

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pengujian rangkaian catu daya.
- 2) Pengujian keypad.
- 3) Pengujian rangkaian *switching*.
- 4) Pengujian sistem secara keseluruhan.

#### 5.1. Pengujian Catu Daya

##### 5.1.1 Pengujian Catu Daya 12 V

Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk mengetahui kesesuaian tegangan keluaran dari catu daya. Catu daya 12 V diperoleh dari sumber tegangan jala-jala AC 220 V yang disearahkan melalui rangkaian konverter AC ke DC. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan masukan dan keluaran rangkaian konverter AC ke DC dengan osiloskop. Gambar 5.1 menunjukkan diagram blok pengujian rangkaian konverter AC ke DC.

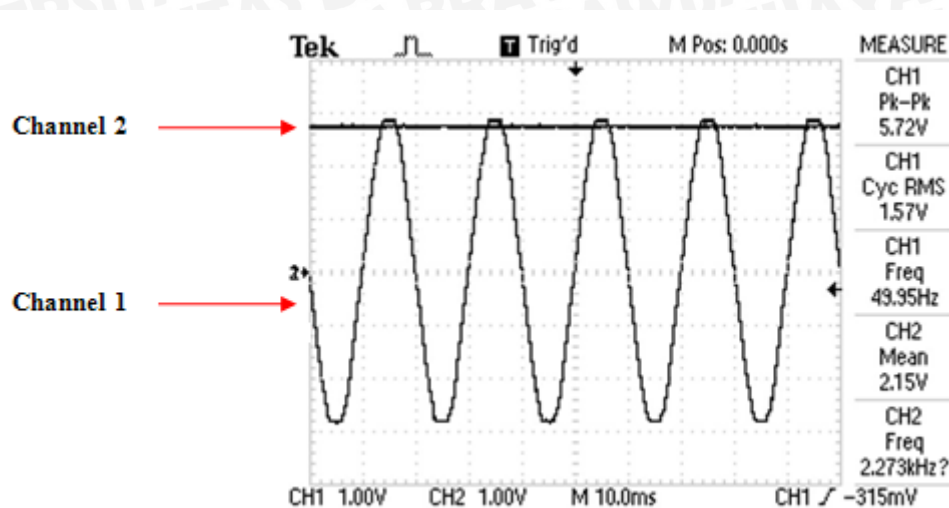


Gambar 5. 1. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian konverter AC ke DC tersusun atas dua bagian yaitu penyearah gelombang penuh dan *fixed output regulator* 7812. Pengujian rangkaian konverter AC ke DC dilakukan dalam dua tahap sesuai dengan bagian penyusunnya.

Pada tahap pertama akan diuji tegangan masukan dan tegangan keluaran dari penyearah gelombang penuh, sedangkan pada tahap ke dua akan diuji tegangan keluaran dari *fixed output regulator* 7812 pada rangkaian konverter AC ke DC.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop TEKTRONIX TDS-1012B. Pengujian pertama dilakukan untuk mengamati tegangan masukan dan keluaran penyearah gelombang penuh. *Channel* 1 osiloskop dihubungkan dengan kumparan sekunder transformator sebagai masukan ke penyearah gelombang penuh, sedangkan *channel* 2 osiloskop dihubungkan dengan keluaran penyearah gelombang penuh.



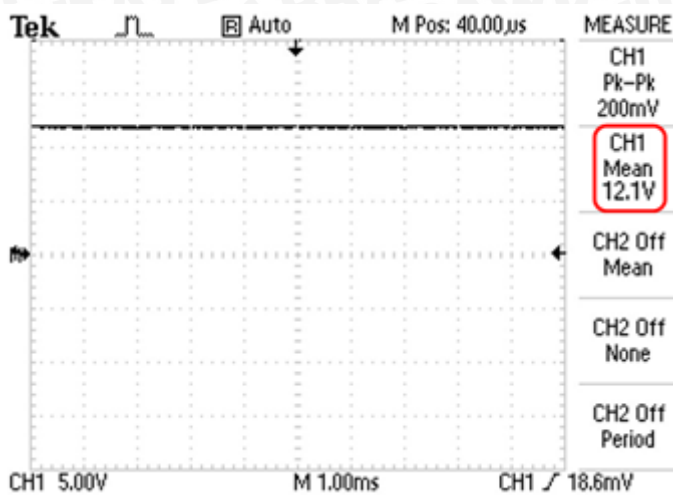
Gambar 5.2 Tegangan Masukan dan Keluaran pada Penyearah Gelombang Penuh

Hasil pengujian pertama menunjukkan bahwa transformator CT *step down* menurunkan tegangan AC 220 V menjadi tegangan AC 15,7 V (31,4 Vpp) dengan frekuensi yang sama yaitu 49,95 Hz. Tegangan AC sebesar 15,7 V ini merupakan nilai efektif untuk tegangan masukan penyearah gelombang penuh sehingga keluaran penyearah gelombang penuh bernilai tegangan DC 21,5 V.

Tegangan DC sebesar 21,5 V ini menjadi tegangan masukan bagi *fixed output regulator* 7812. Efek sinusoida 50 Hz berhasil diredam oleh filter kapasitor dengan nilai kapasitansi sebesar 6800  $\mu\text{F}$  sehingga tegangan *ripple* pada keluaran penyearah gelombang penuh tidak begitu nampak.

Pengujian yang kedua dilakukan terhadap *fixed output regulator* 7812, pengujian ini bertujuan untuk mengamati tegangan keluaran *fixed output regulator* 7812 pada rangkaian konverter AC ke DC. Pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop TEKTRONIX TDS-1012B. *Channel 1* osiloskop dihubungkan dengan keluaran *fixed output regulator* 7812.

Hasil yang diharapkan adalah *fixed output regulator* 7812 mampu memberikan tegangan suplai sebesar 12 V ( $V_{CC}$ ) sebagai sumber tegangan utama untuk mengoperasikan driver motor. Hasil pengujian tegangan keluaran pada *fixed output regulator* 7812 ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Tegangan Keluaran Pada *Fixed Output Regulator* 7812

Hasil pengujian kedua menunjukkan bahwa regulator 7812 berhasil meregulasi tegangan tegangan inputnya sebesar DC 27,5 V menjadi tegangan sebesar DC 12,1 V dengan *ripple* yang minimum. Tegangan keluaran *fixed output regulator* 7812 menyimpang sebesar 0,1 V dari hasil yang diharapkan, sehingga terdapat kesalahan sebesar 0,83% pada tegangan keluaran *fixed output regulator* 7812. Kesalahan sebesar 0,83% ini masih dapat ditoleransi sehingga tidak akan mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

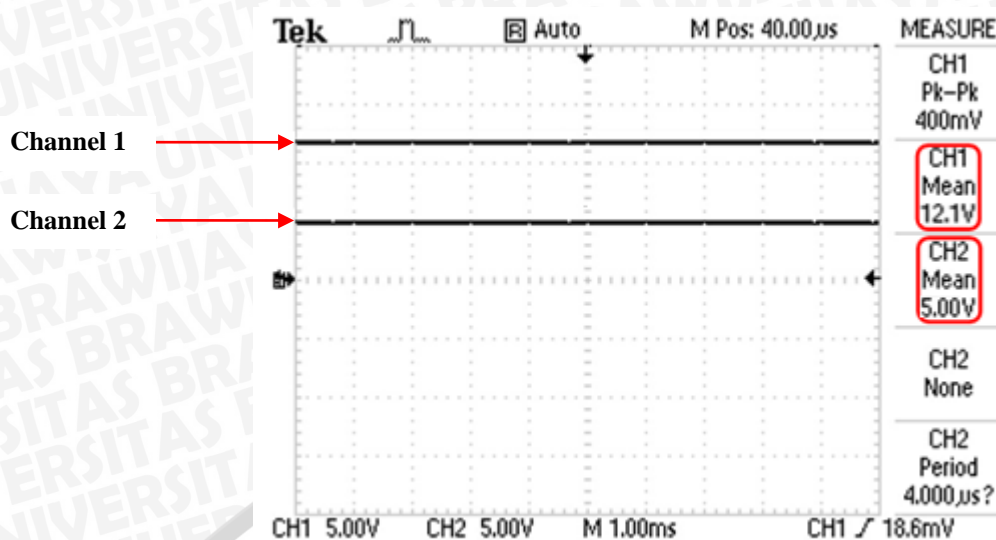
### 5.1.2 Pengujian Catu Daya 5 V

Catu daya 5 V diperoleh dari rangkaian keluaran konverter AC ke DC 12 V. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan masukan dan keluaran dari rangkaian catu daya dengan osiloskop untuk mengetahui nilai tegangannya. Diagram blok pengujian rangkaian catu daya ditunjukkan dalam Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Catu Daya 5 V

Pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop TEKTRONIX TDS-1012B. Channel 1 osiloskop dihubungkan dengan sumber tegangan 12 V, sedangkan channel 2 osiloskop dihubungkan dengan keluaran rangkaian regulator LM7805. Hasil pengujian tegangan masukan dan tegangan keluaran pada rangkaian catu daya 5 V ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



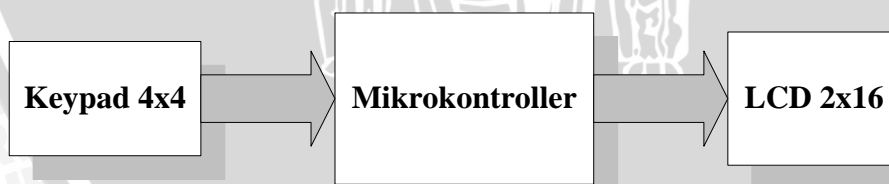
Gambar 5.5 Tegangan Keluaran Pada *Fixed Output Regulator* 7805

Dari hasil pengujian yang pertama diperoleh nilai tegangan keluaran sebesar 5,00 V. Nilai tersebut adalah nilai tegangan tanpa beban, yang berarti rangkaian catu daya 5 V dapat menghasilkan tegangan maksimal (tanpa beban) sebesar 5 V.

### 5.3. Pengujian Keypad

Pengujian keypad dilakukan dengan cara menghubungkan keypad dengan mikrokontroler sesuai dengan perancangan. Kemudian mikrokontroler diprogram untuk melakukan *scan* keypad, dimana setiap tombol sudah diinisialisasi dengan huruf atau angka. Karakter dari tombol keypad yang ditekan dapat dilihat melalui tampilan di LCD.

Gambar 5.6 menunjukkan diagram blok pengujian keypad.



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Keypad

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah keypad dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini tidak jauh berbeda dengan proses penentuan baris dan kolom dari sebuah tombol pada keypad. Hasil pengujian keypad ditampilkan dalam table 5.1.

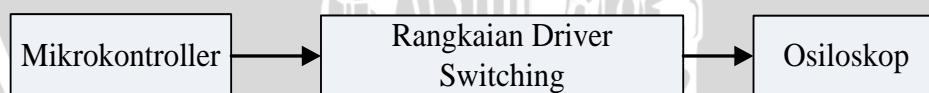
Tabel 5.1 Pengujian keypad 4x4

Tombol Keypad yang Ditekan	Tertampil Pada LCD
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
0	0

Dari data pengujian keypad yang diperoleh tombol yang ditekan sesuai dengan yang diinginkan sehingga dapat dipastikan keypad berfungsi dengan baik.

### 5.5. Pengujian Rangkaian Driver Switching

Pengujian rangkaian switching dilakukan dengan cara menghubungkan keluaran rangkaian switching dengan osiloskop PCSU1000. Channel 1 dihubungkan dengan keluaran pin D.5 mikrokontroler. Kemudian channel 2 dihubungkan dengan keluaran rangkaian driver switching.

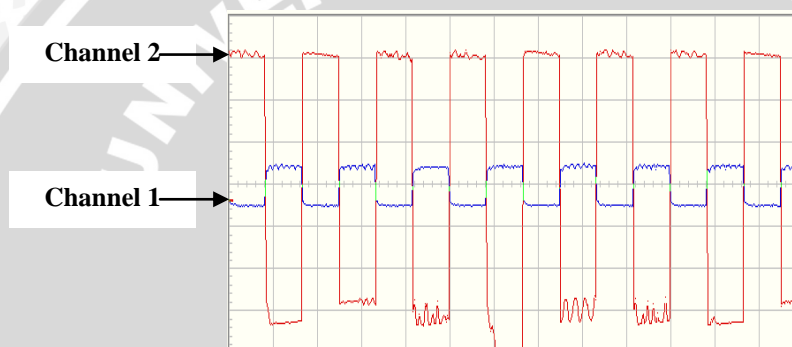


Gambar 5.7 Diagram Blok Pengujian Driver Switching

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara frekuensi keluaran mikrokontroler dengan frekuensi rangkaian driver switching. Hasil pengujian dengan frekuensi 300 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.8. Sinyal yang diperoleh dari pengujian 300 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.9.

Waveform Parameters		CH1	CH2
<b>Amplitude:</b>			
<input type="checkbox"/> DC Mean			
<input type="checkbox"/> Max			
<input type="checkbox"/> Min			
<input type="checkbox"/> Peak-to-Peak			
<input checked="" type="checkbox"/> High			
<input checked="" type="checkbox"/> Low			
<input checked="" type="checkbox"/> Amplitude			
<input type="checkbox"/> AC RMS			
<input type="checkbox"/> AC dBV			
<input type="checkbox"/> AC dBm			
<input type="checkbox"/> AC+DC RMS			
<input type="checkbox"/> AC+DC dBV			
<input type="checkbox"/> AC+DC dBm			
<b>Timing:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Duty Cycle	50.0 %	49.9 % ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Positive Width	1.67 ms	1.66 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Negative Width	1.67 ms	1.67 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Rise Time	0.096 ms	0.032 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Fall Time	0.048 ms	0.000 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Period	3.33 ms	3.33 ms	
<input checked="" type="checkbox"/> Frequency	300 Hz	300 Hz	
<input checked="" type="checkbox"/> Phase	178.5 deg	-178.5 deg	

Gambar 5.8 Hasil pengujian frekuensi 300 Hz



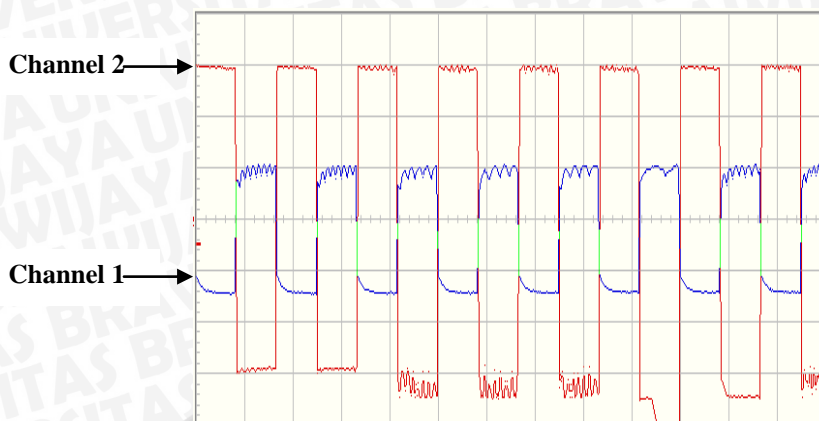
Gambar 5.9 Sinyal Pengujian 300 Hz

Hasil pengujian dengan frekuensi 600 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.10.

Sinyal yang diperoleh dari pengujian 600 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.11.

Waveform Parameters		CH1	CH2
<b>Amplitude:</b>			
<input type="checkbox"/> DC Mean			
<input type="checkbox"/> Max			
<input type="checkbox"/> Min			
<input type="checkbox"/> Peak-to-Peak			
<input checked="" type="checkbox"/> High			
<input checked="" type="checkbox"/> Low			
<input checked="" type="checkbox"/> Amplitude			
<input type="checkbox"/> AC RMS			
<input type="checkbox"/> AC dBV			
<input type="checkbox"/> AC dBm			
<input type="checkbox"/> AC+DC RMS			
<input type="checkbox"/> AC+DC dBV			
<input type="checkbox"/> AC+DC dBm			
<b>Timing:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Duty Cycle	50.1 %	49.8 % ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Positive Width	0.835 ms	0.831 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Negative Width	0.832 ms	0.836 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Rise Time	0.080 ms	0.000 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Fall Time	0.056 ms	0.000 ms ??	
<input checked="" type="checkbox"/> Period	1.67 ms	1.67 ms	
<input checked="" type="checkbox"/> Frequency	0.600 kHz	0.600 kHz	
<input checked="" type="checkbox"/> Phase	178.3 deg	-178.3 deg	

Gambar 5.10 Hasil pengujian frekuensi 600 Hz

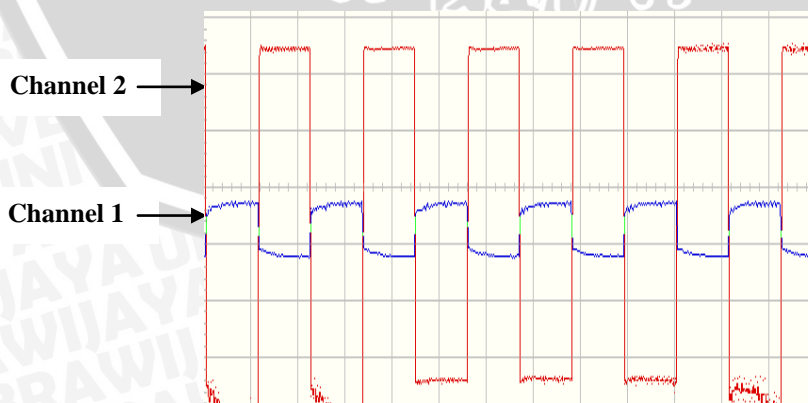


Gambar 5.11 Sinyal Pengujian 600 Hz

Hasil pengujian dengan frekuensi 900 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.12. Sinyal yang diperoleh dari pengujian 900 Hz ditunjukkan dalam Gambar 5.13.

Waveform Parameters		
Amplitude:	CH1	CH2
<input type="checkbox"/> DC Mean		
<input type="checkbox"/> Max		
<input type="checkbox"/> Min		
<input type="checkbox"/> Peak-to-Peak		
<input type="checkbox"/> High		
<input type="checkbox"/> Low		
<input type="checkbox"/> Amplitude		
<input type="checkbox"/> AC RMS		
<input type="checkbox"/> AC dBV		
<input type="checkbox"/> AC dBm		
<input type="checkbox"/> AC+DC RMS		
<input type="checkbox"/> AC+DC dBV		
<input type="checkbox"/> AC+DC dBm		
Timing:		
<input checked="" type="checkbox"/> Duty Cycle	50.0 %	49.6 % ??
<input checked="" type="checkbox"/> Positive Width	0.555 ms	0.551 ms ??
<input checked="" type="checkbox"/> Negative Width	0.555 ms	0.559 ms ??
<input checked="" type="checkbox"/> Rise Time	0.040 ms	0.000 ms ??
<input checked="" type="checkbox"/> Fall Time	0.044 ms	0.000 ms ??
<input checked="" type="checkbox"/> Period	1.11 ms	1.11 ms
<input checked="" type="checkbox"/> Frequency	0.901 kHz	0.901 kHz
<input checked="" type="checkbox"/> Phase	178.6 deg	-178.6 deg

Gambar 5.12 Hasil pengujian frekuensi 900 Hz



Gambar 5.13 Sinyal Pengujian 900 Hz

Hasil pengujian driver rangkaian switching dengan range frekuensi 100 – 1000 Hz ditunjukkan dalam Tabel 5.3. Grafik hasil pengujian perbandingan frekuensi driver rangkaian switching ditunjukkan dalam Gambar 5.2.

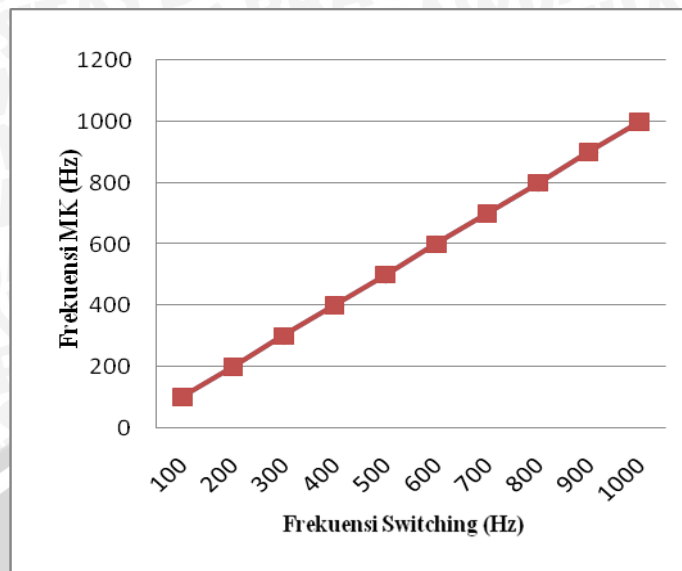
Tabel 5.2 Data hasil Pengujian Frekuensi dan Duty cycle

OCR	Frekuensi Pin D.5 MK (Hz)	Frekuensi Rangkaian Switching (Hz)	Error (%)	Duty Cycle Pin D.5 MK	Duty Cycle Rangkaian Switching	Error (%)
1249	100	100	0	50%	50%	0
624	200	200	0	50%	50%	0
415	300	300	0	50%	49,9%	0,2
311	400	400	0	50%	49,9%	0,2
249	500	500	0	50%	49,8%	0,4
207	600	600	0	50,1%	49,8%	0,4
177	700	700	0	50%	49,7%	0,6
155	800	800	0	50%	49,7%	0,6
138	900	900	0	50%	49,6%	0,8
124	1000	1000	0	50%	49,6%	0,8
Kesalahan Rata-Rata			0			0,4

Berdasarkan Tabel 5.16 diperoleh perbandingan antara frekuensi pin keluaran D.5 mikrokontroler dengan frekuensi keluaran rangkaian switching. Dari hasil perhitungan kesalahan rata-rata adalah sebesar 0%. Selain itu diperoleh perbandingan antara duty cycle pin keluaran D.5 mikrokontroler dengan duty cycle keluaran rangkaian switching. Dari hasil perhitungan kesalahan rata-rata adalah 0,4%.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler dapat menghasilkan sinyal frekuensi dengan baik. Dan juga rangkain switching dapat bekerja dengan baik. Serta sinyal yang dihasilkan rangkaian driver switching mempunyai karakteristik yang cukup baik, yang dapat dilihat dari *time rise* dan *time fall* yang sangat kecil. Grafik perbandingan frekuensi mikrokontroler dan frekuensi switching ditampilkan dalam Gambar 5.14.

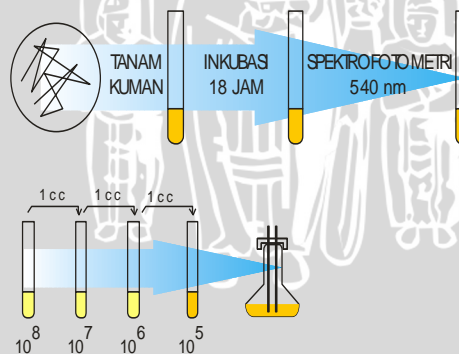




Gambar 5.14 Grafik hasil pengujian driver rangkaian switching

### 5.6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan di laboratorium mikrobiologi FKUB. Pengujian dilakukan dengan memasang semua bagian dari alat. Selanjutnya adalah proses pembuatan suspensi bakteri MRSA yang dilakukan oleh laboran laboratorium fisiologi FKUB. Prosedur penyiapan suspensi bakteri MRSA ditunjukkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9. Proses penyiapan suspensi bakteri MRSA

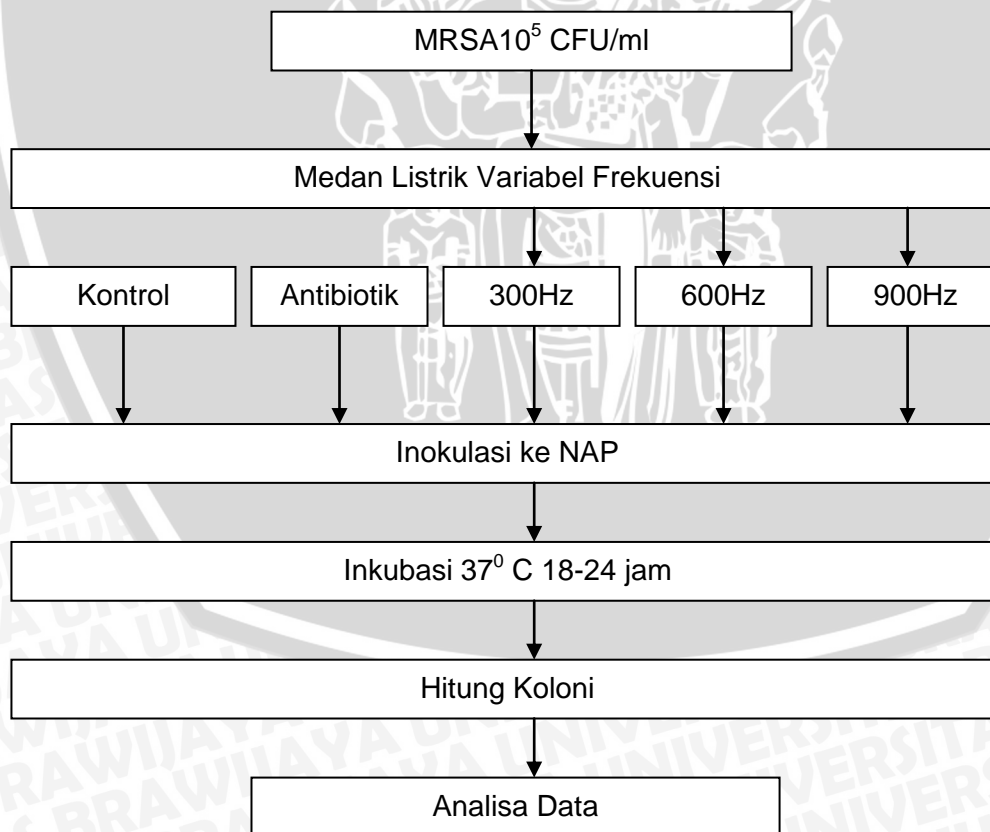
Bakteri MRSA diinokulasi dari spesimen yang berasal dari Laboratorium Mikrobiologi FKUB ke dalam tabung reaksi berisi *nutrient broth* steril dan kemudian inkubasi selama 18-24 jam.

Setelah 24 jam, kerapatan kuman diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Proses ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi FKUB. Spektrofotometri dilakukan pada panjang gelombang  $\lambda$  540 nm dengan kalibrasi

menggunakan *nutrient broth* steril. Hasil pengukurannya berupa besaran absorbansi yang kemudian melalui sebuah rumus akan didapatkan volume yang harus diambil untuk kemudian dieencerkan ke dalam *nutrient broth* baru untuk mendapatkan kerapatan kuman  $10^5$  CFU/ml sebanyak 10 mL (Selengkapnya lihat Skema di Lampiran).

Suspensi MRSA sebanyak 10mL dengan kerapatan  $10^5$  CFU/ml tersebut dituangkan ke dalam tabung uji steril, kemudian mulut tabungnya ditutup dengan tutup kapas. Setelah suspensi bakteri dimasukkan pada tabung uji steril, kemudian dilakukan pengujian dengan cara mensetting frekuensi keluaran dari keypad. Setelah selesai mensetting frekuensi, keluaran alat dihubungkan dengan elektroda yang ada pada tabung uji yang sudah disterilkan. Kemudian pemberian perlakuan dilakukan selama 5 menit.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan terdapat 5 buah tabung uji dengan perlakuan yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh besar frekuensi dan juga pengaruh antibiotik terhadap penurunan jumlah koloni. Gambar 5.15 menunjukkan blok diagram pengujian sistem secara keseluruhan.

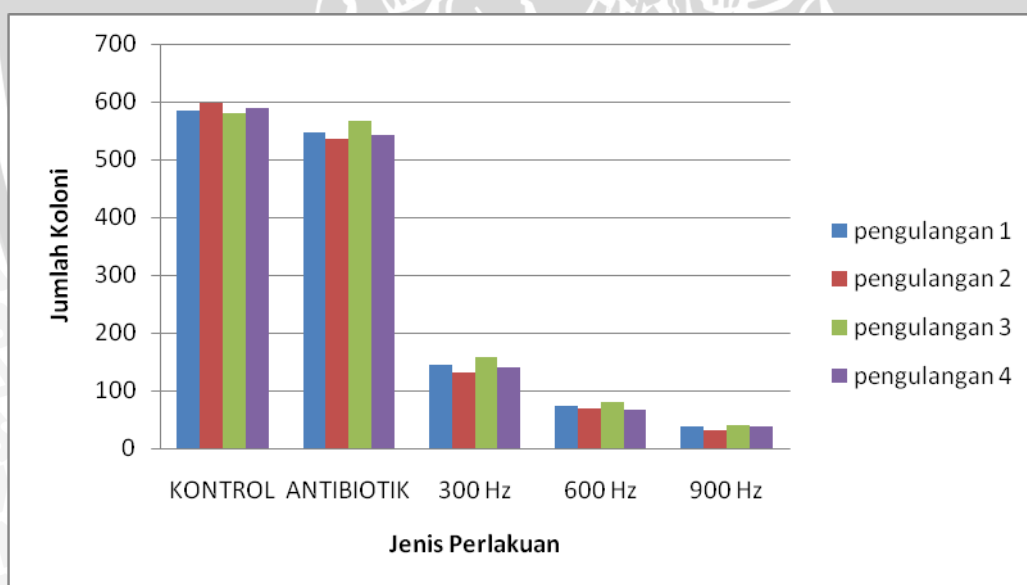


Gambar 5.15 Blok Diagram Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Setelah dilakukan pengujian pada tabung uji yang berisi bakteri, kemudian hasil pengujian di inokulasi ke *natrium agar plate* yang bertujuan untuk menumbuhkan kembali bakteri yang masih hidup. Setelah itu akan di inkubasi pada suhu 37<sup>0</sup>C selama 18 sampai 24 jam. Baru kemudian dapat diketahui berapa jumlah koloni bakteri yang masih hidup setelah dilakukan pengujian. Tabel 5.3 menunjukkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan. Grafik hasil pengujian pertama sampai kelima ditunjukkan dalam gambar 5.16. Grafik hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.18.

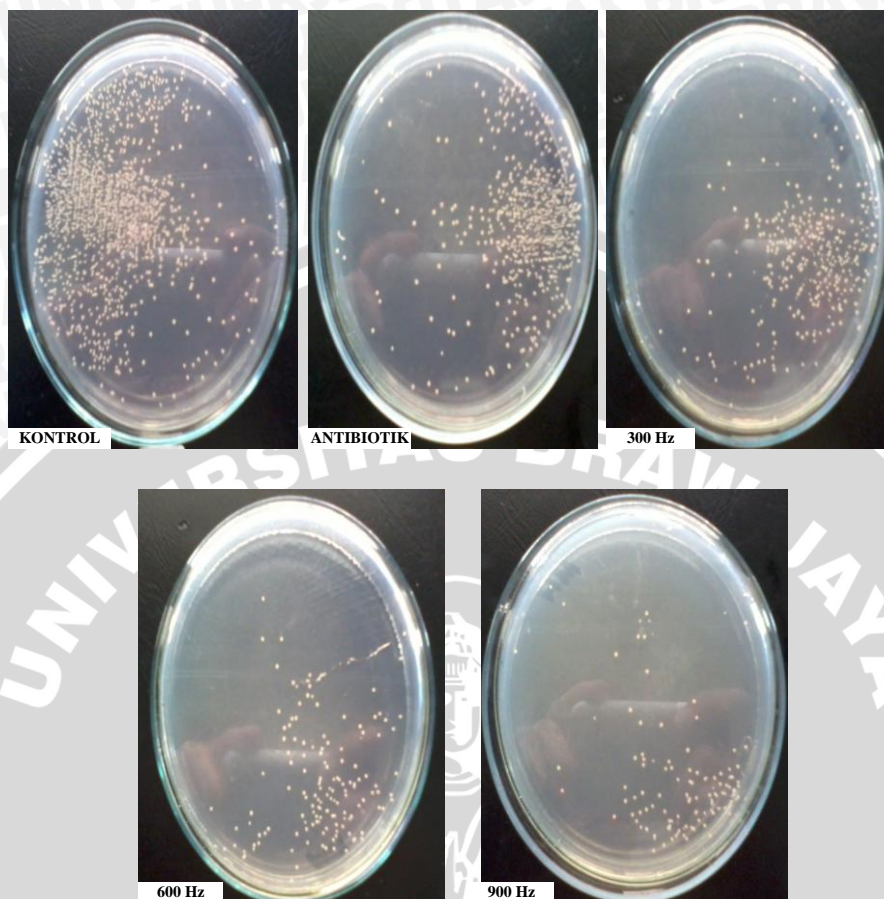
Tabel 5.3 Data jumlah koloni

Pengulangan	Kontrol	Antibiotik	300 Hz	600 Hz	900 Hz
I	584	547	145	74	37
II	598	535	132	68	32
III	581	567	157	80	41
IV	588	542	139	66	38
Rata-rata	587,75	547,7	143,25	72	37



Gambar 5.16 Grafik hasil pengujian jumlah bakteri setelah di inkubasi

Jumlah koloni bakteri setelah pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Jumlah koloni bakteri setelah pengujian

Dari hasil pengujian dapat dianalisa bahwa semakin besar frekuensi sinyal medan listrik DC pulsa maka semakin besar pula jumlah penurunan koloni bakteri MRSA. Dan juga proses antibakteri yang menggunakan medan listrik memiliki daya bunuh yang lebih besar daripada antibiotik *amoxicillin*.

