

PERANCANGAN MODUL PRAKTIKUM SIMULATOR TANGKI PENCAMPUR BERBASIS FPGA**Reski Praminasari¹⁾***Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang***ABSTRACT**

This research is intended to design a module that can simulate the process of mixing two raw materials for making drinks in a water tank. The complete system of designed modules includes both hardware and software modules where the output is expected to help D3 Electronics Engineering students apply the FPGA (Field Programmable Gate Array) practical learning process in the laboratory. The process of making this practical module begins with data collection, making circuit boards input-output interface, simulator display design using LabVIEW and FPGA-based programming. The output of this research is a mixing tank simulator practice module that can be connected to the FPGA trainer available in the laboratory so that it can be used as an Integrated Circuit practicum aid in PNUP Electronics D3 Study Program.

Key words: Mix tank simulator, FPGA, Field Programmable Gate Array, LabVIEW.

1. PENDAHULUAN

Sistem Digital adalah salah satu sistem yang digunakan dalam pemrosesan sinyal dan data. Jauh sebelum era digital, pemrosesan sinyal maupun data dilakukan dengan menggunakan sistem analog. Pada sistem digital nilai keluaran yang dihasilkan memiliki dua keadaan yang pasti yakni kondisi 0 dan 1. Mulanya rangkaian dasar sistem digital berupa gerbang-gerbang logika dasar dan flip-flop yang dibangun menggunakan komponen elektronika diskrit seperti tabung hampa yang selanjutnya dengan ditemukan transistor maka peran tabung hampa digantikan oleh transistor. Rangkaian dasar yang dibangun, dirakit pada sebuah *Printed Circuit Board (PCB)* dan dibuat menjadi modul. Modul-modul ini dipasangkan pada suatu rak sehingga membentuk suatu sistem yang lengkap. Munculnya teknologi *Integrated Circuit (IC)* memungkinkan manusia membuat rangkaian level bawah yang semakin lengkap.[1]

Seiring dengan perkembangan bidang elektronika, yakni dengan ditemukannya prosesor digital FPGA (Field Programmable Gate Array) yaitu sebuah ASIC (Application Specific Integrated Circuit) yang dapat diprogram sesuai kehendak pengguna. Implementasi operasi-operasi digital dalam bentuk perangkat keras dapat dilakukan dengan FPGA. FPGA memuat ribuan gerbang logika yang dapat di program membentuk suatu alur logika. FPGA dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem kombinasional dan sekuensial berkecepatan tinggi dengan lebar bit tak terbatas[2]

Untuk menunjang ilmu pengetahuan tentang FPGA ini maka pada kurikulum pembelajaran yang terdapat pada Prodi Teknik Elektronika jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) disajikan matakuliah praktek yang mempelajari tentang FPGA dengan nama Praktikum Rangkaian Terintegrasi.

Dalam mata kuliah praktek ini mahasiswa diajarkan merancang sebuah desain IC (*Integrated Circuit*) berbasis FPGA yang rancangannya dibuat dengan deskripsi HDL dan diimplementasikan pada FPGA Altera dimana perangkat lunak yang digunakan adalah Quartus II. Penelitian kali ini bertujuan untuk mendesain suatu modul pembelajaran berupa modul simulator yang dapat dipakai untuk sebagai alat bantu dalam pelaksanaan praktikum Rangkaian Terintegrasi berbasis FPGA.

Sebelum dilakukannya penelitian ini ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan topic yang sama antara lain adalah Peningkatan Proses Belajar Mengajar Sistem Digital Menggunakan Simulator Xilinx, yang ditulis oleh Ir. Hartono Siswono, MT., Elfitrin Syahrul, ST., MT., Yulisdin, ST., MT. penelitian ini menghasilkan Satuan acara pengajaran, Handout serta modul praktikum yang membantu dosen dan mahasiswa dalam proses belajar mengajar system digital menggunakan simulator Xilinx.

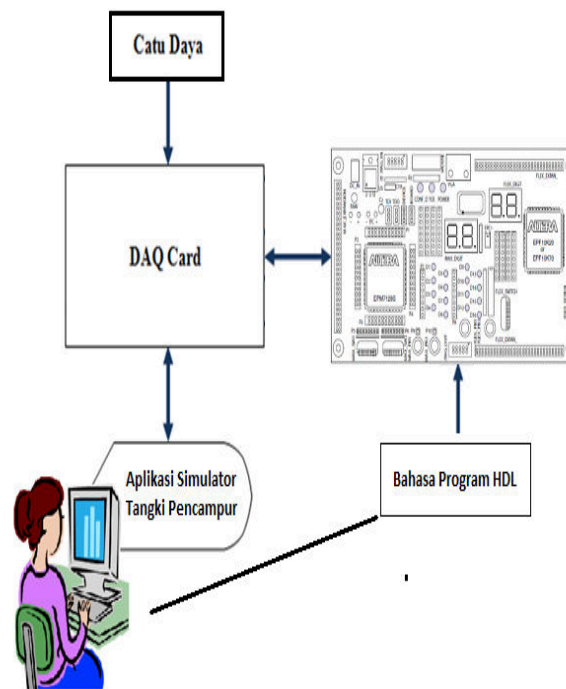
Penelitian yang lain adalah Implementasi Field Programmable Gate Array (FPGA) pada Digital Logic Trainer, yang ditulis oleh Kartika Dewi, S.T, M.T., Sulaeman, S.T, M.T., Reski Praminasari, S.T, M.T. yang menghasilkan Modul pembelajaran matakuliah praktikum Rangkaian Terintegrasi berbasis FPGA yang memanfaatkan Board DE2 Altera sebagai alat bantu praktikum dengan penerapan pada rangkaian sistem digital.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Digital Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Ujung Pandang. Langkah pertama adalah melakukan studi pustaka sehubungan dengan alat yang akan dibuat,

¹ Korespondensi Penulis : Reski Praminasari, Telp. 085109949494, reski_praminasari@poliupg.ac.id

terutama mempelajari teknik interface dan level tegangan logic keluaran dari FPGA maupun dari *hardware interface*. Bahan dan komponen yang diperlukan diusahakan dapat diperoleh dipasaran lokal, jika tidak ditemukan dapat dipesan ke tempat lain. Untuk perancangan rangkaian sistem, diperlukan data dan karakteristik yang terkait dengan besaran fisik yang akan dikendalikan pada sistem modul praktek tangki air. Perancangan dimulai dengan rancangan *hardware* kemudian diikuti dengan perancangan *software* berdasarkan data masukan yang telah diperoleh sebelumnya. Perangkat keras (Hardware) yang akan dibuat terdiri dari tiga unit komponen yaitu *power supply*, rangkaian antar muka (interface), dan kartu akuisisi data (DAQ Card). Power supply untuk memberikan tegangan bagi semua unit, rangkaian interface akan menyesuaikan level tegangan logika dari board FPGA ke tegangan level logika kartu data akuisisi (DAQ Card) berupa USB-6008OEM buatan National Instrument. Dari kartu akuisisi data DAQ Card ini, kemudian akan terhubung dengan aplikasi perangkat lunak (*software*) simulator tangki pencampur yang akan didesain. Adapun diagram blok sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem yang dirancang

Perancangan *Software* Simulator dimulai dengan pembuatan program aplikasi (*software*) dengan menggunakan perangkat lunak LabVIEW. Dalam tampilan antar muka aplikasinya akan ditampilkan kondisi tangki air, pompa bahan baku 1 dan pompa bahan baku 2. Pada simulator ini juga terdapat tampilan Valve out untuk menguras hasil proses pencampuran bahan baku di tangki. Setelah program aplikasi berhasil baik, kemudian dilakukan integrasi dengan perangkat keras (*hardware*) yang sudah dibuat sebelumnya. Pengujian dan Uji Coba Sistem dilakukan pengujian fungsional dari alat. Model pengujian dilakukan pada dua tahap yaitu Pengujian respon dan karakteristik tegangan pada setiap terminal input-output komponen baik pada sisi simulator maupun pada sisi FPGA dan Pengujian fungsional sistem dan alat keseluruhan, termasuk respon ketika ada perintah dari aplikasi yang berasal dari user/pemakai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan disajikan hasil penelitian yang terdiri dari bagian hasil perancangan dan penyajian data. Untuk bagian hasil perancangan terkait modul praktikum yang telah dibuat, sedangkan penyajian data yang ditampilkan adalah hasil pengujian dari piranti yang yang dibuat. Adapun pembahasannya akan dijelaskan mengenai deskripsi proses pembuatan modul hingga tahap pengujiannya dan analisis data hasil pengujian.

3.1. Piranti Trainer FPGA dan Aplikasi LabView

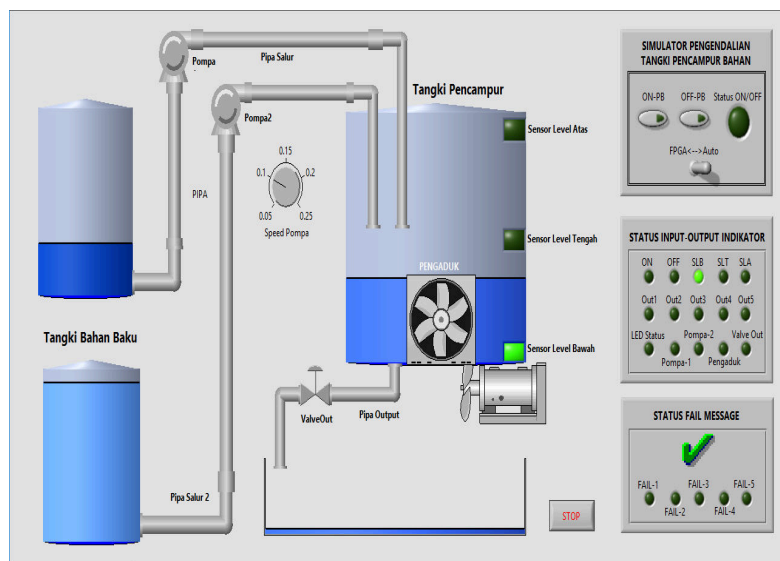
Objek penelitian ini adalah modul *Development Education 2 board* diproduksi oleh intel. *Development and Education board* seri 2 adalah papan percobaan yang bersifat stand-alone berbasis pada perangkat Altera

Cyclone® II 2C35 FPGA. Board dirancang untuk memenuhi kebutuhan instruktur dan siswa dalam lingkungan laboratorium. Perangkat EP2C35F672C6 dapat dikonfigurasi dalam sistem dengan baik menggunakan download ByteBlasterMV kabel. Pada penelitian ini, FPGA akan mengontrol plant simulator yang dibuat pada aplikasi LabView. Pada sistem ini FPGA akan memberikan input berupa kendali ON dan OFF untuk mengaktifkan simulator dan menonaktifkan tangki pencampur, selain itu ada data input sensor level bawah, tengah dan atas dari tangki pencampur yang diterima oleh FPGA sebagai data input dari simulator LabView. Data input yang diterima oleh FPGA nanti akan diolah oleh FPGA untuk mengaktifkan pompa satu, pompa dua, pengaduk serta valve yang ada pada simulator LabView.



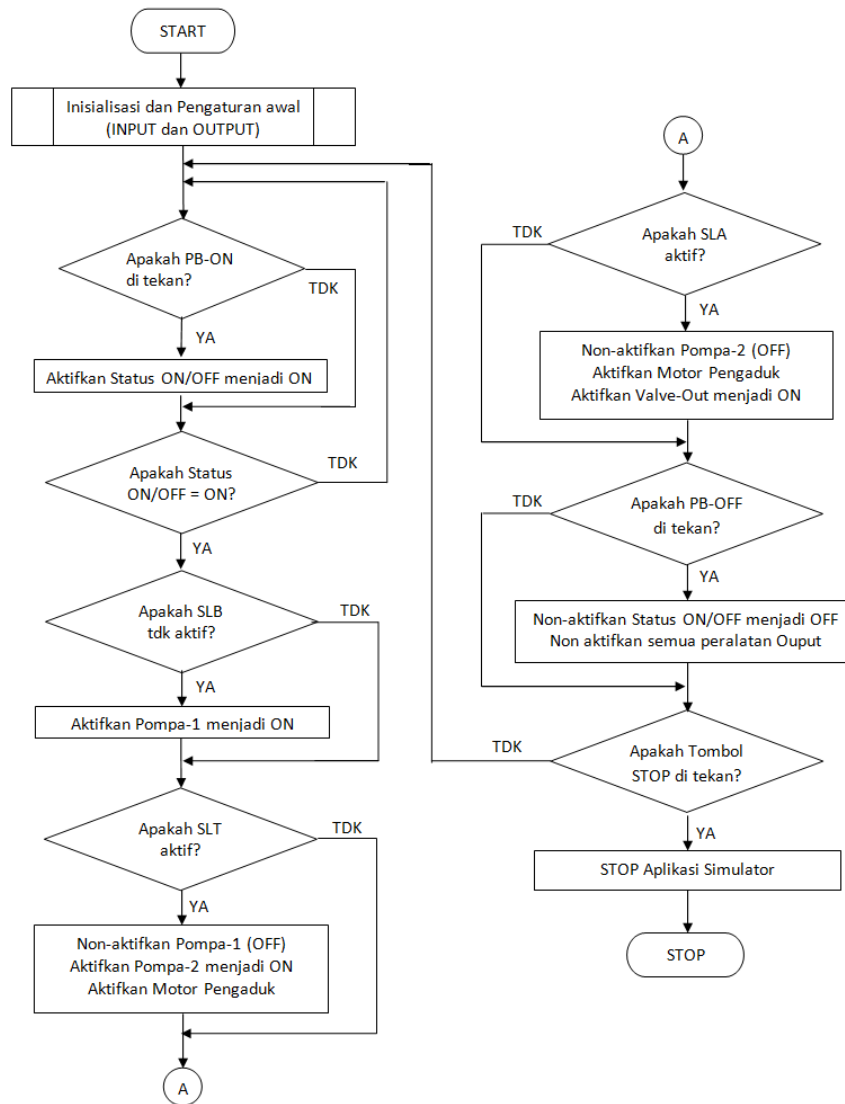
Gambar 2. Hasil Perancangan Simulator tangki pengaduk

Untuk tampilan aplikasi modul simulator FPGA di komputer, akan dibuat pada bagian *front panel* LabVIEW, adapun *lay-out* desainnya bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain tampilan aplikasi simulator FPGA

Aplikasi simulator tangki pencampur ini dibuat sebagai media pembelajaran praktek, dimana pemakai harus memprogram sekuen urutan proses pengendalian peralatan output berdasarkan peralatan input yang tersedia. Jika program tidak sesuai, maka proses simulasi pencampuran tidak akan berjalan dengan baik. Salah satu skenario proses urutan pencampuran ini dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 4. Flowchart proses urutan pencampuran bahan baku

3.2. Pengujian Sistem

Tahapan selanjutnya agar sistem yang dibuat ini berfungsi dengan baik, perlu adanya Sebelum menghubungkan antara FPGA dan simulator maka perlu dilakukan pengujian pada program FPGA itu sendiri apakah telah berjalan baik atau belum. Pengujian dilakukan menggunakan input internal berupa saklar sebagai pengganti sensor dan led sebagai pengganti output pompa satu, pompa dua, pengaduk dan valve. Setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil pengendali dapat bekerja dengan baik untuk selanjutnya dihubungkan dengan simulator. Hasil pengujian peralatan input-output pada simulator dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Peralatan Input Simulator

Peralatan Input	Kondisi	Tegangan Terbaca
Sensor Level Bawah	ON	4,85 v
	OFF	0,04 v
Sensor Level Tengah	ON	4,8 v
	OFF	0,04 v
Sensor Level Atas	ON	4,83 v
	OFF	0,05 v

Tabel 2. Hasil Pengujian Peralatan Ouput Simulator

Peralatan Output	Tegangan diberikan	Kondisi Peralatan
Pompa-1	5 v	Aktif (ON)
	0 v	Tdk Aktif (OFF)
Pompa-2	5 v	Aktif (ON)
	0 v	Tdk Aktif (OFF)
Motor Pengaduk	5 v	Aktif (ON)
	0 v	Tdk Aktif (OFF)
Valve Out	5 v	Aktif (ON)
	0 v	Tdk Aktif (OFF)
Indikator ON/OFF	5 v	Aktif (ON)
	0 v	Tdk Aktif (OFF)

Setelah pengujian secara internal baik dari hardware dan software maka selanjutnya dilakukan pengujian hardware interface aplikasi simulator yang dihubungkan dengan FPGA. Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu pengujian komunikasi data antara FPGA dengan aplikasi simulator dan pengujian indikator pesan kesalahan jika terjadi kesalahan dalam pengiriman data. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 dibawah.

Tabel 3. Pengujian Hardware Interface Aplikasi Simulator dengan trainer FPGA

Nama Komponen I/O	Koneksi FPGA		Koneksi DAQ Card Simulator		Hasil Pengujian Interface
	Alamat PIN	Tipe PIN	Alamat PIN	Tipe PIN	
Indikator Status	U25	OUTPUT	P0.0	INPUT	Baik
Pompa 1	T20	OUTPUT	P0.1	INPUT	Baik
Pompa 2	T18	OUTPUT	P0.2	INPUT	Baik
Pengaduk	T24	OUTPUT	P0.3	INPUT	Baik
Valve Out	T22	OUTPUT	P0.4	INPUT	Baik
Sensor Level Bawah	M21	INPUT	P1.0	OUTPUT	Baik
Sensor Level Tengah	M20	INPUT	P1.1	OUTPUT	Baik
Sensor Level Atas	M23	INPUT	P1.2	OUTPUT	Baik

Tabel 4. Pengujian Indikator Pesan Kesalahan

Kondisi Simulator	Pesan Kesalahan Yang Muncul
Pompa-1 aktif dan indikator status OFF	Fail-5
Pompa-2 aktif dan indicator status OFF	Fail-5
Valve Out aktif dan indikator status OFF	Fail-5
Pompa-1 aktif hingga isi tangki pengaduk penuh	Fail-1
Pompa-2 aktif hingga isi tangki pengaduk penuh	Fail-1
Valve Out aktif hingga isi tangki pengaduk habis	Fail-2
Pompa-1 aktif dan Pompa-2 aktif	Tdk ada
Pompa-1 aktif dan Valve Out aktif	Fail-3
Pompa-2 aktif dan Valve Out aktif	Fail-4

Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh bahwa simulator bekerja dengan baik dimana simulator bekerja sesuai dengan kendali yang dikirimkan oleh FPGA ke simulator, pendeteksian sensor juga bekerja dengan baik. Untuk pengujian indikator kesalahan dilakukan dengan mengirimkan perintah-perintah kendali

yang salah ke simulator, jika simulator dapat mendeteksi kesalahan tersebut maka akan muncul pesan-pesan kesalahan pada program simulator.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ujicoba terhadap modul praktikum simulator tangki pencampur berbasis FPGA maka kami dapat mengambil kesimpulan bahwa:

- 1) Perancangan Modul praktikum simulator tangki pencampur berbasis FPGA dan komputer berbasis GUI telah berhasil dilakukan
- 2) Tampilan GUI akan memudahkan proses pembelajaran bagi mahasiswa dalam praktek dasar-dasar teknik pengaturan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Maxfield, *The Design Warrior's Guide to FPGAs*. USA: Mentor Graphics Corporation and Xilinx, Inc., 2004
- [2] B. Zeidman, *Introduction to CPLD and FPGA Design*, USA: Embedded System Conference, San Fransisco, 2004
- [3] Kartika Dewi, Sulaeman, Reski Praminasari, "Implementasi Field Programable Array (FPGA) pada Digital Logic Trainer", *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat.*, pp. 127-132, 2-3 Nov, 2019
- [4] Sastra K Wijaya, *Pengenalan Instrumentasi Maya*. Diktat Kuliah Instrumentasi Maya, Jakarta: Universitas Indonesia, 2015

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan untuk Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Program Studi D3 Elektronika atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian ini bisa terlaksana.