

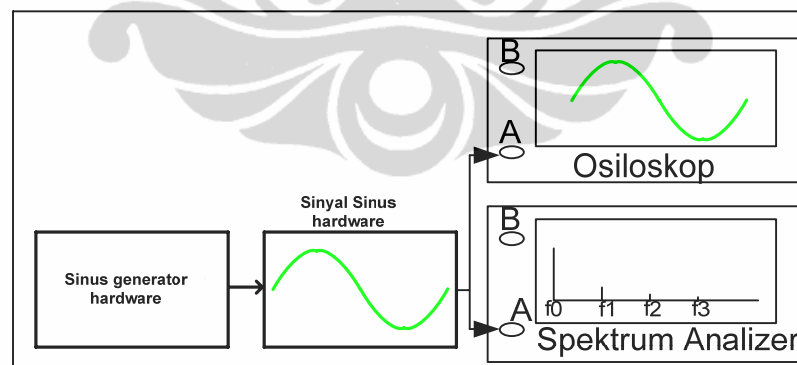
BAB IV

PEMBAHASAN dan Pengujian

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pembahasan dan pengujian dari alat yang dibuat secara keseluruhan. Seperti halnya perancangan maka pada tahapan pengujian dilakukan dengan cara bertahap, untuk tiap-tiap blok. Jika tiap blok dinyatakan bekerja dengan baik maka di lanjutkan untuk menguji sistem keseluruhan (sistem terintegrasi), adapun pembahasan dan pengujiannya dibagi menjadi 2 bagian besar. Pertama pembahasan dan pengujian sinus generator, dan yang ke dua Pembahasan dan pengujian generator 8-PSK.

4.1 Pengujian Sinus Generator

Pengujian sinyal sinus yang dihasilkan, dapat dilakukan dengan cara paling mudah adalah dengan pengamatan osiloskop kemudian diamati melalui Spektrum analizer dan dilihat spektrumnya. Adapun bagan pengujian sinusnya tampak seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagan pengujian sinus

Adapun justifikasinya adalah: jika spektrum analizer menunjukkan hanya da f_0 maka dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini benar.

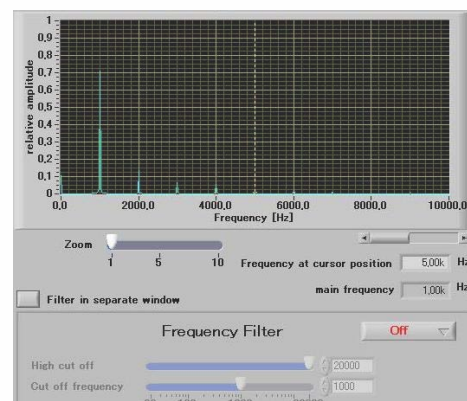
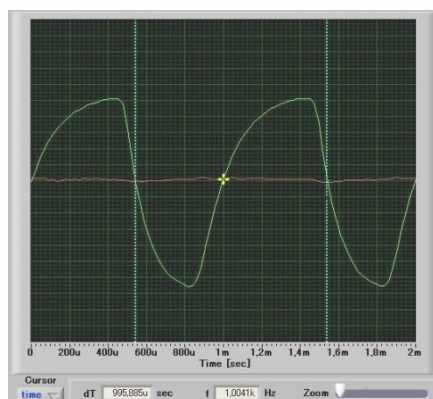
Dalam pengambilan data ini maka *setting hardware*-nya adalah dapat dilihat pada Lampiran 4.1 **setting hardware_PWM_100x_50x_40x.JPG**. Dari

hasil pengambilan data maka di hasilkan sinyal *PWM* yang sudah difilter *LPF* (*Low Pass Filter*) seperti Gambar 4.2 sampai Gambar 4.9.

Data hasil pengamatan melalui osiloskop diatas terlihat bahwa gambar sinyal sinus tampak seperti sinyal segitiga baik untuk 100 sampling, 50 sampling, maupun 40 sampling untuk kisaran fekuensi 1 kHz. Jika sinyal-sinyal tersebut di bandingkan dengan sinus frekuensi rendah (kisaran 41 Hz – 135 Hz) dengan sampling 100, maka terlihat bahwa sinus frekuensi rendah menunjukkan sinyal yang lebih baik (lebih mendekati sinyal sinus), hal ini di karenakan hal antara lain:

1. Sampling sebanyak 100 kali tergolong masih kecil dan tidak sempurna. Hal ini berakibat masih adanya sinyal informasi yang hilang, sehingga dalam pemfilteran menghasilkan sinus yang tidak sempurna. Dengan kata lain dibutuhkan sampling lebih dari 100 untuk membuat sinyal sinus yang benar-benar sempurna, seperti terlihat perbandingan Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dengan 50 dan 40 samplingnya terhadap Gambar 4.5 sampai dengan Gambar 4.9 yang menggunakan 100 sampling.
2. Sedangkan Gambar 4.4 dengan 100 sampling masih menunjukkan bentuk segitiga karena sinyal *PWM*-nya di buat dengan rasio 1, artinya 1 periode *On* atau *Off* diwakili oleh 1 siklus mesin dalam mikrokontroler.
3. Komponen filter yang digunakan bukanlah komponen filter untuk frekuensi tinggi, disarankan untuk menggunakan kapasitor keramik sebagai filternya. Sampling bisa lebih kecil dari 100 asal filter tepat.

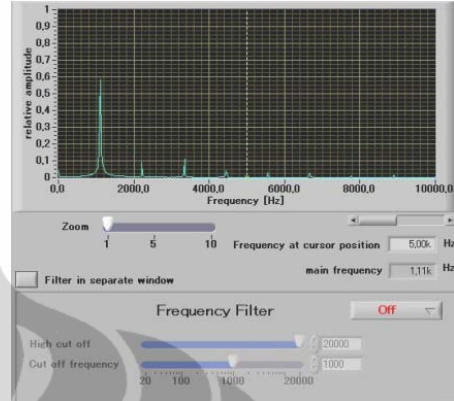
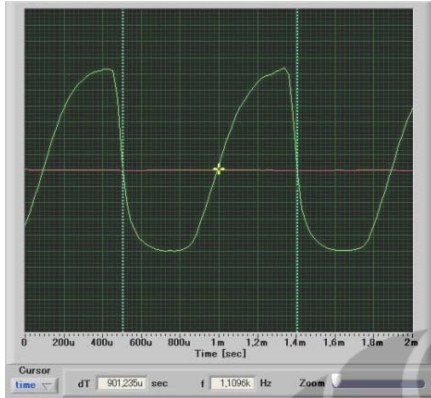
Hasil pengamatan sinyal sinus frekuensi tinggi (kisaran 1000 Hz) dengan menggunakan data *PWM* 100 sampling, 50 sampling, dan 40 sampling.



a

b

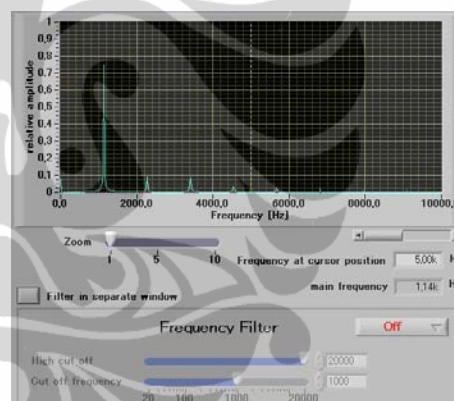
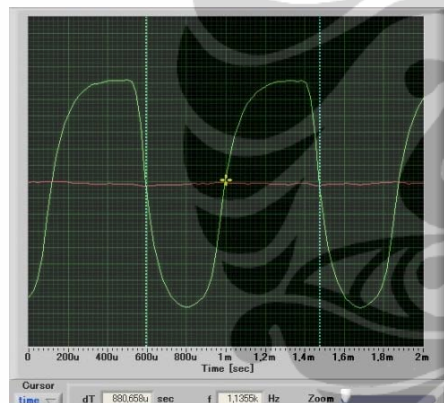
Gambar 4.2a Sinus (*PWM* 100 sampling, filter $R1=7K20\Omega$, $C1=22nF$, $L1=100\mu H$, $C2=25nF$).
Gambar 4.2b Spektrum sinyal sinus hasil filter *PWM* 100 sampling, frekuensi 1,0041 kHz.



a

b

Gambar 4.3a Sinus (*PWM* 50 sampling, filter $R1=3k20\Omega$, $C1=22nF$, $L1=100\mu H$, $C2=20nF$).
Gambar 4.3b Spektrum sinyal sinus hasil filter *PWM* 50 sampling frekuensi 1,1096 kHz .

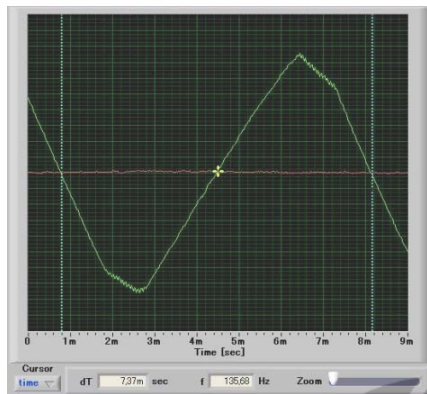


a

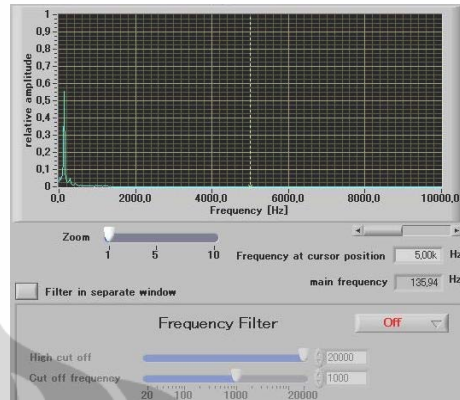
b

Gambar 4.4a Sinus (*PWM* 40 sampling, filter $R1=5k60\Omega$, $C1=10nF$, $L1=100\mu H$, $C2=20nF$).
Gambar 4.4b Spektrum sinyal sinus hasil filter *PWM* 40 sampling frekuensi 1,135 kHz .

Selain hasil eksperimen di atas, dibuat sinyal sinus frekuensi rendah (kisaran 41 Hz – 135 Hz) dengan menggunakan data *PWM* 100 sampling. Setting hardware dapat dilihat pada Lampiran 4.2 **Setting_pwm_100sample_multifreq**. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dibawah ini:

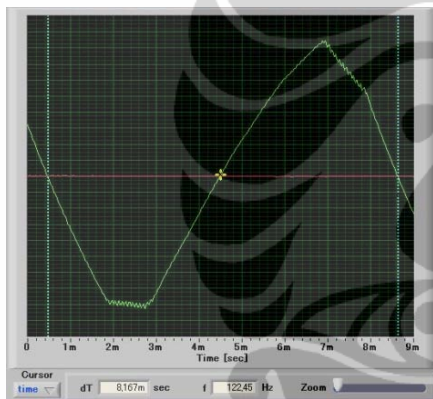


a

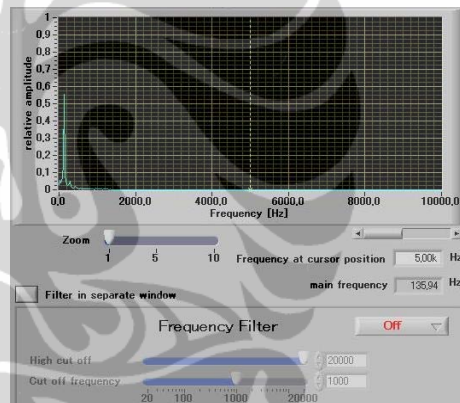


b

Gambar 4.5a Sinus frekuensi 135Hz, hasil filter *PWM* 100 sampling.
 Gambar 4.5b Spektrum sinus frekuensi 135 Hz.

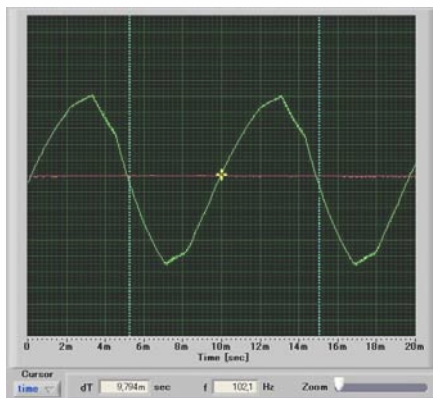


a

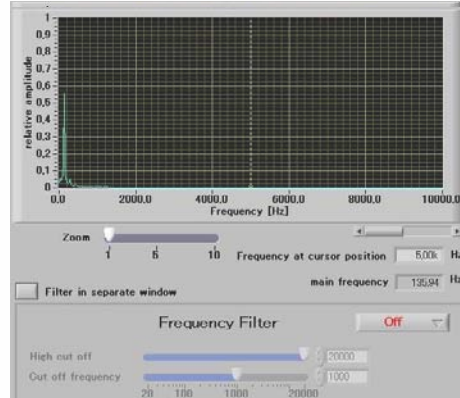


b

Gambar 4.6a Sinus frekuensi 122 Hz, hasil filter *PWM* 100 sampling.
 Gambar 4.6b Spektrum sinus frekuensi 122 Hz.

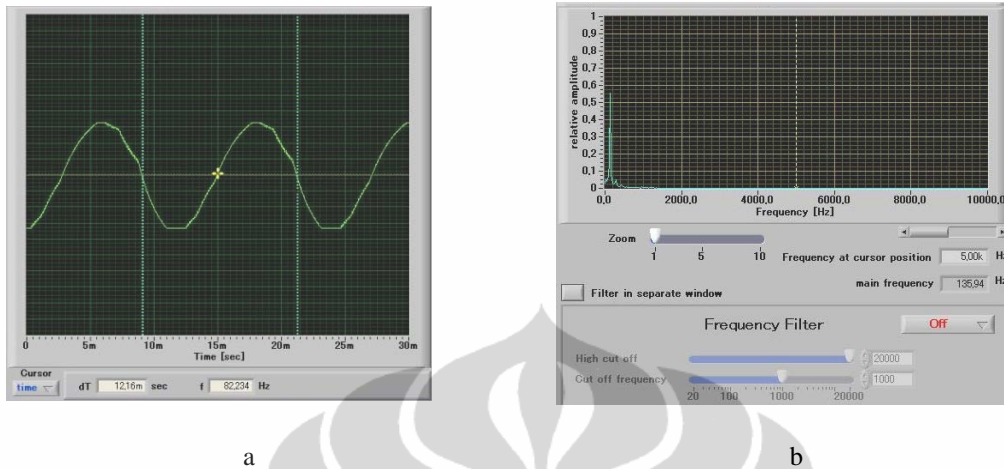


a

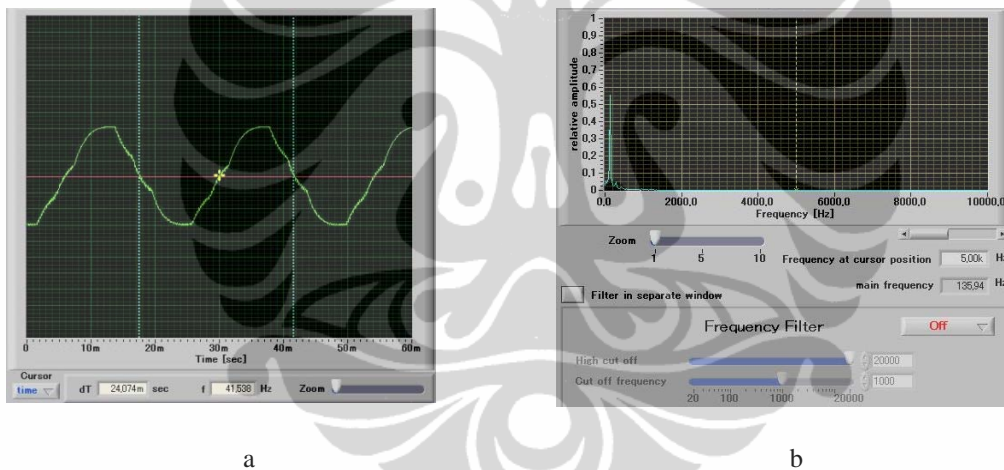


b

Gambar 4.7a Sinus frekuensi 102 Hz, hasil filter *PWM* 100 sampling.
 Gambar 4.7b Spektrum sinus frekuensi 102 Hz.



Gambar 4.8a Sinus frekuensi 82Hz, hasil filter *PWM* 100 sampling.
 Gambar 4.8b Spektrum sinus frekuensi 82Hz.



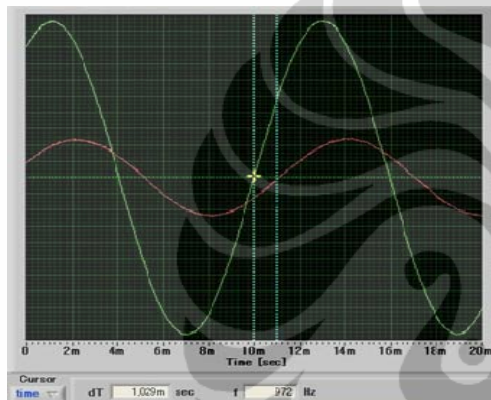
Gambar 4.9a Sinus frekuensi 41 Hz, hasil filter *PWM* 100 sampling.
 Gambar 4.9b Spektrum sinus frekuensi 41 Hz.

4.2 Pengujian generator 8-PSK .

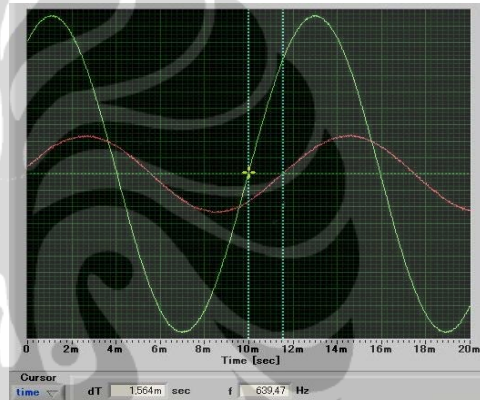
Pengujian tahap selanjutnya adalah pengujian Generator 8-PSK. Pengujian terbagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian fasa rangkaian fasa dan pengujian pensaklaran. untuk jelasnya lihat Lampiran 4.3 Setting_8-PSK_generator

4.2.1 Pengujian pergeseran fasa

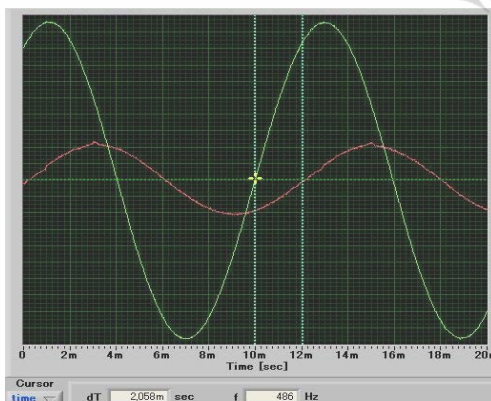
Pada pengujian ini langkah awal yang dilakukan adalah menguji bahwa fasa yang di hasilkan dari rangkaian pergeseran adalah benar-benar fasa pada 0° , 30° , 45° , 60° , 90° , 120° , 135° , 150° , 180° , 210° , 225° , 240° , 270° , 300° , 315° , dan 330° yang mana pengujiannya dilakukan menggunakan osiloskop, dengan membandingkan antara fasa origin (fasa 0° , dari sumber sinyal) dengan fasa yang telah digeser. Perlu diketahui bahwa pengujian ini menggunakan sinyal sinus yang dihasilkan dari DAC dengan frekuensi 83,3 Hz. Hasil pengujian sinyal adalah dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai dengan Gambar 4.24.



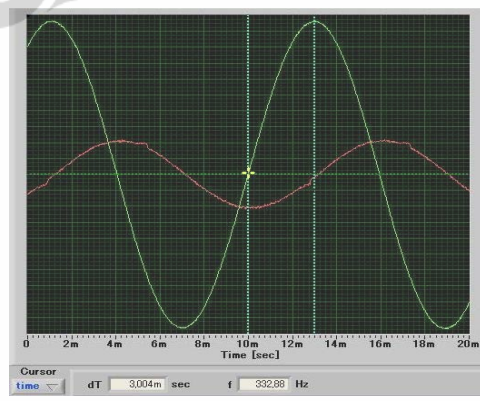
Gambar 4.10 Fasa 0° dengan fasa 30° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 30° warna merah) .



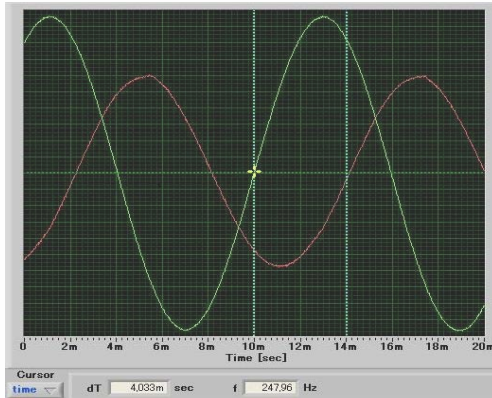
Gambar 4.11 Fasa 0° dengan fasa 45° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 45° warna merah).



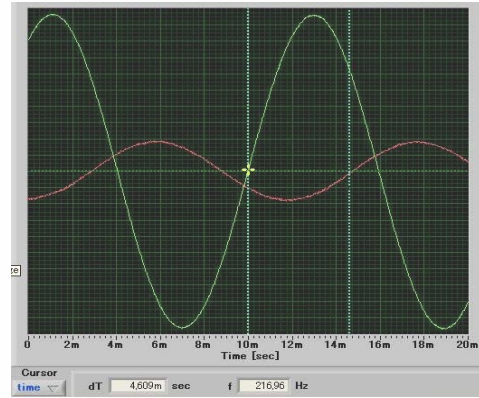
Gambar 4.12 Fasa 0° dengan fasa 60° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 60° warna merah).



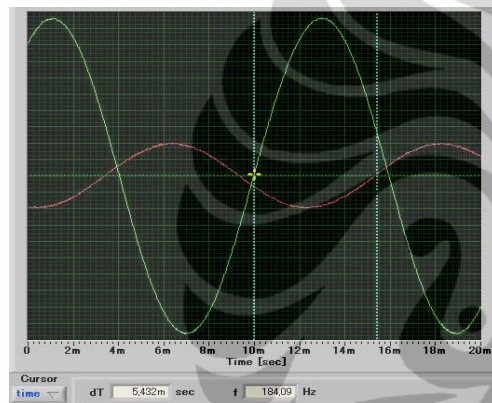
Gambar 4.13 Fasa 0° dengan fasa 90° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 90° warna merah).



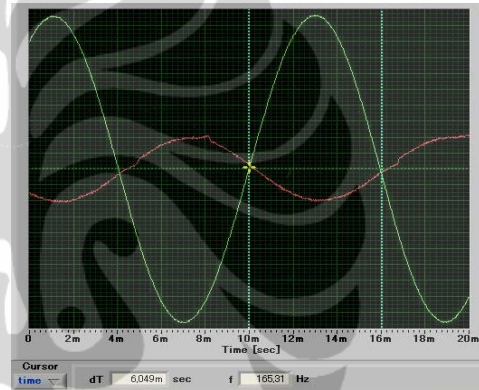
Gambar 4.14 Fasa 0° dengan fasa 120° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 120° warna merah)



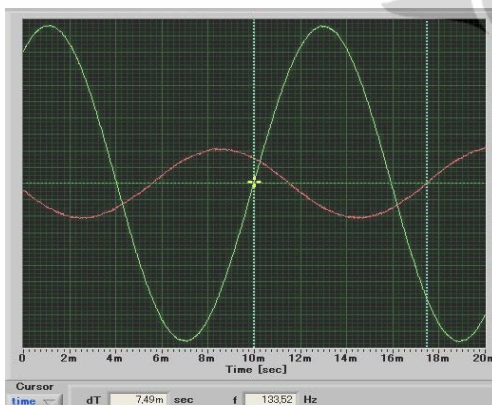
Gambar 4.15 Fasa 0° dengan fasa 135° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 135° warna merah)



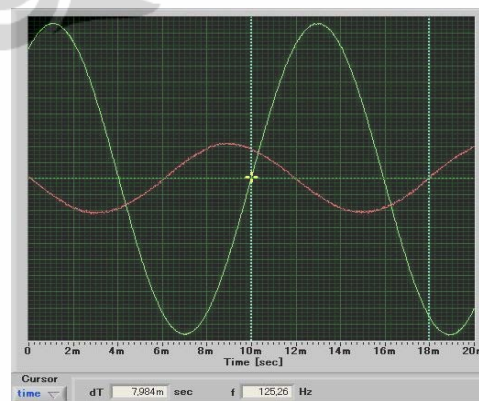
Gambar 4.16 Fasa 0° dengan fasa 150° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 150° warna merah)



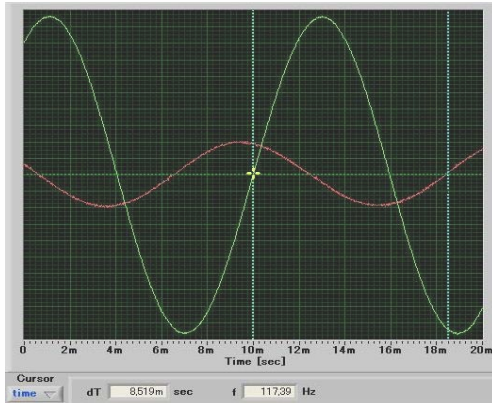
Gambar 4.17 Fasa 0° dengan fasa 180° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 180° warna merah)



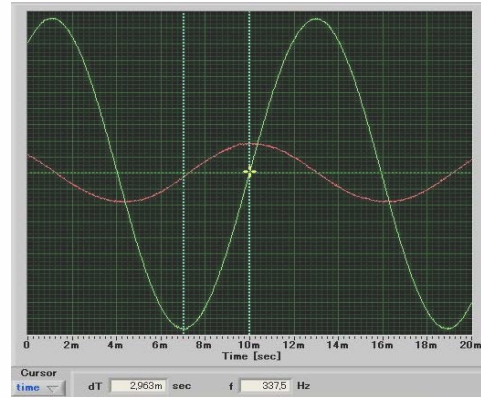
Gambar 4.18 Fasa 0° dengan fasa 210° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 210° warna merah)



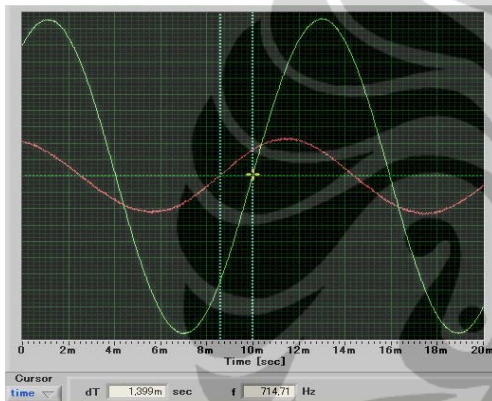
Gambar 4.19 Fasa 0° dengan fasa 225° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 225° warna merah)



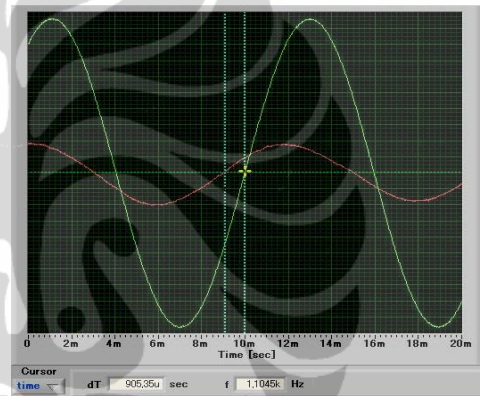
Gambar 4.20 Fasa 0° dengan fasa 240° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 240° warna merah)



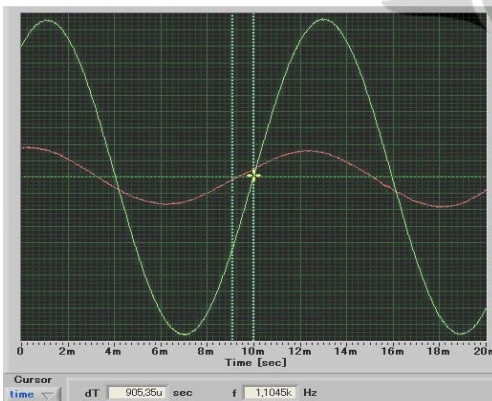
Gambar 4.21 Fasa 0° dengan fasa 270° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 270° warna merah).



Gambar 4.22 Fasa 0° dengan fasa 300° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 300° warna merah).



Gambar 4.23 Fasa 0° dengan fasa 315° pada 83,3 Hz (fasa 0° warna hijau, fasa 315° warna merah).



Gambar 4.24 Fasa 0° dengan fasa 330° pada 83,3 Hz (fasa 0° hijau, fasa 330° merah).

Dari hasil pengamatan data osiloskop terlihat sinyal bergeser sebesar sudut-sudut istimewa sesuai yang diinginkan. Hal ini membuktikan bahwa rangkaian penggeser fasa, telah bekerja dengan baik, di samping itu dapat disimpulkan bahwa antara simulasi dengan *hardware* yang dibuat, ada kesesuaian.

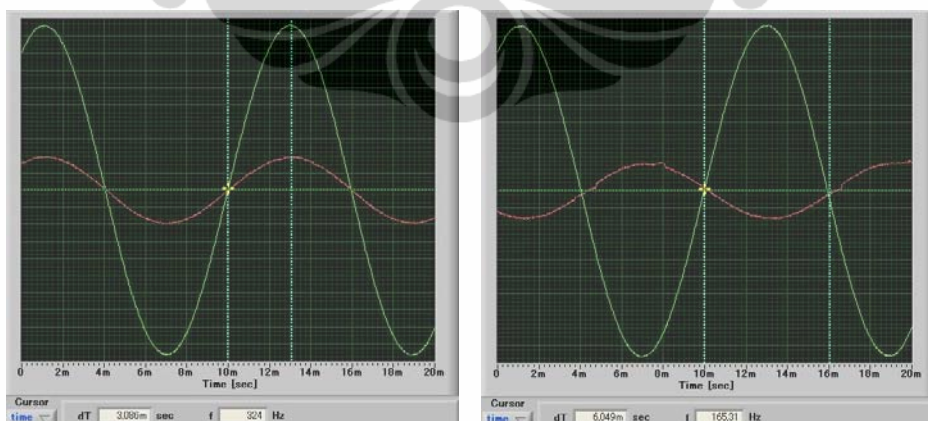
4.2.2 Pengujian Pensaklaran (*Switching 8 Gray-PSK*)

Bagian terakhir adalah pengujian switching (pemodulasian *8 Gray-PSK*), sesuai perancangan yang dibuat pada Bab III ada beberapa mode display modulasi *8-PSK* antara lain mode lambat, mode sedang, mode cepat dan mode ideal. Dalam pembahasan ini akan dibahas Mode Lambat (3-bit diwakili 200 data sinus) dan Mode Ideal (3-bit diwakili 1 data sinus).

4.2.2.1 Modulasi *8 Gray-PSK* Mode 200 Sinus Mewakili 3-Bit

4.2.2.1.1 Pengujian I

Pada pengujian pertama, banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 0 (gray = 000) dan 4 (gray = 110). Hal ini berarti, pada masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 0 dan 4 pada pad masukan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode Lambat (3-bit diwakili 200 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Sinyal modulasi *8 Gray-PSK* dengan data 0 (gray 000) dan 4 (gray 110) Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.25 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 0° dan fasa

180°. Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 0° dan fasa 180° secara periodik dan bergantian terus menerus. Tabel 4.1 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 0 (*gray* = 000) dan 4 (*gray* = 110) dengan *output* modulator fasa sinus.

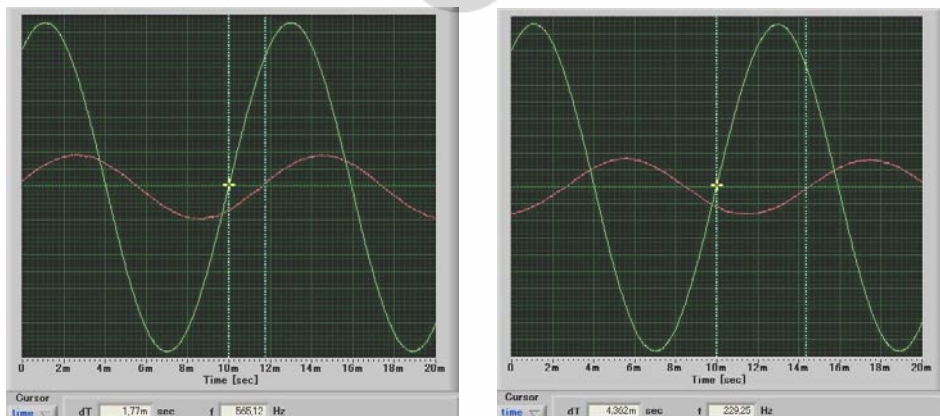
Tabel 4.1 Tabel kebenaran dengan data input 0 (gray 000) dan 4 (gray 110)
Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| 0 | 0 | $\exp(0)$ |
| 4 | 110 | $\exp(j\pi) = \exp(j4\pi/4)$ |

Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.1 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

4.2.2.1.2 Pengujian II

Pada pengujian kedua, banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 1 (*gray* = 001) dan 3 (*gray* = 010). Hal ini berarti, pada masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 1 dan 3 pada pad masukan yang merupakan data yang akan dimodulasikan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode Lambat (3-bit diwakili 200 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* dengan data 1 (gray 001) dan 3 (gray 010)
Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.26 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 45° dan fasa 135° . Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 45° dan fasa 135° secara periodik dan bergantian terus menerus. Tabel 4.2 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 1 (*gray* = 001) dan 3 (*gray* = 010) dengan *output* modulator fasa sinus.

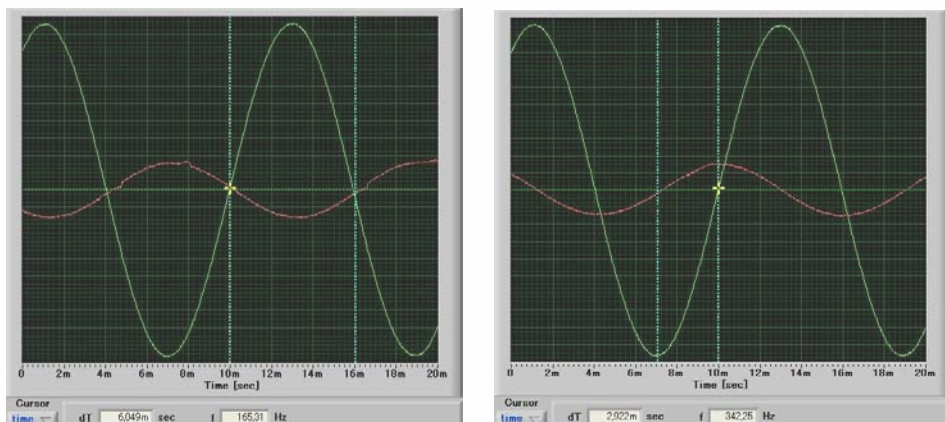
Tabel 4.2 Tabel kebenaran dengan data input 1 (gray 001) dan 3 (gray 010)
Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1 | $\exp(j\pi/4)$ |
| 3 | 10 | $\exp(j3\pi/4)$ |

Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.2 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

4.2.2.1.3 Pengujian III

Pada pengujian ketiga, banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 4 (*gray* = 110) dan 6 (*gray* = 101). Hal ini berarti, pada masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 4 dan 6 pada pad masukan yang merupakan data yang akan dimodulasikan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode Lambat (3-bit diwakili 200 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* dengan data 4 (gray 110) dan 6 (gray 101)
Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.27 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 180° dan fasa 270° . Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 180° dan fasa 270° secara periodik dan bergantian terus menerus. Tabel 4.3 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 4 (*gray* = 110) dan 6 (*gray* = 101) dengan *output* modulator fasa sinus.

Tabel 4.3 Tabel kebenaran dengan data input 4 (gray 110) dan 6 (gray 101)
Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.

| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| 4 | 110 | $\exp(j\pi) = \exp(j4\pi/4)$ |
| 6 | 101 | $\exp(j3\pi/2) = \exp(j6\pi/4)$ |

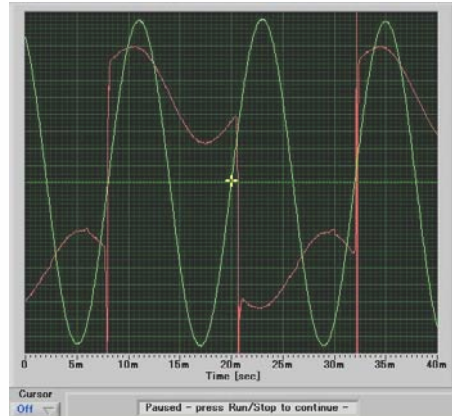
Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.3 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

4.2.2.2 Modulasi 8gray-PSK Mode 1 Sinus Mewakili 3-Bit

Pada pengujian ini dilakukan Mode Ideal yang artinya 3-bit hanya diwakili 1 sinyal sinus.

4.2.2.2.1 Pengujian I

Pada pengujian ini, banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 0 (*gray* = 000) dan 4 (*gray* = 110). Hal ini berarti, pada masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 0 dan 4 pada pad masukan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode Ideal (3-bit diwakili 1 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti tampak pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* dengan data 0 (gray 000) dan 4 (gray 110) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.28 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 0° dan fasa 180° . Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 0° dan fasa 180° secara periodik dan bergantian terus menerus. Tabel 4.4 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 0 (*gray* = 000) dan 4 (*gray* = 110) dengan *output* modulator fasa sinus.

Tabel 4.4 Tabel kebenaran dengan data input 0 (gray 000) dan 4 (gray 110) Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

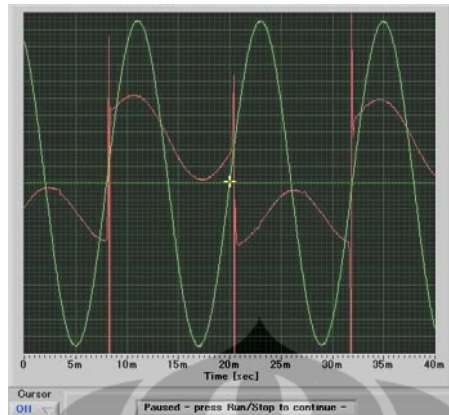
| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| 0 | 0 | $\exp(0)$ |
| 4 | 110 | $\exp(j\pi) = \exp(j4\pi/4)$ |

Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.4 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

4.2.2.2.2 Pengujian II

Pada pengujian ini, banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 0 (*gray* = 000) dan 2 (*gray* = 011). Hal ini berarti, pada masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 0 dan 2 pada pad masukan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode

Ideal (3-bit diwakili 1 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* dengan data 0 (gray 000) dan 2 (gray 011) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.29 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 0° dan fasa 90° . Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 0° dan fasa 90° secara periodik dan bergantian terus menerus.

Tabel 4.5 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 0 (gray = 000) dan 2 (gray = 011) dengan *output* modulator fasa sinus.

Tabel 4.5 Tabel kebenaran dengan data input 0 (gray 000) dan 2 (gray 011) Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

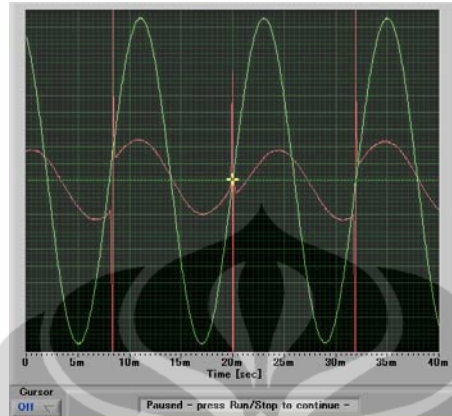
| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|--------------------------------|
| 0 | 000 | $\exp(0)$ |
| 2 | 011 | $\exp(j\pi/2) = \exp(j2\pi/4)$ |

Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.5 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

4.2.2.2.3 Pengujian III

Pada pengujian ini , banyaknya data yang ingin dimodulasi ada 2 buah data biner yaitu 0 (gray = 000) dan 1 (gray = 001). Hal ini berarti, pada

masukan “Banyaknya data” harus diberikan nilai 2 dilanjutkan memberi masukan 0 dan 1 pada pad masukan. Dan pada pilihan mode display pilih Mode Ideal (3-bit diwakili 1 data sinus). Dari pengamatan osiloskop, maka didapat gambar seperti yang tampak pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* dengan data 0 (gray 000) dan 1 (gray 001) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

Gambar 4.30 menunjukkan sinyal hijau sebagai sinyal referensi fasa 0° sedangkan sinyal merah adalah sinyal modulasi dengan fasa 0° dan fasa 45° . Pada layar osiloskop sinyal merah akan menampilkan fasa 0° dan fasa 45° secara periodik dan bergantian terus menerus.

Tabel 4.6 merupakan tabel kebenaran yang menunjukkan hubungan antara input modulator kode *Gray input* 0(*gray* = 000) dan 1 (*gray* = 001) dengan *output* modulator fasa sinus.

Tabel 4.6 Tabel kebenaran dengan data input 0 (gray 000) dan 1 (gray 001) Sinyal modulasi 8 *Gray-PSK* Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.

| Urutan Biner | Modulator Input Gray Code | Modulator Output fasa sinus |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| 0 | 000 | $\exp(0)$ |
| 1 | 001 | $\exp(j\pi/4)$ |

Hasil pengamatan osiloskop menunjukkan kecocokan dengan Tabel 4.6 di atas ini, hal ini menunjukkan bahwa generator 8 *Gray-PSK* bekerja dengan baik.

Dari keseluruhan pengamatan modulasi *8 Gray-PSK* untuk Mode Lambat dan Mode Ideal dapat disimpulkan bahwa modulator *8 Gray-PSK* bekerja dengan baik.

