

**LAPORAN PENELITIAN
UNIVERSITAS BAKRIE
TAHUN 2022**

**Sistem Otomatisasi Bangunan (BAS): Pengindraan
suhu ruang jarak jauh via TCP/IP**

**Penelitian Terapan
Oleh:**

**YUSUF LESTANTO
ALDI ALFIAN SUBAGJA
PRASETYO BUDI UTOMO
SYIFA AWALIA ARMENT**

**Dibiayai oleh:
Lembaga Penelitian dan Pengembangan UB
Tahun Anggaran 2021
NO. KONTRAK: 083/SPK/LPP-UB/III/2021**



**Universitas Bakrie
Kampus Kuningan Kawasan Epicentrum
Jl. HR Rasuna Said Kav. C-22, Jakarta, 12920**

Lembar Pengesahan Laporan Akhir Penelitian tahun 2022

Tabel 1

No	Item	Deskripsi
1	Judul Penelitian	Sistem Otomatisasi Bangunan (BAS): Pengin-draan suhu ruang jarak jauh via TCP/IP
2	Peneliti Utama	
	a. Nama Lengkap	Yusuf Lestanto
	b. Jenis Kelamin	Pria
	c. Pangkat/Golongan/NIDN	0302057105
	d. Bidang Keahlian	Informatika
	e. Program Studi	Informatika
3	Tim Peneliti	
		Aldi Alfian Subagja
		Prasetyo Budi Utomo
		Syifa Awalia Arment
4	Jangka Waktu Penelitian dan Pendanaan	
	a. Jangka Waktu Penelitian yang Diusulkan	6 bulan
	b. Biaya Total yang Diusulkan	Rp. 99.023.000,-
	c. Biaya yang Disetujui	Rp. 50.000.000,-

Jakarta, 2 Maret 2022

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan

Peneliti Utama

Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D.

Yusuf Lestanto, S.T., MSc.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem otomatisasi bangunan yang dapat mengaktifkan sistem pendingin ruangan berdasar pengindraan suhu ruang jarak jauh via TCP/IP. Penelitian ini akan menggunakan ruang kelas perkuliahan 1 dan ruang 2. Sistem pendingin ruangan aktif jika ada kegiatan perkuliahan atau kegiatan lain yang telah dijadualkan pada sistem. Pengaktifan sistem tersebut dilakukan oleh pengampu mata kuliah atau penanggung jawab kegiatan yang akan memakai ruang tersebut.

Sistem disimulasikan pada ruang kelas 1 dan 2 dengan jadwal yang pernah diimplementasi pada ruang kelas di Universitas Bakrie, Jakarta. Ruang kelas di Universitas Bakrie sekarang ini umumnya mengaktifkan system pendingin ruangan secara manual dan dilakukan oleh petugas. Sistem ini berpotensi terjadi pemborosan energi terutama jika tidak ada kegiatan perkuliahan dan sistem pendingin masih tetap aktif. Dengan melihat keadaan ini peneliti tertarik untuk mengotomatisasikan dan sistem pendingin ruangan secara optimal dan terpusat. Pemakaian energi hanya terjadi jika ruang kelas digunakan untuk kegiatan perkuliahan.

Kata kunci: pengindraan suhu jarak jauh, sistem otomatisasi bangunan, sistem pendingin ruangan, TCP/IP.

Daftar Isi

Lembar Pengesahan Laporan Akhir Penelitian tahun 2022	i
ABSTRAK	ii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kecerdasan buatan (<i>Artificial Intelligent</i>)	5
2.2 AVR <i>Microcontroller</i>	5
3 METODE PENELITIAN	7
3.1 Tahapan Penelitian	7
3.2 Rancangan Sistem Perangkat Keras	8
3.2.1 Desktop computer	8
3.2.2 Hub/Switch	9
3.2.3 Serial Device Server	9
3.2.4 Addressable Input Module	9
3.2.5 Addressable Output Module	10
3.3 Rancangan Sistem Perangkat Lunak	11
3.3.1 Diagram alur (<i>flowchart</i>) Login	11
3.3.2 Diagram alur (<i>flowchart</i>) sistem otomatisasi pendingin ruang	12
3.3.3 Disain data model	14
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil Perancangan Sistem Perangkat Keras	15
5 KESIMPULAN	18
Appendices	19
A Rangkaian Mikrokontroller Atmega 16	20
B Rangkaian Serial Komunikasi RS422	21
C Rangkaian Address (alamat) via LED	22
D Rangkaian Signal Analog Conditioning	23

Daftar Gambar

2.1	AVR Mikrokontroler Arsitektur	6
2.2	Atmega 16 chip	6
3.1	Tahapan Penelitian	7
3.2	Topologi sistem	8
3.3	Rangkaian <i>serial full-duplex</i>	9
3.4	Rangkaian fitur alamat (address)	10
3.5	Flowchart proses login	11
3.6	<i>Mock-up</i> login	12
3.7	Diagram alur sistem otomatisasi pendingin ruang	13
3.8	Mock-up monitor sistem pendingin ruangan	13
3.9	Model data	14
4.1	Modul pembacaan sensor suhu beralamat	16
4.2	Empat modul pembacaan suhu	16
4.3	Modul untuk aktivasi AC	17

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan saat ini tidak mungkin dilepaskan dari ketersediaan tenaga listrik atau energi listrik. Kebutuhan tenaga listrik berhubungan erat dengan pertumbuhan ekonomi dan tendensi perubahan struktur ekonomi [1]. Tetapi di sisi lain sumber daya alam untuk menghasilkan tenaga listrik menjadi semakin menipis dan suatu ketika akan habis. Ketersediaan tenaga listrik terancam dengan keberadaan sumber daya alam yang semakin menipis. Penelitian-penelitian untuk menemukan sumber daya alam yang baru digiatkan dan juga penelitian yang mengarah pada sumber daya alam terbarukan juga dikembangkan.

Salah satu yang dapat mendukung keberlangsungan ketersediaan tenaga listrik adalah dengan pemanfaatannya secara efisien. Menurut Peraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 tentang Konversi Energi. Definisi konversi energi adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri dan meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Berdasarkan PerPu tersebut efisiensi merupakan salah satu langkah konservasi energi. Menurut Balai Besar Teknologi Energi - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, efisiensi energi adalah istilah umum yang mengacu pada penggunaan energi lebih sedikit untuk menghasilkan jumlah layanan atau output yang berguna sama.

Ada banyak motivasi untuk meningkatkan efisiensi energi. Pengurangan penggunaan energi berakibat pengurangan biaya energi dan dapat menghasilkan penghematan biaya keuangan pada pengguna. Efisiensi energi dapat dilakukan salah satunya dengan menerapkan teknologi manajemen energi [2]. Penerapan teknologi ini dapat mengimbangi penghematan pemakaian energi bahkan menjadi lebih murah pada jangka panjangnya.

Pembangunan gedung-gedung di Indonesia, khususnya di kota-kota besar, seperti

Jakarta, Bandung, Surabaya dan lain-lain berdampak pada kebutuhan tenaga listrik yang semakin meningkat. Kebutuhan tenaga listrik yang meningkat ini terjadi pada bangunan untuk bisnis, industri ataupun pribadi. Kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat membawa pengaruh pada perubahan iklim dunia yang disebabkan peningkatan pelepasan gas carbon ke udara [3]. Hal tersebut mendorong konsumen tenaga listrik untuk mengonsumsinya dengan cara yang lebih efektif dan efisien [4]. Untuk mengkonsumsi secara lebih efektif dan efisien dibutuhkan system kontrol otomatisasi gedung / building automation system (BAS).

Pengontrolan dan pengawasan pemakaian tenaga listrik dengan menggunakan sistem BAS (Building Automation System) merupakan solusi yang baik dan efisien, baik pada gedung untuk keperluan industri, bisnis, apartemen atau perumahan pribadi. Sistem ini mampu didedikasikan memiliki kontrol gedung yang beragam [5]. Dengan sistem ini akan memudahkan konsumen/operator dalam melakukan kontrol terhadap kinerja alat-alat listrik yang terpasang. Bahkan jika terjadi gangguan maka konsumen/operator akan dapat mengetahui peralatan yang mengalami masalah dan jenis permasalahannya.

Otomatisasi pada bangunan adalah mencakup instrumentasi, mekanisasi, dan agregasi data berbagai sistem yang diimplementasikan pada bangunan. Otomatisasi ini melakukan pemantauan dan pengendalian peralatan bangunan yang lebih efisien [6]. Penggunaan peralatan MEP (Mekanikal, Elektrikal, Saluran air) pada setiap gedung yang jumlahnya sangat banyak memerlukan tenaga listrik yang besar. Membangun Sistem Otomatisasi (BAS) secara otomatis untuk mengatur kebutuhan pemanas dan pendingin udara (Heating, ventilating and air conditioning / HVAC) dan sistem pencahayaan untuk memenuhi kondisi penerangan lingkungan bangunan pada akhirnya bertujuan untuk meminimalkan biaya pengeluaran energi. Otomatisasi bangunan juga meningkatkan keamanan dan keselamatan lingkungan bangunan dengan memantau dan mengendalikan system peringatan dini kebakaran (fire alarm system) (Lestanto, 2012).

Kebutuhan akan sistem pemanfaatan energi dengan kecerdasan buatan semakin meningkat seiring dengan peningkatan inovasi teknologi. Peningkatan inovasi ini berhubungan dengan keinginan untuk memudahkan kehidupan. Di sisi lain, hal ini menyebabkan perubahan lingkungan yang signifikan. Oleh karena itu pemanfaatan energi listrik secara efisien menjadi sangat penting dan mendesak. Sistem

pemanfaatan energi dengan kecerdasan buatan diharapkan dapat menjawab tantangan tersebut. Berdasarkan uraian di atas, dalam penelitian ini penulis hendak membuat **Sistem Otomatisasi Bangunan (BAS): Pengindraan suhu ruang jarak jauh via TCP/IP**.

1.2 Rumusan permasalahan

Bertolak dari latar belakang pemakaian tenaga listrik secara efektif dan efisien dengan mengaplikasikan system otomatisasi bangunan (building automation system / BAS) dapat disimpulkan permasalahan:

1. Bagaimana membangun sistem otomatisasi bangunan untuk mengontrol pengaktifan dan pen-deaktifan pemakaian tenaga listrik pada perangkat pengindra suhu ruang yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna terotorisasi dari jarak jauh (remote)?
2. Bagaimana penelitian ini dapat menghemat pemakaian energi listrik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mengimplementasikan kecerdasan buatan (artificial intelligent) untuk berfungsi peralatan sistem pendingin ruangan (AC).
2. Mengimplementasi teknologi database mySql sebagai sistem untuk menyimpan data-data pengguna dan penggunaan ruangan serta pemakaian daya listrik.
3. Mengimplementasikan perpaduan antara software dan hardware engineering untuk pemanfaatan tenaga listrik yang efisien.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk membangun contoh sistem pada pengaturan pemakaian energi listrik pada sistem pendingin ruangan pada kelas di Universitas Bakrie. Sistem pendingin akan diaktifkan hanya pada saat perkuliahan akan berlangsung atau kegiatan tertentu yang telah dijadualkan. Aktifasi sistem ini dapat dilakukan oleh dua user (pengguna), yaitu dosen yang akan mengajar atau petugas akademik dengan melakukan login pada aplikasi komputer.

Pengaktifan sistem pendingin yang terpusat akan dapat memaksimalkan pemakaian energy listrik pada kebutuhan yang seharusnya. Sistem ini dapat menekan pemakaian tenaga listrik yang tidak perlu dan selanjutnya dapat menekan biaya pemakaian listrik.

Bab 2

TINJAUAN PUSTAKA

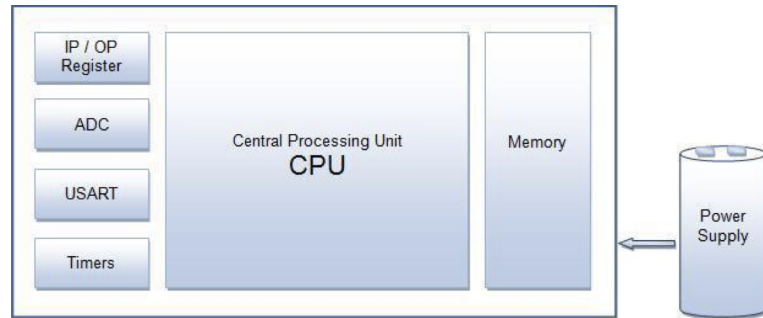
2.1 Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*)

Kecerdasan buatan adalah cabang ilmu komputer yang bertujuan untuk menciptakan kecerdasan buatan pada perangkat keras. Teknologi ini telah menjadi trend dan penting di dalam kehidupan saat ini. Penelitian terkait dengan kecerdasan buatan sangat bersifat teknis dan membutuhkan kekhususan. Dengan kecerdasan buatan yang telah ditanam, perangkat keras dapat bertindak dan bereaksi seperti manusia dengan berdasarkan informasi-informasi yang telah dikenalkan ke perangkat, baik keras maupun lunak [7]. Kecerdasan buatan harus memiliki akses ke obyek, kategori dan sifat serta hubungan di antara mereka untuk kemudian diambil keputusan teknis. Input yang diterima dari sensor dianalisa oleh algoritma kecerdasan buatan untuk selanjutnya ditentukan aksinya yang dikirim melalui actuator.

Fenomena alam yang diterima oleh sebuah sensor diubah menjadi sinyal listrik untuk kemudian dilakukan pemrosesan. Sensor yang diimplementasikan di sini ada sensor suhu. Sensor ini untuk mengukur suhu ruangan dengan fungsi untuk menjaga suhu yang nyaman pada ruangan tersebut. Jika suhu ruangan di luar batas yang ditentukan, maka perangkat keras akan mengaktifkan system pendingin ruang (*air conditioner*). Sistem pendingin akan berhenti secara otomatis jika suhu ruangan berada pada batas-batas yang ditentukan [8].

2.2 AVR *Microcontroller*

Mikrokontroler adalah chip tunggal yang dapat berfungsi seperti sebuah computer. Chip ini memiliki beberapa peripheral seperti RAM, EEPROM, Timer dan lain-lain yang dibutuhkan untuk melakukan beberapa tugas yang telah ditetapkan [9].



Gambar 2.1: AVR Mikrokontroller Arsitektur

Program kecerdasan buatan ditanamkan pada mikrokontroller ini untuk memproses input yang diterima dari sensor. Input tersebut kemudian diproses di dalam unit pusat pemrosesan (CPU). Berdasarkan pada algoritma yang telah ditentukan, CPU akan mengaktifkan actuator secara otomatis. Pada penelitian ini digunakan IC dengan tipe Atmega 16.



Gambar 2.2: Atmega 16 chip

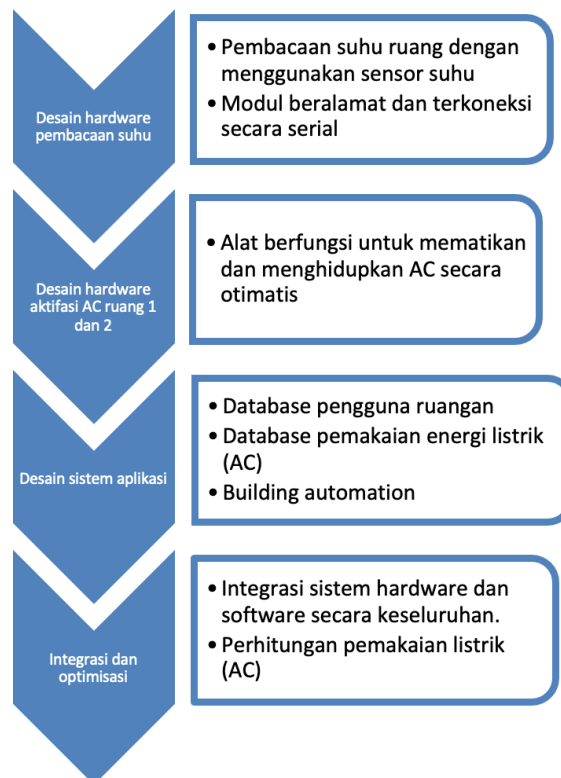
Banyak sistem canggih dan metode analisis data diperkenalkan ke dalam ilmu bangunan untuk mewujudkan otomatisasi bangunan atau bangunan pintar. Sistem ini sangat bergantung pada informasi dan data yang diperoleh dari membangun jaringan sensor. Dalam alur teknis ini, sangat penting untuk memahami dampak kesalahan sensor pada sistem energi bangunan, termasuk Pemanasan, Ventilasi, Pendingin Udara, dan Pendinginan (HVACR), dan mekanisme di balik itu dalam mengembangkan lingkungan penginderaan yang andal dan menerapkan teknologi penginderaan [10]. Penelitian ini menyelidiki dan menganalisis mencakup perubahan dalam konsumsi energi, operasi sistem, kinerja sistem, dan jam set-point yang tidak terpenuhi oleh pengguna ruangan.

Bab 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Sistem otomatisasi pengontrolan suhu ruang yang akan dibangun mempunyai tahapan sebagai berikut:



Gambar 3.1: Tahapan Penelitian

Otomatisasi pada bangunan memiliki sensor dan actuator yang diletakkan pada lokasi-lokasi tertentu. Berdasar pada data yang diterima dari sensor suhu untuk mengaktifkan actuator berupa modul untuk mematikan dan menghidupkan AC. Jika suhu ruangan terlalu panas atau dingin, maka actuator akan diaktifkan untuk

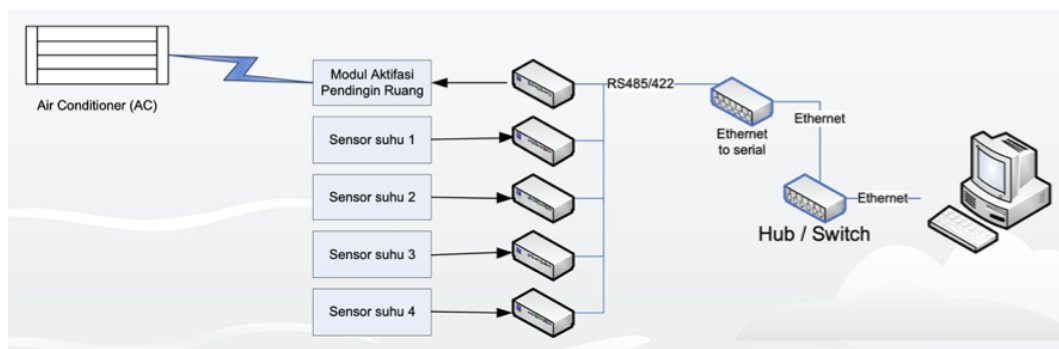
menyalakan atau pun mematikan system pendingin ruangan.

Real time monitoring berfungsi untuk melakukan penyimpanan data-data yang diambil dari sensor-sensor untuk kemudian dilakukan analisa penggunaan energy (*energy consumption*). Penerapan BAS ditujukan untuk penggunaan tenaga listrik secara efektif dan efisien [11].

Optimization dilakukan setelah melakukan analisa terhadap data-data yang tersimpan tentang penggunaan tenaga listrik. Optimasi dapat dilakukan dengan mempertimbangkan pemakaian listrik pada saat jam sibuk. Optimasi ini juga dapat dilakukan dengan mengoptimalkan skenario dari unit elektrikal yang terpasang pada lokasi atau pun ruangan yang bersangkutan. Optimasi ini berdasarkan pada proses yang terjadi di dalam ruangan tersebut.

3.2 Rancangan Sistem Perangkat Keras

Pada penelitian ini, atas saran Wakil Rektor, Bapak M. Tri Andika Kurniawan, menggunakan ruang kelas 1 dan 2. Sistem dirancang dengan menggunakan topologi seperti pada Gambar 3.2. Modul dan peralatan elektronik yang terdapat di dalam kotak, akan diinstalasi di dalam ruang 1 dan 2. Penjelasan bagian-bagian sistem berada pada bagian selanjutnya.



Gambar 3.2: Topologi sistem

3.2.1 Desktop computer

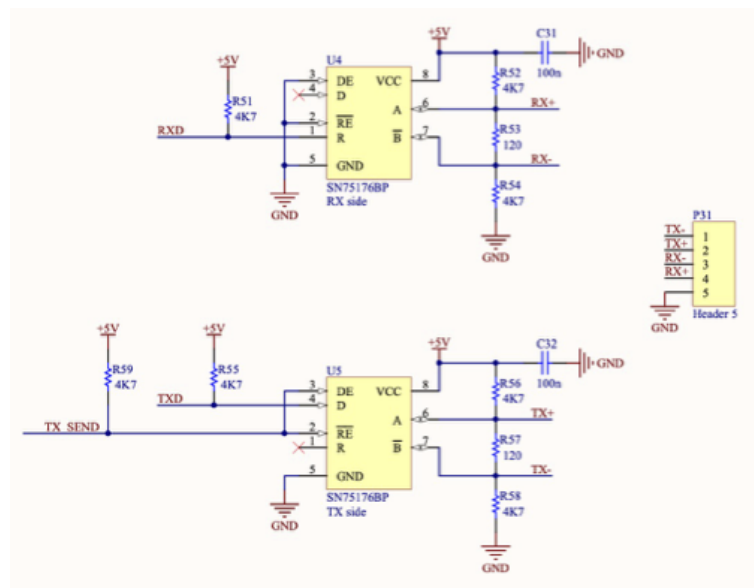
Desktop computer berfungsi sebagai *server* dan sarana login pengguna untuk mengaktifkan sistem pendingin ruangan kelas yang diinginkan. Pengguna melakukan kegiatan login pada aplikasi untuk *building automation system*. Data pengguna dan durasi pendingin didapat dari database yang sudah tersedia di sistem. Sistem basis data yang digunakan adalah berbasis MySQL.

3.2.2 Hub/Switch

Perangkat ini adalah perangkat untuk networking yang menggunakan standar komunikasi TCP/IP. Desktop computer terhubung ke ruang-ruang kelas melalui jaringan infrastruktur IT. Oleh karena itu ruang kelas yang berada di lokasi terpisah dapat dikontrol dan diakses dengan mudah.

3.2.3 Serial Device Server

Perangkat ini adalah perangkat untuk mengubah TCP/IP ke format komunikasi serial. Serial komunikasi yang diimplementasi pada system ini adalah standar RS485/422. Standar ini mempunyai jarak jangkauan yang lebih jauh jika dibandingkan dengan RS232. Perangkat ini yang berhubungan dengan modul elektronik yang berada di dalam ruang 1 dan 2.



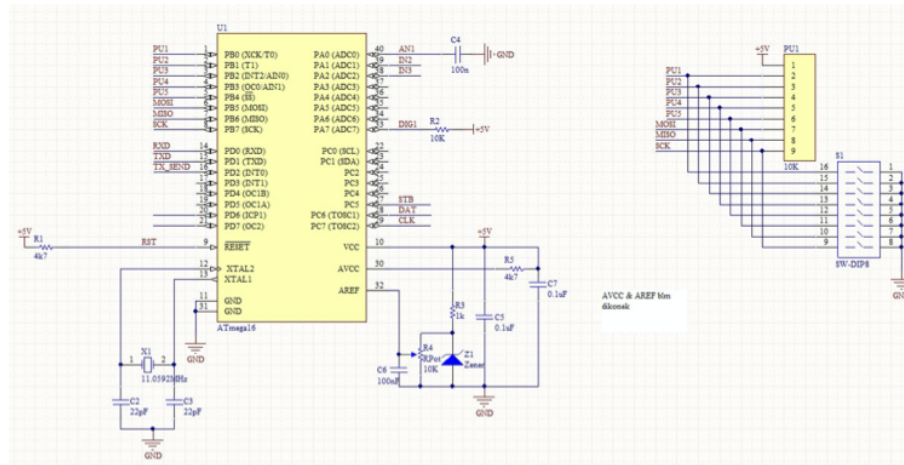
Gambar 3.3: Rangkaian *serial full-duplex*

Rangkaian pada Gambar 3.3 merupakan rangkaian komunikasi serial antara modul ke *serial device server*. Komunikasi serial yang digunakan adalah standar RS422. Komunikasi ini dapat menjangkau jarak sekitar 1.200 meter.

3.2.4 Addressable Input Module

Modul ini berisi perangkat keras dan lunak untuk memantau dan mengontrol ruang kelas. Sistem kecerdasan buatan ditanamkan pada mikrocontroller Atmega16.

Modul tersebut menerima dan mengolah input suhu untuk mengaktifkan system pendingin. Modul memiliki fitur alamat (address), sehingga dapat dipilih ruang kelas (modul) dengan tepat. Modul akan di-scan secara periodik untuk mendapatkan suhu actual.



Gambar 3.4: Rangkaian fitur alamat (address)

Komponen mikrokontroller ATmega 16 mempunyai empat (4) port yang dapat digunakan sebagai port masukan atau pun keluaran melalui me-set *register*. Port yang dimaksud adalah port A, B, C dan D. Port A digunakan untuk menerima sinyal masukan baik digital atau pun analog. Port B untuk mendeteksi alamat (address) yang di-set pada modul tersebut, sehingga modul dapat dipilih secara tepat meskipun ada beberapa modul pada jaringan serial yang sama. Port C digunakan untuk men-triger lampu LED. LED ini juga sebagai fungsi control atas alamat yang diberikan pada modul. Pada saat modul ON, maka LED akan berkedip sebanyak empat kali. LED yang nyala menunjukkan alamat yang di-set. Port D digunakan untuk komunikasi serial. Komunikasi serial yang digunakan pada penelitian ini adalah RS422.

Pada Gambar 3.4 digambarkan rangkaian untuk men-set alamat. *Setting* alamat dilakukan melalui dipswitch. Pada dipswitch pin yang tidak dipilih, maka tegangan akan ditarik (*pull-up*) ke 5 VDC.

3.2.5 Addressable Output Module

Modul ini berisi perangkat keras dan lunak untuk menghidupkan dan mematikan pendingin ruangan (AC). Sistem kecerdasan buatan ditanamkan pada mikrokontro-

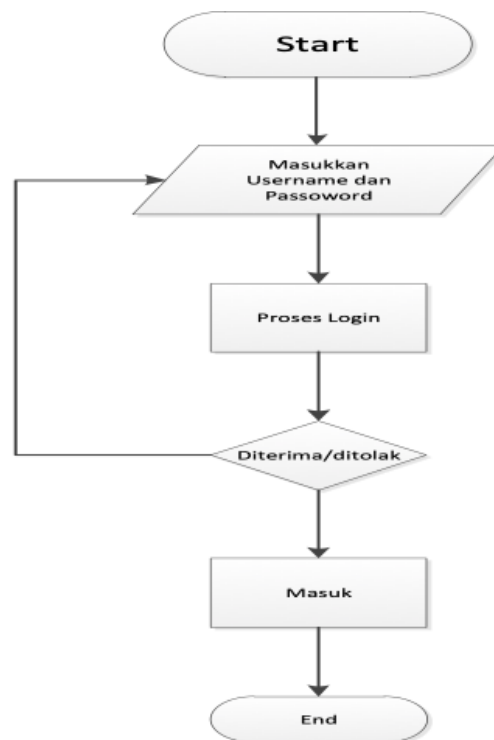
ler Atmega16. Modul tersebut menerima perintah untuk mengaktifkan dan mematikan sistem pendingin. Modul memiliki fitur alamat (address), sehingga dapat dipilih ruang kelas (modul) dengan tepat.

3.3 Rancangan Sistem Perangkat Lunak

Sistem perangkat lunak dirancang untuk mendukung pengoperasian dan kendali dari sistem otomatisasi pendingin ruangan dengan memonitor suhu aktual ruang. Sebelum dapat mengaktifkan sistem tersebut, pengguna harus melalui proses login. Berikut adalah proses login yang digambarkan dalam *flowchart*.

3.3.1 Diagram alur (*flowchart*) Login

Alur diagram pengguna melakukan proses login digambarkan pada diagram alur (*flowchart*) di bawah ini:



Gambar 3.5: Flowchart proses login

Pengguna harus memasukkan username dan password. Masukkan ini akan dicek dengan data yang tersimpan di basis data sistem. Jika username dan password dimasukkan dengan benar, maka sistem pendingin ruang dapat aktif dan berfungsi sebagaimana mestinya. Sebaliknya, jika username dan password tidak sesuai dengan

database, maka akan ditolak sistem dan sistem pendingin ruang tidak aktif. Adapun mock-up tampilan untuk login pada gambar berikut:

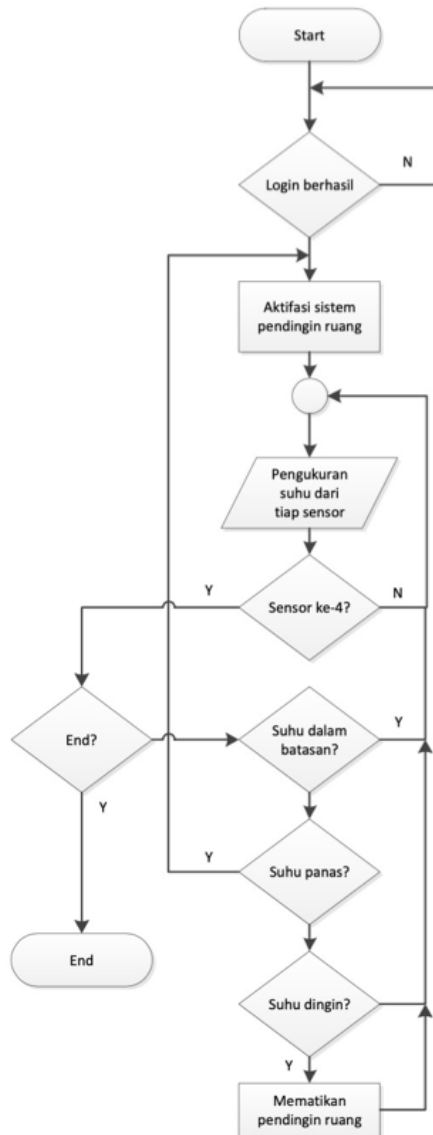


The image shows a simple login interface within a rectangular border. It features two text input fields: the first is labeled 'Username:' and the second is labeled 'Password:'. Below these fields are two buttons: 'Login' on the left and 'Exit' on the right. The labels and buttons are centered horizontally.

Gambar 3.6: *Mock-up* login

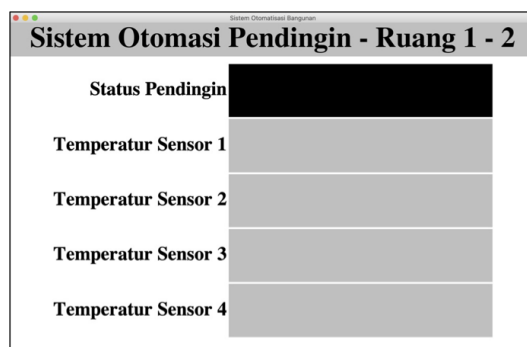
3.3.2 Diagram alur (*flowchart*) sistem otomatisasi pendingin ruang

Pada Gambar 3.7 menggambarkan diagram alur sistem otomatisasi pendingin ruang. Sistem akan diaktifkan oleh pengguna ruang yang telah diotorisasi. Sebelum menggunakan ruang dan mengaktifkan sistem pendingin ruang, pengguna diminta untuk memasukkan username dan password. Jika pengguna terotorisasi, maka sistem akan aktif. Dalam rentang waktu penggunaan ruang sistem akan melakukan pengukuran suhu secara periodik. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan nilai setting suhu. Jika suhu ruang di atas batas yang ditentukan, maka sistem pendingin akan aktif. Sebaliknya jika suhu ruang lebih rendah dari batas nilai bawah yang ditentukan, maka sistem pendingin akan dimatikan. Sistem akan berulang terus menerus sampai waktu pemakaian ruang habis. Selama proses pengukuran suhu, aktivasi atau pun mematikan sistem pendingin, data-data akan disimpan ke dalam database. Data ini kemudian dapat dianalisa dan dihitung pemakaian daya listrik untuk sistem pendingin dalam rentang waktu yang ditentukan.



Gambar 3.7: Diagram alur sistem otomatisasi pendingin ruang

Rancangan tampilan suhu di dalam ruangan digambarkan pada Gambar 3.8 yang menampilkan suhu pada keempat lokasi di dalam ruang.

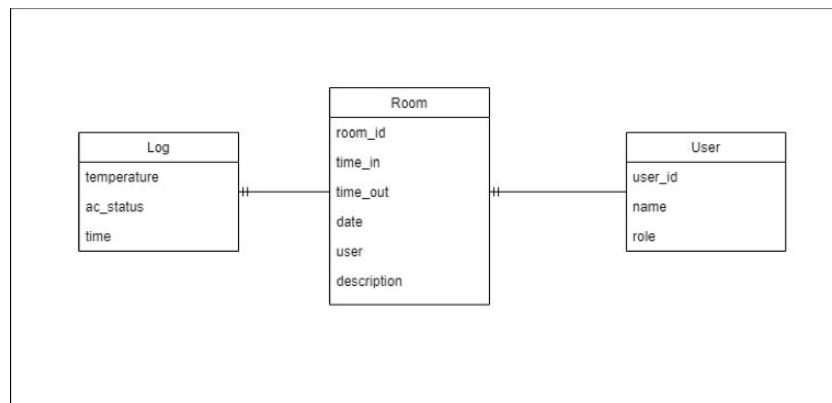


Gambar 3.8: Mock-up monitor sistem pendingin ruangan

Pada Gambar 3.8 menggambarkan mock-up tampilan aplikasi sistem otomatisasi pendingin ruangan. Pada status pendingin diwakili dengan warna hitam dan hijau. Warna hitam menandakan bahwa pendingin ruang dalam keadaan OFF. Sebaliknya warna hijau menandakan pendingin ruang dalam keadaan aktif (ON).

3.3.3 Disain data model

Untuk merekam kegiatan atau pun pemakaian daya listrik dari sistem pendingin yang ada di ruang 1 dan 2 dibutuhkan database. Pada tahap ini didesain data model yang terdiri dari tiga (3) entitas, yaitu ruang, user dan log. Entitas ruang untuk menyimpan data ruang. Entitas user adalah untuk menyimpan data user atau pengguna yang diperbolehkan untuk menggunakan ruang. Pengguna yang tidak terdapat di dalam database tidak dapat menggunakan ruang.



Gambar 3.9: Model data

Entitas *Log* adalah untuk menyimpan aktifitas penggunaan sistem pendingin ruang. Dalam entitas ini waktu ON dan OFF sistem pendingin dicatat dan disimpan. Data ini berguna untuk penghitungan pemakaian daya listrik dan dapat dikonversi kebutuhan listrik dalam rupiah.

Bab 4

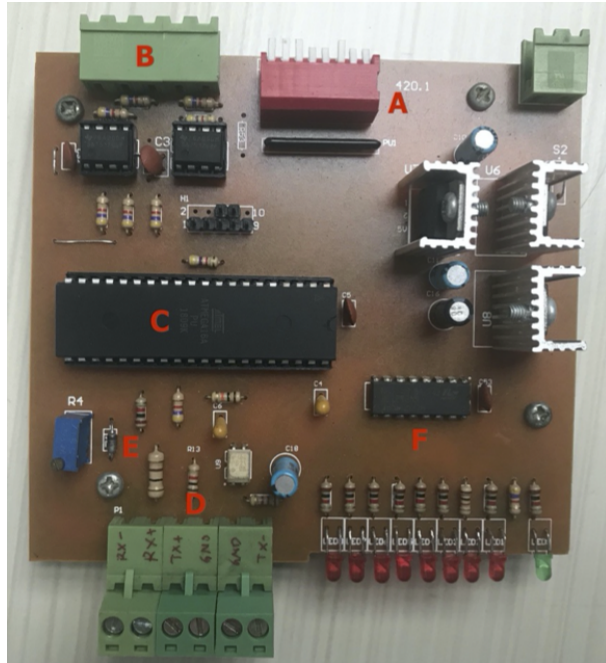
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan untuk merealisasikan perangkat keras dan perangkat lunak diperoleh hasil-hasil yang akan dijelaskan sebagai berikut:

4.1 Hasil Perancangan Sistem Perangkat Keras

Pada Gambar 4.1 menunjukkan modul pembacaan suhu beralamat. Modul ini diperbanyak 4 unit karena untuk pembacaan suhu pada empat lokasi dalam ruang 1 dan 2. Modul ini terdiri dari setting alamat yang dapat dipilih dengan setting pin (saklar) pada dipswitch (A). Pemilihan alamat ini dimulai dari alamat 0 sampai 255 alamat. Komunikasi serial antara modul dan serial device server dapat dilakukan melalui konektor B. Dengan implementasi serial, maka modul dapat berkomunikasi dengan server sampai jarak sekitar 1200 meter. Selain itu dengan fitur alamat (dipswitch A), satu jalur serial dapat ditempatkan beberapa modul yang akan dibedakan dengan penentuan alamat pada masing-masing modul.

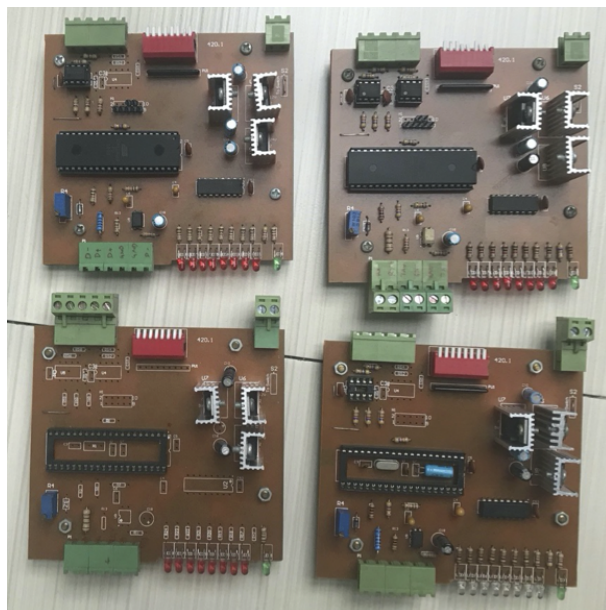
Program yang merupakan otak dari modul ini ditanam ke dalam komponen mikrokontroler (C). Komponen ini menyediakan beberapa fitur untuk dapat menangkap sinyal digital maupun analog. Pin-pin yang disediakan dapat di-set menjadi pin yang menerima masukan (input) atau dapat mengeluarkan keluaran (output). Mikrokontroler akan menangkap alamat yang di-set melalui dipswitch (A), memberikan informasi visual alamat yang diberikan dengan menyalakan LED berkedip melalui driver LED (F). LED ini akan aktif berkedip saat modul dinyalakan. Dengan nyala LED tersebut, pengguna dapat mengetahui alamatnya. Mikrokontroler juga dapat melakukan komunikasi serial melalui konektor B dan mengukur besar suhu yang dihubungkan ke modul melalui konektor D.



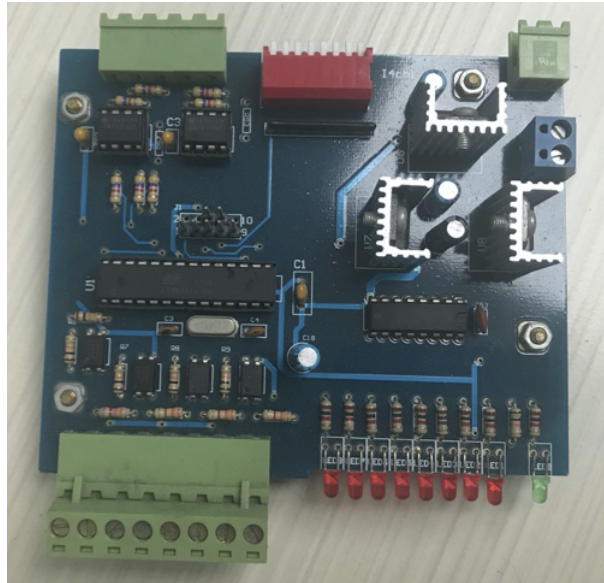
Gambar 4.1: Modul pembacaan sensor suhu beralamat

Bagian E merupakan bagian untuk mengubah sinyal arus dari sensor suhu yang diteruskan ke mikrokontroller dalam bentuk tegangan yang dapat diolah oleh mikrokontroller.

Modul pembacaan suhu ini diperbanyak sebanyak 4 unit untuk mengambil data suhu pada empat lokasi berbeda. Modul-modul tersebut diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Empat modul pembacaan suhu



Gambar 4.3: Modul untuk aktifasi AC

Gambar 4.3 merupakan modul untuk aktifasi pendingin ruang (AC). Modul ini terhubung dengan modul infrared yang akan mengeluarkan sinyal untuk menghidupkan dan mematikan AC. Saat pengguna berhasil masuk ke aplikasi, modul akan menghidupkan AC. Selama ruangan dipakai, modul ini akan tetap aktif untuk menerima masukan dari aplikasi. Mikrokontroler yang digunakan pada modul ini adalah Atmega 8.

Bab 5

KESIMPULAN

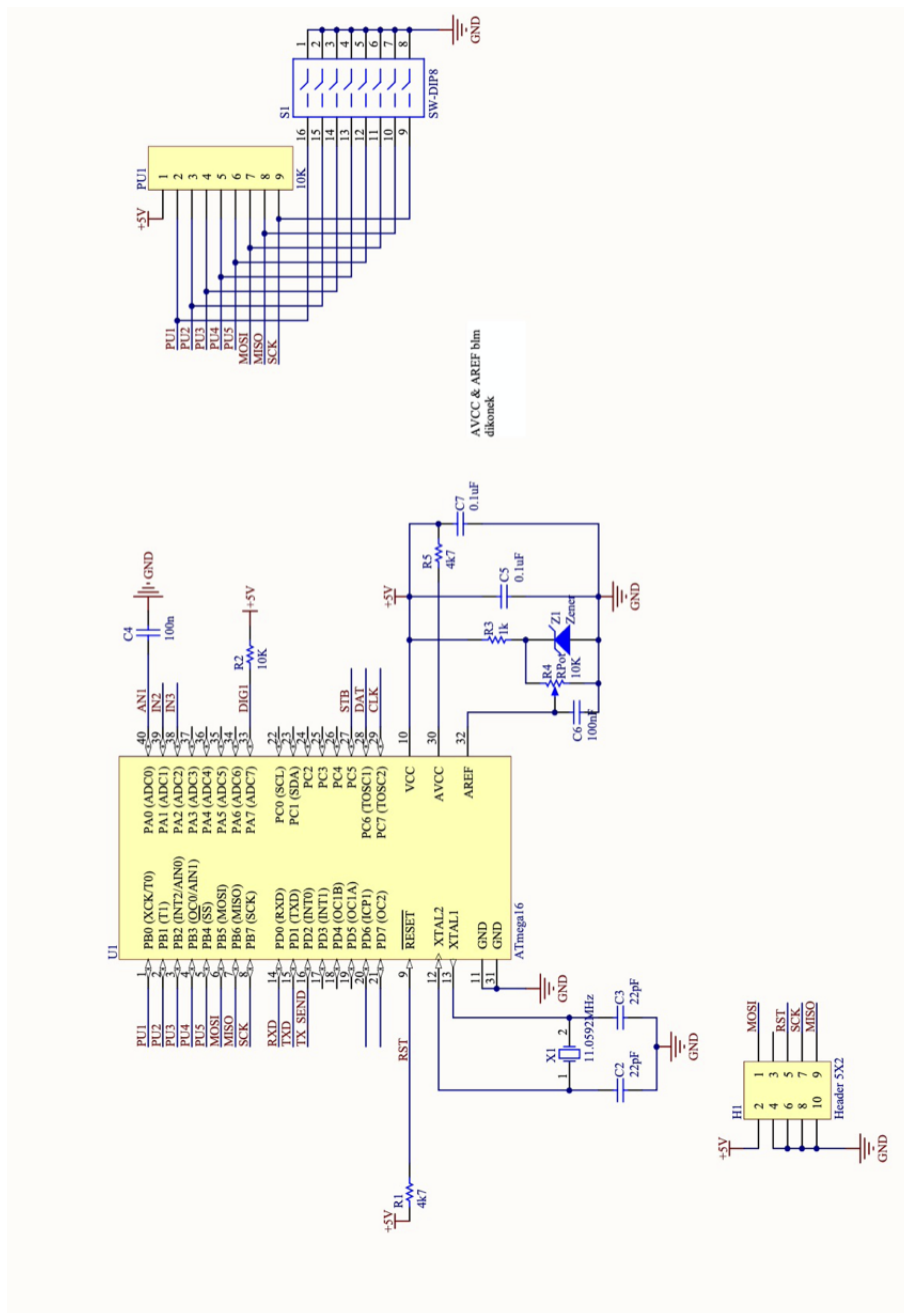
Dari hasil perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan modul pembacaan suhu ruang telah terealisasi dan dites dengan satu modul. Program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler dapat mendeteksi alamat, melakukan komunikasi serial dengan server dan pembacaan nilai digital. Nilai digital tersebut perlu dikonversi ke dalam satuan derajat celcius. Konversi ini dilakukan pada level aplikasi yang dijalankan di server.
2. Modul pengaktifan AC masih dalam tahap pemrograman. Modul ini juga memerlukan pengetesan pada AC di ruang 1 dan 2. Remote Control AC ruang 1 dan 1 dilakukan enkripsi sehingga dapat ditanam ke dalam mikrokontroler.
3. Mock-up aplikasi sudah dapat dijalankan secara real time untuk membaca suhu ruang dengan menggunakan satu modul. Aplikasi ini masih harus dilakukan pengetesan untuk semua modul terhubung ke server. Dengan demikian suhu ruang dari empat lokasi berbeda dapat diukur dan dimonitor secara real time.
4. Modul – modul telah dimasukkan ke dalam box sehingga terlindungi dan secara estetika terlihat bagus dan profesional.
5. Realisasi perangkat keras dan perangkat lunak pada lokasi penelitian yang direncanakan masih terkendala karena pembatasan akses masuk ke dalam kampus terkait perkembangan pandemi saat sekarang ini.

Appendices

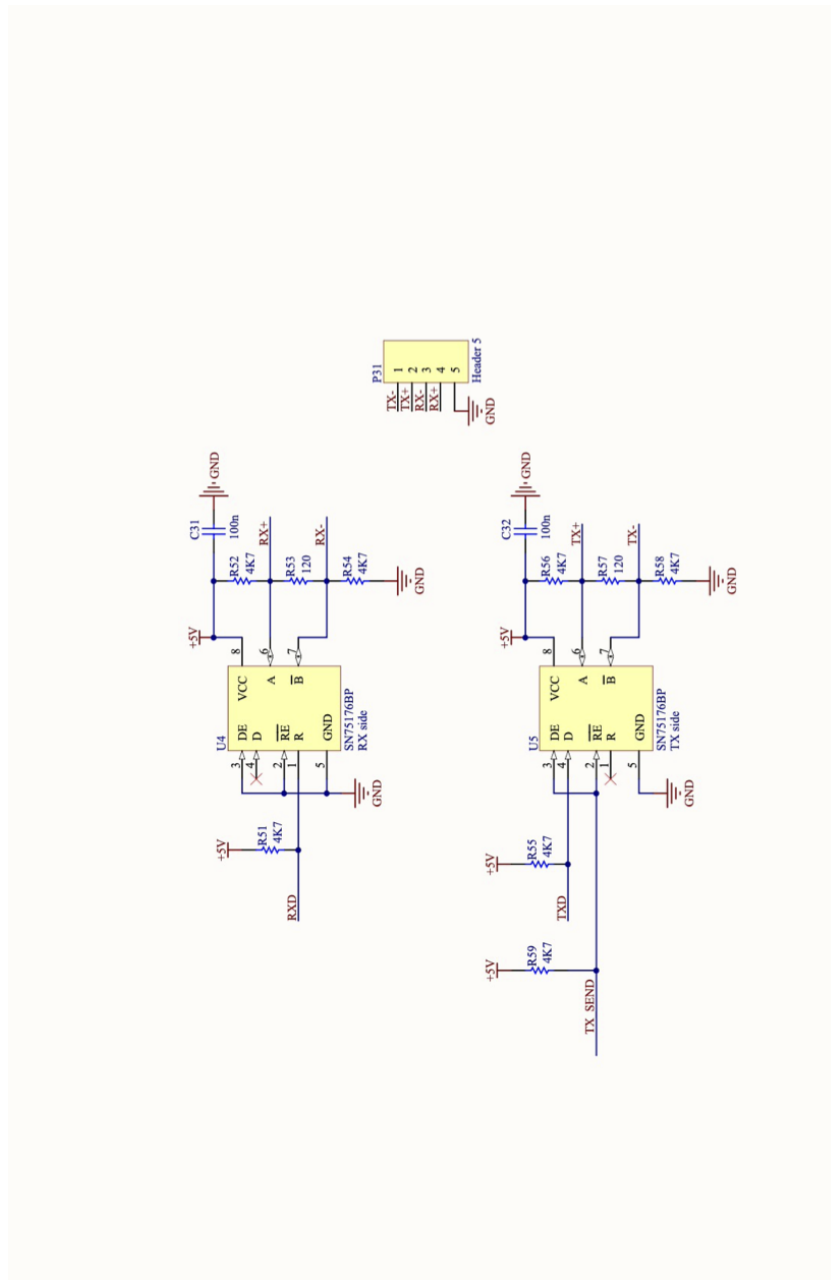
Lampiran A

Rangkaian Mikrokontroler Atmega 16



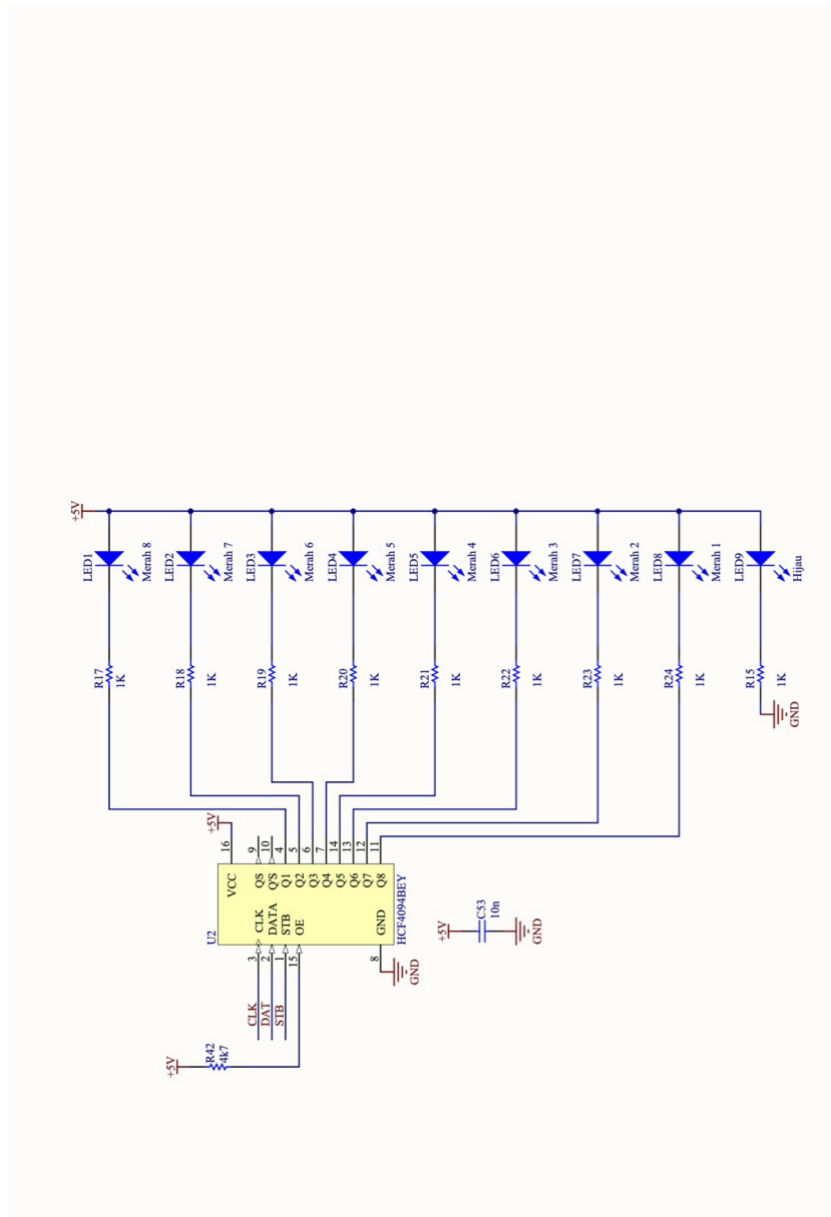
Lampiran B

Rangkaian Serial Komunikasi RS422



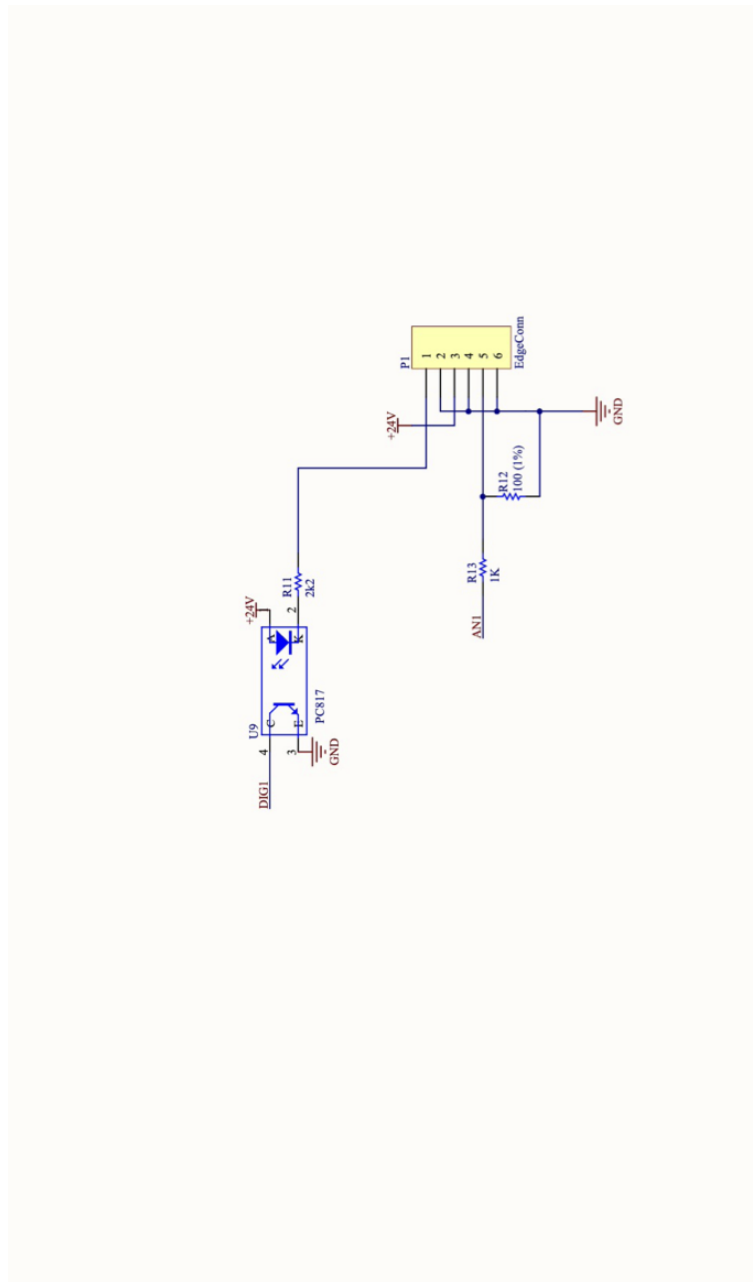
Lampiran C

Rangkaian Address (alamat) via LED



Lampiran D

Rangkaian Signal Analog Conditioning



Daftar Pustaka

- [1] A. A. Mir, M. Alghassab, K. Ullah, Z. A. Khan, Y. Lu, and M. Imran, “A review of electricity demand forecasting in low and middle income countries: The demand determinants and horizons,” *Sustainability*, vol. 12, no. 15, p. 5931, 2020.
- [2] A. P. Batista, M. E. A. Freitas, and F. G. Jota, “Evaluation and improvement of the energy performance of a building’s equipment and subsystems through continuous monitoring,” *Energy and buildings*, vol. 75, pp. 368–381, 2014.
- [3] A. Lauder, R. F. Sari, N. Suwartha, and G. Tjahjono, “Critical review of a global campus sustainability ranking: Greenmetric,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 108, pp. 852–863, 2015.
- [4] S. Franke, A. Hermann, S. Junghans, S. Leonhardt, T. Neumann, T. Teich, M. Trommer, and S. Wolf, “Event-driven and district-related home care: Networked technical building equipment (tbe) as a basis for ambient assisted living,” in *2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCCom/IoP/SmartWorld)*. IEEE, 2016, pp. 196–202.
- [5] R. Chasta, R. Singh, A. Gehlot, R. G. Mishra, and S. Choudhury, “A smart building automation system,” *International Journal of Smart Home*, vol. 10, no. 8, pp. 91–98, 2016.
- [6] B. N. Silva, M. Khan, and K. Han, “Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 38, pp. 697–713, 2018.
- [7] S. M. C. Loureiro, J. Guerreiro, and I. Tussyadiah, “Artificial intelligence in business: State of the art and future research agenda,” *Journal of Business Research*, vol. 129, pp. 911–926, 2021.
- [8] A. M. Sukiran and S. Alifah, “Control of air cooling system based on fuzzy logic,” *Journal of Telematics and Informatics (JTI)*, vol. 6, no. 1, pp. 71–83, 2018.
- [9] S. F. Barrett and D. J. Pack, “Microchip avr® microcontroller primer: Programming and interfacing,” *Synthesis Lectures on Digital Circuits and Systems*, vol. 14, no. 2, pp. 1–383, 2019.
- [10] S. Yoon, Y. Yu, J. Wang, and P. Wang, “Impacts of hvacr temperature sensor offsets on building energy performance and occupant thermal comfort,” in *Building Simulation*, vol. 12, no. 2. Springer, 2019, pp. 259–271.

- [11] V. Marinakis, C. Karakosta, H. Doukas, S. Androulaki, and J. Psarras, “A building automation and control tool for remote and real time monitoring of energy consumption,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 6, pp. 11–15, 2013.