

MODUL TRAINING PRAKTIKUM MENGGUNAKAN FPGA

Dwi Herlambang; Dicki Hugo Joputra; Rudy Susanto

Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
root_dee@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to design a practicum module using VHDL FPGA-based language so that a system that can be implemented on Spartan 3AN XC3S700AN module can be built. The methods used in this study are design and analysis. The design is built on hardware system development, engineering and VHDL language design. The analysis is carried out on modules separately, the overall system and the feasibility of the use of FPGAs in the system. The research results in a practical module system device implemented with VHDL language using a computer. It is also enriched with FPGA VHDL language reference, especially in the Spartan 3AN XC3S700AN module. The use of Spartan 3AN XC3S700AN module is successfully carried out and implemented since the module has better features and produces good results of Test Bench. The use of VHDL is assessed quite good and suitable. It is also superior on the implementation.

Keywords: FPGA, VHDL, test bench

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah rancangan modul praktikum menggunakan FPGA berbasis bahasa VHDL sehingga dapat dibangun sebuah sistem yang dapat diimplementasikan pada modul Spartan 3AN XC3S700AN. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perancangan dan analisis. Metode perancangan berupa pembangunan sistem perangkat keras, pembuatan rancang bangun dan perancangan bahasa VHDL. Metode analisis berupa analisis modul-modul secara terpisah, analisis sistem keseluruhan dan analisis kelayakan penggunaan FPGA pada sistem. Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah sebuah perangkat sistem modul praktikum yang diimplementasikan dengan VHDL sebagai bahasanya dengan menggunakan komputer. Selain itu juga memperkaya referensi bahasa VHDL dengan FPGA, khususnya dalam modul Spartan 3AN XC3S700AN. Penggunaan modul Spartan 3AN XC3S700AN telah berhasil dilakukan dan diimplementasikan, karena modul tersebut mempunyai fitur yang lebih baik dan menghasilkan hasil Test Bench yang baik pula. Dari segi penggunaan, VHDL dinilai sudah cukup baik, sesuai, dan VHDL lebih unggul pada pengimplementasiannya.

Kata kunci: FPGA, VHDL, test bench

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia dalam segala aspek kehidupan makin hari semakin cepat, terutama perkembangan pada dunia elektronik dan teknologi di bidang mikrokontroler sehingga menyebabkan perkembangan pesat pada aplikasi dan pemanfaatannya.

Pada dunia mikrokomputer, berbagai komponen yang dapat diprogram secara digital ditemukan seperti IC sederhana seperti *General Array Logic (GAL)* hingga board terpadu dengan mikroprosesor yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa *VHSIC Hardware Description Language (VHDL)*, seperti *Field Programmable Gate Array (FPGA)* yang telah berkembang dan dipelajari secara luas.

FPGA adalah singkatan dari *Field-Programmable Gate Array*. FPGA adalah komponen terpadu elektronika yang terbuat dari semikonduktor dan dirancang untuk dapat diprogram secara berulang-ulang oleh pengguna. Kata "*Field-Programmable*" pada FPGA berarti perangkat ini dapat diprogram langsung di lapangan tanpa harus dibawa ke laboratorium menggunakan komputer. FPGA diprogram dengan menggunakan bahasa *Hardware Description Language (HDL)* yang mirip dengan yang digunakan untuk *Application-Specific Integrated Circuit (ASIC)*. FPGA dapat melakukan proses logika dan matematika sesuai dengan *VHDL* yang ditanamkan. Pengembangan FPGA saat ini sudah menggunakan teknologi nano, seperti pada FPGA Spartan 3 AN ukuran transistor-transistornya mencapai 90 nm.

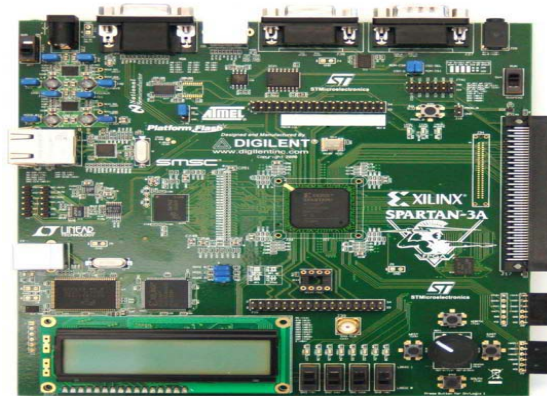
FPGA mempunyai komponen gerbang yang dapat diprogram (*programmable logic*) dan sambungan yang dapat diprogram juga. Komponen gerbang yang dapat diprogram yang dimiliki FPGA meliputi jenis gerbang logika biasa (*AND, OR, XOR, NOT*) maupun jenis fungsi matematis dan kombinatorik yang lebih kompleks (*decoder, adder, subtractor, multiplier, dll*).

Secara umum FPGA akan bekerja lebih lambat jika dibandingkan dengan jenis chip yang lain seperti pada chip *Application-Specific Integrated Circuit (ASIC)*. Hal ini karena FPGA menggunakan power/daya yang besar bentuk desain yang kompleks. Beberapa kelebihan dari FPGA antara lain adalah dapat diprogram mengikuti kebutuhan, dan kemampuan untuk diprogram kembali untuk mengoreksi adanya kesalahan. Jenis FPGA dengan harga murah biasanya tidak bisa diprogram dan dimodifikasi setelah proses desain dibuat (*fixed-version*). Chip FPGA yang lebih kompleks dapat diperoleh dari jenis FPGA yang dikenal dengan *Complex-Programmable Logic Device (CPLD)*.

Selain fungsi digital yang ada, beberapa FPGA memiliki juga fitur analog. Fitur analog yang umum adalah *programmable slew rate*. Beberapa FPGA memiliki juga komponen *ADC* dan *DAC*.

FPGA diciptakan dari *Programmable read-only memory (PROM)* dan *Programmable Logic Devices (PLD)*. Kedua komponen tersebut dapat diprogram di pabrik. Berikut tampilan FPGA Spartan 3AN XC3S700AN (Gambar 1).

Sementara *VHDL* merupakan singkatan dari *VHSIC Hardware Description Language*. *VHSIC* adalah juga singkatan yang berarti *Very High Speed Integrated Circuit*. *VHDL* merupakan bahasa yang mendeskripsinya sebuah IC dengan bahasa *HDL*. Selain itu, *VHDL* dapat digunakan sebagai dokumentasi, pembuktian dan sintesa pada perancangan digital berukuran besar atau sebuah IC. *VHDL* menggunakan tiga pendekatan untuk mendeskripsikan hardware: Metode Struktural, *Data Flow*, *Behavior*.

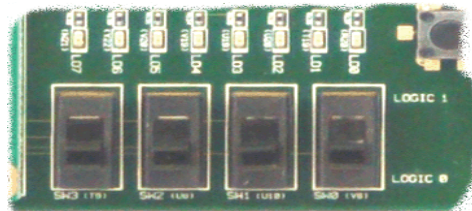


Gambar 1. FPGA Spartan 3AN XC3S700AN.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perancangan dan analisis. Metode perancangan berupa pembangunan sistem perangkat keras, pembuatan rancang bangun dan perancangan bahasa VHDL. Metode analisis berupa analisis modul-modul secara terpisah, analisis sistem keseluruhan dan analisis kelayakan penggunaan FPGA pada sistem.

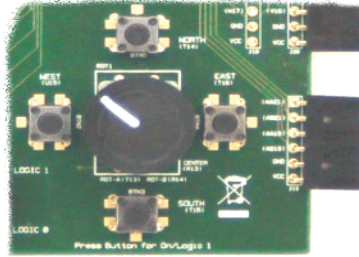
Modul *output* LED (Gambar 2) yang digunakan adalah kumpulan beberapa LED sesuai dengan banyaknya bit yang dapat dikeluarkan oleh sebuah modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN dan berfungsi untuk melihat tampilan keluaran atau *output* yang dihasilkan dari proses pengolahan data di dalam FPGA.



Gambar 2. Modul LED.

Modul *Switch* atau *Push Button* (Gambar 3) yang digunakan adalah kumpulan dari beberapa *Switch* atau *Push Button* yang dirangkai atau disusun sesuai dengan banyaknya LED yang terdapat pada Modul *output* LED yang telah di jelaskan diatas. *Switch* ini berfungsi untuk mengatur hasil yang dikeluarkan oleh FPGA Spartan 3AN XC3S700AN dan ditunjukkan pada Modul LED sebagai *output*.

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu perangkat elektronika yang dirancang sedemikian rupa, sehingga dapat menampilkan tulisan yang telah deprogram terlebih dahulu ke layar LCD. Perangkat *Liquid Crystal Display* (LCD) ini banyak digunakan sebagai layar tampilan pada berbagai jenis aplikasi elektronika, seperti monitor computer, televise, telepon seluler, dan lain – lain. Perangkat LCD dibuat dalam berbagai bentuk kemasan dan ukuran . Salah satu perangkat LCD yang banyak digunakan untuk *interfacing* dengan perangkat elektronika lainnya adalah LCD 2x16.



Gambar 3. Modul *Push Button*.

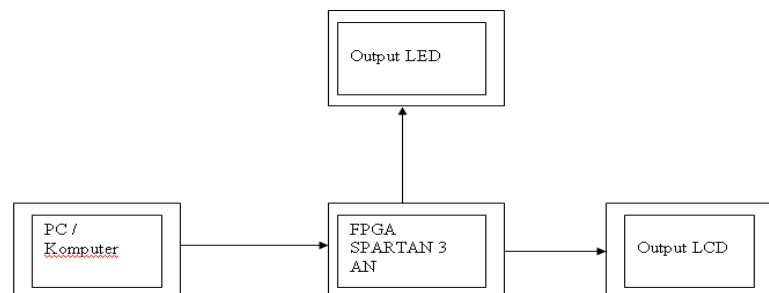
Masing-masing modul LCD memiliki suatu *controller* yang berfungsi untuk mengontrol tampilan layar LCD secara keseluruhan. *Controller* pada modul LCD menerima instruksi dan data dari suatu prosesor atau mikrokontroler untuk menentukan karakter (Tabel 1) apa yang akan ditampilkan pada layar LCD tersebut.

Tabel 1. *Character LCD*

Signal Name	FPGA Pin	Function	
LCD_DB<7>	Y15	Data bit DB7	
LCD_DB<6>	AB16	Data bit DB6	
LCD_DB<5>	Y16	Data bit DB5	
LCD_DB<4>	AA12	Data bit DB4	
LCD_DB<3>	AB12	Data bit DB3	When using the four-bit interface, drive these signals High.
LCD_DB<2>	AB17	Data bit DB2	
LCD_DB<1>	AB18	Data bit DB1	
LCD_DB<0>	Y13	Data bit DB0	
LCD_E	AB4	Read/Write Enable Pulse 0: Disabled 1: Read/Write operation enabled	
LCD_RS	Y14	Register Select 0: Instruction register during write operations. Busy Flash during read operations 1: Data for read or write operations	
LCD_RW	W13	Read/Write Control 0: Write, LCD accepts data 1: Read, LCD presents data	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram sistem.

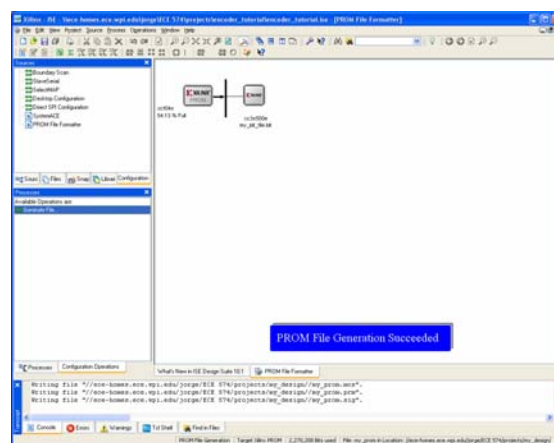
Berdasarkan Gambar 4 mengenai Blok Diagram Sistem terdapat tiga (3) bagian blok sistem yaitu Blok FPGA Spartan 3AN XC3S700AN, Blok *output* LED, Blok *Komputer/PC*, Blok *output* LCD. Blok sistem FPGA Spartan 3AN XC3S700AN yaitu berisi tentang bagaimana data dapat dikirim melalui Modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN ke Modul – Modul *output* lainnya. Dan FPGA Spartan 3AN XC3S700AN dapat mengatur hasil *output* melalui *Switch / Push Button* yang terdapat didalam Modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN untuk dapat menentukan nilai akhir dari *output* yang dihasilkan, Berdasarkan yang kita inginkan setelah dilakukan pemrograman dengan menggunakan bahasa *VHDL*.

Blok *Komputer / PC* yaitu berisi tentang cara memproses data yang sudah dibuat atau dirancang dengan menggunakan suatu *Software Xilinx Ise 11*, lalu data tersebut dikirim menuju FPGA Spartan 3AN XC3S700AN ke Modul – Modul *output*nya lainnya. *Switch / Push Button* Berfungsi sebagai penghubung antara FPGA Spartan 3AN XC3S700AN ke modul *output* berupa LED dan *7-Segment*. Dengan sistem sebagai berikut:

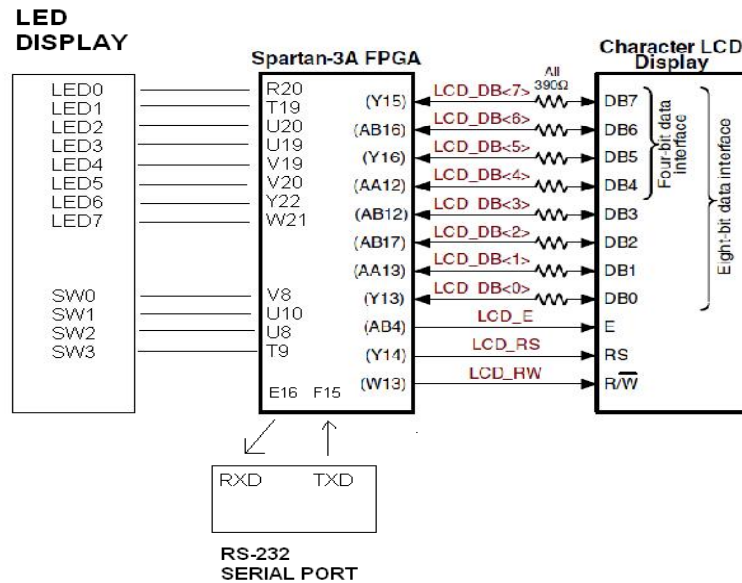
Data yang berasal dari sebuah modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN yang sudah di program menggunakan bahasa *VHDL*, lalu ditembakkan dengan alamat yang sudah di tentukan ke modul *Switch / Push Button* sesuai dengan karakteristik FPGA tersebut. Bila salah satu *Switch / Push Button* ditekan/digeser berdasarkan nilai logika yang telah ditentukan. maka data yang berasal dari *Switch* ini akan dikirimkan kembali ke Modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN lalu data tersebut diteruskan menuju Modul *output* LED untuk menunjukkan nilai hasil *output*.

Blok Modul *output* LED atau *7-Segment* yaitu berisi tentang bagaimana cara menampilkan *Inputan* yang diberikan atau dikirimkan oleh FPGA Spartan XC3S700AN menuju Modul *output* LED. Nilai *input* yang diberikan kedalam FPGA Spartan XC3S700AN harus sama dengan nilai *output* yang dihasilkan. Bila tidak sesuai dengan nilai *input* dan *output*nya maka telah terjadi sebuah kesalahan pada sebuah pemrogramannya atau pada Modul FPGA Spartan 3AN XC3S700AN terjadi kerusakan. Bisa juga terjadi kerusakan pada sebuah modul *output*.

Blok Modul *output* LCD yaitu berisi tentang bagaimana cara menampilkan *Inputan* yang diberikan atau dikirimkan oleh FPGA Spartan 3AN XC3S700AN menuju Modul *output* LCD. Data yang dikirimkan oleh komputer berupa data ASCII pada karakter yang digunakan oleh LCD. Data *Input* dan Data *output* harus sama dengan nilai *output* yang dihasilkan oleh LCD. Bila nilai *output* pada LCD tidak sama, akan terjadi pada kesalahan pada *Program* yang telah dibuat, atau bisa terjadi kerusakan pada Modul LCD itu sendiri. Dapat pula terjadi kerusakan pada kabel data yang digunakan dalam memprogram data. Gambar 5 di bawah ini merupakan tampilan menu *PROM FILE*. Gambar 6 merupakan skematik sistem.



Gambar 5. Menu Tampilan *PROM FILE*.



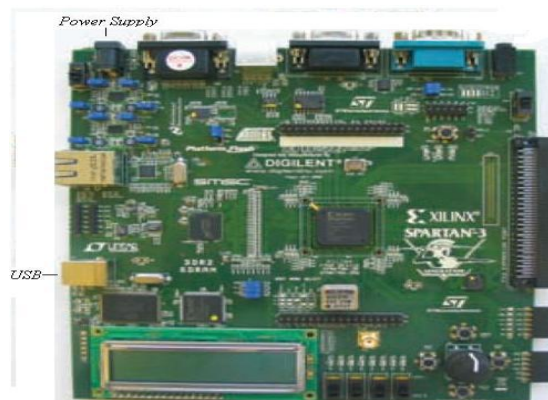
Gambar 6. Skematik sistem.

Evaluasi FPGA

Modul FPGA harus sudah terpasang drivernya pada komputer dan sudah terdeteksi pada komputer. Pemasangan driver harus menggunakan driver bawaan yang telah disediakan.

Modul FPGA harus dioperasikan pada kondisi kering dan tidak berdebu demi menjaga keawetan dan kehandalan dari modul yang digunakan.

Setelah selesai digunakan lepaskan semua sambungan *power supply* dan kabel USB (Gambar 7). Kemudian simpan modul FPGA kembali ke dalam tempatnya.



Gambar 7. Posisi Power Supply dan USB.

Evaluasi Hasil Percobaan pada FPGA

Setelah dilakukan *burning* dan modul dijalankan, dihasilkan data analisis sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Tabel hasil *output* Switch LED

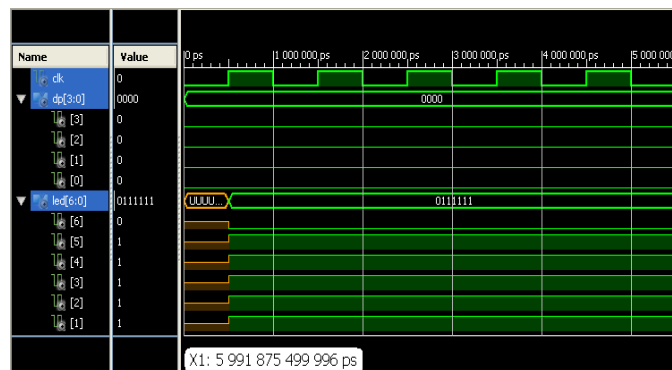
Percobaan	Switch	LED
1	0000	00000000
2	0001	10000001
3	0010	10000010
4	0011	10000100
5	0100	10001000
6	0101	10010000
7	0110	10100001
8	0111	11010000
9	1000	10110000
10	1001	10010110
11	1010	11101100
12	1111	11111111

Tabel 3. Tabel Hasil *output* 7-Segment

Switch	LED	Tampilan 7-Segment
0000	0111111	0
0001	0000110	1
0010	1011011	2
0011	1001111	3
0100	1100110	4
0101	1101101	5
0110	1111101	6
0111	0000111	7
1000	0111111	8
1001	1101111	9

Evaluasi Test Bench

Test Bench yang telah dilakukan terhadap kode *VHDL* yang ada menghasilkan hasil seperti yang ditampilkan pada Gambar 8. Terlihat nilai hasil *Test Bench* untuk pin-pin yang ada stabil dan tidak mengalami gangguan pada jangka waktu selama *Test Bench* dilakukan. Nilai-nilai yang ada pun terlihat cukup baik. Selain itu, tidak terjadi jeda dan kekeliruan yang tidak diinginkan. Hal ini menunjukkan kode-kode yang ada siap untuk diterapkan pada praktikum.



Gambar 8. Hasil *Test Bench*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan terhadap modul FPGA Spartan 3 AN XC3S700AN pada LED, *Seven Segment*, dan LCD, dapat disimpulkan bahwa: (1) implementasi pada modul FPGA Spartan 3 AN XC3S700AN berhasil dilakukan; (2) hasil *Test Bench* menunjukkan nilai yang cukup baik untuk diterapkan pada praktikum; (3) *Test Bench* berhasil dilakukan pada kode *VHDL* yang telah disiapkan; (4) penggunaan *VHDL* memudahkan implementasi untuk dilakukan; (5) *Test Bench* lancar dilakukan dengan *software* Xilinx ISE.

DAFTAR PUSTAKA

- Floyd, Thomas L. (2008). *Electronic Devices* (8th edition). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hwang, Enoch O. (2004). *Digital Logic and Microprocessor Design with VHDL*. California: La Sierra University.
- Perry, Douglas. (2002). *VHDL: Programming by Example* (4th edition). New York: McGraw-Hill.
- Stiffler, A. Kent. (1992). *Design with Microprocessors for Mechanical Engineers*. New York: McGraw-Hill.
- Yalamanchili, Sudhakar. (2005). *VHDL: A Starter's Guide*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.