

Rancang Bangun Trainer Digital Berbasis *Field Programmable Gate Array*

Berlian Sihombing¹, Eko Mardianto^{2*}, Muhammad Ridhwan Sufandi³, Satriyo⁴, Mohd Ilyas Hadikusuma⁵, Yudi Chandra⁶

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak^{1,2,3,4,5}

Jl. Jend Ahmad Yani, Bansir Laut, Pontianak, (0561)736180

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ketapang⁶

Jl. Ranga Sentap-Dalong, Telp: (0534)303686

berlian280718@gmail.com¹, emardianto74@gmail.com², satriyo.rgb@gmail.com⁴

mohd.ilyas.hadikusuma@gmail.com⁵, yudi.chandra@politap.ac.id⁶

ABSTRACT

In modern times, aspects of life have developed increasingly rapidly, especially in the field of electronics and technology. Where there are various components that can be programmed digitally, which includes Field Programmable Gate Array, which has been widely developed and studied. The system to be operated is the basic logic gate, running led, flip flop, dc motor and stepper. The material discussed in the trainer system programming is about counters, ring counters, and buffers. This trainer helps the student learning system in designing digital systems that will program a system using a program language, namely the VHDL language.

Keywords: *FPGA, Running Led, Flip Flop, Motor DC, Stepper*

ABSTRAK

Pada zaman modern ini telah berkembang aspek kehidupan yang semakin pesat, terutama dalam bidang elektronik dan teknologi. Dimana terdapat berbagai komponen yang dapat diprogram secara digital, yang mencakup Field Programmable Gate Array, yang telah banyak dikembangkan dan dipelajari. Sistem yang akan dioperasikan yaitu gerbang logika dasar, running led, flip flop, motor dc dan stepper. Materi yang dibahas pada pemrograman sistem trainer yaitu tentang counter, ring counter, dan buffer. Trainer ini membantu sistem pembelajaran mahasiswa pada perancangan sistem digital yang akan memprogram suatu sistem dengan menggunakan bahasa program yaitu bahasa VHDL.

Kata kunci: *FPGA, Running Led, Flip Flop, Motor DC, Stepper*

1. PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini telah berkembang pesat aspek dalam bidang elektronik pada sistem pembelajaran. Dimana terdapat berbagai komponen yang dapat diprogram secara digital, salah satu kebutuhan yang termasuk adalah pada sistem *Field Programmable Gate Array* yang telah banyak dikembangkan dan dipelajari. Rangkaian dari *FPGA* didesain dan disimulasikan pada *personal computer (PC)* dengan bantuan perangkat lunak. *FPGA* memiliki kelebihan yang dapat di program berulang kali[1]. *FPGA* mencakup komponen logika seperti gerbang AND, OR, XOR, NOT, NAND, XNOR, dan gerbang NOR serta fungsi decoder, penjumlah, pengurang, pengganda, dan sebagainya[2]. Dan *FPGA* juga memiliki kemampuan untuk mengimplementasikan

rangkaian kombinasional dan sekuensial yang di desain langsung, dengan menggunakan bahasa program *VHDL*[3].

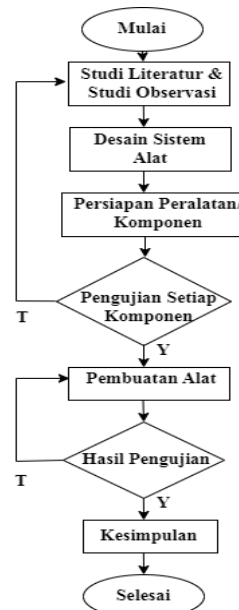
Pada modul ini terdapat berbagai sistem yang akan dilakukan seperti pengoperasian gerbang logika, pergerakan dari motor dc dan motor stepper, dan pengoperasian menggunakan output indikator led seperti *running led* dan flip flop Motor dc beroperasi berdasarkan gaya Lorentz, yang mana ketika kawat pembawa arus ditempatkan dalam medan magnet maka akan timbul gaya Lorentz yang ortogonal antara arah medan magnet dan arah arus alur[4]. Sedangkan motor stepper memiliki prinsip kerja yang sama dengan motor dc, yang mana keduanya menggunakan tegangan dc untuk menimbulkan magnet. Motor stepper bergerak secara bertahap sesuai dengan spesifikasinya[5]. Pada motor dc menggunakan driver IC L293D, yang berfungsi sebagai pergerakan keluaran dari motor dc[6].

Pada trainer terdapat rangkaian monostable multivibrator, yang berfungsi agar sistem pada rangkaian dapat beroperasi dengan baik. Pada kebanyakan kasus modul trainer waktu tekan pada tombol yang di perlukan dalam sebuah modul berkisar antara 0,3 – 0,5 detik. Rangkaian monostable multivibrator merupakan rangkaian yang menghasilkan satu keadaan pada output yang bermanfaat sebagai penunda waktu, yang mana interval waktu di kontrol oleh resistor eksternal dan kapasitor eksternal[7]. Trainer ini menggunakan power supply dengan tegangan 5 volt yang berfungsi untuk memberikan daya pada trainer tersebut. Yang mana power supply merupakan suatu alat yang dapat merubah arus bolak balik atau AC menjadi arus searah atau DC[8]. Pada pengoperasian sistem gerbang logika, yaitu bekerja sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika dasar[9]. Dan semua sistem yang digunakan pada trainer ini menggunakan bahasa program yaitu VHDL yang mana di dalam pemrograman terdapat tiga metode yang digunakan yaitu *Behavioral*, *Structural* dan *Data Flow*[10].

Sehingga pada penelitian yang mengenai karakteristik kinerja *FPGA* akan digunakan dalam sebuah modul praktikum yang akan diterapkan pada pembelajaran mahasiswa pada perancangan sistem digital dan pengoperasian sistem yang terkait pada gerbang logika, *running led*, flip flop, motor *dc* dan *stepper*. Dengan sifat dari *FPGA* yang dapat di konfigurasi hingga mampu mengimplementasikan fungsi program pada perangkat keras.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini terdapat beberapa langkah yang perlu diatasi seperti. Berikut adalah tahapan yang akan digunakan untuk pembuatan trainer digital berbasis *FPGA*:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

a. Studi Literatur

Dalam studi literatur akan mencari sumber yang berkaitan terhadap *FPGA* dengan menggunakan Xilinx Spartan 6 yang menggunakan bahasa pemrograman seperti VHDL. Melalui studi literatur, akan diperoleh pemahaman tentang konsep dari *FPGA*, pemrograman pada tiap komponen yang menggunakan *FPGA* dalam sebuah modul pembelajaran pada perancangan sistem elektronika.

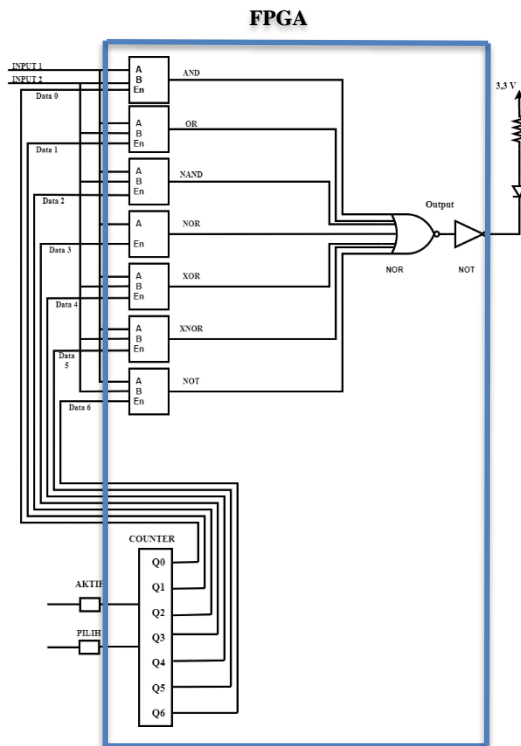
b. Studi Observasi

Metode ini melibatkan melihat langsung atau tindakan langsung kemudian mengamati pengembangan dan evaluasi trainer digital dengan melakukan observasi langsung untuk menentukan jenis-jenis komponen yang sesuai dan melihat langsung interaksi pengguna dengan penggunaan modul tersebut maka setelah survei di lakukan dampak pengembangan akan di lakukan.

c. Desain Sistem Alat

Tahap ini merupakan tahap menentukan konsep dan perancangan sistem yang ingin dibuat, seperti pembuatan blok program untuk menjalankan sebuah sistem.

Pada trainer digital berbasis *FPGA* terdapat beberapa pengoperasian yang akan dilakukan yaitu pengoperasian gerbang logika dasar, *running led*, flip flop, motor *dc* dan *stepper*. Berikut adalah blok pemrograman pada gerbang logika dasar berikut:



Gambar 2. Blok Pemrograman Gerbang Logika Dasar

Pada sistem gerbang logika dasar merupakan suatu pengoperasian yang beroperasi pada gerbang logika dasar. Yang mana pada sistem ini terdapat 2 input dan 1 output kecuali pada gerbang NOT yang terdiri dari 1 masukan dan 1 keluaran. Sistem ini bekerja sesuai dengan tabel kebenaran pada tiap gerbang logika yang akan di pilih. Berikut tabel kebenaran gerbang logika dasar:

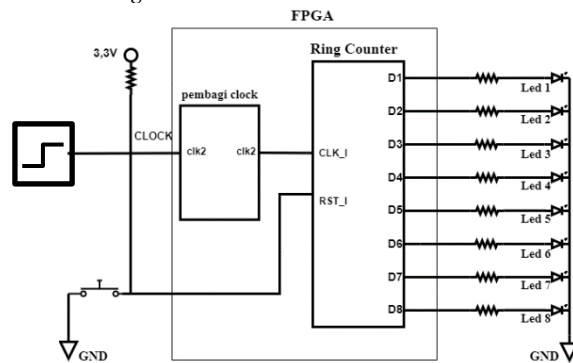
Tabel 1. Tabel Gerbang Logika Dasar

AND			OR			XOR		
IN	IN	OUT	IN	IN	OUT	IN	IN	OUT
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0

NAND		NOR		XNOR	
IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1

NOT	
IN	OUT
0	1
1	0

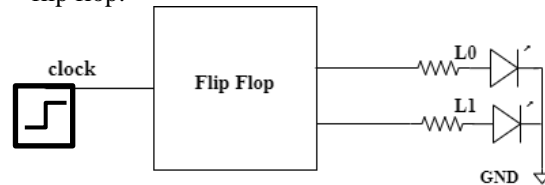
Berikut adalah gambar blok pemrograman *running led*:



Gambar 3. Blok Pemrograman *Running Led*

Pada sistem *running led* yang mana pada pengoperasian ini memiliki 1 buah input dan 8 output yang di tandai dengan indikator led. Sistem ini akan beroperasi dengan led dalam kondisi mati akan berjalan secara bergilir dengan terus menerus.

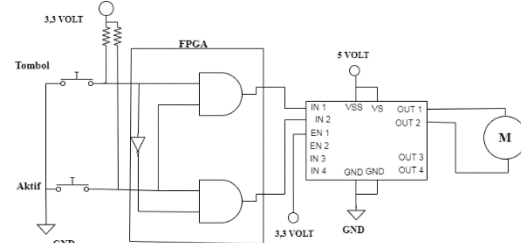
Berikut adalah gambar blok pemrograman flip flop:



Gambar 4. Blok Pemrograman Flip Flop

Pada sistem ini memiliki 1 buah input dan 2 output, yang mana pada pengoperasian flip flop ini indikator led akan menyala dan mati secara bergantian.

Berikut adalah gambar blok pemrograman motor dc:

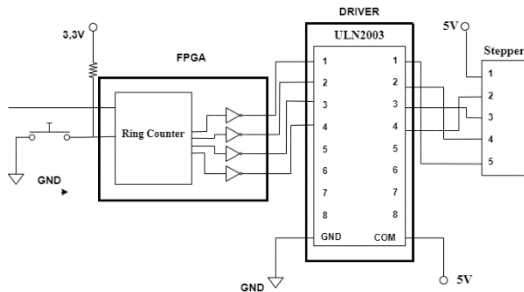


Gambar 5. Blok Pemrograman Motor DC

Pada sistem ini memiliki 2 buah input yang akan menghasilkan keluaran berupa putaran. Dan untuk menghasilkan pergerakan pada motor dc maka harus menggunakan driver tambahan yaitu IC L293D. Prinsip kerja pada rangkaian ini yaitu dengan mengaktifkan tombol aktif kemudian

mengaktifkan Tombol sehingga motor DC dapat bergerak.

Berikut adalah gambar blok pemrograman *stepper*:



Gambar 6. Blok Pemrograman Stepper

Pada sistem ini memiliki 1 buah *input* yang akan menggerakkan arah putar *stepper*. cara kerja pada sistem ini sama dengan motor *dc*. Untuk menggerakkan *stepper* maka akan menggunakan *driver* yaitu IC ULN2003. Berikut tabel prinsip kerja pada motor *stepper*:

Tabel 2. Prinsip Kerja dari Motor Stepper

Tombol Aktif	STEP	In 4	In 3	In 2	In 1
1	D1	0	0	0	1
1	D2	0	0	1	0
1	D3	0	1	0	0
1	D4	1	0	0	0

d. Persiapan Peralatan/ Komponen

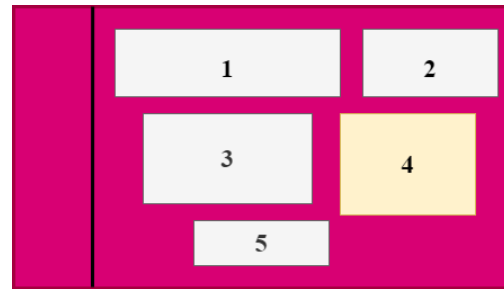
Tahap ini yaitu membuat pendataan pada peralatan dan komponen yang akan digunakan untuk membuat trainer. Meliputi perangkat keras dan juga perangkat lunak yang akan digunakan pada sistem trainer.

e. Pengujian Setiap Komponen

Pada tahap selanjutnya yaitu melakukan pengecekan pada tiap komponen yang di gunakan. Hal ini bertujuan agar pada saat melakukan proses pembuatan alat pada trainer dapat berjalan baik dan sesuai target yang diinginkan.

f. Pembuatan Alat

Pada tahap ini merupakan suatu proses dari pembuatan trainer dengan menggabungkan komponen-komponen yang diperlukan sehingga menjadi sebuah alat yang dapat di program dengan baik. Berikut adalah gambar tata letak rangkaian yang ada pada trainer digital yang akan dibuat yaitu sebagai berikut:



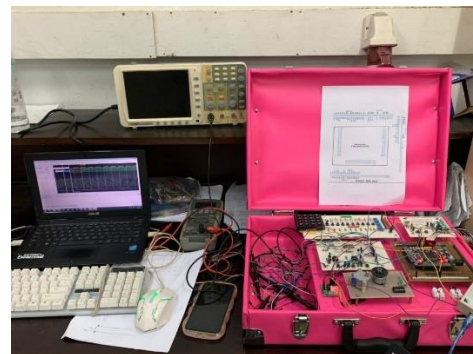
Gambar 7. Tata Letak Rangkaian Pada Trainer Digital

Keterangan:

1. Rangkaian tombol, *keypad*, *led*, *dip switch*
2. Rangkaian gerbang logika dasar
3. Rangkaian pembagi frekuensi
4. Rangkaian xilinx spartan 6
5. Rangkaian motor *dc* dan *stepper*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dari pengujian yang sudah di lakukan pada masing-masing sistem:



Gambar 8. Tahap Pengujian Trainer

a. Hasil Pengujian Gerbang Logika Dasar

Adapun hasil dari pengujian yang telah berhasil di uji pada rangkaian sistem gerbang logika dasar yang ada pada gambar 4 yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Gerbang Logika Dasar

INPUT		OUTPUT						
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
0	0	LOW	LOW	1	1	LOW	1	-
0	1	LOW	1	1	LOW	1	LOW	-
1	0	LOW	1	1	LOW	1	LOW	-
1	1	1	1	LOW	LOW	LOW	1	-
0	-	-	-	-	-	-	-	1
1	-	-	-	-	-	-	-	LOW

Keterangan:

- L1 = AND L4 = NOR
L2 = OR L5 = XOR

L3 = NAND L6 = XNOR
L7 = NOT

Berdasarkan tabel 1 merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan sehingga mendapatkan nilai dalam tabel kebenaran yang sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.

b. Hasil Pengujian Running Led

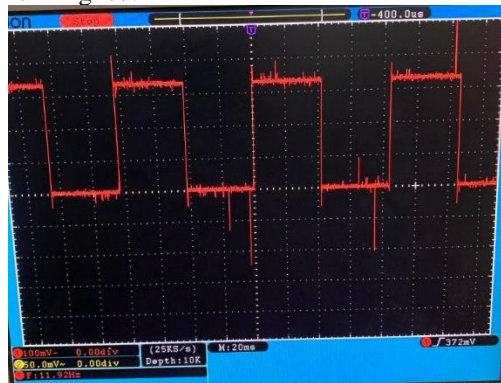
Berikut hasil pengujian yang telah berhasil di uji pada rangkaian *running led* yang ada pada gambar 5 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Data Hasil Pengujian *Running Led*

Waktu	IN		OUTPUT							
	clock		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0,084 S			3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	0
0,084 S			3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	0	3,2 V
0,084 S			3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	0	3,2 V	3,2 V
0,084 S			3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	0	3,2 V	3,2 V	3,2 V
0,084 S			3,2 V	3,2 V	3,2 V	0	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V
0,084 S			3,2 V	3,2 V	0	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V
0,084 S			3,2 V	0	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V
0,084 S			0	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V	3,2 V

Berdasarkan tabel 2 yaitu hasil dari uji coba pada pengoperasian *running led*, yang mana led bergerak *running* ditandai dengan indikator led mati yang bergerak secara bergilir dengan terus menerus. Yang mana output yang mengalami tegangan 3,2 V yang menandakan kondisi led dalam keadaan menyala sedangkan 0 kondisi led dalam keadaan mati.

Berikut pengukuran frekuensi pada program *running led*:



Gambar 10. Pengukuran Frekuensi *Running Led*

c. Hasil Pengujian Flip Flop

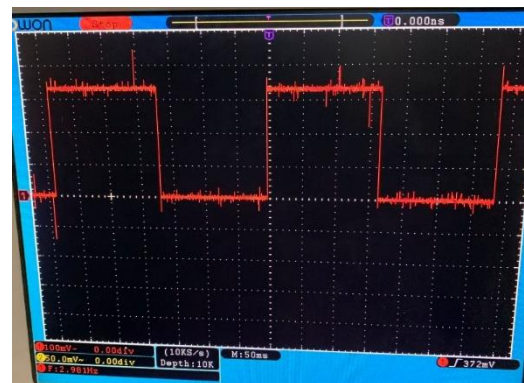
Adapun hasil pengujian yang berhasil di uji pada rangkaian flip – flop pada gambar 6 yaitu sebagai berikut:

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Flip Flop

T (waktu)	INPUT	OUTPUT	
	Clock	L0	L1
0 S	-	0	0
0,34 S		1	0
0,34 S		0	1
0,34 S		1	0
0,34 S		0	1

Berdasarkan tabel 3 yaitu hasil dari uji coba pada pengoperasian flip flop, yang mana kedua led akan hidup secara bergantian. Dengan waktu 0,34 S, yang di dapat pada pengukuran dari program pembagi clock dengan nilai frekuensi sebesar 2,98 Hz.

Berikut pengukuran Frekuensi pada program flip flop:



Gambar 11. Pengukuran Frekuensi Flip Flop

d. Hasil Pengujian Motor DC

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Motor DC

Logika Kondisi Motor DC		Arah Putar Motor DC
0	0	Tidak Berputar
0	1	Berputar Kekiri
1	0	Berputar Kekanan
1	1	Tidak Berputar

Berdasarkan tabel 4 merupakan hasil dari pengujian dari pengoperasian Motor DC yang telah sesuai dengan rancangan yang di tentukan yang terdapat pada rangkaian pada gambar 7.

e. Hasil Pengujian Stepper

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Stepper

STEP	Tombol Aktif	IN4	IN3	IN2	IN1
D0	0	0	0	0	0
D1	1	0	0	0	3,2 V
D2	1	0	0	3,2 V	0
D3	1	0	3,2 V	0	0
D4	1	3,2 V	0	0	0

Berdasarkan tabel 5 merupakan hasil pengujian dari pengoperasian stepper yang telah sesuai dengan sistem yang di rancang yang terdapat pada rangkaian pada gambar 8.

4. KESIMPULAN

Trainer digital berbasis *FPGA* merupakan sebuah modul yang dapat membantu pembelajaran pada perancangan sistem digital. Modul ini telah berhasil dirancang dengan mengoperasikan praktikum yang mencakup tentang gerbang logika dasar, counter, ring counter dan pemrograman *FPGA* yang menggunakan berbagai komponen seperti *led*, tombol/*push button*, *dipswitch*, motor *dc* dan *stepper* yang dilakukan dengan konsep digital. Dan bagi yang ingin melakukan penelitian tentang *FPGA*, maka sebelum melakukan penelitian, tentunya kita mampu untuk memahami konsep dasar dari *FPGA* yang akan digunakan. Dan mampu mengembangkan hardware, software atau keduanya pada penelitian yang akan dibuat. Dengan menggunakan bahasa program *VHDL* dan juga dapat mengimplementasikan desain pada *FPGA* dengan jenis *FPGA* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

[1] Dewi,K.,Sulaeman,S.,&..(2020). Implementasi *Field Programmable Gate Array* (Fpga) Pada Digital Logic Trainer. *Seminar Nasional Hasil,2019,127–132.*

[2] Dermawan, D., Putra, M. A. M., Waluyo, C.B.,&Sudibya,B.(2020).Rancang Bangun *Arithmetic Logic Unit* 8 Bit Pada Spartan 2 *FPGA.Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta, 6, 185–198.*”

[3] Zuhdy,A,H (2013)Implementasi Programmable DAC pada *FPGA Xilinx Spartan-6 Berbasis VHDL...*, Vol. 4. 91

[4] Simanjuntak, H. (2019). Prototype Kendali Pintu Otomatis Menggunakan Motor DC dan Sensor Pir dengan Arduino Uno R3 Berbasis.Mikrokontroler.Dari,<https://repository.wicida.ac.id/2584/>

[5] Aung, E, E (2019)., Single Axis Solar Tracking System. Vol.8. 284

[6] Mawar., Alfaizt, A., Nur, M., & Ishak (2020). Perancangan Mini CNC (Computer Numericaly Control) DVD Drive. Vol.2. 3

[7] Pauan, M (2019). Rancang Bangun Bel Rumah Menggunakan IC 555 Sebagai Monostable Astable Multivibrator. 2086-99371

[8] Putra, G,S,A., Nabila, A., & Pulungan, A, B (2020). Power Supply Variabel Berbasis Arduino. Vol 1 No 2. 139

Texbooks

[9] Muchlas. Buku Ajar Teknik Digital. Yogyakarta. 2020 25 – 34.

Thesis

[10] Mardianto, E. PEMBANGKIT PULSE WIDTH MODULATION MEMANFAATKAN SINYAL RAMP BERBASIS FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY.2011.