

PERANCANGAN SISTEM AUTOMASI SKALAR PADA RUANGAN MENGUNAKAN RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFIER) BERBASIS FPGA (FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY)

DESIGN OF ROOM'S SWITCHES AUTOMATION SYSTEM USING RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFIER) BASED ON FPGA (FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY)

Widitama Salman¹, Dr.Ir. Basuki Rahmat, M.T.², Estananto, M.Sc., M.B.A.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹widigaring@students.telkomuniversity.ac.id, ²basukir@telkomuniversity.ac.id,

³estananto@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pemborosan energi listrik semakin meningkat seiring pertumbuhan teknologi yang pesat. Salah satu pemborosan yang paling sering terjadi yaitu membuat alat elektronik dalam status *standby* tidak terpakai, contoh nya lampu. Apabila status *standby* yang tidak terpakai tersebut dapat dikurangi, maka pemborosan energi listrik pun akan terhindari. Beberapa cara mengurangi status *standby* tersebut, salah satunya membuat saklar(*switch*) otomatis yang dapat bereaksi sesuai dengan keberadaan pengguna ruangan. Beberapa cara pula untuk mendeteksi keberadaan pengguna, salah satunya menggunakan *Radio Frequency Identify*(RFID) melalui kartu tanda pengguna yang sudah terpasang *chip* RFID untuk sistem presensi suatu instansi.

Berdasarkan kebutuhan diatas, dalam tugas akhir ini akan dirancang suatu sistem otomasi *switch* yang akan bekerja berdasarkan ada/tidaknya pengguna ruangan yang membawa kartu tanda pengguna didalam ruangan. Sistem ini memakai *Field Programmable Gate Array*(FPGA) dan *Very Highspeed Hardware Definition Language*(VHDL) sebagai pusat memproses data , sekaligus database dari data masukan pembaca RFID. FPGA akan memproses data dari pembaca setiap terdeteksi ada pengguna yang memasuki atau keluar ruangan. Jumlah pengguna yang terdeteksi, akan mempengaruhi sistem penerangan dan AC. Sistem diharapkan mampu bekerja dengan baik dalam membaca dan memproses data pengguna ruangan. Hasil keluaran diharapkan dapat menggantikan sistem penerangan dan AC menggunakan *switch* manual dengan otomatis..

Kata kunci: RFID, sistem automasi, FPGA, VHDL

Abstract

Electrical energy waste is increasing with the rapid technological growth. One of the most common waste is unused electronic device in an *standby* status, for example lights and air-conditioning. If the unused *standby* status can be reduced, then the electrical energy waste could be avoided. Several ways can be implied to reduce the *standby* status, for example makes the *switch* that can automatically react according to user existence at the room. Some ways also can be implied to detect the presence of users, for example uses *Radio Frequency Identify* (RFID) through user identification card which is applied RFID chip to an agency presence system.

Based on the above requirements, in this final project writer will designed an automated system switches which will work based on the presence / absence of an user who brought identification card to the room. This system use *Field Programmable Gate Array*(FPGA) and *Very Highspeed Hardware Definition Language*(VHDL) as a central proccesing unit and main database that collect data from RFID reader. FPGA will process any data from the reader if there are user(s) who enter or exit the room detected. The number of user that detected, will affect lighting and air conditioning systems. The system is expected to reading and processing data room users well. The expected output is to replace the manual *switch* of lighting and air-conditioning system to automatic *switch*.

Keywords: RFID, automation system, FPGA, VHDL

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi yang paling mudah terbarukan. Hanya dengan magnet, kumparan, dan gerakan(energi kinetik) kita dapat menghasilkan energi listrik. Tetapi dengan pernyataan tersebut, banyak pengguna energi listrik yang lalai melakukan pemborosan energi listrik. Faktanya, menurut data Kementerian Riset

Teknologi (Kemenristek), tingkat konsumsi listrik per kapita masyarakat Indonesia cukup tinggi dibandingkan negara tetangga. Tingkat konsumsi per kapita rata-rata masyarakat Indonesia per tahun sebesar 528,87kWh/tahun, angka ini lebih tinggi dibanding Filipina yang sebesar 494,34 kWh/tahun, Laos 338,58 kWh/tahun, Kamboja sebesar 117,64 kWh/tahun, dan Myanmar 69,51 kWh/tahun. Indonesia terancam mengalami krisis listrik bila tambahan pembangkit listrik 35.000 megawatt (MW) tidak tercapai dalam lima tahun, karena kebutuhan listrik nasional terus meningkat. Tapi, di sisi lain rakyat Indonesia ternyata lumayan boros listrik^[5].

Indonesia sebagai negara berkembang, memiliki banyak instansi pemerintah maupun swasta. Suatu instansi besar rata-rata memiliki puluhan hingga ratusan ruangan yang menggunakan sistem penerangan dan AC dengan switch manual. Pemborosan paling sering terjadi ketika pengguna ruangan lalai dan meninggalkan ruangan dengan penerangan dan AC dalam keadaan menyala. Kasus lain yang sering terjadi adalah, ketika ruangan sedang tidak terpakai, ada pihak yang tidak berhak menggunakan fasilitas dalam ruangan, namun dengan sengaja menggunakan fasilitas tersebut. Hal tersebut merupakan penggunaan energi listrik yang tidak tepat dan termasuk salah satu pemborosan energi listrik. Agar dapat meminimalisir pemborosan energi listrik tersebut, pada tugas akhir ini, penyusun bergagasan untuk merancang suatu alat pendeteksi menggunakan RFID guna mendeteksi keberadaan pengguna ruangan.

Salah satu alasan penyusun menggunakan RFID sebagai perangkat pendeteksi karena sebagian besar instansi atau perusahaan telah menggunakan chip RFID pada kartu tanda pegawainya. Hal tersebut memudahkan perusahaan untuk memantau presensi dan absensi pegawai. Maka, dengan mengetahui daftar presensi pegawai, perangkat dapat menentukan apakah pencahayaan dan AC diperlukan atau tidak untuk mengurangi penyalahgunaan fasilitas.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Radio Frequency Identification

Radio frequency identification (RFID) merupakan penerapan teknologi nirkabel yang menggunakan medan elektromagnetik dan gelombang radio untuk metode identifikasi dan menyimpan informasi yang dapat diakses jarak jauh^[3]. Suatu perangkat RFID umumnya terdiri dari pembaca (*Reader*) RFID, *antenna* dan *chip/tag* RFID. Tag dan Reader dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber dayanya, yaitu *Passive Reader Active Tag* (PRAT), *Active Reader Passive Tag* (ARPT), dan *Active Reader Active Tag* (ARAT)^[4]. Tipe PRAT memiliki reader pasif yang hanya akan menerima sinyal radio dari tag aktif bertenaga baterai internal. Jarak maksimal tipe PRAT adalah 600m. Tipe ARPT memiliki reader aktif yang akan mengirim sinyal interogator dan menerima sinyal autentikasi dari tag pasif. Tipe ARAT memiliki tag yang akan aktif bila menerima sinyal interogator dari aktif reader. Tag aktif dapat mengembalikan sinyal pemberitahuan kepada reader. Tipe RFID yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah tipe ARPT. Umumnya RFID mempunyai prinsip kerja ketika tag RFID mendapat sinyal, maka perangkat ini akan mendeteksi sinyal aktivasi dari antenna dan memicu chip RFID untuk aktif. Chip ini akan mengirim informasi untuk diterima RFID reader.

2.2 Field Programmable Gate Array

Field programmable gate array (FPGA) merupakan suatu IC digital yang didesain untuk mengimplementasikan rangkaian digital^[2]. FPGA umumnya dikonfigurasi oleh *Hardware description language* (HDL). FPGA tersusun oleh komponen elektronika dan semikonduktor yang membentuk gerbang terprogram (*programmable logic*) dan sambungan terprogram (*interkoneksi*). FPGA mempunyai koreksi error yang kecil dan merupakan teknologi yang bebas untuk diimplementasikan dalam berbagai macam algoritma. Berikut beberapa alasan menggunakan FPGA:

- Memiliki kemampuan untuk menangani beban komputasi yang berat
- Menghilangkan tugas-tugas intensif dari Digital Signal Processing
- Sistem dapat beroperasi dengan frekuensi hingga 50MHz
- Kustomisasi arsitektur agar sesuai dengan algoritma ideal
- Mengurangi biaya sistem

Secara umum, struktur FPGA terdiri dari 3 bagian, yaitu *Input/Output Blocks* (IOB), *Configurable Logic Blocks* tersusun atas *look-up-table based complex structure* (struktur kompleks berbasis tabel) dan *flip-flop* (FF) untuk implementasi rangkaian sekuensial^[1]. *Programmable interconnects* berupa kabel segmen dan *programmable switches* yang menghubungkan antara *Configurable Logic Blocks* yang berbeda, sedangkan IOB berperan sebagai antar muka antara *external package pin* dari perangkat dan *internal user logic*^[1].

2.3 VHIC Hardware Description Language

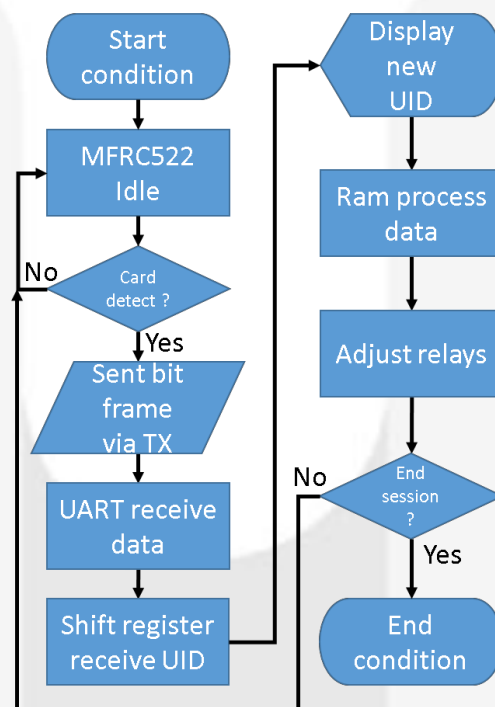
VHSIC Hardware Description Language (VHDL) suatu bahasa pemrograman untuk simulasi rangkaian dari komponen-komponen digital^[1]. VHSIC (Very High Speed Integrated Circuit) merupakan salah satu jenis bahasa HDL yang digunakan untuk mendeskripsikan berbagai fungsi rangkaian digital seperti FPGA, flip-flop, gerbang logika. HDL (Hardware Description Language) digunakan perancang perangkat keras untuk menuliskan sifat, sinyal dan fungsionalitas deskripsi berbasis hardware dari suatu rangkaian. VHDL menggunakan kata kunci tertentu (*reserved keywords*) yang tidak boleh/dapat digunakan sebagai nama sinyal atau pengidentifikasi (*identifier*). Kata kunci dan *identifier* yang didefinisikan pengguna/programmer tidak case sensitive (huruf-besar atau huruf-kecil diperlakukan sama). Baris komentar dimulai dengan dua tanda hubung berdekatan (-) dan akan diabaikan oleh compiler. VHDL juga mengabaikan jeda baris dan ruang ekstra (spasi, tab). VHDL adalah bahasa yang sangat menekankan jenis (*type*) data (*strongly typed*), yang menyiratkan bahwa seseorang harus selalu menyatakan jenis (*type*) setiap objek yang dapat memiliki nilai, seperti sinyal, konstanta dan variable. *Software* yang digunakan untuk memprogram VHDL salah satunya adalah Quartus Altera, dan software yang digunakan untuk pengujian algoritma adalah Modelsim-Altera.

2.4 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

UART adalah sebuah metode komunikasi serial yang umum digunakan oleh hardware maupun software. Secara umum proses dari UART dibagi menjadi 2 bagian yaitu receiver dan transmitter. Bagian receiver merubah data paralel menjadi data bit-stream yang dikirimkan secara serial. Sebaliknya blok transmitter akan mengubah data bit-stream yang diterima secara serial menjadi data paralel. Setiap data yang dikirimkan akan terdiri dari 8 bit (1 byte). Setiap data disisipkan bit pemulai "0" dan bit pengakhir "1" yang akan menunjukkan bahwa data yang dikirimkan tidak salah. Jika tidak ada data yang dikirimkan maka kanal komunikasi akan berada dalam kondisi idle. Kondisi idle ditunjukkan oleh kanal komunikasi yang selalu bernilai "1".

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Alir



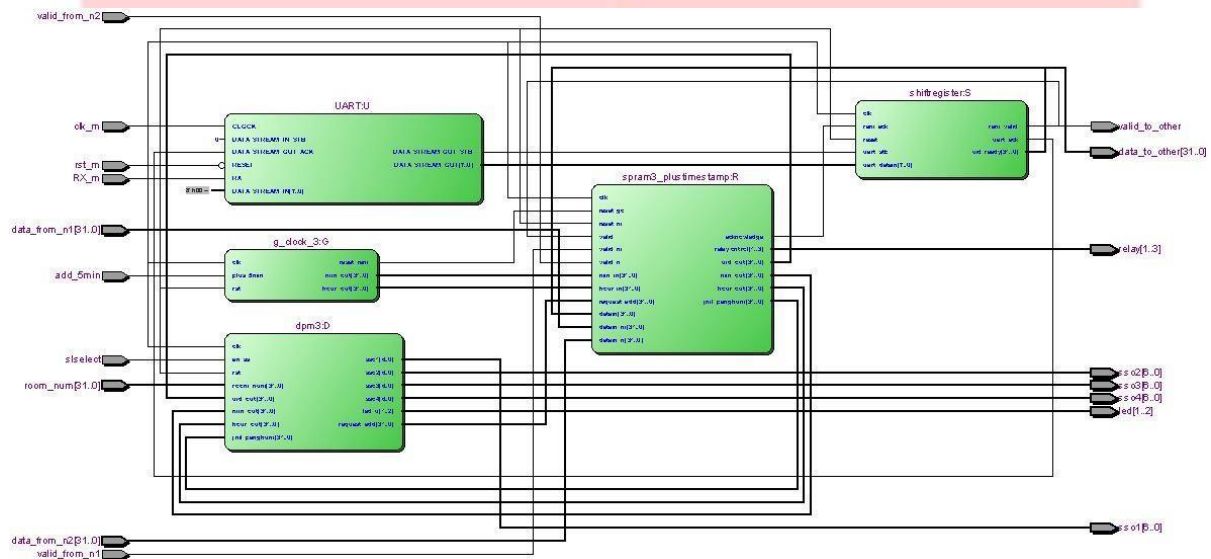
Gambar 1. Diagram Alir

3.2 Konfigurasi Sistem

3.4 Perancangan Sistem Pada Software

Perancangan sistem yaitu menyesuaikan algoritma pada cara kerja sistem. Cara kerja sistem pertama, FPGA akan mulai aktif hanya ketika *start condition* yaitu saat dimulainya suatu sesi. Ketika mulai memasuki sesi, FPGA akan mempersiapkan General Clock, mengkosongkan isi Ram dan UART buffer, dan membuka semua

relay. Seven-Segment akan menunjukkan *slave data* terlebih dahulu, yaitu berisi 2 digit *slave number*, dan 2 digit jumlah pengguna ruangan. Kemudian sistem akan siap menerima setiap UID tag RFID yang terdeteksi oleh modul reader. Modul reader mengirim data secara bertahap. Satu buah sinyal STB diikuti dengan 8 bit *Data Stream Out*. Delapan bit tersebut terdiri dari 4bit dari MSB sebagai *header frame* bit dan 4bit hingga LSB sebagai data UID satu byte bilangan *hexadecimal*. Setelah melalui 8 kali sinyal STB, maka didapat lah 8byte UID. Lalu UID tag yang terdeteksi akan di tampilkan pada *seven-segment* dan akan diseleksi menggunakan *comparator* sesuai dengan data yang tersimpan pada RAM. UID tag yang sudah terdapat pada RAM akan dihapus dan dianggap meninggalkan ruangan, dan mengurangi jumlah pengguna ruangan yang akan mempengaruhi relay. UID tag yang belum terdapat pada RAM akan di simpan pada RAM dan akan menambah jumlah pengguna ruangan, maka akan ada beberapa relay yang *close loop*. Semakin banyak jumlah UID tersimpan pada RAM, semakin banyak pula relay yang menjadi *close loop*. Ketika sesi berakhir yang di beritakan oleh *general clock*, FPGA akan menghapus semua data pada RAM dan menutup semua akses fasilitas..



Gambar 1. Perancangan Sistem Pada Quartus

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Jumlah *slave* yang dapat ditangani

Analisa dibagi menjadi dua objek, yaitu berdasarkan jumlah pin I/O FPGA dan berdasarkan logic element yang terpakai pada setiap modul reader RFID.

4.1.1 Jumlah *slave* yang dapat ditangani berdasarkan jumlah pin I/O FPGA

Satu buah *slave* memerlukan empat buah pin I/O pada FPGA yaitu sebagai pin *relay command* (3) dan RX karena menggunakan komunikasi serial UART. Sedangkan pada FPGA, pin I/O atau biasa disebut *expansion header* berjumlah 2x36 buah. Maka dapat disimpulkan, berdasarkan jumlah expansion header FPGA, jumlah maksimal *slave* yang dapat ditangani adalah 18 *slave*.

4.1.2 Jumlah *slave* yang dapat ditangani berdasarkan *logic element*

Logic element merupakan komponen terkecil pada FPGA yang berupa gerbang-gerbang logika, *flip-flop*, transistor. Data jumlah *logic element* yang digunakan pada *script* VHDL dapat diketahui setelah *compile* berhasil dilakukan tanpa error. Tabel dibawah merupakan hasil uji sistem dengan beberapa jumlah *slave*.

Tabel 2 Penggunaan Logic element pada tiap jumlah room

Total Room	Dedicated Logic Registers (%)	Combinational Functions (%)	Total Logic Elements (%)
1	1592 (8%)	2728 (15%)	3105(17%)
2	3012 (16%)	5153(27%)	5916 (32%)
3	4431 (24%)	7671 (41%)	8793 (47%)
4	5850 (31%)	10139 (54%)	11648 (62%)
5	7269 (39%)	12556 (67%)	14416 (77%)
6	8688 (46%)	15007 (80%)	17148 (91%)
7	10107 (54%)	17448 (93%)	18189 (97%)

Berdasarkan tabel diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa FPGA dapat menanganh hingga 7 slave dengan total logic elements terpakai sebesar 18189 atau 97% dari kapasitas maksimal. Sedangkan, nilai persentase tersebut berdasarkan total logic elements yang tersedia pada FPGA yaitu sebesar 18752 logic elements.

Daftar Pustaka

- [1] **Wibowo, Ferry Wahyu**, 2014, *FPGA & VHDL : Teori, Antarmuka, dan Aplikasi*, Yogyakarta: Deepublish.
- [2] **Kilts, Steve**, 2007, *Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization 1st Edition*, Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] **Bonsor, Kevin**(2007, Nov.5) *How RFID Works* [online]. Available : <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid.htm>
- [4] **Purnama, Agus**(2012, Aug.6) *Pengertian Dan Komponen Radio Frequency Identification (RFID)* [online]. Available : <http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/pengertian-dan-komponen-radio-frequency-identification-rfid.htm> diakses pada tanggal 16 November 2015
- [5] **Rama, Rista Dhany**(2015, Aug.20) *RI Dibayangi Krisis Listrik, Masyarakat Masih Boros Energi* [online]. Available : <http://finance.detik.com/read/2015/08/20/142953/2996701/1034/ri-dibayangi-krisis-listrik-masyarakat-masih-boros-energi>
- [6] **Kurniawan, Ikrar Bahari**, 2015 *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PENYORTIRAN KOTAK BERBASIS RFID PADA KONVEYOR DENGAN METODE SEARCHING*. Bandung: Telkom University.