



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PELATIHAN
PEMBANGKIT SINUSOIDAL METODE *PWM* dan
MODULASI *8-PSK* berbasis MIKROKONTROLER
ATMEGA16 MODE IDEAL (1 Sinus untuk 3-bit)**

TESIS

**NAMA : Slamet M. B
NPM : 07 06 1732 50**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN PERANCANGAN VLSI
UNIVERSITAS INDONESIA**

**Depok
Desember 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PELATIHAN
PEMBANGKIT SINUSOIDAL METODE *PWM* dan
MODULASI *8-PSK* berbasis MIKROKONTROLER
ATMEGA16 MODE IDEAL (1 Sinus untuk 3-bit)**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Teknik

**NAMA : Slamet M. B
NPM : 07 06 1732 50**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN PERANCANGAN VLSI
UNIVERSITAS INDONESIA**

**Depok
Desember 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

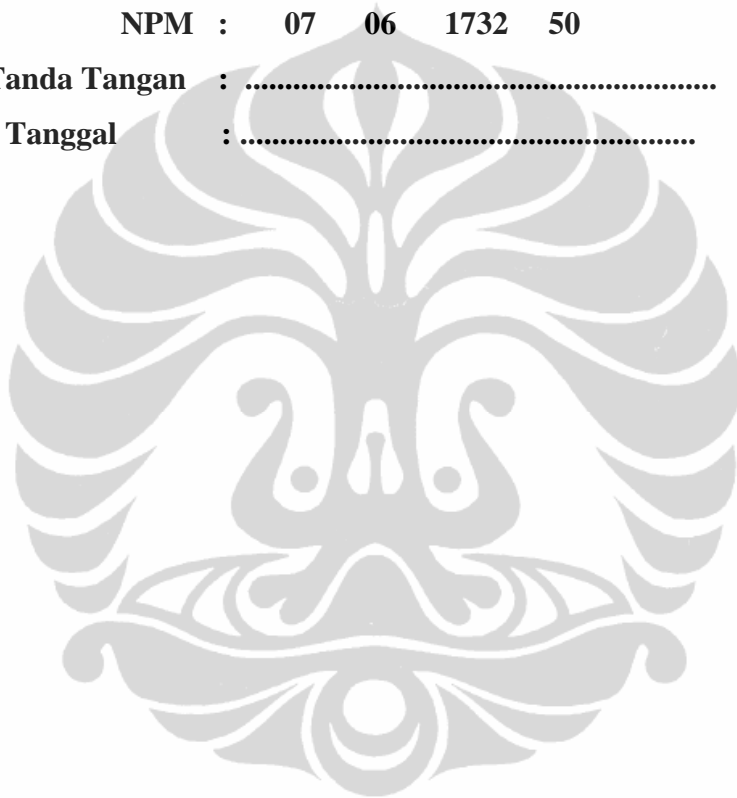
**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Slamet Mochamad Berlian

NPM : 07 06 1732 50

Tanda Tangan :

Tanggal :



LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PELATIHAN
PEMBANGKIT SINUSOIDAL METODE *PWM* dan
MODULASI *8-PSK* berbasis MIKROKONTROLER
ATMEGA16 MODE IDEAL (1 Sinus untuk 3-bit)**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Perancangan VLSI, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam sidang tesis.

Depok, 7 Januari 2009

Dosen Pembimbing,



Purnomo Sidi Priambodo, PhD.

NIP. 0407050192

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Slamet Mochamad Berlian
NPM : 0706 1732 50
Program Studi : CAD VLSI / ELEKTRO
Judul Tesis : PENGEMBANGAN PERANGKAT PELATIHAN
PEMBANGKIT SINUSOIDAL METODE *PWM*
dan MODULASI δ -*PSK* berbasis
MIKROKONTROLER ATMEGA16 MODE
IDEAL (1 Sinus untuk 3-bit)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi CAD VLSI / ELEKTRO, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Penguji : Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D. (.....)
Penguji : Prof.Dr.Ir. Harry Sudibyo DEA (.....)
Penguji : Prof.Dr.Ir. Nji Raden Poespawati MT (.....)
Penguji : Dr. Djamhari Sirat M.Sc., Ph.D (.....)

Ditetapkan di : Depok.....

Tanggal : 2 Januari 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Master Teknik Departemen Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Purnomo Sidi Priambodo Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Ibunda dan ayahanda (alm) dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (3) Hery, Ijul, Slamet'06, Wiwok, Lukman, Dodi, Ayom, Bapak Agus Sukandi, Bapak Sayuti, Pepenk, Umar, Inu, Ardi rekan –rekan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini, yang tidak mungkin saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 31 Desember 2009

Hormat saya,

Slamet MB

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Slamet MB

NPM : 0706 1732 50

Program Studi : Perancangan VLSI

Departemen : TEKNIK ELEKRO

Fakultas : TEKNIK

Jenis karya : TESIS

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PENGEMBANGAN PERANGKAT PELATIHAN PEMBANGKIT SINUSOIDAL METODE *PWM* dan MODULASI *8-PSK* berbasis MIKROKONTROLLER ATMEGA16 MODE IDEAL (1 Sinus untuk 3-bit)”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Nama : Slamet MB
Program Studi : CAD VLSI / Elektro
Judul Tesis : Pengembangan Perangkat Pelatihan Pembangkit Sinusoidal Metode PWM dan Modulasi 8-PSK berbasis Mikrokontroler Atmega16 Mode Ideal (1 Sinus untuk 3-bit)

Teknologi masa kini berkembang sangat pesat, transmisi telekomunikasi yang sebelumnya menggunakan analog kini beralih ke digital. Salah satu alasan, bahwa sistem digital lebih tahan terhadap gangguan derau karena threshold logika 0 dan 1 sangat kontras.

Modulasi PSK merupakan salah satu modulasi yang sering dipakai. Oleh karena itu, kebutuhan akan alat pelatihan untuk telekomunikasi khususnya modulator PSK dan pelatihan untuk bidang kendali (khususnya generator PWM) menjadi penting. Dalam tesis ini dilakukan rancang bangun perangkat untuk pelatihan mekonstruksi 8-PSK dan PWM untuk mudah dipahami .

Pada penelitian ini dirancang generator 8-PSK untuk memudahkan mempelajari modulasi QPSK, maupun BPSK. Pada perancangan diawali dengan perancangan sinus yang disintesis dari PWM, selanjutnya sinyal PWM difilter LPF, digeser fasanya, kemudian di switch menurut informasi yang dikirimkan. Untuk memudahkan pemrograman 8-PSK digunakan Mikrokontroler. Pada tesis ini hal yang ingin dicapai adalah generator sinus dengan metode PWM dan generator 8-PSK didukung oleh hardware dan software. Hal penting yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pembentukan pola pikir yang terstruktur, konstruktif, dan analisis untuk melakukan suatu rancang bangun hardware dan software, yang dimulai dari pemahaman literatur, ilustrasi, simulasi dan dilanjutkan dengan konstruksi.

Kata kunci:

Timer, PWM , filter LPF, penggeser fasa, zero cross, pensaklaran (switching)

ABSTRACT

Name : Slamet MB
Majoring : CAD VLSI / Elektro
Final Project Title : Development Training Device: Sine Generator Base on PWM method and 8-PSK modulator base on Atmega16 Ideal Mode (1 Sine for 3-bit)

Recent technology developed rapidly, telecommunication transmission using analog prior, now change to digital. One of reason, digital system has noise immune because threshold between 0 and 1 is very contrast.

Phase Shift Keying Modulation is one of modulation that common used, therefore requirement training moduls for telecommunication especially PSK modulator dan training in control field (especially PWM generator) become necessary. In this thesis are designed training device to construct 8-PSK and PWM in order easily understood.

In this research 8-PSK generator is made to facilitated studying QPSK and BPSK modulation. The design start by design sine from PWM, then filtering, shifting the phase and switching according the information. In order to facilitated 8-PSK programming is used microcontroller. The aims of this research is sine generator (using pwm method) and 8-PSK modulator. The important thing resulted from this research are forming structured and constructed thinking to design hardware and software, which start from understanding literature, ilustrating, simulatng and continued with constucting.

Keywords:

Timer, PWM, Low Pass Filter, Phase Shifter, Zero Cross, switching.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SEMINAR	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN PENGUJI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Model Operasional Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Definisi <i>PWM</i>	6
2.2. Pembangkitan sinyal <i>PWM</i>	7
2.2.1. Pembangkitan sinyal <i>PWM</i> dengan <i>Comparator</i>	7
2.2.2. Pembangkitan sinyal <i>PWM</i> dengan mikrokontroler	8
2.3. Pemfilteran/ rekonstruksi sinyal sinus dari sinyal <i>PWM</i>	8
2.4. Perancangan modulator <i>8-PSK</i>	10
2.4.1. Phase shifter / penggeseran fase	10
2.4.2. Pendeteksian fasa /pendeteksian <i>zero cross</i>	12
2.4.3. Pen-saklar-an (<i>switching</i>)	12
2.5. Mikrokontroler Atmega16	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1. Perancangan <i>PWM</i> Generator untuk Pembangkitan Gelombang Sinus.	15
3.2. Perancangan modulator <i>8-PSK</i>	23
3.2.1. Perancangan <i>Phase shifter</i> / penggeser fasa	24
3.2.2. Perancangan <i>Zero Cross</i>	25
3.2.3. Perancangan Generator 3-bit <i>programmable</i>	28
3.2.4. Pensaklaran	31
BAB IV PEMBAHASAN DAN PENGUJIAN	37
4.1. Pengujian Sinus generator.	37
4.2. Pengujian generator <i>8-PSK</i>	41
4.2.1. Pengujian penggeser fasa	41
4.2.2. Pengujian pensaklaran (<i>Switching 8 Gray-PSK</i>)	45
4.2.2.1 Modulasi <i>8 Gray-PSK</i> mode 200 sinus mewakili 3-bit	45

4.2.2.1.1 Pengujian 1	45
4.2.2.1.2 Pengujian 2	46
4.2.2.1.3 Pengujian 3	47
4.2.2.2 Modulasi 8 <i>Gray-PSK</i> mode 1 sinus mewakili 3-bit	48
4.2.2.2.1 Pengujian 1	48
4.2.2.2.2 Pengujian 2	49
4.2.2.2.3 Pengujian 3	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
DAFTAR ACUAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sebuah gelombang PWM.....	6
Gambar 2.2. Tegangan rata-rata suatu <i>PWM</i>	6
Gambar 2.3. Rangkaian comparator.....	7
Gambar 2.4. Blok diagram pembangkitan PWM	8
Gambar 2.5. Blok diagram pemfilteran	9
Gambar 2.6. Rangkaian Zero cross	12
Gambar 2.7. Fasor 8 gray-PSK	13
Gambar 3.1. Blok diagram pembangkitan sinus	15
Gambar 3.2. Filter kombinasi LC dengan RC	19
Gambar 3.3. Flowchart pembangkitan PWM	21
Gambar 3.4. Flowchart pembangkitan sinus 135 Hz metode PWM.....	22
Gambar 3.5. Rangkaian skematik penggeser fasa	24
Gambar 3.6. Hardware rangkaian deteksi zerocross	25
Gambar 3.7. Flowchart deteksi zerocross	26
Gambar 3.8. Flowchart Generator 3-bit	29
Gambar 3.9. Blok Pensaklaran sinyal untuk menghasilkan 8-Phase Shift Keying	32
Gambar 3.10. Flowchart Rutin Pensaklaran fasa	33
Gambar 4.1. Bagan pengujian sinus	37
Gambar 4.2a Sinus (<i>PWM</i> 100 sampling, filter $R1=7k20\Omega$, $C1=22nF, L1=100\mu H, C2=25nF$)	38
Gambar 4.2b Spektrum sinyal sinus hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling, frekuensi 1,0041 kHz.	38
Gambar 4.3a Sinus (<i>PWM</i> 50 sampling, filter $R1=3k20\Omega$, $C1=22nF, L1=100\mu H, C2=20nF$)	39
Gambar 4.3b Spektrum sinyal sinus hasil filter <i>PWM</i> 50 sampling, frekuensi 1,1096 kHz.	39
Gambar 4.4a Sinus (<i>PWM</i> 40 sampling, filter $R1=5k60\Omega$, $C1=10nF, L1=100\mu H, C2=20nF$)	39
Gambar 4.4 b Spektrum sinyal sinus hasil filter <i>PWM</i> 40 sampling,	

frekuensi 1,135 kHz.	39
Gambar 4.5a. Sinus frekuensi 135Hz, hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling..	40
Gambar 4.5b. Spektrum sinus frekuensi 135Hz	40
Gambar 4.6a. Sinus frekuensi 122 Hz, hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling.	40
Gambar 4.6b. Spektrum sinus frekuensi 122 Hz.	40
Gambar 4.7a. Sinus frekuensi 102 Hz, hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling.	40
Gambar 4.7b. Spektrum sinus frekuensi 102 Hz	40
Gambar 4.8a. Sinus frekuensi 82Hz, hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling.	41
Gambar 4.8b. Spektrum sinus frekuensi 82Hz.	41
Gambar 4.9a. Sinus frekuensi 41 Hz, hasil filter <i>PWM</i> 100 sampling.	41
Gambar 4.9b. Spektrum sinus frekuensi 41 Hz	41
Gambar 4.10. Fasa 0° dengan fasa 30° pada 83,3 Hz.	42
Gambar 4.11. Fasa 0° dengan fasa 45° pada 83,3 Hz.	42
Gambar 4.12. Fasa 0° dengan fasa 60° pada 83,3 Hz.	42
Gambar 4.13. Fasa 0° dengan fasa 90° pada 83,3 Hz.	42
Gambar 4.14. Fasa 0° dengan fasa 120° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.15. Fasa 0° dengan fasa 135° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.16. Fasa 0° dengan fasa 150° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.17. Fasa 0° dengan fasa 180° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.18. Fasa 0° dengan fasa 210° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.19. Fasa 0° dengan fasa 225° pada 83,3 Hz.	43
Gambar 4.20. Fasa 0° dengan fasa 240° pada 83,3 Hz.	44
Gambar 4.21. Fasa 0° dengan fasa 270° pada 83,3 Hz.	44
Gambar 4.22. Fasa 0° dengan fasa 300° pada 83,3 Hz.	44
Gambar 4.23. Fasa 0° dengan fasa 315° pada 83,3 Hz.	44
Gambar 4.24. Fasa 0° dengan fasa 330° pada 83,3 Hz.	44
Gambar 4.25. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 0 (gray 000) dan 4 (gray 110) Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.	45
Gambar 4.26. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 1 (gray 001) dan 3 (gray 010) Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.	46
Gambar 4.27. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 4 (gray 110) dan 6 (gray 101) Mode 200 Sinus mewakili 3-bit.	47

Gambar 4.28. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 0 (gray 000) dan 4 (gray 110) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.	49
Gambar 4.29. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 0 (gray 000) dan 2 (gray 011) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.	50
Gambar 4.30. Sinyal modulasi 8 Gray-PSK dengan data 0 (gray 000) dan 1 (gray 001) Mode 1 Sinus mewakili 3-bit.	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Rangkaian dasar penggeser fasa dengan R sebagai variabel	11
Tabel 2.2. Pembentukan Fase	11
Tabel 2.3. Input dan out modulasi 8gray-PSK	13
Tabel 3.1. Perhitungan periode PWM	16
Tabel 3.2. Periode <i>PWM</i> untuk sinus 100Hz.....	17
Tabel 3.3. Nilai LC untuk $f_1 = 8 \text{ kHz}$ dan $f_2 = 80 \text{ Hz}$	18
Tabel 3.4 Lowpass filter gabungan antara first order dan second order sebagai filter PWM.....	20
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	46
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	47
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	48
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	49
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	50
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	51

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Filter <i>second order</i> untuk $f_{c1}=8$ kHz	9
Persamaan 2.2. Filter <i>second order</i> untuk $f_{c2}=80$ Hz	9
Persamaan 3.1. Filter <i>first order</i> untuk $f_{c1}=8$ kHz	18
Persamaan 3.1. Filter <i>first order</i> untuk $f_{c2}=80$ Hz	19



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 3.1	Ilustrasi Perhitungan Lebar Pulsa PWM.exe.....	15
Lampiran 3.2	filter_frequency_fc8k_10R_10C_L_C.ms9	20
Lampiran 3.3	filter_frequency_fc8k_R_C_100L_100C.ms9	20
Lampiran 3.4	shifter1.SCH	24
Lampiran 3.5	non_invshift30.ms8	24
Lampiran 3.6	non_invshiftB45.ms8	24
Lampiran 3.7	non_invshiftB60.ms8	24
Lampiran 3.8	file switch1.SCH	25
Lampiran 3.9	Penurunan Rumus Rangkaian Penggeser Fasa	24
Lampiran 4.1	Setting_hardware_PWM_100x_50x_40x.JPG	37
Lampiran 4.2	Setting_pwm_100sample_multifreq	39