

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN AUTOMASI GEDUNG  
BERBASIS MIKROKONTROLER

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh

Muhammad Arif

E.5051.1204134

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

MUHAMMAD ARIF

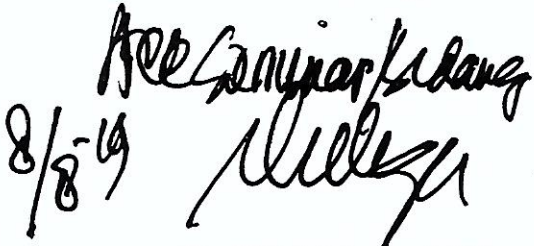
E5051.1204134

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN AUTOMASI GEDUNG  
BERBASIS MIKROKONTROLER

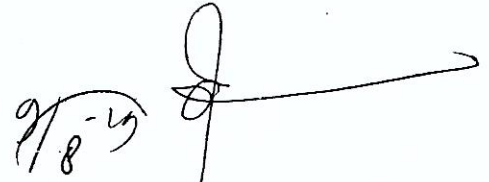
Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

8/8-19  


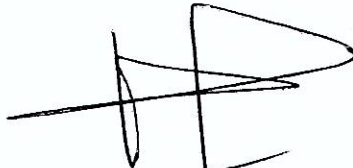
Dr. Elih Mulyana, M.Si.  
NIP. 19640417 199202 1 001 ✓

21/8-19  


Erik Haritman, S.Pd., M.T.  
NIP. 19760527 200112 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro

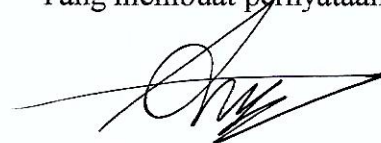


Dr. Yadi Mulyadi, MT.  
NIP. 19630727 199302 1 001

**LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN AUTOMASI GEDUNG BERBASIS MIKROKONTROLER” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019  
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Arif  
NIM. 1204134

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-nya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasul kita tercinta Nabi Muhammad SAW, dan pengikutnya hingga akhir jaman.

Skripsi yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN AUTOMASI GEDUNG BERBASIS MIKROKONTROLER” disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah skripsi penulis pada Program Studi Teknik Elektro S1, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan serta keterbatasan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulis dalam penyusunan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi praktisi pendidikan dan umumnya bagi pembaca karya ilmiah ini. Semoga Allah SWT meridhoi para pencari ilmu yang bermanfaat bagi umat manusia.

Bandung, Agustus 2019

Penulis,



Muhammad Arif

NIM 1204134

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Automasi Gedung Berbasis Mikrokontroler” ini. Dalam penyelesaiannya, penulis banyak mendapat ide, nasihat dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Narti dan Bapak Solikin yang merawat dan membesarkan penulis, selalu mendukung dan mendoakan kelancaran dan kesuksesan penulis, tanpa mereka, penulis tidak dapat mencapai titik ini.
2. Bapak Dr. Elih Mulyana, M.Si dan Erik Haritman, S.Pd., M.T selaku pembimbing skripsi yang selalu memberikan nasihat, saran dan kritik yang sangat berharga dalam penyusunan penyelesaian skripsi ini.
3. Jajaran Staff Administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang senantiasa membantu kelancaran kuliah penulis.
4. Pihak Lab Elektronika Industri, Lab Elektronika Dasar dan Lab Listrik Tenaga yang bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan pembuatan dan pengujian alat hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Pejuang sidang injury time M. Fachmi F.H., Satrio Budi P. dan rekan-rekan yang telah banyak memberikan bantuan berupa ide, gagasan, dan sarannya dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat kepada penulis, khususnya rekan-rekan Teknik Elektro S1 Angkatan 2012.
7. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga seluruh kebaikan bapak dan ibu serta rekan-rekan sekalian mendapatkan balasan dan pahala yang lebih baik dari Allah SWT. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Teknik Elektro.

## ABSTRAK

Sistem kontrol dan automasi digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem utilitas, keamanan serta kenyamanan pengguna gedung. Pengontrolan gedung dilakukan oleh berbagai kontroler, sensor dan aktuator yang bekerja sama untuk mencapai tujuan yang ditentukan oleh pengelola gedung. Terdapat berbagai macam sistem utilitas yang dapat diatur oleh sistem kontrol gedung, seperti kelistrikan, keamanan dan HVAC. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sistem kontrol dan automasi yang dapat mengoperasikan sistem penerangan dan kelistrikan gedung untuk memudahkan pengelola gedung memantau dan mengoperasikan sistem kelistrikan dan pencahayaan dari satu komputer pusat. Pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk merancang dan membuat unit kontroler yang mengatur sistem penerangan dan kelistrikan menggunakan mikrokontroler STM32 dan aplikasi HMI menggunakan AdvancedHMI. Unit kontroler terhubung dengan masukan diskrit berupa sensor dan saklar, masukan analog berupa tegangan dan arus, keluran digital berupa relay yang terhubung dengan beban listrik dan lampu. Sistem kontrol menggunakan fitur *scheduling*, *grouping* dan *linking* yang tidak bergantung pada operator gedung maupun HMI untuk membuat proses pengendalian beroperasi secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan sistem kontrol dapat mengoperasikan relay secara otomatis menggunakan *schedule*, sensor, saklar dan kontrol manual menggunakan HMI. Fungsi *link* dapat diatur sehingga keluaran diskrit hanya dapat menghormati jadwal yang dikenakan pada keluaran, sehingga relay hanya menyala saat berada dalam jadwal dan diaktifkan oleh sensor atau saklar.

**Kata kunci:** *Building automation*, mikrokontroler, HMI, ModbusTCP.

## **ABSTRACT**

*Building automation and control system are used to increase building utility system's performance, increase security and comfort for building users. Controls are done through various controllers, sensors and actuators that working together to achieve an objective set by building manager. There are various building utility system that could be controlled within the system, such as electricity, security and HVAC. The purpose of this research is to build a building control and automation system capable of operating electricity and lighting system so that building manager can monitor and control through central computer. The research is done through quantitative approach with experimental method to design and build a control unit based on STM32 microcontroller and HMI application using AdvancedHMI. Controller unit connected to discrete input based on sensor and switch, analog input based on voltage and current, discrete output based on relay connected to electrical load and lighting lamps. Control system featuring scheduling, grouping and linking of its I/O so that it doesn't depend entirely on HMI. Experiment result shows that the controller is capable to operate relay automatically using sensor and switch, also manually using HMI. Link function can be configured to respect the schedule on discrete output, so the relay can only active when it's within active schedule and triggered by sensor or switch.*

**Keyword:** *Building automation, microcontroller, HMI, ModbusTCP.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Sistem Utilitas Gedung.....	5
2.1.1 Kelistrikan dan Pencahayaan .....	5
2.1.2 <i>Plumbing</i> dan Sanitasi.....	6
2.1.3 Jaringan Komunikasi.....	6
2.1.4 Keamanan.....	6
2.1.5 Logistik .....	6
2.1.6 HVAC ( <i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i> ).....	7
2.2 Sistem Kontrol Gedung .....	7
2.2.1 <i>Microcontroller unit</i> (MCU).....	10
2.2.2 Jaringan Komunikasi.....	13
2.2.3 Protokol Modbus .....	14
2.2.4 <i>Human-Machine Interface</i> (HMI).....	15
2.2.5 Sensor.....	16
2.2.6 Aktuator.....	19



BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Spesifikasi Sistem.....	22
3.2 Prosedur Penelitian.....	24
3.3 Perancangan Unit Kontroler.....	25
3.3.1 <i>Microcontroller Unit</i> (MCU).....	25
3.3.2 Keluaran Diskrit.....	28
3.3.3 Masukan Diskrit.....	30
3.3.4 Sensor Daya.....	32
3.3.5 Ekspansi I/O.....	35
3.3.6 EEPROM.....	35
3.3.7 <i>Ethernet Controller</i> .....	36
3.3.8 <i>Power Supply Unit</i> (PSU).....	37
3.3.9 <i>Printed Circuit Board</i> (PCB).....	39
3.4 Penulisan <i>Software</i> .....	41
3.4.1 Program MCU.....	41
3.4.2 Aplikasi HMI.....	47
3.5 Pengujian Alat.....	51
3.5.1 Pengujian PSU.....	51
3.5.2 Pengujian RTC.....	51
3.5.3 Pengujian Keluaran Diskrit.....	52
3.5.4 Pengujian Masukan Diskrit.....	53
3.5.5 Pengujian Sensor Daya.....	53
3.5.6 Pengujian <i>Trigger</i> Otomatis Menggunakan Jadwal.....	54
3.5.7 Pengujian <i>Trigger</i> Otomatis Menggunakan Masukan Diskrit.....	55
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 <i>Power Supply Unit</i> .....	57
4.2 <i>Real Time Clock</i> .....	57
4.3 Keluaran Diskrit.....	59
4.4 Masukan Diskrit.....	60
4.5 Sensor Daya CS5463.....	61
4.6 <i>Trigger</i> Otomatis dengan Jadwal.....	62

4.7	<i>Trigger</i> Otomatis dengan Masukan Diskrit .....	64
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....		67
5.1	Simpulan.....	67
5.2	Implikasi.....	67
5.3	Rekomendasi .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....		69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram blok MCU berbasis ARM .....	8
Gambar 2.2 Ilustrasi jaringan yang berbeda pada sistem komunikasi .....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi alur komunikasi data pada protokol modbus .....	11
Gambar 2.4 Panel kontrol berbasis PC .....	12
Gambar 2.5 Konstruksi dasar sensor PIR .....	17
Gambar 2.6 Area pendeteksian sensor PIR menggunakan lensa .....	18
Gambar 2.7 Konstruksi dasar relay .....	19
Gambar 3.1 Letak unit kontroler dalam gedung .....	22
Gambar 3.2 Diagram blok unit kontroler .....	23
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian .....	24
Gambar 3.4 Skema pinout pada MCU .....	27
Gambar 3.5 Rangkaian optocoupler pada pin keluaran MCU .....	28
Gambar 3.6 Skema wiring keluaran diskrit .....	28
Gambar 3.7 Rangkaian optocoupler pada terminal masukan .....	29
Gambar 3.8 Skema wiring pada terminal masukan diskrit .....	30
Gambar 3.9 Sensor PIR .....	30
Gambar 3.10 Skema pinout CS5463 .....	32
Gambar 3.11 Skema wiring CS5463 pada jalur arus(a) dan tegangan(b) .....	33
Gambar 3.12 Logic converter dua arah untuk I2C .....	34
Gambar 3.13 Koneksi W5500 dengan konektor RJ45 .....	36
Gambar 3.14 Rangkaian regulator 3,3V dan 5V .....	37
Gambar 3.15 Hasil render 3D PCB pada layer atas dan bawah .....	39
Gambar 3.16 Konfigurasi GPIO pada MCU .....	41
Gambar 3.17 Konfigurasi NVIC interrupt table .....	42
Gambar 3.18 Diagram alir program MCU saat start-up .....	44
Gambar 3.19 Alur program ISR untuk masukan diskrit .....	45
Gambar 3.20 Alur program ISR untuk RTC .....	45
Gambar 3.21 Alur program ISR untuk CS5463 .....	46
Gambar 3.22 Alur program ISR untuk W5500 .....	46

Gambar 3.23 Diagram alir program HMI saat start-up .....	48
Gambar 3.24 Tampilan HMI setelah start-up .....	49
Gambar 3.25 Contoh tampilan konfigurasi I/O .....	49
Gambar 4.1 Tampilan RTC pada debugger saat pengujian .....	57
Gambar 4.2 Tampilan debugger saat pengujian masukan diskrit .....	59
Gambar 4.3 Tampilan debugger saat pengujian schedule .....	62
Gambar 4.4 Kondisi relay saat pengujian .....	62
Gambar 4.5 Tampilan <i>debugger</i> saat pengujian (a) dan grafik perbandingan keluaran terhadap masukan (b) .....	64
Gambar 4.6 Konfigurasi link dan schedule pada HMI .....	65
Gambar 4.7 Tampilan <i>debugger</i> saat pengujian (a) dan grafik perbandingan keluaran terhadap masukan dan jadwal (b) .....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jenis I/O pada unit kontroler .....	22
Tabel 3.2 Daftar keluaran diskrit .....	27
Tabel 3.3 Daftar masukan diskrit .....	29
Tabel 3.4 Daftar hasil konversi sensor daya .....	31
Tabel 3.5 Arus maksimum setiap komponen berdasarkan datasheet .....	36
Tabel 3.6 Tabel pengujian PSU .....	50
Tabel 3.7 Tabel pengujian RTC .....	51
Tabel 3.8 Tabel pengujian keluaran diskrit .....	52
Tabel 3.9 Hasil pengujian masukan diskrit .....	52
Tabel 3.10 Tabel pengujian sensor daya .....	53
Tabel 3.11 Tabel pengujian jadwal .....	53
Tabel 3.9 Tabel pengujian link .....	54
Tabel 4.1 Hasil pengujian PSU .....	56
Tabel 4.2 Hasil pengujian RTC .....	56
Tabel 4.3 Hasil pengujian keluaran diskrit .....	58
Tabel 4.4 Hasil pengukuran keluaran diskrit .....	58
Tabel 4.5 Hasil pengujian masukan diskrit .....	59
Tabel 4.6 Hasil pengujian sensor daya .....	60
Tabel 4.7 Hasil Pengujian $V_{RMS}$ pada CS5463 .....	60
Tabel 4.8 Hasil pengujian $V_{RMS}$ pada CS5463 menggunakan konstanta .....	60
Tabel 4.9 Hasil pengujian jadwal .....	61
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>link</i> .....	63

**DAFTAR PUSTAKA**

- CIBSE. (2010). CIBSE Guide H: Building control systems. In *Construction Research and Innovation* (Vol. 1). London: The Chartered Institution of Building Services Engineers.
- DiLouie, C. (2005). *Advanced Lighting Controls: Energy Savings, Productivity, Technology and Applications*. Lilburn, GA: The Fairmont Press, Inc.
- Gurevich, V. (2005). *Electric Relays: Principles and Applications*. Boca Raton, Florida: CRC Press, LLC.
- Hudd, M. (2014). *Classification and Analysis of a Human Machine Interface (HMI)*. Yrkeshögskolan Novia University of Applied Sciences.
- Modbus Organization. (2012). *Modbus Application Protocol Specification, Version 1.1b3*. Hopkinton, Massachusetts: Modbus Organization.
- Simpson, R. S. (2003). *Lighting Control: Technology and Applications 1st Edition*. Oxford: Focal Press.
- STMicroelectronics. (2015). *STM32F103x8 STM32F103xB Datasheet*. (Rev 17).
- Tanggoro, D. (2006). *Utilitas Bangunan* (Cetakan 20). Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Wang, S. (2010). *Smart Building and Building Automation*. New York: Spon Press.
- Ying, B. (2015). T. Samad (Ed.), *Practical Microcontroller Engineering with ARM® Technology* (1st Edition). Charlotte, North Carolina: Wiley-IEEE Press.
- Zhang, P. (2010). *Advanced Industrial Control Technology* (1st Edition). London: Elsevier Inc.