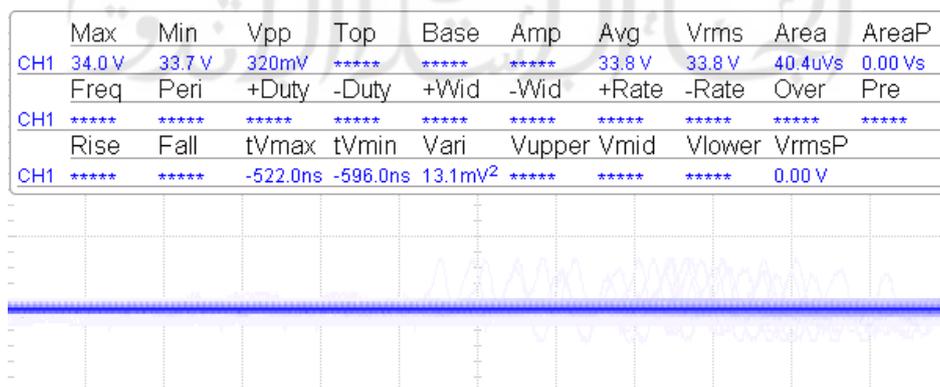
$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{3,7}{8,4} \times 100\% = 44.04\%$$

Selanjutnya, pengujian konverter pada saat V_{in} 25 V dengan frekuensi *switching* 30 kHz. Untuk mengetahui hasil *switching* MOSFET dengan $V_{in} = 20 \text{ V}_{DC}$ pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil *switching* MOSFET dengan V_{in} 25 V_{DC} & $F_s = 30 \text{ kHz}$



Gambar 4.10 Keluaran konverter saat V_{in} 25 V_{DC} & $F_s = 30 \text{ kHz}$

Pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa tegangan output yang terukur bernilai sebesar 33,8 V_{DC} dengan *ripple* nya bernilai 0,88 %. Pada saat proses *switching* tidak terjadi tegangan jatuh.

Parameter PSU pada saat V_{in} 20 V dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Parameter nilai input yang terbaca pada PSU saat V_{in} 20 V

Parameter	Nilai
Tegangan <i>input</i>	25 V
Arus <i>input</i>	0,51 A
Daya <i>input</i>	13 W

Nilai P_{out} dapat diketahui dengan persamaan 2.10

$$P_o = \frac{1}{T} \int_0^{kT} \frac{V_0^2}{R} dt = \frac{1}{T} \int_0^{kT} \frac{(V_{in} - V_{cH})^2}{R_L} dt = k \frac{(V_{in} - V_{cH})^2}{R_L}$$

$$P_o = 2 \frac{(25 - 0)^2}{147} = 8,5 \text{ W}$$

Daya *output* pada perhitungan bernilai 8,5 W sedangkan daya *output* yang terukur hanya 7,38 W. jadi untuk perhitungan efisiensi menggunakan daya *output* hasil pengujian.

Dengan didapatkannya nilai P_{out} dan P_{in} maka efisiensi konverter pada saat 25 V dapat dihitung dengan persamaan 2.11.

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{7,38}{13} \times 100\% = 56,7\%$$

Pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.10 menunjukkan bahwa pada setiap output konverter mengandung frekuensi yang nilainya berubah-ubah tetapi mendekati dengan nilai frekuensi *switching* nya. Meskipun demikian, pembacaan pada multimeter yang terukur adalah tegangan DC.

Pengujian konverter dengan variasi tegangan input 20 V dan 25 V, frekuensi *switching* 30 kHz ini menghasilkan efisiensi *switching* 44% dan 56,7%. Dengan efisiensi ini menandakan bahwa proses *switching* konverter DC-DC beban resonansi paralel kurang baik pada saat frekuensi *switching* 30 kHz. Untuk melihat hasil output pada masing-masing tegangan input 20 V dan 25 V dengan variasi frekuensi *switching* 10 kHz hingga 100 kHz dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Output konverter DC-DC resonansi paralel saat V_{in} 20 V

f_s	V_{out}	I_{out}	P_{out}
10 kHz	21,29 V	0,14 A	2,98 W
20 kHz	22,55 V	0,144 A	3,27 W
30 kHz	25,87 V	0,162 A	3,7 W
40 kHz	21,07 V	0,124 A	2,61 W
50 kHz	11,39 V	0,058 A	0,66 W
60 kHz	6,83 V	0,028 A	0,19 W
70 kHz	4,47 V	0,01 A	0,007 W
80 kHz	3,098 V	0,001 A	0,00309 W
90 kHz	2,15 V	0,0008 A	0,00172 W
100 kHz	1,625 V	0,00016 A	0,00026 W

Tabel 4.4 konverter DC-DC resonansi paralel saat V_{in} 25 V

f_s	V_{out}	I_{out}	P_{out}
10 kHz	26,76 V	0,174 A	4,65 W
20 kHz	27,76 V	0,175 A	4,85 W
30 kHz	31,85 V	0,195 A	7,38 W
40 kHz	24,88 V	0,142 A	3,53 W
50 kHz	13,26 V	0,063 A	0,83 W
60 kHz	8,08 V	0,031 A	0,25 W
70 kHz	5,371 V	0,011 A	0,059 W
80 kHz	3,78 V	0,003 A	0,011 W
90 kHz	2,7 V	0,0016 A	0,0043 W
100 kHz	2,07 V	0,0001 A	0,0001 W

Pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.9 adalah merupakan hasil *switching* MOSFET. Dapat diketahui bahwa pada saat memasuki proses *switching* dengan tipe *full-bridge and soft-switching* dimana *output* inverter menghasilkan nilai tegangan *input* sama dengan nilai tegangan *output*. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa inverter sudah bekerja secara optimal.

Pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 bahwa output tertinggi konverter dengan tegangan input 20 V dan 25 V didapat pada saat frekuensi *switching* bernilai 30 kHz. Akan tetapi, apabila membandingkan daya output konverter dengan output hasil proses *switching* nilai perbandingannya adalah 56/100 hasil *switching*. Jadi, output akhir dari konverter DC-DC beban resonansi paralel efisiensinya adalah 56% untuk tegangan *input* 25 V dan 44% untuk tegangan *input* 20 V. Rendahnya refisiensi ini terjadi karena perubahan nilai arus output terhadap nilai arus inputannya.

Hasil perancangan pada konverter DC-DC beban resonansi paralel yaitu adalah sebagai penaik tegangan dan apabila dibandingkan dengan konverter DC-DC beban resonansi seri yaitu sebagai penurun tegangan [3]. Hal ini diketahui dari nilai tegangan keluaran yang di hasilkan yaitu pada resonansi seri bernilai $\frac{1}{2}Vs$ dan pada resonansi paralel bernilai $2Vs$.

