

**PEMODELAN DAN SIMULASI  
SISTEM BANGUNAN OTOMATIS**

**TUGAS AKHIR**



**RISMUNANDAR WINATA**

**1112001010**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2016**

**PEMODELAN DAN SIMULASI  
SISTEM BANGUNAN OTOMATIS**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Komputer**



**RISMUNANDAR WINATA**

**1112001010**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA**

**2016**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Rismunandar Winata**

**NIM : 1112001010**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 07 Maret 2016**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rismunandar Winata  
NIM : 1112001010  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : Pemodelan dan Simulasi Sistem Bangunan Otomatis

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.**

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Yusuf Lestanto, S.T., M.Sc. ( ..... )  
Pembimbing 2 : Irwan Prasetya Gunawan, Ph.D. ( ..... )  
Penguji 1 : Guson P. Kuntarto, S.T., M.Sc. ( ..... )  
Penguji 2 : ( ..... )  
Ditetapkan di : Jakarta ( ..... )  
Tanggal : 07 Maret 2016 ( ..... )

## UNGKAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji bagi Allah swt hanya karena rahmat dan karunia-Nya penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulis sadar bahwa selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Kedua orang tua yang dengan kasih sayangnya telah memberi banyak dukungan baik spiritual, moril maupun materi.
2. Bapak Yusuf Lestanto, S.T., M.Sc. yang selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberi arahan dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Irwan Prasetya Gunawan, Ph.D. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberi masukan, arahan dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Andre Arsyian, Rahmad Dita, Mei Silviana, Tommy Wisnu, dan Annisa Utama Sari yang telah memberi masukan, koreksi dan ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kepada guru-guru, sahabat-sahabat, dan semua orang yang tidak mungkin diucapkan satu-per-satu pada lembar ini, yang telah memberi dukungan, semangat dan motivasi dalam bentuk apapun.

Penulis berharap Allah swt membalas segala amal baik yang telah diberikan sekecil apapun dengan balasan yang jauh lebih baik. Semoga tugas akhir ini membawa keberkahan serta manfaat kepada pihak-pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 07 Maret 2016

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rismunandar Winata  
NIM : 1112001010  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Jenis Tugas Akhir : Pemodelan dan Simulasi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **Pemodelan dan Simulasi Sistem Bangunan Otomatis**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 27 Maret 2016

Yang menyatakan

Rismunandar Winata

## PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM BANGUNAN OTOMATIS

Rismunandar Winata<sup>1</sup>

---

### ABSTRAK

Sistem pengendalian layanan penerangan dan pendingin ruang kelas pada Universitas Bakrie bersifat manual konvensional memanfaatkan tenaga manusia. Perkembangan teknologi komputer yang semakin berkembang dapat dimanfaatkan untuk menggantikan tenaga manusia. Teknologi komputer dapat mengintegrasikan pengendalian layanan penerangan dan pendingin ke dalam sistem yang terkelola. Pengelolaan layanan tersebut dikenal dengan nama sistem bangunan otomatis. Penerapan sistem baru pada sistem lama yang tengah berjalan membutuhkan pertimbangan terkait keberhasilan dari sistem baru yang diusulkan. Simulasi adalah sebuah cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang berjalan dengan baik. Dalam simulasi, sistem nyata direpresentasikan dalam bentuk model sistem dengan asumsi-asumsi tertentu. Pada penelitian ini dibangun sebuah model sistem bangunan otomatis untuk mengelola layanan penerangan dan pendingin ruang kelas. Model sistem dibangun dengan menerapkan prinsip-prinsip dan strategi pengendalian sistem bangunan otomatis. Model sistem terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan terdiri dari aktuator, sensor, modul pengendali, dan *modul serial-to-ethernet*. Perangkat lunak yang digunakan merupakan perangkat lunak yang dibangun dari awal untuk menerapkan strategi pengendalian dan menjalankan fungsi-fungsi yang berkaitan dengan sistem bangunan otomatis.

Kata kunci : sistem bangunan otomatis, strategi pengendalian, pemodelan dan simulasi.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Bakrie

# **SIMULATION AND MODELING BUILDING AUTOMATION SYSTEM**

**Rismunandar Winata<sup>2</sup>**

---

## **ABSTRACT**

Class room's lighting and cooling system at Bakrie University are manually utilize human power. Growth of computer technology can be utilized for helping human activities in controlling building services. Computer technology can integrate lighting and cooling control system become an integrated system. Management of that system is known as building automation system. Implementation of new system with system that is running need some consideration of the success of the system. Simulation is one way that can be done to know whether proposed system can run well. In simulation, real system is represented by a model with some assumptions. In this research will be built a model of building automation system to manage lighting and cooling control system. Model of the system is built with principle of building automation system. Model of the system is contained hardware and software. Hardware that is used for this model are actuator, sensor, controller and serial-to-ethernet module. Software that is used for this model is software that is developed from scratch to implement control strategy and run some functions of building automation system.

keywords: building automation system, control strategy, modeling and simulation.

---

<sup>2</sup> Informatics Student of Bakrie University



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang .....	17
1.2 Rumusan Masalah.....	19
1.3 Tujuan Penelitian.....	19
1.4 Batasan Masalah.....	19
1.5 Manfaat Penelitian.....	20
1.6 Sistematika Penelitian.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1 Penelitian Terdahulu .....	22
2.2 Sistem Bangunan Otomatis .....	24

2.3	Strategi Pengendalian .....	26
2.4	Modul Pengendali.....	27
2.5	Modul <i>Serial-To-Ethernet</i> .....	28
2.6	Pemrograman <i>Socket</i> .....	29
2.6.1	Protokol TCP dan UDP .....	29
2.6.2	<i>Socket</i> VB.NET .....	30
2.7	Pengembangan Perangkat Lunak Iteratif .....	31
2.8	Pengujian Perangkat Lunak.....	32
2.9	Pemodelan dan Simulasi Sistem.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Konsep Penelitian .....	35
3.2	Kerangka Penelitian.....	36
3.3	Alat dan Bahan .....	37
3.4	Metode Pengumpulan Data .....	38
3.5	Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	39
3.6	Tahapan Simulasi Sistem .....	41
BAB IV IMPLEMENTASI .....		45
4.1	Topologi Model Sistem.....	45
4.2	Alur Strategi Pengendalian .....	46
4.3	Konfigurasi Perangkat Keras .....	48
4.4	Perancangan Perangkat Lunak .....	51
4.5	Simulasi.....	75
BAB V SIMPULAN.....		80
5.1	Simpulan .....	80

5.2	Saran .....	81
DAFTAR PUSTAKA.....		82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Jaringan TCP/IP [7] .....	23
Gambar 2.2 Prinsip Dasar Sistem Bangunan Otomatis [8][9] .....	24
Gambar 2.3 Pengembangan Iteratif [23] .....	31
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Topologi Model Sistem Bangunan Otomatis .....	45
Gambar 4.2 Alur Kendali Penerangan .....	47
Gambar 4.3 Alur Kendali Pendingin .....	48
Gambar 4.4 <i>Use Case Diagram</i> .....	52
Gambar 4.5 <i>Activity Diagram</i> .....	56
Gambar 4.6 <i>Sequence Diagram</i> Mengaktifkan Kelas .....	58
Gambar 4.7 <i>Sequence Diagram</i> Login Admin .....	58
Gambar 4.8 <i>Sequence Diagram</i> Konfigurasi .....	59
Gambar 4.9 <i>Sequence Diagram</i> Lihat Histori Pemakaian .....	59
Gambar 4.10 <i>Class Diagram</i> .....	62
Gambar 4.11 <i>Conseptual Database Design</i> .....	64
Gambar 4.12 <i>Database Logical Design</i> .....	65
Gambar 4.13 <i>Database Physical Design</i> .....	66
Gambar 4.14 Rancangan <i>User Interface</i> Login Pengaktifan Kelas.....	67
Gambar 4.15 Rancangan <i>User Interface</i> Login Admin .....	67
Gambar 4.16 Rancangan <i>User Interface</i> Konfigurasi.....	68
Gambar 4.17 Rancangan <i>User Interface</i> Hisotri Data .....	68
Gambar 4.18 <i>Form Login</i> Pengaktifan Kelas.....	69

Gambar 4.19 <i>Form Login Admin</i> .....	69
Gambar 4.20 <i>Form Konfigurasi</i> .....	70
Gambar 4.21 <i>Form Lihat Histori Data</i> .....	70
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Pemakaian Penerangan dan Pendingin .....	79
Gambar 4.23 Model Sistem Bangunan Otomatis .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan TCP dan UDP [17] .....	29
Tabel 2.2 <i>Class System.Net.Socket</i> [22].....	30
Tabel 3.1 Jadwal Akademik .....	43
Tabel 3.2 Waktu Untuk Simulasi .....	43
Tabel 4.1 Daftar <i>Input / Output</i> .....	48
Tabel 4.2 Daftar Kode Perintah.....	49
Tabel 4.3 Nilai Acuan Kalibrasi .....	50
Tabel 4.4 Konfigurasi Modul <i>Serial-to-Ethernet</i> .....	50
Tabel 4.5 <i>Use Case Scenario</i> Mengaktifkan Kelas .....	52
Tabel 4.6 <i>Use Case Scenario</i> Login Admin .....	54
Tabel 4.7 <i>Use Case Scenario</i> Set Konfigurasi .....	54
Tabel 4.8 <i>Use Case Scenario</i> Lihat Data Beban .....	55
Tabel 4.9 Penjelasan <i>Class Diagram</i> .....	60
Tabel 4.10 Daftar <i>Entity</i> Basis Data .....	63
Tabel 4.11 Penjelasan <i>Relationship Database</i> .....	64
Tabel 4.12 Pengujian Unit.....	71
Tabel 4.13 Pengujian Sistem.....	73
Tabel 4.14 Rencana Simulasi .....	76
Tabel 4.15 Data Hasil Simulasi Model .....	77
Tabel 4.16 Konversi Waktu Simulasi ke Nyata .....	78
Tabel 4.17 Perbandingan Pemakaian Penerangan dan Pendingin .....	78

## DAFTAR RUMUS

Rumus 4-1 Perbandingan Senilai .....	50
--------------------------------------	----

## DAFTAR SINGKATAN

TCP	<i>Transport Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
BAS	<i>Building Automation System</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IDE	<i>Integrated Development Enviroment</i>
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
IM	<i>Instant Messenger</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
MK	Matakuliah



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Input Simulasi
Lampiran 2	Dokumen Pendukung
Lampiran 3	Keterangan Tambahan Perangkat Keras
Lampiran 4	Dokumen Perangkat Lunak
Lampiran 5	Data Hasil Pengujian dan Simulasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sistem otomatis memiliki peran penting di dalam dunia industri. Hal ini karena sistem otomatis dapat membantu kerja dari proses industri yang sifatnya berurutan. Kesalahan proses pemisahan secara manual oleh manusia dapat dihindari dengan sistem otomatis. Contoh kesalahan yang disebabkan oleh faktor kesalahan manusia adalah pemisahan produk-produk cacat [1]. Seiring dengan perkembangannya, sistem otomatis dapat diterapkan pada sebuah bangunan. Penerapan sistem otomatis pada sebuah bangunan dikenal dengan nama sistem bangunan otomatis / *building automation system* (BAS). Karakteristik dari sistem ini adalah melakukan pengendalian perangkat layanan pada sebuah bangunan. Sistem bertugas untuk mengelola pemakaian dari layanan bangunan agar digunakan sesuai dengan kebutuhan. Sistem bangunan otomatis dapat memberi manfaat, di antaranya adalah: fungsi berulang yang terprogram menjadi fungsi otomatis, waktu melatih operator berkurang, penggunaan energi berkurang, serta data pemakaian layanan bangunan tercatat, sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi [2].

Universitas Bakrie mengeluarkan edaran kebijakan efisiensi energi, sebagai upaya turut serta dalam melakukan penghematan energi [3]. Terdapat beberapa layanan yang menjadi fokus dalam penerapan kebijakan tersebut. Salah satunya adalah layanan penerangan dan pendingin ruang kelas. Layanan tersebut merupakan layanan penting pendukung kegiatan belajar dan mengajar. Maka dari itu layanan tersebut menjadi perhatian di dalam kebijakan tersebut agar pemakaiannya digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Namun penerapan kebijakan pada layanan ruang kelas tidak maksimal. Hal ini dikarenakan pengendalian yang dilakukan masih bersifat manual dengan

tenaga manusia. Hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan yang dilakukan oleh petugas. Contohnya adalah ketika petugas lupa untuk mematikan seluruh penerangan ruang kelas ketika waktu **matakuliah** telah selesai. **konfigurasi** *setpoint* pendingin tidak tersentralisasi, sehingga *setpoint* harus diatur satu-per-satu untuk setiap ruangan. Selain itu ruangan pada lantai dua harus memiliki petugas tersendiri untuk menghidupkan ataupun mematikan layanan penerangan dan pendingin ruang kelas.

Sistem bangunan otomatis dapat dijadikan alat untuk meningkatkan pencapaian kebijakan efisiensi energi menjadi lebih baik. Sistem tersebut mengelola pemakaian penerangan dan pendingin secara komputer. Sistem tersebut juga berfungsi sebagai sistem administrasi dari layanan bangunan. Sistem bangunan otomatis pada dasarnya terdiri dari beberapa komponen, seperti : perangkat yang dikendalikan (*actuator*), alat pengendali (*controller*), media transmisi (LAN, Wireless, Internet) dan perangkat lunak yang bertindak sebagai antarmuka bagi pengguna yang memiliki interaksi dengan sistem [4].

Pada penelitian ini akan dibangun sebuah perangkat lunak untuk menjalankan sistem bangunan otomatis. Perangkat lunak terdiri dari fungsi pengendalian untuk mengelola pemakaian penerangan dan pendingin serta fungsi administrasi untuk melakukan konfigurasi *setpoint* dan melihat data dari pemakaian penerangan dan pendingin ruang kelas. Perangkat lunak yang telah dibangun, diintegrasikan dengan komponen-komponen lain membentuk model sistem bangunan otomatis. Model sistem yang telah dibangun disimulasikan dengan beberapa asumsi dan menggunakan data yang telah disesuaikan. Model sistem ini dapat digunakan sebagai representasi dari sistem bangunan otomatis pada keadaan nyata.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun perangkat lunak untuk menjalankan sistem bangunan otomatis dalam bentuk model?
2. Bagaimana hasil pengujian perangkat lunak dan simulasi model sistem bangunan otomatis?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun perangkat lunak untuk menjalankan sistem bangunan otomatis dalam bentuk model.
2. Menguji perangkat lunak dan melakukan simulasi model sistem bangunan otomatis.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat lunak yang dibangun merupakan bentuk *prototype* versi awal dalam proses pengembangan iteratif, dan diimplementasikan pada domain model sistem yang disimulasikan.
2. Penelitian ini akan menggunakan kipas dan sensor suhu sebagai representasi pendingin serta lampu sebagai representasi penerangan.
3. Modul pengendali yang digunakan merupakan modul yang telah siap pakai termasuk program yang tertanam di dalam modul pengendali.
4. Simulasi menggunakan data pada satu kelas di satu hari.
5. Dosen telah memiliki akun untuk login.
6. Pengujian mengabaikan karakteristik bangunan ruang kelas Universitas Bakrie.

7. Penelitian tidak bertujuan untuk menganalisis perbandingan konsumsi listrik, adanya asumsi konsumsi listrik hanya untuk melihat perbedaan keluaran dari hasil simulasi model dengan sistem nyata.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Perangkat lunak yang dibangun dan disimulasikan pada model dapat dijadikan acuan untuk perangkat lunak sistem bangunan otomatis pada sistem nyata.
2. Model dari sistem dapat dijadikan gambaran bagaimana sistem bekerja nantinya pada kondisi nyata.

### **1.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bab antara lain :

#### **1. BAB I - PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penelitian.

#### **2. BAB II - LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan tentang kajian pustaka dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan teori-teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

#### **3. BAB III - METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang alur penelitian, alat penelitian serta metode-metode yang digunakan pada penelitian ini.

#### **4. BAB IV - IMPLEMENTASI**

Bab ini menjelaskan tentang proses dan hasil implementasi dari penelitian yang telah dilakukan.

5. **BAB V - PENUTUP**

Bab ini berisi mengenai simpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

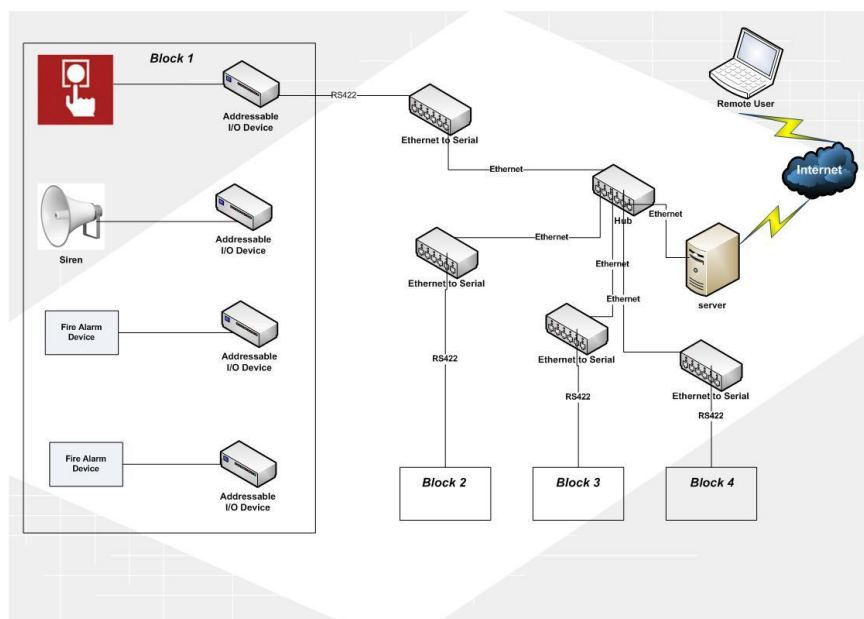
#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya, Marinakis dkk membangun sebuah perangkat lunak untuk pengendalian dan pengawasan sistem bangunan otomatis. Pada penelitian tersebut dibuat sebuah perangkat lunak untuk meningkatkan interaktivitas sistem bangunan otomatis[5]. Selain berfungsi sebagai pengendali dan pengawas sistem, pada penelitian tersebut juga membuat fungsi optimalisasi pada perangkat lunak yang dibangun. Optimalisasi pada penelitian tersebut berupa penjadwalan pengaktifan pendingin yang disesuaikan dengan waktu jam puncak dan jam tidak puncak pemakaian listrik oleh para pengguna listrik [5]. Penerapan optimalisasi dengan mengaktifkan satu unit dari empat unit pendingin secara bergantian setiap 20 menit pada waktu jam puncak tepat, karena pada jam tersebut pengguna dapat berkontribusi dalam penghematan penggunaan listrik. Selain itu perangkat lunak yang dibangun akan bermanfaat bagi pengguna / petugas dalam berinteraksi dengan sistem bangunan otomatis.

Amini dan Farabi melakukan penelitian tentang perancangan sistem pengendalian lampu. Mereka menggunakan API (*Application Programming Interface*) Yahoo Messenger dalam membangun sistem pengendalian lampu. Perangkat lunak komputer menerima isi pesan yang dikirim dari Yahoo *Messenger*, selanjutnya perangkat lunak meneruskan pesan ke perangkat pengendali DFRDUINO untuk menghidupkan ataupun mematikan penerangan [6]. Sistem ini memiliki kelebihan dapat dikendalikan dari lokasi mana saja dengan menggunakan fasilitas internet. Hanya saja aplikasi *chat* Yahoo Messenger sudah tergantikan oleh aplikasi *chat* berbasis *mobile* lain yang telah banyak bermunculan. Selain itu, pengendalian penerangan dengan cara mengirim

pesan berupa teks tidak *user friendly*. Hal ini karena perintah harus diketik ketika ingin mengendalikan penerangan dari jarak jauh.

Pada penelitian sebelumnya Lestanto membangun rancangan sistem informasi alarm kebakaran berbasis jaringan TCP/IP. Hal ini memungkinkan segala kondisi di lokasi kejadian kebakaran dapat disampaikan menuju pusat informasi yang bertugas pada jarak jauh. Sistem informasi terdiri dari beberapa bagian. Bagian pertama adalah perangkat lunak berbasis *web* yang terkoneksi *webserver* pada jaringan sistem informasi alarm kebakaran. Bagian kedua adalah bagian untuk pengiriman data menggunakan konsep *master* dan *slave*. Modul *master* menjadi pintu utama data mengalir sedangkan modul *slave* menjadi pengendali perangkat kebakaran yang ada di lokasi tertentu [7].



**Gambar 2.1 Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Jaringan TCP/IP [7]**

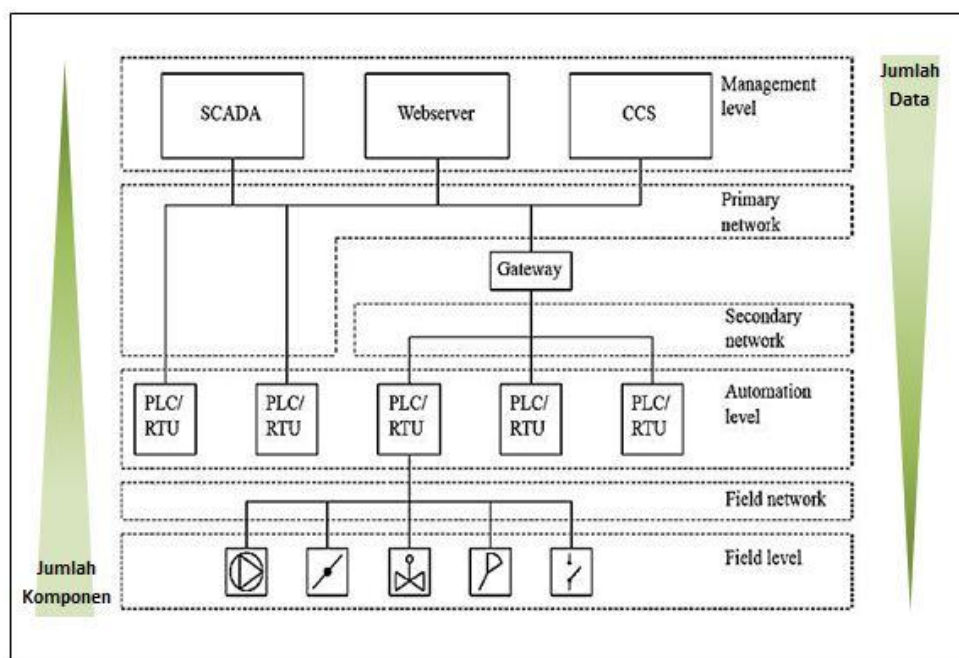
Konsep sistem informasi alarm kebakaran pada penelitian Lestanto akan dijadikan konsep untuk membangun model sistem bangunan otomatis pada penelitian ini. Penelitian ini akan membangun kendali terhadap penerangan dan pendingin, tidak seperti yang dilakukan oleh Marinakis yang hanya melakukan pengendalian untuk layanan pendingin. Selain itu pada penelitian ini juga akan dibangun perangkat lunak berbasis komputer untuk memudahkan pengguna



berinteraksi dengan sistem, sehingga pengguna tidak perlu menghafal serta mengetik kode perintah untuk memberi kendali terhadap layanan penerangan ataupun pendingin.

## 2.2 Sistem Bangunan Otomatis

Sistem bangunan otomatis merupakan bagian penting dari sistem pengelolaan energi. Sistem bangunan otomatis mengalami perkembangan mulai dari yang bersifat tradisional atau pengendalian perangkat secara individu sampai dengan yang bersifat terintegrasi ke dalam sebuah sistem. Sistem ini memiliki level-level berdasarkan fungsi dari setiap komponen dalam sistem bangunan otomatis [8]. Walaupun memiliki perbedaan penamaan oleh setiap ahli pada setiap levelnya, pada intinya istilah tersebut memiliki pengertian yang sama.



Gambar 2.2 Prinsip Dasar Sistem Bangunan Otomatis [8][9]

Seperti yang diklasifikasikan oleh Kensby dan Olsson, secara prinsip sistem bangunan otomatis dibagi menjadi beberapa level, yaitu [9]:

- *Field device*

Level ini terdiri dari berbagai perangkat yang secara fisik dikendalikan oleh sistem. Seperti sensor, penerangan, pendingin, alarm kebakaran dan lain-lain. Perangkat-perangkat ini umumnya tidak memiliki “kecerdasan” di dalamnya. Pada sistem manual konvensional, perangkat ini dikendalikan secara manual oleh manusia di lokasi masing-masing. Pada sistem bangunan otomatis, perangkat ini terhubung ke dalam sebuah sistem yang telah terprogram sehingga perangkat tersebut berjalan sesuai dengan rencana implementasi sistem.

- *Field network*

Level ini merupakan media penghubung antara perangkat fisik yang dikendalikan dengan alat pengendali. Media ini dapat berupa kabel ataupun tanpa kabel.

- *Automation level*

*Automation level* merupakan level **di mana** diletakkannya modul pengendali. Modul pengendali ini akan yang memberi sinyal pada komponen *field device* untuk aktif atau tidak aktif. Pada Gambar 2.2 pengendali dinamai dengan nama PLC (*Programable Logic Controller*) atau RTU (*Remote Terminal Unit*). Keduanya mengacu pada hal yang sama, yang membedakan hanya PLC dapat diprogram sendiri sedangkan RTU telah terprogram untuk suatu kebutuhan tertentu.

- *Primary network*

*Primary network* merupakan jaringan utama yang menghubungkan antara *automation level* dengan *management level*. Jaringan utama ini umumnya menggunakan jaringan berbasis LAN atau TCP/IP. Selain itu jaringan TCP/IP merupakan jaringan yang telah banyak dipakai di banyak bangunan. Maka dari itu jaringan LAN baik untuk dijadikan sebagai *primary network* pada sistem bangunan otomatis.

- *Secondary network*

*Secondary network* merupakan jaringan yang menghubungkan antara *automation level* dengan *primary network*. Jaringan ini ada dikarenakan adanya kebutuhan untuk membuat domain pada *automation level* berdasarkan protokol yang digunakan ataupun dikarenakan kebutuhan lain yang mengharuskan adanya jaringan sekunder ini.

- *Management level*

Pada level ini terdiri dari perangkat-perangkat yang berguna untuk mengelola dan memantau sistem bangunan otomatis. Fasilitas-fasilitas yang terdapat pada *management level* dapat disebut sebagai SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). SCADA merupakan kumpulan fungsi yang berguna sebagai pengendali dan pengakuisisi data dari sistem bangunan otomatis.

Sistem otomatis pada bangunan pada dasarnya memiliki beberapa kegunaan. Kegunaan tersebut di antaranya adalah mengoptimalkan perangkat, menghemat energi, memberikan kenyamanan, dan memberikan efisiensi pengoperasian perangkat [10]. Maka dari itu, perangkat-perangkat layanan bangunan yang terintegrasi dengan sistem bangunan otomatis penggunaannya akan lebih optimal. Energi yang digunakan pun menjadi efisien, serta biaya yang dikeluarkan menjadi minimal. Kenyamanan layanan juga akan dirasakan dampaknya oleh semua orang yang melakukan aktivitas pada bangunan tersebut. Jumlah petugas dalam mengelola perangkat layanan bangunan juga akan berkurang.

### 2.3 Strategi Pengendalian

Dalam sistem pengendalian proses, strategi pengendalian layanan sebuah bangunan dapat bersifat sederhana ataupun rumit. Strategi pengendalian sederhana memungkinkan alat pengendali menghidupkan atau mematikan aktuator saja tanpa adanya umpan balik. Strategi pengendalian yang lebih rumit akan menyesuaikan gaya aktuator untuk memenuhi tuntutan beban yaitu dengan memasang sensor untuk memberi umpan balik [11].

Strategi pengendalian pada sebuah bangunan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kebijakan dari bangunan yang akan memasang sistem bangunan otomatis. Pemakaian perangkat layanan bangunan yang tidak sesuai pada akhirnya dapat dikurangi. Takami dan Takami menjelaskan bahwa terdapat dua strategi pengendalian yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan layanan bangunan. Strategi pengendalian tersebut yaitu: [12]

- *Time Based*

Merupakan pengendalian berdasarkan waktu. Layanan seperti pemanas ataupun penerangan dikelola berdasarkan waktu dalam memenuhi kebutuhan pemakaian dari pengguna layanan.

- *Optimiser Parameter Based*

Merupakan pengendalian berdasarkan parameter yang dapat diukur untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Seperti pengukuran parameter temperatur atau intensitas cahaya dengan memanfaatkan sensor.

Pengelolaan berdasarkan waktu merupakan salah satu contoh pengendalian sederhana yang mana tidak ada umpan balik dalam mengendalikan layanan bangunan. Pengendalian berdasarkan parameter / nilai dari sensor merupakan pengendalian yang menggunakan umpan balik untuk mengoptimalkan pengendalian layanan bangunan. Umpan balik didapatkan dengan memasang sensor pada sistem. Semakin rumit strategi pengendalian yang ingin dicapai, maka dibutuhkan sensor yang lebih banyak, sesuai dengan strategi / kebijakan bangunan dalam melakukan pengelolaan perangkat layanan pada bangunan tersebut.

## 2.4 Modul Pengendali

Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab 2.2, sistem bangunan otomatis membutuhkan perangkat untuk memasang aktuator. Alat tersebut disebut modul pengendali (*Controller*). Modul ini memberikan sinyal kepada aktuator tersebut agar melakukan suatu tindakan. Modul pengendali umumnya memiliki *input* / *output* untuk dipasang perangkat *analog* dan *digital*, sehingga modul pengendali

dapat dipasang sensor dan aktuator. Modul pengendali juga memiliki *chip* yang dapat diisi program untuk melakukan tugas-tugas berorientasi kendali. Penggunaan modul kendali telah dilakukan pada beberapa penelitian terkait sistem bangunan otomatis [13]. Mereka menggunakan modul pengendali dengan *board* Arduino untuk memberi sinyal kepada aktuator agar dalam menghidupkan ataupun mematikan perangkat yang dikendalikan lewat perangkat lunak.

## 2.5 Modul *Serial-To-Ethernet*

Modul pengendali dapat langsung bekerja untuk mengendalikan aktuator dengan program yang tertanam di dalamnya, namun hal tersebut biasanya digunakan untuk pengendalian yang bersifat individual. Saat ini dengan jaringan lokal / LAN, pengendalian dapat dilakukan secara terdistribusi namun tetap terkendali oleh satu pusat komputer. Pengendalian terdistribusi dikenal dengan istilah *Distributed Computer Control* (DCC) [11].

Modul pengubah sinyal *serial-to-ethernet* dapat dimanfaatkan sebagai modul untuk menghubungkan modul-modul pengendali yang tersebar pada setiap tempat di mana modul pengendali diletakkan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Lestanto dalam membangun sistem alarm kebakaran [7], modul ini digunakan sebagai modul *master* yang menghubungkan modul-modul pengendali yang ditaruh pada area tertentu.

Modul *serial-to-ethernet* ini berguna untuk menghubungkan modul pengendali yang berbasis komunikasi serial ke jaringan berbasis IP. Modul ini berfungsi sebagai *data acquisition*, *device management*, ataupun *industrial control*. Modul ini memudahkan modul pengendali yang berbasis komunikasi serial diinstalasi pada jaringan berbasis TCP/IP. Selain itu modul *serial-to-ethernet* ini dapat dikonfigurasi agar dapat diakses melalui jaringan internet dengan mudah [14]. Pengaksesan modul pengendali melalui jaringan berbasis internet / IP dapat memanfaatkan layanan *socket* yang ada pada sistem operasi dan *socket mode* yang tertanam pada modul *serial-to-ethernet*.

## 2.6 Pemrograman *Socket*

*Socket* merupakan jembatan yang menghubungkan sebuah perangkat lunak yang berjalan pada sistem operasi tertentu dengan perangkat lain melalui lapisan TCP/UDP [15]. *Socket* API telah disediakan oleh sistem operasi agar perangkat lunak yang memanfaatkan layanan ini dapat melakukan akses perangkat melalui jaringan TCP/IP [14]. *Socket* pada awalnya didesain untuk sistem operasi UNIX. Kelompok dari *University of California* mengembangkan API *socket* dan menyebutnya sebagai *socket interface*. *Socket interface* ini terdiri dari berbagai macam fungsi-fungsi dan *sub-routine* yang berguna untuk pengembangan perangkat lunak berbasis jaringan TCP/IP [16].

### 2.6.1 Protokol TCP dan UDP

*Socket* merupakan pintu gerbang antara *application process* dan *end-to-end transport protocol*. Terdapat dua jenis layanan *end-to-end transport protocol* yaitu TCP dan UDP. Dua protokol tersebut memiliki karakteristik masing-masing yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya dalam mengirimkan data. Masing-masing karakteristik TCP dan UDP dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan TCP dan UDP [17]

Properti	TCP	UDP
Reabilitas	Ya	Tidak
Penyusunan Pesan	Ya	Tidak
Congestion Control	Ya	Tidak
Metode Transfer	Segment	Datagram
Konsumsi Daya	Tinggi	Rendah
Aplikasi	<i>Web Browsing, Email, File Transfer</i>	<i>DNS, VoIP, Online Games</i>

Agar dapat tercipta koneksi maka setiap proses diidentifikasi dengan alamat *socket* yang berisi alamat IP dan nomor *port*. Alamat *socket* membantu data yang dikirim dapat sampai pada tujuan dan sesuai antara proses pengirim dan penerima [18].

### 2.6.2 Socket VB.NET

Agar dapat terjalin komunikasi antar program pada sebuah jaringan TCP/IP dibutuhkan layanan *socket*. Windows telah membuat *interface* untuk *enviromentnya* sendiri yang bernama Winsock. Winsock merupakan *interface* yang disediakan oleh Windows untuk mengembangkan aplikasi *socket* pada sistem operasi Windows. Perangkat lunak yang berjalan pada sistem operasi Windows dapat saling berkomunikasi atau bertukar data melalui jaringan TCP/IP dengan layanan socket [19].

Saat ini, pengembangan perangkat lunak berbasis VB.NET 2010 / .NET Framework, sudah tidak lagi menggunakan *code-code control* winsock karena .NET Framework telah menyediakan *class-class* nya sendiri untuk memenuhi kebutuhan *network service* [20]. .NET Framework telah mengembangkan *stream based architecture* untuk memfasilitasi pengembang aplikasi agar dapat memprogram aplikasi untuk I/O device seperti *printer*, *hardisk* dan *network interface* [21]. .NET Framework menyediakan *class-class* untuk *socket* yang diimplementasi dari Barkeley *socket interface*. Di dalam class tersebut terdapat *method* dan *properties* untuk melakukan komunikasi jaringan.

Beberapa *class-class socket* yang disediakan oleh .NET Framework, terkumpul dalam *namespace system.net.socket*. Beberapa di antaranya seperti disajikan pada tabel 2.2.

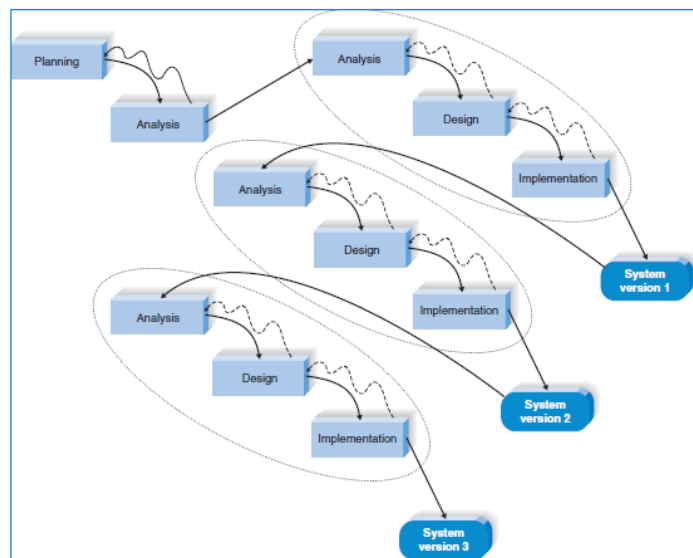
Tabel 2.2 Class System.Net.Socket [22]

Nama Class	Fungsi	Sintaks
TcpClient	Menyediakan layanan koneksi TCP untuk <i>client side</i> .	Dim aTcpclient as New TcpClient()
		aTcpclient.Connect(192.168.168.233, 30000)
Network Stream	Menyediakan layanan untuk hal-hal yang berkaitan dengan <i>stream data</i> dalam <i>network access</i> .	Dim aStream as NetworkStream = aTcpclient.GetStream()
		aStream.Write(dataByte, 0, dataByte.Length)
		aStream.Read(arrayByte, 0, aTcpclient.RecieveBufferSize)

Nama Class	Fungsi	Sintaks
<i>UdpClient</i>	Menyediakan layanan koneksi UDP ( <i>User Datagram Protocol</i> ).	Dim aUdpClient as New UdpClient(11000)
		aUdpClient.Connect("alamat site", 11000)

*Class-class* di atas dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis *socket*. Oleh karena itu, hal-hal yang berkaitan dengan pertukaran data ataupun pengendalian perangkat yang berada di atas layanan TCP/IP dapat dilakukan melalui aplikasi *socket* dari hasil pengembangan masing-masing pengembang perangkat lunak.

## 2.7 Pengembangan Perangkat Lunak Iteratif



Gambar 2.3 Pengembangan Iteratif [23]

Pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metodologi iteratif merupakan salah satu dari metodologi pengembangan RAD (*rapid application development*). Pengembangan ini membagi proyek ke dalam beberapa versi perangkat lunak. Tahap pengembangan perangkat lunak iteratif menekankan pada pengembangan awal sebagai fondasi perangkat lunak secara cepat, dengan tahapan pengembangan seperti pada proses pengembangan *waterfall* [23].



Dimulai dengan proses *planning*, dan *analysis* awal, kemudian dibangun *prototype* sistem versi awal. Pembangunan *prototype* dilanjutkan dengan menjalani fase *design*, dan *implementation*. Selanjutnya proses akan terus berulang untuk menghasilkan *prototype* versi berikutnya. *Prototype* yang telah selesai akan digunakan sampai perangkat lunak versi selanjutnya diselesaikan sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan oleh *client*.

## 2.8 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan tahap terakhir dalam mengembangkan sistem. Pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi keberhasilan, kesesuaian, sekuritas dan kualitas dari perangkat lunak yang dibangun. Pengujian perangkat lunak memiliki dua paradigma utama yang dikenal dengan nama *black box testing* dan *white box testing* [24]. Berikut adalah perbedaan dari pengujian secara *black box* dan *white box* [25] :

### 1. Black Box

Pengujian *black box* merupakan jenis pengujian yang didasarkan pada sudut pandang pelanggan. Pengujian ini tidak menguji kode program. Pengujian ini membantu dalam menguji fungsionalitas sistem. Pengujian ini menangani kesesuaian masukan dan keluaran dari perangkat lunak yang dibangun.

### 2. White Box

Pengujian *white box* menekankan kepada *control flow* atau *data flow* dari program. Pengujian *white box* merupakan jenis pengujian yang didasarkan pada sudut pandang pengembang perangkat lunak, karena pengembang adalah orang yang mengetahui kode program yang dibuatnya.

## 2.9 Pemodelan dan Simulasi Sistem

Model merupakan representasi dari sistem nyata yang menjadi fokus permasalahan. Model dikembangkan dengan beberapa prinsip dasar seperti

elaborasi, analogi dan dinamis. Elaborasi adalah pembuatan model dimulai dari yang paling sederhana, kemudian dielaborasi menjadi model yang representatif. Analogi adalah pengembangan model dapat dilakukan dengan menggunakan teori-teori yang sudah dikenal luas. Dinamis mengandung arti pembuatan model bukan suatu proses yang linier melainkan mungkin saja terjadi pengulangan dalam pembangunannya [26].

Simulasi merupakan metodologi yang menggambarkan perilaku dan meniru operasi dari proses sistem nyata pada jangka waktu tertentu. Menjalankan sistem nyata secara langsung tidak selalu mungkin dapat dilakukan. Terdapat beberapa kemungkinan seperti : masalah keamanan sistem baru, masalah perizinan implementasi sistem, dan sistem nyata yang dibutuhkan belum ada [27]. Terdapat beberapa langkah untuk melakukan simulasi, di antaranya adalah [28]:

1. Pendefinisian sistem : menentukan masalah-masalah yang ada pada sistem nyata yang sedang berjalan, menentukan kebutuhan, serta batasan sistem usulan.
2. Formulasi masalah : merumuskan tujuan serta permasalahan yang akan diselesaikan dengan pembangunan model sistem.
3. Pengumpulan data : mengidentifikasi dan mengumpulkan data yang diperlukan oleh model sesuai dengan tujuan dari pembuatan model.
4. Pembangunan model : Menyusun skema serta diagram hubungan antara komponen-komponen pembangun model. Dalam penyusunannya, model perlu disesuaikan antara perangkat keras dan jenis bahasa yang digunakan.
5. Validasi model : merupakan proses pengujian terhadap model apakah model usulan yang dibuat sudah memenuhi kebutuhan sistem nyata.
6. Dokumen penggunaan lanjut : pembuatan dokumen yang berisi detail dari objektif, asumsi dan input variabel.
7. Pemilihan desain eksperimen : merupakan pemilihan pengukuran performa, variabel yang dapat memengaruhinya, serta tingkatan dari setiap variabel masukan.

8. Menentukan kondisi eksperimen : menentukan bentuk eksperimen agar dapat memperoleh informasi yang baik.
9. Menjalankan simulasi : menjalankan eksperimen pada model untuk mendapatkan informasi yang menjadi tujuan pembuatan model dengan melakukan simulasi.
10. Interpretasi model : penarikan kesimpulan dari hasil keluaran model. Keluaran dapat ditampilkan dalam bentuk grafis (contoh : *piechart*, *histogram*, dll.).
11. Rekomendasi untuk tindakan lanjutan : Merupakan tahapan lanjutan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan tingkat presisi model agar dapat meningkatkan analisis.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

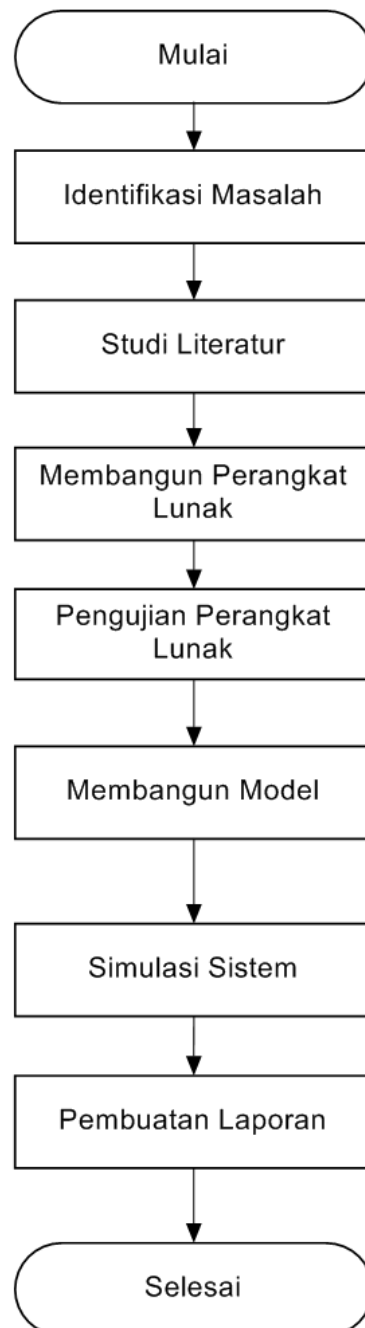
#### 3.1 Konsep Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan metode pemodelan dan simulasi. Proses dalam membangun model sistem meliputi pendefinisian sistem, pembangunan model hingga simulasi dari model sistem yang dibangun. Model sistem dibangun sebagai akibat dari adanya permasalahan yang muncul terkait sistem pengendalian layanan pada ruang kelas Universitas Bakrie. Layanan tersebut adalah penerangan dan pendingin. Kedua layanan tersebut adalah layanan yang menjadi perhatian di dalam kebijakan efisiensi energi.

Model sistem yang dibangun merupakan representasi sederhana dari sistem bangunan otomatis. Model yang dibangun bertujuan agar dapat melakukan pengelolaan layanan penerangan dan pendingin. Model yang dibangun berupa program komputer dan model fisik sebagai representasi dari usulan sistem bangunan otomatis. Program komputer yang dibangun sekaligus sebagai *prototype* rancangan antarmuka bagi pengguna yang memiliki interaksi dengan sistem. Pengguna tersebut adalah dosen dan *general affair*. Model sistem yang telah dibangun disimulasikan menggunakan data dari sistem nyata dengan beberapa asumsi yang telah dibuat.

### 3.2 Kerangka Penelitian

Berikut adalah alur atau tahapan dari penelitian mulai dari awal hingga penelitian selesai.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Gambar 3.1 menjelaskan bahwa penelitian dilakukan dimulai dari ditemukannya permasalahan terkait pengoptimalan penggunaan layanan bangunan. Dilanjutkan dengan mengkaji teori-teori terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Tahap selanjutnya adalah membangun perangkat lunak untuk menjalankan sistem. Tahapan pembangunan perangkat lunak disajikan pada sub-bab 3.5. Perangkat lunak yang telah selesai dibangun, diintegrasikan dengan perangkat keras sehingga membentuk model sistem bangunan otomatis. Selanjutnya model dari sistem disimulasikan menggunakan data sistem nyata dan asumsi yang telah ditentukan untuk penelitian ini. Data didapat dengan metode yang dijelaskan pada sub-bab 3.4. Tahapan simulasi dijelaskan pada sub-bab 3.6. Selanjutnya hasil dari simulasi didokumentasikan dalam bentuk laporan. Terakhir penelitian selesai dilakukan.

### 3.3 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat yang digunakan untuk melakukan penelitian ini.

#### 1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan adalah :

- a. Modul pengendali sebagai modul *slave* untuk menerima data dari sensor ataupun memberi kendali kepada aktuator.
- b. Modul *serial-to-ethernet* sebagai modul *master* untuk menerima data dari modul kendali.
- c. Komputer dengan sistem operasi windows untuk menjalankan program komputer.
- d. Kipas sebagai representasi pendingin.
- e. Sensor suhu untuk memberi nilai umpan balik untuk pengendalian kipas.
- f. Lampu sebagai representasi penerangan.
- g. Maket sebagai representasi ruang kelas.
- h. *Hair Dryer* sebagai alat untuk menaikkan suhu pada maket

## 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah :

- a. Visual Studio 2010 untuk pengembangan perangkat lunak.
- b. Bahasa pemrograman Visual Basic .NET 2010
- c. Star UML untuk mendesain perangkat lunak.
- d. MySQL untuk menjalankan layanan basis data.
- e. Tera Term untuk mengkalibrasi data digital sensor suhu.
- f. Plugin konektor Visual Basic – MySQL (MySQL.Data.dll)
- g. Mock Plus untuk mendesain *Wire Frame user interface* perangkat lunak
- h. Click Charts Diagram untuk membuat diagram alir

## 3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah observasi, wawancara dan studi literatur.

### 1. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati dan mencatat baik secara langsung maupun tidak langsung. Observasi dilakukan pada ruang kelas Universitas Bakrie, untuk mendapatkan gambaran bagaimana kondisi pengendalian penerangan dan pendingin ruang kelas.

### 2. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara tanya jawab kepada pihak yang berwenang. Wawancara dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi pengendalian ruang kelas saat ini kepada bagian GA (*General Affair*) dan bagian Data Absensi untuk

mengetahui sistem absensi dosen yang mana nantinya akan menjadi tambahan strategi pengendalian dari sistem yang akan dibangun.

### 3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan data dengan mencari teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Dalam menyusun laporan penelitian ini, dipelajari beberapa sumber pustaka yang diperoleh dari buku, jurnal penelitian dan *website* terkait dengan teori penelitian seperti : sistem pengendalian, sistem bangunan otomatis, dan pengembangan perangkat lunak, pemodelan dan simulasi.

#### 3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengembangan iteratif. Metode iteratif dilakukan dalam empat tahap yaitu [23] : *planning*, *analysis*, *design*, dan *implementation*. Pemilihan pengembangan secara iteratif dikarenakan perangkat lunak yang dihasilkan dengan metode ini merupakan perangkat lunak yang bersifat *prototype* serta telah dapat bekerja secara fungsional. Adapun penjelasan dari masing-masing tahapan pengembangan perangkat lunak adalah sebagai berikut:

##### 1. *Planning*

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai proyek yang dikerjakan. Pada tahap ini ditentukan kebutuhan, fisibilitas pengerjaan serta biaya pengerjaan proyek. Bila proyek tersebut memungkinkan maka akan dibuat perencanaan pengerjaan proyek. Mulai dari perencanaan waktu, pekerjaan, sumber daya dan pemilihan proses pengembangan sistem.



## 2. *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan komunikasi dengan pihak *general affair* untuk mendapatkan gambaran sistem pengendalian penerangan dan pendingin ruang kelas pada Universitas Bakrie. Selain itu juga dilakukan wawancara untuk mendapatkan gambaran kebutuhan apa saja yang dibutuhkan untuk membangun perangkat lunak. Kebutuhan tersebut dituangkan dalam bentuk *use case*, *activity diagram* dan *sequence diagram*.

## 3. *Design*

Pada tahap ini dilakukan proses mendesain sistem bangunan otomatis. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

### a. Desain sistem

Perancangan proses sistem yang dibangun disajikan dalam bentuk *class diagram*.

### b. Desain basis data

Perancangan desain basis data dibentuk dengan membuat *conseptual*, *logical* kemudian *physical diagram*.

### c. Desain antar muka

Perancangan desain antarmuka dibuat agar pengguna dapat berinteraksi dengan sistem dengan mudah. Perancangan desain antarmuka disajikan dalam bentuk *wireframe*.

## 4. *Implementation*

Tahap terakhir adalah tahap konstruksi perangkat lunak / sistem serta dilakukannya pengujian. Kebutuhan fungsional yang telah selesai diuji untuk mendapatkan evaluasi keberhasilan pengembangan perangkat lunak. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan metode *white box* dan *black*

*box* [24]. *White box* digunakan saat pengujian unit. *Black box* digunakan untuk pengujian sistem secara keseluruhan.

### **3.6 Tahapan Simulasi Sistem**

Simulasi sistem pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab 2.9, yaitu:

#### **1. Pendefinisian sistem**

Sistem pengendalian penerangan dan pendingin saat ini bekerja secara manual konvensional oleh tenaga manusia. Pendingin dihidupkan lebih awal ketika petugas telah datang walaupun jadwal kelas pertama belum dimulai. Pendingin baru dimatikan ketika semua jadwal pada kelas telah benar-benar selesai. Untuk penerangan dihidupkan pertama kali sama seperti ketika pendingin pertama kali dihidupkan. Selanjutnya untuk mematikan penerangan dilakukan ketika kelas telah benar-benar kosong. Walaupun kelas tidak dipakai, penerangan tidak dimatikan ketika terdapat kelas selanjutnya.

#### **2. Formulasi masalah**

Tujuan dari pembuatan sistem dari permasalahan yang muncul yaitu bagaimana membangun model sistem untuk melakukan pengendalian penerangan dan pendingin agar dapat memberikan penggunaan yang efisien terhadap kedua layanan tersebut. Asumsi yang dipakai untuk model ini adalah:

- a. Pendingin AC diasumsikan menggunakan kipas dan sensor suhu.
- b. Karakteristik kelas diabaikan.
- c. Penggunaan jam diasumsikan ke dalam menit selama simulasi.

- d. Penggunaan kelas pada keadaan nyata adalah digunakan dari pagi hingga sore hari dengan keadaan normal.
- e. Adanya asumsi suhu naik ketika kelas sedang berlangsung.

### **3. Pengumpulan data**

Pada keadaan nyata penggunaan layanan penerangan dan pendingin pada sebuah ruang kelas digunakan karena adanya jadwal pada ruang tersebut. Maka dari itu akan digunakan jadwal pada sebuah ruang kelas yang dapat memenuhi asumsi penggunaan kelas dalam satu hari. Selain itu ditambah data besarnya beban penerangan dan pendingin pada sebuah ruang kelas untuk memberikan gambaran manfaat yang akan didapat bila model sistem diterapkan. Data yang digunakan untuk simulasi pada model ini disajikan pada lampiran 1 poin 1 s.d. 3.

### **4. Pembangunan model**

Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab 3.1 model ini akan dibangun dengan model fisik dan komputer sebagai representasi sistem usulan saat diimplementasi dalam keadaan nyata. Pembangunan model terdiri dari konfigurasi perangkat keras dan pembangunan perangkat lunak. Penjelasan lebih lanjut terkait pembangunan model dijelaskan pada bab 4.

### **5. Validasi model**

Model yang direncanakan divalidasi dengan prinsip dasar sistem bangunan otomatis yang telah dipaparkan pada sub-bab 2.2. Prinsip tersebut akan dijadikan bahan acuan untuk membangun model. Bila pembangunan model telah sesuai dengan prinsip dasarnya maka model sistem bangunan otomatis dianggap telah tervalidasi dan sistem telah dibangun sebagaimana sistem bangunan otomatis itu seharusnya terbentuk.

## 6. Dokumen penggunaan lanjut

Mengenai detail pembangunan model beserta perencanaan simulasi dijelaskan pada laporan penelitian ini di bab 4.

## 7. Pembuatan kondisi eksperimen

Tahap ini adalah perencanaan eksperimen atau perencanaan simulasi. Simulasi akan menggunakan waktu jadwal pada sebuah ruang kelas yang diasumsikan dengan skala yang lebih kecil. Berikut adalah data jadwal yang dipilih untuk simulasi pada penelitian ini. Tabel ini adalah tabel jadwal ruang 11 pada hari selasa.

**Tabel 3.1 Jadwal Akademik**

Matakuliah	Dosen	Hari	Jam
Pengantar Bisnis	Suwandi, Dr., S.E., M.Si.	Selasa	07:30 s.d. 10:00
Etika Bisnis	Gunardi Endro, Ir. M.B.A, M.Hum, M.Soc.Sci., Ph.D	Selasa	10:10 s.d. 12:40
Riset Operasi II (Metode Stokastik)	Paulus AC Tangkere, Ir., M.M.I.	Selasa	13:00 s.d. 15:30
Fisika Dasar	Sugiarto, ST, MT	Selasa	15:40 s.d. 17:20

Waktu untuk simulasi diskala dengan asumsi 1 jam pada jadwal di atas sama dengan 12 menit pada waktu untuk simulasi. Skala berlaku untuk rentang waktu matakuliah dan rentang waktu jeda antar mata kuliah. Berdasarkan asumsi di atas maka didapat waktu yang digunakan untuk simulasi sebagai berikut.

**Tabel 3.2 Waktu Untuk Simulasi**

MK	Waktu Nyata	Waktu Simulasi
MNJ01	07:30-10:00	07:30 – 08:00
AKT01	10:10-12:40	08:02 – 08:32
TIN01	13:00-15:30	08:36 – 09:06
ITP01	15:40-17:20	09:08 – 09:28

Berdasarkan asumsi yang telah dijelaskan sebelumnya pada poin 2 di bab ini, bahwa suhu naik pada saat kelas sedang berlangsung. *Hair dryer*

yang digunakan sebagai alat untuk menaikkan suhu pada penelitian ini. *Hair dryer* dinyalakan selama 10 s.d. 20 detik ke dalam sebuah maket. Tujuan dari menaikkan suhu pada maket adalah untuk menguji penerapan strategi pengendalian *optimiser parameter based* atau pengendalian berdasarkan parameter sensor.

#### **8. Menjalankan simulasi**

Pada tahap ini adalah tahapan melakukan simulasi. Sebelum melakukan simulasi, data yang telah dipersiapkan dimasukkan terlebih dahulu ke dalam basis data. Jam komputer yang digunakan untuk simulasi disiapkan seperti yang telah direncanakan. Setelah semua data disiapkan barulah model sistem dijalankan.

#### **9. Interpretasi model**

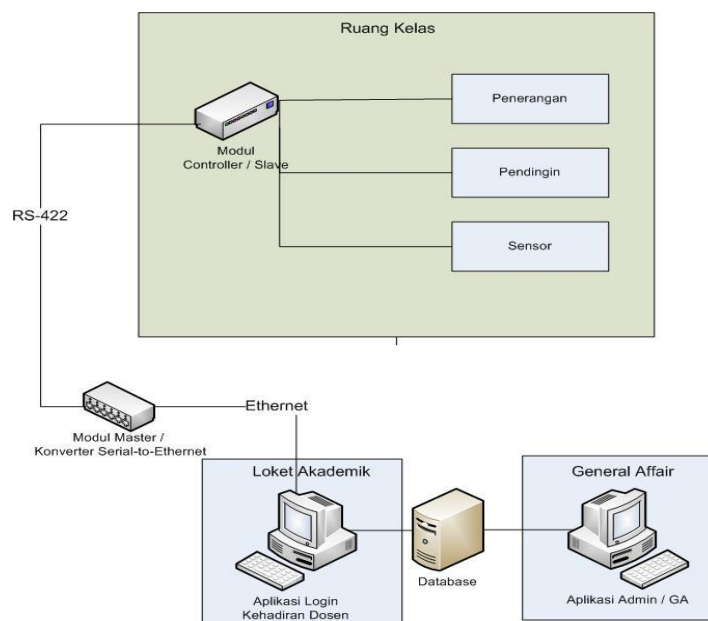
Setelah itu hasil keluaran model yang telah disimulasikan dikumpulkan dari basis data dan disajikan dalam bentuk yang grafik untuk menggambarkan hasil perbandingan antara sistem nyata yang saat ini berjalan dengan sistem bangunan otomatis.

## BAB IV

### IMPLEMENTASI

#### 4.1 Topologi Model Sistem

Topologi yang disajikan pada gambar 4.1 merupakan rancangan topologi dari sistem bangunan otomatis yang diharapkan. Topologi ini menjelaskan bagaimana setiap entiti terhubung. Topologi ini mengacu pada sistem yang pernah dibangun sebelumnya [7] dan prinsip sistem bangunan otomatis [9], namun untuk simulasi pada penelitian ini komputer untuk menjalankan aplikasi login dan aplikasi *admin* serta sistem basis data dijalankan pada satu komputer / laptop.



**Gambar 4.1 Topologi Model Sistem Bangunan Otomatis**

Bagian *field level* pada penelitian ini terdiri dari penerangan, pendingin dan sensor. Bagian *Field level* dengan bagian *automation level* (modul pengendali) dihubungkan dengan media berupa kabel tembaga. Modul pengendali yang berupa perangkat yang telah terprogram di dalamnya digunakan untuk melakukan tugas tertentu, yaitu mengirimkan sinyal kepada aktuator serta membaca sinyal dari sensor. Bagian *secondary network* menuju *primary network* dihubungkan dengan

media RS-422. Media berupa kabel serial RS-422 dapat menjangkau jarak hingga 1200 meter [7]. Bagian *primary network* dipasang modul *serial-to-ethernet* untuk menghubungkan modul-modul pengendali menuju jaringan TCP/IP atau LAN. Terakhir media pada *primary network* dihubungkan dengan kabel *ethernet* menuju komputer yang dipasang perangkat lunak pengendali.

Komputer pada loket akademik yang berisi perangkat lunak pengendali tersebut terhubung dengan basis data untuk menarik ataupun menyimpan data yang dibutuhkan saat sistem berjalan. Data lama pemakaian beban yang tersimpan dapat dibaca oleh aplikasi dibagian admin untuk dipantau. Bagian admin juga dapat melakukan konfigurasi setpoint untuk mengelola pengendalian pendingin.

## 4.2 Alur Strategi Pengendalian

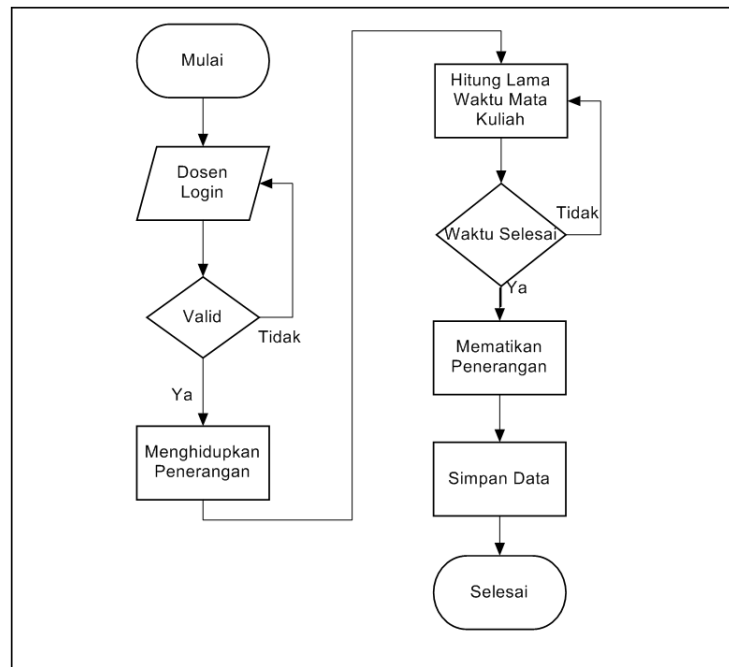
Alur strategi pengendalian penerangan dan pendingin pada model penelitian ini adalah sebagai berikut. Penelitian ini menerapkan tiga strategi pengendalian perangkat layanan bangunan otomatis. Dua strategi pengendalian merupakan strategi berdasarkan waktu (*time based*) dan parameter (*optimiser parameter based*) [10]. Strategi pengendalian yang ketiga adalah kehadiran dosen, yaitu dengan melakukan login di loket akademik.

Strategi pengendalian berdasarkan waktu pada penelitian ini menggunakan jadwal akademik. Strategi pengendalian berdasarkan parameter memanfaatkan sensor suhu. Terakhir pengendalian berdasarkan kehadiran dosen pada penelitian ini menggunakan login dosen, yaitu ketika dosen absensi pada loket akademik dan mengambil absensi mahasiswa pada loket akademik. Berdasarkan ketiga strategi pengendalian di atas maka dirumuskan alur dari pengendalian penerangan dan pendingin sebagai berikut.

### 1. Kendali Penerangan

Pengendalian penerangan di mulai dari dosen melakukan login, selanjutnya secara otomatis ketika data terverifikasi maka penerangan akan dihidupkan selama waktu matakuliah dosen tersebut masih berlangsung. Jika

waktu telah selesai, secara otomatis penerangan akan dimatikan. Terakhir data penggunaan beban disimpan ke dalam basis data.

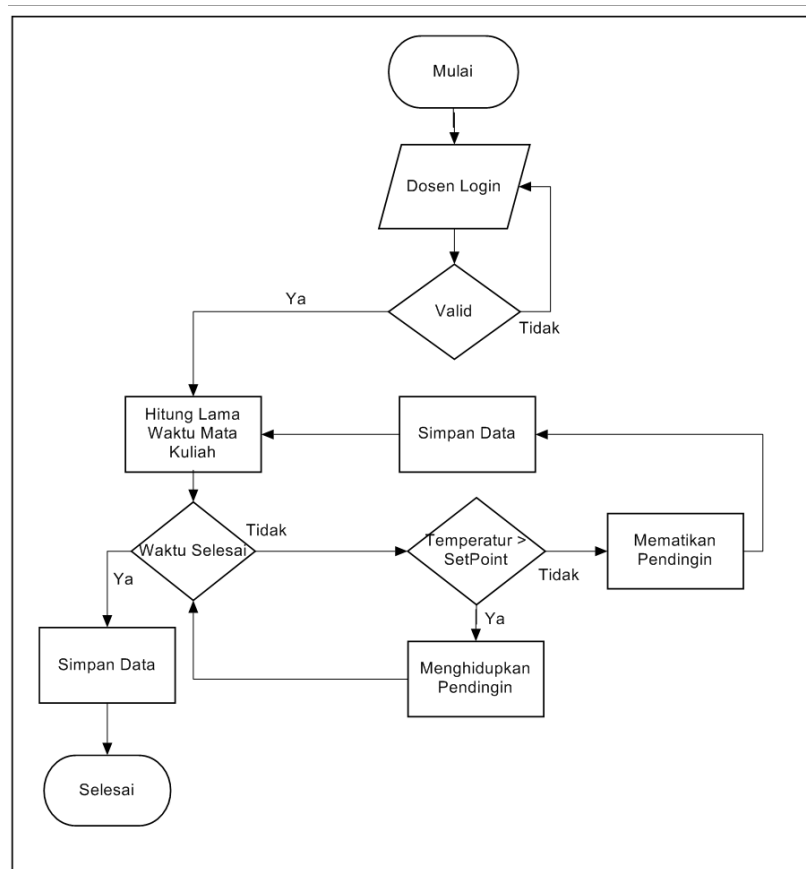


Gambar 4.2 Alur Kendali Penerangan

## 2. Kendali Pendingin

Pengendalian pendingin dimulai dari dosen login. Jika data dosen terverifikasi, pendingin dihidupkan. Selama kelas berlangsung sensor akan selalu memantau temperatur ruang kelas. Bila temperatur melebihi *setpoint* yang telah ditetapkan, maka pendingin dihidupkan. Bila temperatur telah berada di bawah *setpoint*, maka pendingin dimatikan. Setelah itu data penggunaan beban disimpan. Proses memantau temperatur dan kondisi menghidupkan ataupun mematikan kipas akan terus berulang hingga waktu matakuliah telah selesai. Bila matakuliah telah habis maka data penggunaan beban disimpan ke dalam basis data.





Gambar 4.3 Alur Kendali Pendingin

### 4.3 Konfigurasi Perangkat Keras

Berikut adalah konfigurasi perangkat keras pada penelitian ini.

#### 1. Modul Kendali

Modul pengendali pada penelitian ini memiliki konfigurasi seperti di bawah ini.

Tabel 4.1 Daftar *Input / Output*

Tipe	Tegangan	Dipasang
Output - 1	220 volt	Lampu Pijar
Output - 2	220 volt	Lampu Pijar
Output - 3	220 volt	Lampu Pijar
Output - 4	220 volt	Lampu Pijar

<b>Tipe</b>	<b>Tegangan</b>	<b>Dipasang</b>
Output - 5	220 volt	Kipas 220 volt
Input - 1	-	Sensor Suhu
Input - 2	-	-
Input - 3	-	-
Power supply	5 volt	-

Modul pengendali ini telah tertanam kode perintah untuk memberi sinyal kepada aktuator, seperti yang disajikan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.2 Daftar Kode Perintah**

<b>Kode Awalan</b>	<b>Alamat Modul</b>	<b>Kode Aksi Aktuator</b>	<b>Fungsi</b>
S	18	0	Mematikan Semua Penerangan (Lampu)
S	18	F	Menyalakan Semua Penerangan (Lampu)
S	18	G0	Mematikan Pendingin (Kipas)
S	18	G8	Menyalakan Pendingin (Kipas)

Penampakan bentuk dari modul pengendali dapat dilihat pada lampiran 3 poin 1. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai temperatur yang sesuai dengan keadaan aslinya, maka data dari sensor harus dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi sensor dilakukan menggunakan aplikasi TeraTerm. Aplikasi TeraTerm berguna untuk menerima data digital yang dikirim modul pengendali.

Proses kalibrasi dimulai dengan melakukan koneksi antara aplikasi TeraTerm dengan modul pengendali. Koneksi dilakukan dengan koneksi TCP. Selanjutnya aliran data digital akan diterima pada aplikasi TeraTerm. Kalibrasi dilakukan dengan cara melihat nilai digital yang dibaca oleh TeraTerm ketika kondisi aliran data telah stabil. Nilai yang stabil tersebut, kemudian dibandingkan dengan nilai celsius temperatur dari termometer ruangan yang dipasang di dalam maket. Berikut adalah nilai digital dan nilai temperatur yang didapat sebagai acuan pembangunan perangkat lunak sistem bangunan otomatis..

Tabel 4.3 Nilai Acuan Kalibrasi

Nilai Digital Acuan	Nilai Temperatur Acuan
174	25 °C

Nilai di atas merupakan nilai yang ditanam pada perangkat lunak. Nilai tersebut akan ditanam bersama rumus perbandingan senilai ke dalam perangkat lunak. Nilai celsius yang digunakan untuk dibandingkan dengan *setpoint* pada perangkat lunak sistem bangunan otomatis.

$$\frac{X1}{Y1} = \frac{X2}{Y2}$$

Rumus 4-1 Perbandingan Senilai

Keterangan

- X1      nilai digital acuan  
 X2      nilai temperatur acuan  
 Y1      nilai digital sensor ketika perangkat lunak berjalan.  
 Y2      nilai temperatur dalam celsius yang digunakan untuk perbandingan dengan *setpoint*

## 2. Modul Serial-to-Ethernet

Modul *serial-to-ethernet* dikonfigurasi dengan konfigurasi sebagai berikut.

Tabel 4.4 Konfigurasi Modul *Serial-to-Ethernet*

Konfigurasi	
IP Address	192.168.168.233
Port	30000
Mode <i>Ethernet</i>	TCP <i>Socket</i>
Mode Serial	RS-422

Penelitian ini menggunakan *socket* TCP sebagai koneksi pengiriman dari komputer menuju modul *serial-to-ethernet* yang dilanjutkan menuju modul pengendali. *Socket* TCP dipilih karena dapat menjaga koneksi selama pengiriman dan penerimaan data dilakukan. Data yang dikirim juga tidak boleh kehilangan satu karakter, karena bila salah satu karakter perintah hilang maka modul

pengendali tidak dapat menerjemahkan perintah yang dikirim. Bentuk modul *serial-to-ethernet* dapat dilihat pada lampiran 3 poin 2.

### 3. Spesifikasi komputer

- Tipe Device : Notebook HP
- Sistem Operasi : Windows 7 Professional
- Prosesor : Intel (R) Core (TM) i3 CPU
- Memori : 2.00 GB RAM
- Alamat IP : 192.168.168.234

## 4.4 Perancangan Perangkat Lunak

### 1. Planning

Kebutuhan perangkat lunak dari sistem bangunan otomatis ini terdiri dari beberapa kebutuhan fungsional. Adapun kebutuhan fungsional tersebut adalah sebagai berikut.

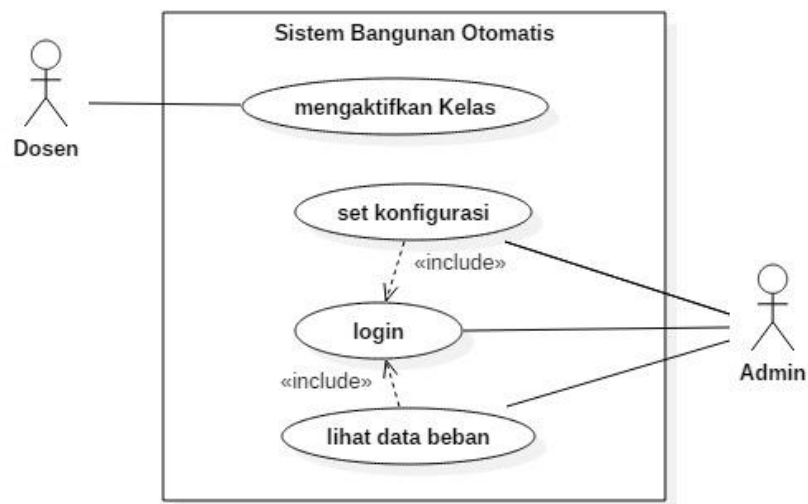
- a. Dosen dapat menghidupkan penerangan dan pendingin ruang kelas sekaligus absensi melalui login dengan akun mereka.
- b. *Admin* dapat melakukan login untuk masuk ke dalam halaman utama *admin*.
- c. *Admin* dapat melakukan konfigurasi *setpoint* pendingin ruang kelas
- d. *Admin* dapat melihat data histori penggunaan beban penerangan dan pendingin ruang kelas.

Keterangan lain mengenai spesifikasi perangkat lunak dan fisibilitas dari kebutuhan fungsional di atas disajikan dalam dokumen spesifikasi perangkat lunak dan dokumen elisitasi yang terlampir pada lampiran 4.

## 2. Analysis

### a. Use Case

Berikut adalah *use case* dari sistem bangunan otomatis. *Use case* berguna untuk memperlihatkan interaksi antara aktor dengan proses-proses di dalam sistem.



Gambar 4.4 Use Case Diagram

Penjelasan dari *use case* di atas dijelaskan melalui tabel *use case scenario* di bawah ini.

Tabel 4.5 Use Case Scenario Mengaktifkan Kelas

Use Case Name	Mengaktifkan Kelas	
Description	Use case ini menjelaskan bagaimana sistem mengaktifkan kelas sekaligus menyimpan data absensi dosen tersebut.	
Actor	Dosen	
Pre-Condition	Form login telah terbuka dan siap untuk diisi akun dosen.	
Typical of events	Actor action	System Response
	1. Mengisi id dan password	

Use Case Name		Mengaktifkan Kelas (Lanjutan)
Typical of events	Actor action	System Response
		2. melakukan verifikasi akun dosen, serta mengambil data jadwal matakuliah dosen.
		3. Memastikan apakah dosen belum login sebelumnya, kemudian sistem akan mencatat kehadiran dosen.
		4. Bila waktu matakuliah dosen belum dimulai maka data jadwal akan masuk daftar tunggu dan digunakan untuk menghidupkan penerangan dan pendingin ketika waktu telah dimulai. Bila waktu matakuliah dosen telah dimulai maka penerangan dan pendingin langsung dihidupkan.
Alternate course	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jika id atau password yang dimasukkan salah maka sistem akan menampilkan notifikasi sistem agar pengguna memasukkan kembali id dan password yang benar.</li> <li>2. Jika tidak ada jadwal dosen pada waktu dosen melakukan login, maka sistem akan memberi pesan bahwa tidak ada jadwal.</li> <li>3. Jika dosen telah absen atau telah login sebelumnya, maka sistem akan memberi pesan bahwa dosen tersebut telah login sebelumnya.</li> </ol>	
Post Condition	Sistem siap menerima login dosen selanjutnya.	

Tabel 4.6 Use Case Scenario Login Admin

<b>Use Case Name</b>	Login	
<b>Description</b>	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana <i>admin</i> dapat terverifikasi sistem agar dapat masuk ke dalam halaman <i>admin</i> .	
<b>Actor</b>	<i>General Affair</i>	
<b>Pre-Condition</b>	Membuka halaman <i>login admin</i>	
<b>Typical of events</b>	<b>Actor action</b>	<b>System Response</b>
	1. Mengisi username dan password	
		2. verifikasi akun <i>admin</i>
		3. menampilkan menu utama <i>admin</i> .
<b>Alternate course</b>	Jika <i>username</i> atau <i>password</i> tidak sesuai, maka sistem akan menampilkan notifikasi sistem agar <i>admin</i> memasukkan kembali username dan password yang benar.	
<b>Post Condition</b>	Sistem menampilkan tampilan utama dan <i>admin</i> dapat memilih fasilitas yang ingin digunakan.	

Tabel 4.7 Use Case Scenario Set Konfigurasi

<b>Use Case Name</b>	Set Konfigurasi	
<b>Description</b>	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana <i>admin</i> dapat mengatur <i>setpoint</i> untuk kelas tertentu.	
<b>Actor</b>	<i>General Affair</i>	
<b>Use Case Name</b>	Set Konfigurasi	
<b>Pre-Condition</b>	<i>Admin</i> telah berhasil login.	
<b>Typical of events</b>	<b>Actor action</b>	<b>System Response</b>
	1. Klik menu konfigurasi	
	2. Memilih kelas	
	3. Memilih konfigurasi <i>setpoint</i> yang diinginkan	

<b>Use Case Name</b>	Set Konfigurasi (Lanjutan)	
<b>Typical of events</b>	<b>Actor action</b>	<b>System Response</b>
	4. Klik tombol set	
		5. Menjalankan fungsi untuk menyimpan setpoint.
<b>Alternate course</b>	Menampilkan pesan berhasil	
<b>Post Condition</b>	Sistem memberi notifikasi bahwa konfigurasi telah tersimpan.	

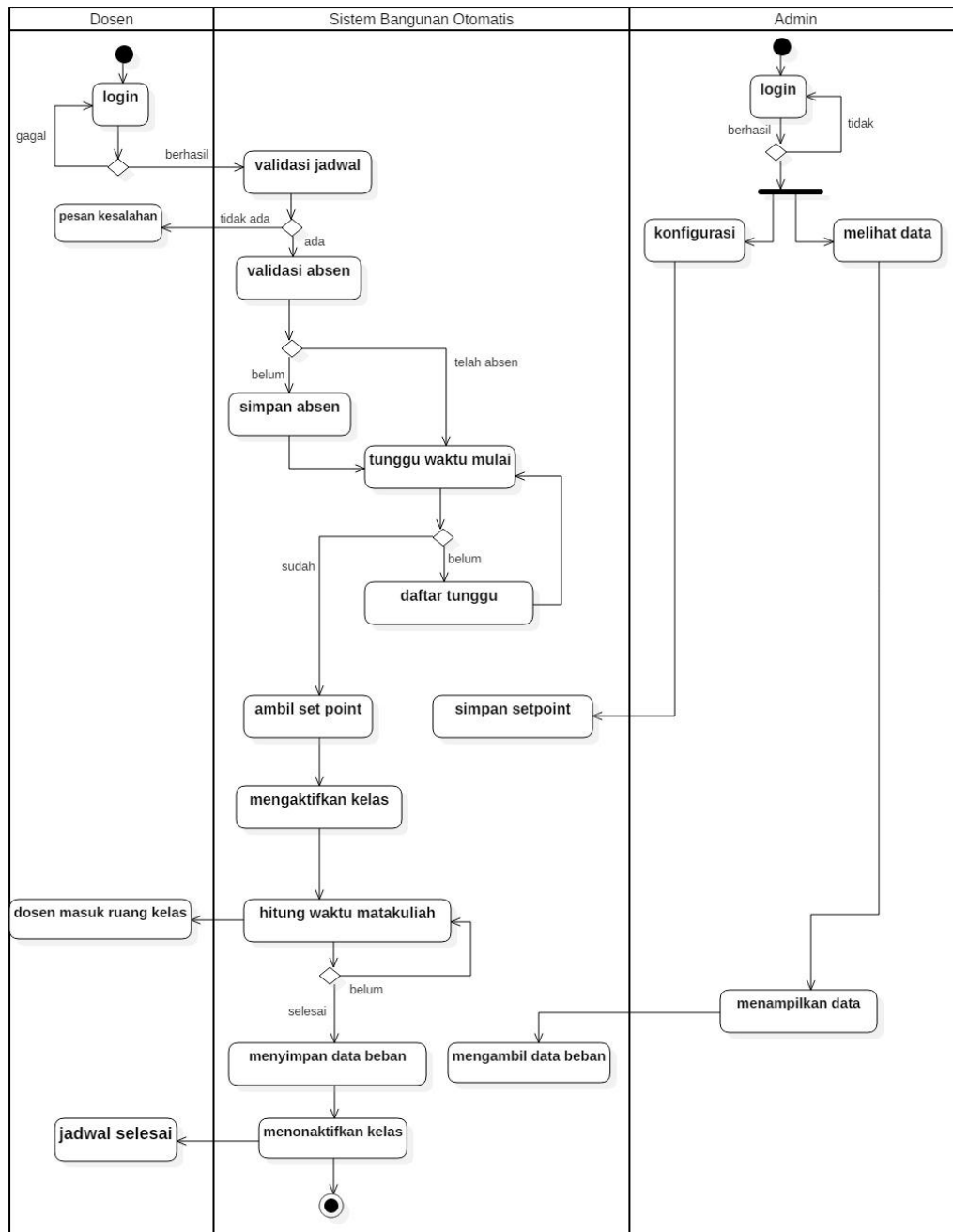
Tabel 4.8 Use Case Scenario Lihat Data Beban

<b>Use Case Name</b>	Lihat Data Beban	
<b>Description</b>	<i>Use case</i> ini menjelaskan bagaimana <i>admin</i> dapat melihat data pemakaian beban penerangan dan pendingin ruang kelas yang telah digunakan.	
<b>Actor</b>	<i>General Affair</i>	
<b>Pre-Condition</b>	<i>Admin</i> telah berhasil login	
<b>Typical of events</b>	<b>Actor action</b>	<b>System Response</b>
	1. Memilih menu lihat data histori	
	2. Memilih kelas	
	3. Memilih jarak tanggal	
	4. Klik tombol hasilkan	
		5. Menjalankan fungsi untuk menampilkan data pemakaian penerangan dan pendingin berdasarkan jarak tanggal yang dipilih.
<b>Use Case Name</b>	Lihat Data Beban	
<b>Alternate course</b>	Menampilkan pesan kesalahan bila tidak memilih jarak tanggal dengan benar	
<b>Post Condition</b>	Sistem menampilkan data dalam bentuk grafik	



### b. Activity Diagram

Berikut adalah *activity diagram* dari sistem yang disajikan dalam bentuk *swimlane diagram*.



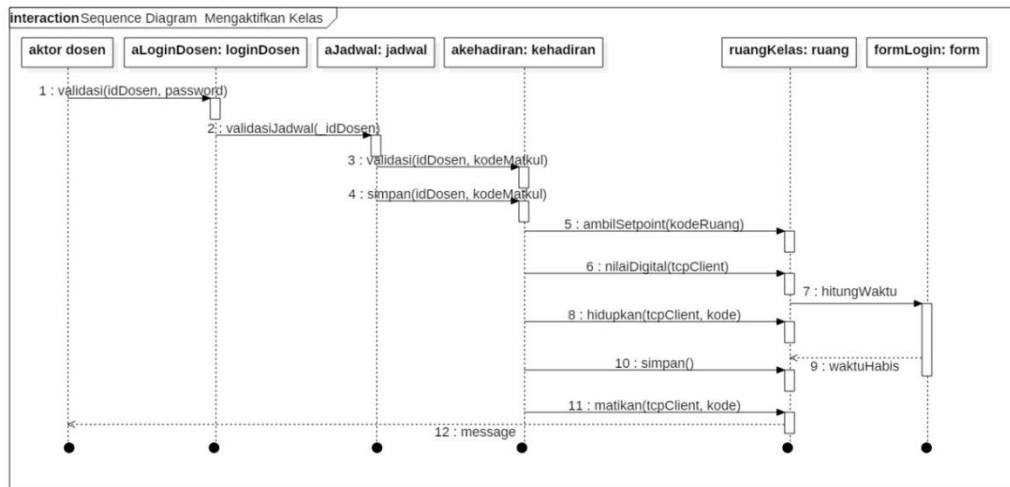
Gambar 4.5 Activity Diagram

Diagram pada gambar 4.5 memiliki tiga partisi, yaitu partisi dosen, sistem dan *admin*. Pada partisi dosen berisi aksi apa saja yang dilakukan oleh dosen. Pada partisi sistem terdapat alur kerja dari sistem. Ketika dosen selesai login maka sistem akan memvalidasi jadwal. Selanjutnya, sistem melanjutkan dengan memvalidasi kehadiran, apakah sudah tercatat kehadirannya atau belum di dalam basis data. Setelah kehadirannya tercatat maka sistem akan memantau waktu sistem yang berjalan dengan waktu jadwal dari dosen yang telah login.

Ketika waktu sistem yang berjalan telah memasuki waktu mulai sebuah jadwal, maka penerangan dan pendingin ruang kelas dihidupkan. Sistem akan menghitung lama waktu dari jadwal matakuliah tersebut. Bila telah mencapai waktu akhir, maka penerangan dan pendingin akan dimatikan. Data lama penggunaan beban akan disimpan ke dalam basis data agar dapat dipantau oleh *admin*. Pada partisi ketiga *admin* melakukan login untuk dapat masuk ke dalam halaman utama *admin*. Bila berhasil *admin* dapat memilih untuk melakukan konfigurasi atau melihat histori dari pemakaian beban.

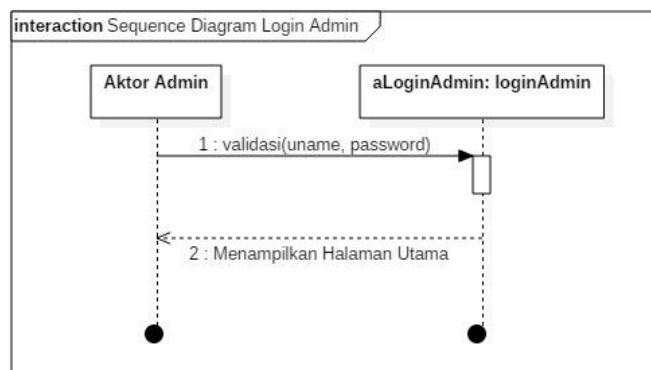
### ***c. Sequence Diagram***

*Sequence diagram* berguna untuk memberikan gambaran detail dari *use case diagram*. Setiap objek pada setiap *use case* digambarkan dengan garis putus-putus vertikal ke bawah dan pesan yang dikirim objek digambarkan dengan garis horizontal secara kronologis menurun ke bawah. Berikut adalah *sequence diagram* dari sistem bangunan otomatis.



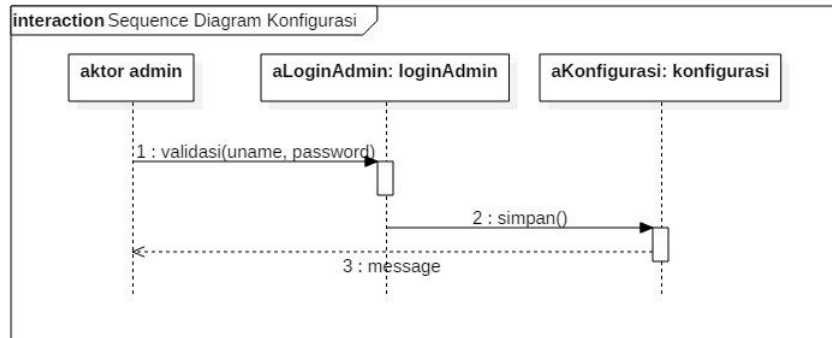
Gambar 4.6 Sequence Diagram Mengaktifkan Kelas

Gambar 4.6 merupakan *sequence diagram* dari fungsi mengaktifkan kelas atau menghidupkan penerangan dan pendingin ruang kelas ketika *login* berhasil. Dimulai dari dosen melakukan *login*, selanjutnya *login* diverifikasi. Setelah itu jadwal matakuliah diambil berdasarkan data dosen yang berhasil login. Jadwal akan dicek apakah telah tercatat dalam tabel absensi. Ketika sudah tercatat, maka sistem tidak akan mencatat kembali kehadiran dosen tersebut. Ketika belum tercatat, maka data dosen akan disimpan ke dalam tabel absensi. Terakhir penerangan dan pendingin ruang kelas dari jadwal tersebut akan diaktifkan berdasarkan waktu yang tersimpan pada jadwal tersebut



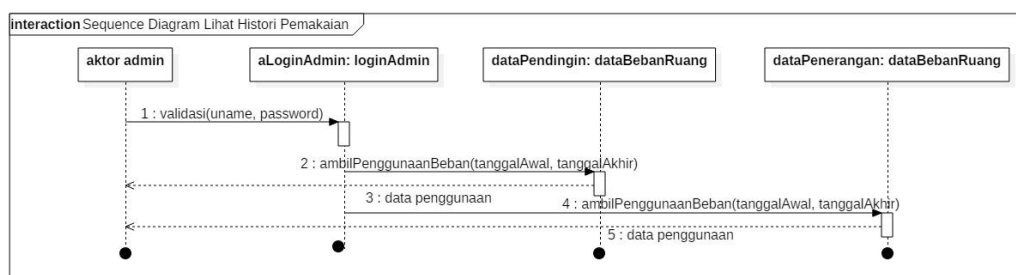
Gambar 4.7 Sequence Diagram Login Admin

Gambar 4.7 merupakan *sequence diagram* dari fungsi *login admin*. Admin memasukkan *username* dan *password*. Jika *username* dan *password* tervalidasi maka *admin* dapat memasuki halaman utama *admin*.



Gambar 4.8 *Sequence Diagram Konfigurasi*

*Sequence diagram* pada gambar 4.8 merupakan diagram yang menjelaskan serangkaian fungsi dalam melakukan konfigurasi *setpoint*. Setelah *admin* berhasil *login* maka *admin* dapat memilih konfigurasi dan menyimpannya.



Gambar 4.9 *Sequence Diagram Lihat Histori Pemakaian*

Gambar 4.9 merupakan *sequence diagram* yang menggambarkan kerja sistem dalam menampilkan histori data pemakaian layanan penerangan dan pendingin. Ketika *admin* berhasil login, *admin* dapat menampilkan data dari tabel basis data yang menyimpan data penerangan dan pendingin.

### 3. Design

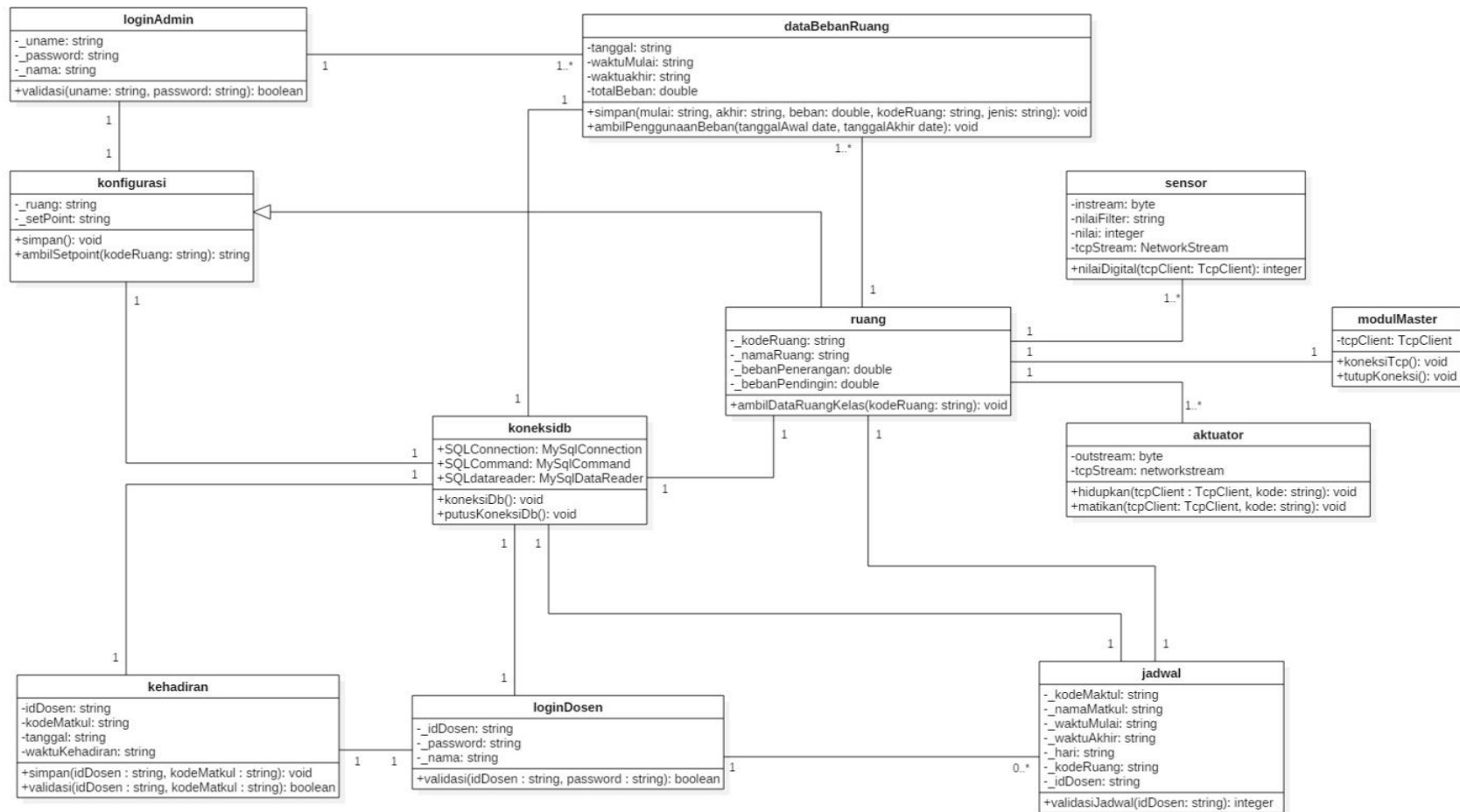
#### a. Class Diagram

Berikut adalah *class diagram* dari perangkat lunak sistem bangunan otomatis. *Class diagram* disajikan pada gambar 4.10 dan penjelasan disajikan pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Penjelasan *Class Diagram*

Nama class	Atribut	Operasi	Deskripsi
modulMaster	- tcpClient	- koneksiTcp() - tutupKoneksi()	Merupakan class yang berfungsi untuk melakukan koneksi TCP
Aktuator	- outputStream - tcpStream	- Hidupkan() - Matikan()	Merupakan class yang berfungsi untuk menghidupkan penerangan dan pendingin
Sensor	- Instream - nilaiFilter - nilai - tcpStream	- nilaiDigital()	Merupakan class yang berfungsi untuk membaca data yang dikirim sensor
Ruang	- kodeRuang - namaRuang - bebanPenerangan - bebanPendingin	- ambilDataRuangKelas()	Merupakan class yang berfungsi untuk mengaktifkan ruang kelas
Jadwal	- kodeMatkul - namaMatkul - waktuMulai - waktuAkhir - hari - kodeRuang - id	- validasiJadwal()	Merupakan class yang berfungsi untuk melakukan validasi waktu jadwal dari data login yang dimasukkan dosen
loginDosen	- id - Password - Nama	- Validasi()	Merupakan class yang berfungsi untuk memvalidasi data login yang dimasukkan dosen
Kehadiran	- id - kodeMatkul - tanggal - waktuKehadiran	- Validasi()	Merupakan class yang berfungsi untuk melakukan validasi dan menyimpan data kehadiran dosen

(Lanjutan)			
Nama Class	Attribut	Operasi	Deskripsi
Konfigurasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruang</li> <li>- Setpoint</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simpan()</li> <li>- ambilSetpoint()</li> </ul>	Merupakan class yang berfungsi untuk mengambil data setpoint dan menyimpan konfigurasi
loginAdmin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uname</li> <li>- Password</li> <li>- Nama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Validasi()</li> </ul>	Merupakan class yang berfungsi untuk melakukan validasi data login yang <i>admin</i> masukkan
dataBebanRuang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanggal</li> <li>- waktuAwal</li> <li>- waktuAkhir</li> <li>- totalKwh</li> <li>- jenis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simpan()</li> <li>- ambilPenggunaanBeban()</li> </ul>	Merupakan class yang berfungsi untuk menyimpan dan mengambil data pemakaian penerangan dan pendingin ruang kelas
koneksiDB	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SQLConnect ion</li> <li>- SQLComma nd</li> <li>- SQLdataread er</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- koneksiDB()</li> <li>- putusKoneksi DB()</li> </ul>	Merupakan <i>class</i> yang berfungsi untuk melakukan koneksi ke dalam basis data dan memutuskannya



Gambar 4.10 Class Diagram

### ***b. Database Design***

Berikut adalah *database design* dari perangkat lunak sistem bangunan otomatis.

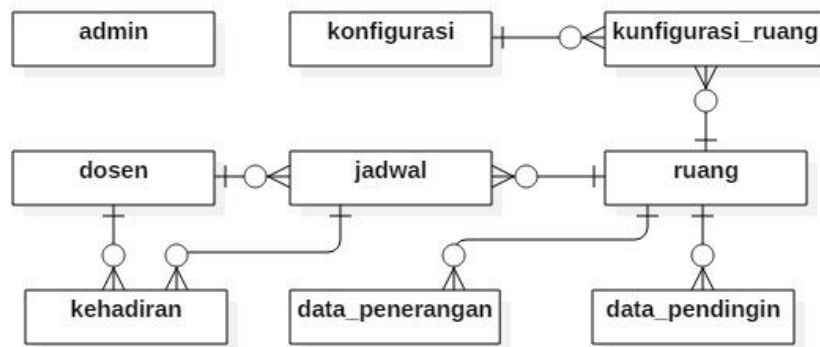
#### ***1) Conceptual Design***

Berikut adalah *conceptual design* dari database perangkat lunak sistem bangunan otomatis. Tabel 4.10 merupakan daftar *entity* dari basis data perangkat lunak.

**Tabel 4.10 Daftar *Entity* Basis Data**

<b>Entity</b>	<b>Deskripsi</b>
<i>Admin</i>	Digunakan untuk menyimpan data akses <i>admin</i>
Konfigurasi	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap detail konfigurasi setpoint.
konfigurasi_ruang	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap konfigurasi untuk setiap ruang kelas.
Ruang	Untuk mengetahui id setiap detail data ruang kelas.
Jadwal	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap dosen untuk setiap ruang kelas
Dosen	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap detail data dosen
Kehadiran	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap data kehadiran
data_penerangan	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap log data penggunaan penerangan
data_pendingin	Digunakan untuk mengetahui id dari setiap log data penggunaan pendingin



Gambar 4.11 *Conceptual Database Design*

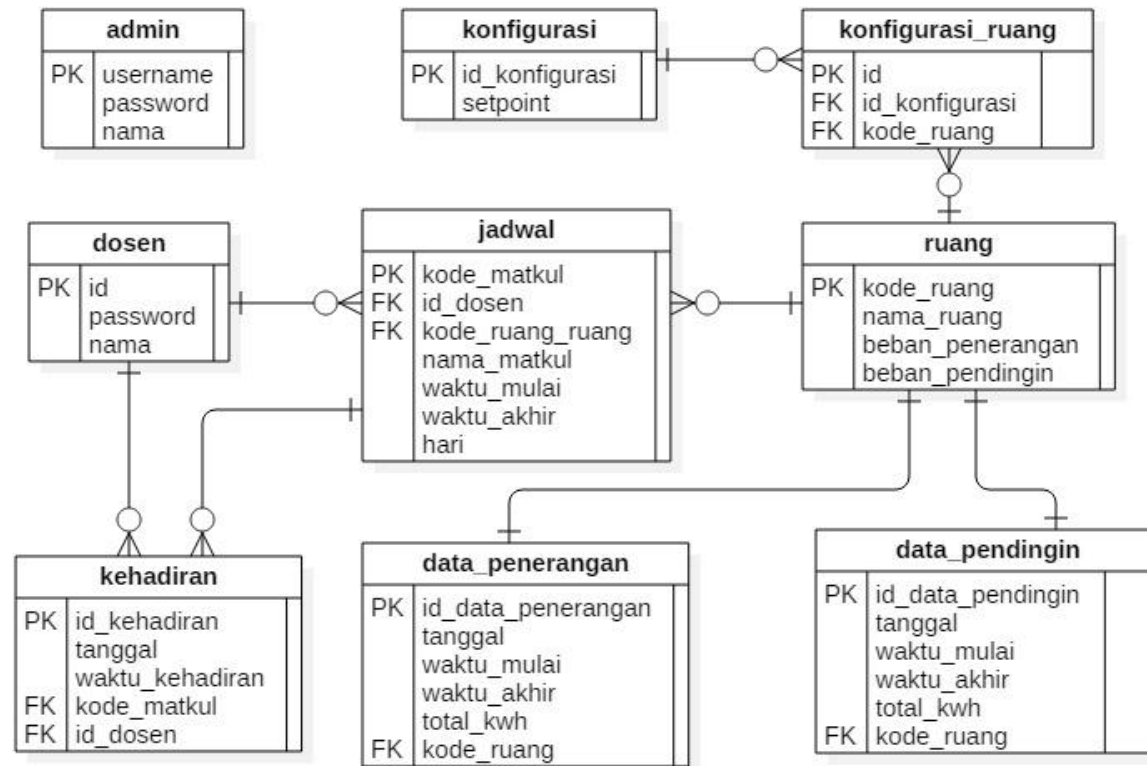
Gambar 4.11 merupakan gambar hubungan antar entiti. Tabel 4.11 adalah daftar relasi antar *entity* dari *database* perangkat lunak dari sistem.

Tabel 4.11 *Penjelasan Relationship Database*

Relationship	Penjelasan
Relasi konfigurasi dan konfigurasi_ruang	Merupakan relasi one-to-many artinya satu konfigurasi dapat dipakai satu ruang yang terdapat di tabel konfigurasi_ruang.
Relasi ruang dan konfigurasi_ruang	Merupakan relasi one-to-many artinya satu ruang dapat menggunakan satu konfigurasi yang tersimpan di tabel konfigurasi_ruang
Relasi ruang dan jadwal	Merupakan relasi one-to-many artinya satu ruang dapat digunakan satu dosen yang tersimpan di tabel jadwal.
Relasi dosen dan jadwal	Merupakan relasi one-to-many artinya satu dosen menggunakan satu ruang yang tersimpan di tabel jadwal.
Relasi dosen dan kehadiran	Merupakan relasi one-to-many artinya satu dosen menyimpan banyak absensi kehadiran
Relasi jadwal dan kehadiran	Merupakan relasi one-to-many artinya satu jadwal menyimpan banyak absensi
Relasi ruang dan data_penerangan	Merupakan relasi one-to-many artinya satu ruang menyimpan banyak data penerangan
Relasi ruang dan data_pendingin	Merupakan relasi one-to-many artinya satu ruang menyimpan banyak data pendingin

## 2) Logical Design

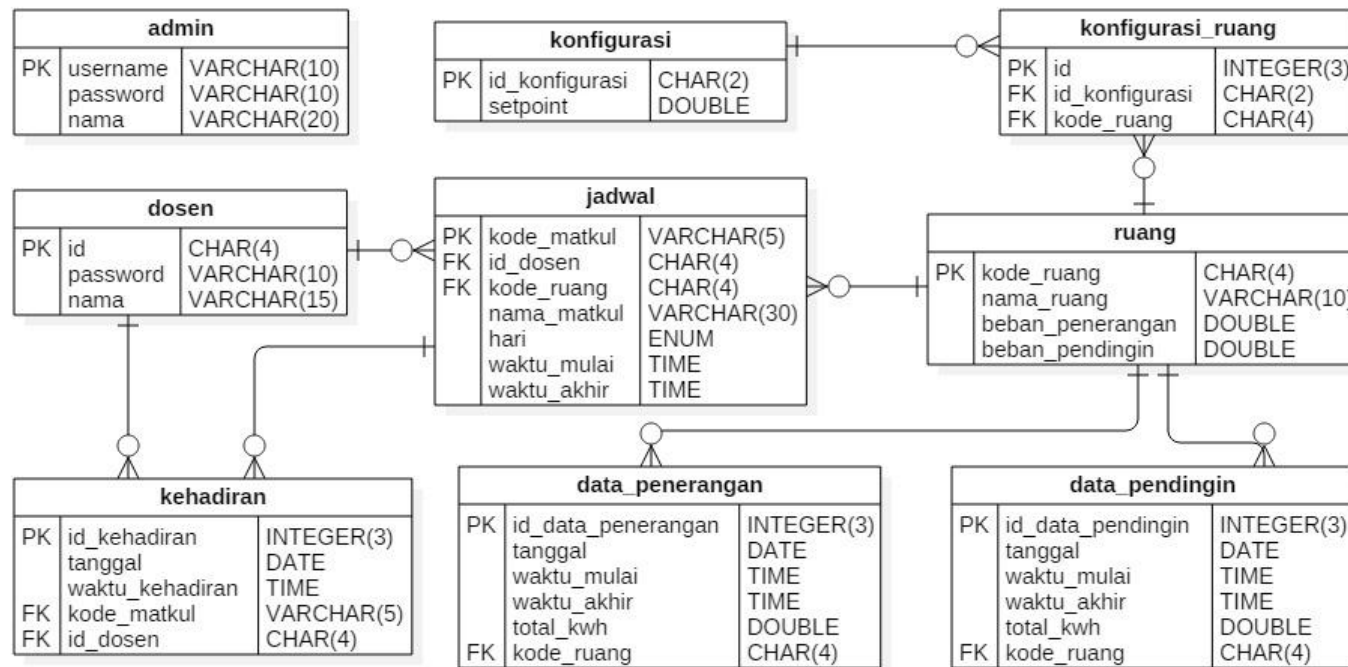
Gambar 4.12 adalah *logical design* dari basis data perangkat lunak sistem disertai *primary key* dan *foreign key*.



Gambar 4.12 Database Logical Design

### 3) Physical Design

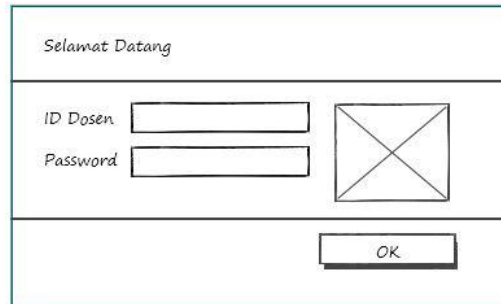
Berikut adalah *physical design* dari basis data perangkat lunak sistem, lengkap dengan tipe data dari setiap *attribute*.



Gambar 4.13 Database Physical Design

### ***c. User Interface Design***

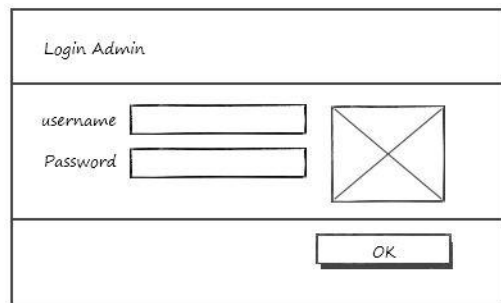
Berikut adalah rancangan desain *user interface* perangkat lunak dari sistem bangunan otomatis.



The diagram shows a login window titled "Selamat Datang". It contains two input fields labeled "ID Dosen" and "Password". To the right of these fields is a square button with a diagonal cross. Below the input fields is an "OK" button.

**Gambar 4.14 Rancangan User Interface Login Pengaktifan Kelas**

Gambar 4.14 merupakan rancangan *user interface* dari halaman login pengaktifan kelas. Halaman tersebut adalah halaman dosen untuk melakukan login sekaligus mengaktifkan kelas yang berada pada loket akademik. Halaman tersebut terdiri dari masukkan id dan *password*.



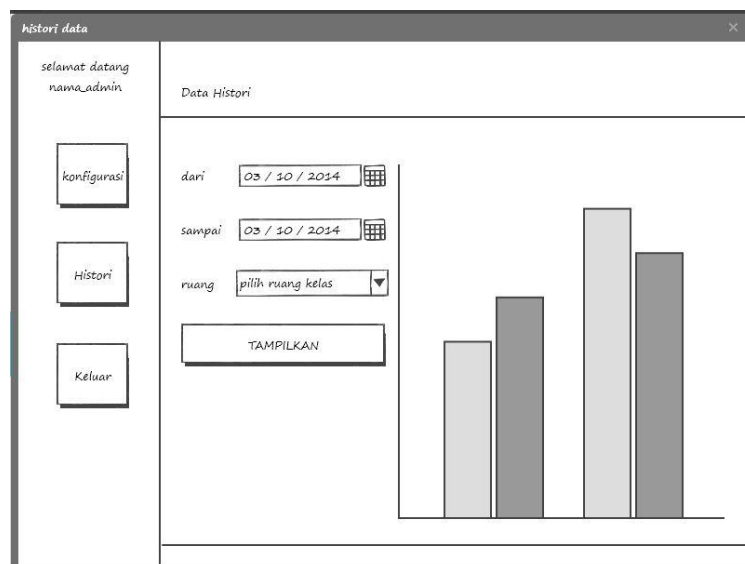
The diagram shows a login window titled "Login Admin". It contains two input fields labeled "username" and "Password". To the right of these fields is a square button with a diagonal cross. Below the input fields is an "OK" button.

**Gambar 4.15 Rancangan User Interface Login Admin**

Gambar 4.15 merupakan rancangan *user interface* dari halaman login *admin*. Halaman login *admin* merupakan halaman yang muncul untuk otentifikasi sebelum *admin* memasuki halaman utama *admin*. Halaman tersebut terdiri dari masukkan *username* dan *password*.

Gambar 4.16 Rancangan User Interface Konfigurasi

Gambar 4.16 merupakan rancangan *user interface* dari menu konfigurasi dari bagian halaman utama *admin*. Halaman ini berguna memilih konfigurasi *setpoint* untuk ruang kelas. Halaman tersebut terdiri dari *dropdown* untuk memilih ruang kelas dan *dropdown* untuk memilih konfigurasi.



Gambar 4.17 Rancangan User Interface Hisotri Data

Gambar 4.17 merupakan rancangan *user interface* dari menu histori data. Halaman tersebut merupakan halaman yang berguna untuk melihat histori dari

pemakaian penerangan dan pendingin pada ruang kelas tertentu. Halaman tersebut terdiri dari pemilihan tanggal awal dan akhir dari data yang ingin ditampilkan.

## 4. Implementasi

### a. Penerapan *User Interface*

Gambar 4.18 adalah hasil implementasi halaman *login* dosen untuk mengaktifkan ruang kelas.

The image shows a web browser window titled 'login'. The main heading is 'Sistem Absen'. Below the heading, it says 'Selamat Datang Silakan Login Ke Dalam Sistem'. There are two input fields: 'ID Dosen' and 'Password'. To the right of the input fields is an illustration of a person in a suit holding a key. At the bottom right, there is a 'Login' button.

**Gambar 4.18 Form Login Pengaktifan Kelas**

Gambar 4.19 adalah penerapan *user interface login admin* sebelum memasuki halaman utama *admin*.

The image shows a web browser window titled 'Login Admin'. The main heading is 'Login Admin'. Below the heading, there are two input fields: 'username' with the value 'santoso' and 'password' with the value '\*\*\*\*\*'. To the right of the input fields is an illustration of a person in a suit holding a key. At the bottom right, there is a 'login' button.

**Gambar 4.19 Form Login Admin**

Gambar 4.20 adalah hasil penerapan *user interface* halaman *admin* bagian menu konfigurasi.

Halaman Utama

Selamat Datang Santoso

**Konfigurasi**

ruang kelas :

konfigurasi :

Data Ruang		Data Konfigurasi	
Kode Ruang :	R11	Nama Konfigurasi :	K1
Nama Ruang :	Halmahera	Set Point :	24
Konfigurasi :	K1		

Gambar 4.20 Form Konfigurasi

Terakhir gambar 4.21 adalah penerapan dari rancangan *user interface* halaman *admin* bagian menu untuk melihat histori data pemakaian beban pendingin dan penerangan ruang kelas.

Halaman Utama

Selamat Datang Santoso

**Data Histori**

Dari : 26 Januari 2016

Sampai : 26 Januari 2016

Ruang : pilih ruang

■ pendingin  
■ penerangan

Gambar 4.21 Form Lihat Histori Data

### b. Pengujian

Berikut adalah hasil pengujian perangkat lunak yang terdiri dari pengujian unit dan pengujian sistem. Pengujian unit disajikan pada tabel 4.12 dan pengujian sistem disajikan pada tabel 4.13. Keterangan lain mengenai pengujian disajikan pada dokumen uji perangkat lunak yang telah dilampirkan.

**Tabel 4.12 Pengujian Unit**

Pengujian Unit				
ID Pengujian	Deskripsi	Test Case	Keluaran yang diharapkan	Status Hasil
DUPL-001	Fungsi validasi akun dosen	Memasukkan input id = "1111", Password = "#1111#"	TRUE	Benar
DUPL-002	Fungsi validasi jadwal mengajar	Memasukkan input id ="1111", Dan set jam komputer Jam="07:30:00"	2	Benar
DUPL-003	Fungsi validasi kehadiran dosen	Memasukkan input Id = "1111", Kode Matkul = "A01", Set tanggal komputer Tanggal="2016-01-18"	TRUE	Benar
DUPL-004	Fungsi penyimpanan absensi	Memasukkan input Id ="1111" Kode Matkul = "A01"	Data Tersimpan	Benar
DUPL-005	Fungsi mengambil nilai setpoint	Memasukkan input Kode ruang = "R10"	24	Benar
DUPL-006	Fungsi mengambil data sensor	Memasukkan input tcpClient = new TcpClient, Panggil tcpClient.connect	Nilai digital didapat	Benar



Pengujian Unit (Lanjutan)				
ID Pengujian	Deskripsi	Test Case	Keluaran yang diharapkan	Status Hasil
DUPL-007	Fungsi menghidupkan penerangan	Memasukkan input kode="S18F", tcpClient= new TcpClient, Panggil tcpClient.connect	Lampu berhasil hidup	Benar
DUPL-008	Fungsi mematikan penerangan	Memasukkan input kode="S180", tcpClient= new TcpClient, Panggil tcpClient.connect	Lampu berhasil mati	Benar
DUPL-009	Fungsi menghidupkan pendingin	Memasukkan input kode="S18G8", tcpClient= new TcpClient, Panggil tcpClient.connect	Kipas berhasil hidup	Benar
DUPL-010	Fungsi mematikan pendingin	Memasukkan input kode="S18G0", tcpClient= new TcpClient, Panggil tcpClient.connect	Kipas berhasil mati	Benar
DUPL-011	Fungsi menyimpan data beban	Memasukkan input Waktu mulai = "07:30:00", Waktu berakhir = "07:31:00", Beban = "504", Kode ruang = "R10", Jenis = "pendingin"	Data Tersimpan	Benar

Pengujian Unit (Lanjutan)				
ID Pengujian	Deskripsi	Test Case	Keluaran yang diharapkan	Status Hasil
DUPL-012	Fungsi validasi akun <i>admin</i>	Memasukkan input Username = "santoso", Password = "santoso123"	TRUE	Benar
DUPL-013	Fungsi memilih konfigurasi setpoint	Memasukkan input Id konfigurasi = "K1", Ruang = "R10"	Data Tersimpan	Benar
DUPL-014	Mengambil data beban dalam satu bulan	Memasukkan input Tanggal awal = "18-01-2016", Tanggal Akhir = "22-01-2016", Kelas = "R10"	Pendingin: 18/01/2016 -> 7954 Penerangan: 18/01/2016 -> 1008 Selain itu = 0	Benar
DUPL-015	Mengambil data beban berbeda bulan	Memasukkan input Tanggal awal = "18-01-2016", Tanggal Akhir = "22-02-2016", Kelas = "R10"	Pendingin: Jan -> 7954 Penerangan: Feb -> 1008 Selain itu = 0	Benar

Tabel 4.13 Pengujian Sistem

Pengujian Sistem				
ID Pengujian	Deskripsi	Test Case	Keluaran yang diharapkan	Status Hasil
DUPL-016	Login pengaktifan ruang kelas dengan kondisi benar (normal)	Melakukan login dengan data input id = "1111", Password = "#1111#"	Dosen berhasil login, lampu dan kipas hidup dan ketika waktu kelas selesai lampu dan kipas mati	Benar

Pengujian Sistem (Lanjutan)				
ID Pengujian	Deskripsi	Test Case	Keluaran yang diharapkan	Status Hasil
DUPL-017	Login pengaktifan kelas dengan memasukkan akun yang salah	Melakukan login dengan data input id = "3333", Password = "#3333#"	Gagal login dan muncul pemberitahuan	Benar
DUPL-018	login pengaktifan kelas ketika tidak ada jadwal dosen pada waktu yang telah lewat	Melakukan login dengan data input id = "1111" Password = "#1111#" melakukan set waktu komputer Waktu = "09:00:00"	Gagal login dan muncul pemberitahuan	Benar
DUPL-019	Login pengaktifan kelas ketika sebelumnya telah login	Melakukan login dengan data input id = "1111", Password = "#1111#", Terdapat log kehadiran akun id 1111 pada <i>database</i>	Muncul pemberitahuan, dan data tidak tercatat ke dalam <i>database</i> untuk yang kedua kali	Benar
DUPL-020	Login pengaktifan kelas ketika kelas belum dimulai	Melakukan login dengan data input id = "3333", Password = "#3333#", Melakukan set waktu komputer sebelum pukul 08:00:00	Login berhasil serta lampu dan kipas menyala ketika waktu kelas dari dosen yang login telah dimulai.	Benar
DUPL-021	Kipas dapat menyala ketika suhu mulai naik	Menaikkan suhu dengan <i>hair dryer</i> maket ketika waktu kelas sedang berjalan	Kipas menyala	Benar

DUPL-022	Login <i>admin</i> dengan benar (normal)	Melakukan login dengan data input id = “santoso”, Password = ”santoso123”	Login berhasil	Benar
DUPL-023	Login <i>admin</i> dengan akun yang salah	Melakukan login dengan data input id = “santoso”, Password = ”santoso”	Login gagal	Benar
DUPL-024	Mengganti konfigurasi <i>setpoint</i>	Memilih ruang kelas R10, Memilih konfigurasi K1	Konfigurasi kelas telah diganti	Benar
DUPL-025	Melihat data dengan jarak tanggal dalam satu bulan	Memilih waktu awal 2016-01-18 & waktu akhir 2016-01-20 ruang 10	Mengeluarkan data berbentuk grafik dalam satu bulan	Benar
DUPL-026	Melihat data dengan jarak tanggal yang memiliki bulan berbeda	Memilih waktu awal 2016-01-18 & waktu akhir 2016-02-20 ruang 10	Mengeluarkan data dalam bentuk grafik dengan jarak per bulan	Benar
DUPL-027	Melihat data dengan jarak tanggal awal lebih besar dari tanggal akhir	Memilih waktu awal 2016-01-20 & waktu akhir 2016-01-18	Gagal menampilkan data	Benar

## 4.5 Simulasi

### 1. Langkah-Langkah Menjalankan Simulasi

Setelah fungsi-fungsi perangkat lunak diuji dan telah bekerja dengan baik dengan perangkat keras. Selanjutnya adalah melakukan simulasi sesuai kondisi eksperimen yang telah dibuat pada sub-bab 3.6 poin nomor 7.

- a. Pasang perangkat keras seperti topologi pada gambar 4.1

- b. Simulasi akan dilakukan berdasarkan waktu simulasi yang telah diskala seperti yang tercantum pada data tabel 3.2
- c. Set nilai *setpoint* di basis data menjadi 24
- d. Melakukan login dan menaikkan suhu ruang maket seperti pada tabel 4.14. Menaikkan suhu dilakukan kurang lebih 10 s.d. 20 detik. Tujuan menaikkan suhu telah dijelaskan pada sub-bab 3.6 poin 7 bagian akhir.
- e. Melakukan set waktu komputer untuk menjalankan simulasi pada tanggal 2016-01-26 yaitu hari selasa dan waktu kurang dari pukul 07:25.
- f. Menjalankan poin-poin di atas.

Tabel 4.14 Rencana Simulasi

MK	Dosen Login	Suhu Naik
MNJ01	Saat 07:25	Saat 07:40 Saat 07:50
AKT01	Saat 07:58	Saat 08:12 Saat 08:22
TIN01	Saat 08:40	Saat 08:46 Saat 08:56
ITP01	Saat 09:10	Saat 09:18

## 2. Hasil Simulasi

Simulasi berjalan dengan baik. Gambar 4.22 merupakan model sistem bangunan otomatis ketika sedang berjalan. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan didapat hasil terkait keluaran yang diharapkan dari sistem. Data keluaran dapat dilihat pada tabel 4.15. Berikut adalah data yang tersimpan di dalam basis data. Data asli dari basis data dapat dilihat di lampiran 5 poin 2. Tabel 4.15 memperlihatkan penggunaan penerangan dan pendingin berdasarkan alur / strategi kendali penerangan dan pendingin yang telah ditetapkan pada bab 4.2.

Tabel 4.15 Data Hasil Simulasi Model

Simulasi		
MK	Penerangan	Pendingin
MNJ01	07:30:01 - 08:00:01	07:41:22 - 07:41:52
		07:50:49 - 07:51:40
AKT01	08:02:01 - 08:32:01	08:12:47 - 08:13:38
TIN01	08:40:19 - 09:06:00	08:46:34 - 08:47:24
		08:57:53 - 08:59:05
ITP01	09:10:15 - 09:28:00	09:18:42 - 09:19:33

Pada kolom penerangan terdapat empat baris hasil. Sesuai dengan rencana simulasi pada tabel 3.2, matakuliah MNJ01 dan AKT01 merupakan baris **di mana** login telah sebelum jadwal matakuliah tersebut dimulai. Penerangan kedua matakuliah tersebut menyala dan berakhir sesuai dengan waktu dari jadwal matakuliah tersebut dalam waktu simulasi. Begitu juga pada matakuliah TIN01 dan ITP01, seperti rencana simulasi yang ditampilkan pada tabel 3.2, *login* dilakukan ketika matakuliah sedang berlangsung dalam waktu simulasi.

Pada kolom pendingin, kipas hidup sebanyak dua kali pada matakuliah MNJ01. Satu kali pada matakuliah AKT01. Dua kali pada matakuliah TIN01 dan satu kali pada matakuliah ITP01. Pendingin baru bekerja ketika dosen telah login dan sistem menangkap bahwa temperatur yang dibaca oleh sensor melebihi nilai setpoint yang telah ditetapkan. Hal ini juga dilakukan berdasarkan rencana simulasi yang dijelaskan pada tabel 3.2.

### 3. Analisis Simulasi

Dari hasil uji perangkat lunak pada tabel 4.12 serta 4.13 dan simulasi pada tabel 4.15, dapat dilihat bahwa perangkat lunak dan model sistem telah berjalan dengan baik pada simulasi yang telah direncanakan. Keberhasilan perangkat lunak yang dibangun menunjukkan bahwa pengelolaan pemakaian layanan sesuai kebutuhan, kemudahan operasional dan kemudahan evaluasi dengan data yang tersimpan ke dalam basis data tercapai [2]. Bila data pada tabel 4.15 diubah

kembali ke dalam bentuk data nyata, data pada tabel 4.15 akan menjadi seperti tabel 4.16.

**Tabel 4.16 Konversi Waktu Simulasi ke Nyata**

<b>Konversi Data Simulasi ke Data Nyata</b>		
<b>MK</b>	<b>Penerangan</b>	<b>Pendingin</b>
MNJ01	07:30 – 10:00	08:25 – 08:25
		09:10 – 09:15
AKT01	10:10 – 12:40	11:00 - 11:05
TIN01	13:20 – 15:30	13:50 – 13:55
		14:45 - 14:55
ITP01	15:50 – 17:20	15:30 - 15:35

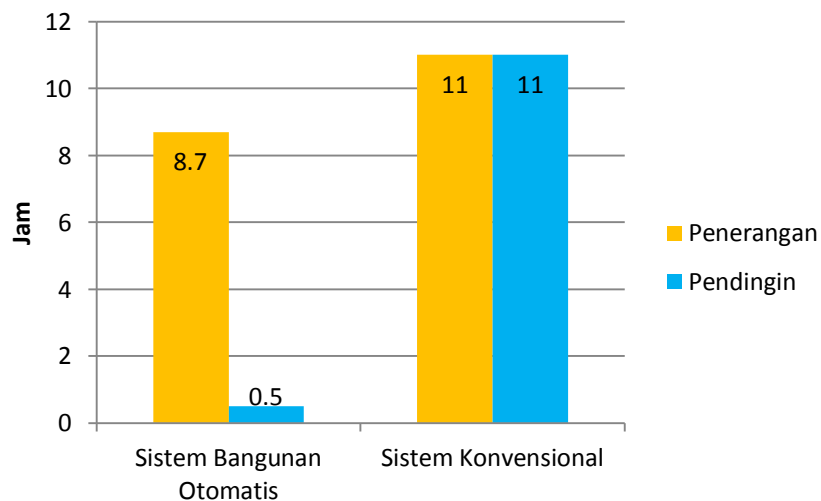
Dari tabel di atas dapat terlihat manfaat ketika sistem bangunan otomatis dijalankan pada kondisi nyata. Manfaat itu berupa pengoptimalan penggunaan fasilitas, dalam hal ini penerangan dan pendingin [10]. Hal itu dapat dilihat ketika hasil simulasi dibandingkan dengan asumsi sistem nyata yang digunakan dari pagi hingga sore hari. Berikut perbandingan antara kedua sistem ditampilkan pada tabel 4.17.

**Tabel 4.17 Perbandingan Pemakaian Penerangan dan Pendingin**

<b>Sistem Bangunan Otomatis (Simulasi)</b>				<b>Sistem Manual Konvensional (Nyata)</b>			
Penerangan		Pendingin		Penerangan		Pendingin	
Waktu	Total pemakaian	waktu	Total pemakaian	Waktu	Total pemakaian	Waktu	Total pemakaian
8 Jam 40 Menit	4,368 kWh	30 menit	3,725 kWh	11 Jam	5,544 kWh	11 jam	81,950 kWh

Dengan penggunaan sistem bangunan otomatis maka pemakaian yang biasanya digunakan selama 11 jam untuk penerangan dan pendingin maka dapat digunakan lebih optimal. Berdasarkan hasil penjumlahan dari tabel 4.16 pemakaian penerangan dapat digunakan lebih optimal karena hanya digunakan sebesar 8 jam 40 menit dan pendingin sebesar 30 menit. Lama pemakaian yang optimal pada fasilitas penerangan dan pendingin akan berbanding lurus dengan besarnya energi yang dibutuhkan untuk menghidupkan penerangan dan pendingin tersebut. Jika menggunakan data dari tabel beban setiap ruangan Universitas

Bakrie pada ruang 11 yang tertera pada lampiran 1 poin 2 dan 3, maka akan didapatkan besar penggunaan beban untuk penerangan dan pendingin menggunakan sistem bangunan otomatis lebih kecil dibandingkan dengan sistem pengendalian secara manual konvensional. Hal itu dikarenakan semakin berkurang waktu penggunaan penerangan dan pendingin maka semakin berkurang juga jumlah kWh yang dibutuhkan. Gambar 4.23 adalah grafik yang menunjukkan perbandingan pemakaian penerangan dan pendingin dengan sistem bangunan otomatis dan manual konvensional berdasarkan tabel 4.17.



Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Pemakaian Penerangan dan Pendingin



Gambar 4.23 Model Sistem Bangunan Otomatis



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

1. Perangkat lunak untuk menjalankan sistem bangunan otomatis menggunakan bahasa VB.NET telah dibangun. Perangkat lunak terdiri dari fungsi pengendalian dan administrasi. Perangkat lunak fungsi pengendalian digunakan untuk mengaktifkan pendingin dan penerangan ruang kelas ketika dosen hadir dan berhasil login ketika waktu matakuliah dosen bersangkutan ada dan telah dimulai. Perangkat lunak administrasi digunakan untuk melakukan konfigurasi setpoint untuk pendingin serta melihat histori data penggunaan penerangan dan pendingin dari basis data. Pengendalian perangkat lunak bangunan otomatis untuk penerangan dan pendingin menggunakan tiga strategi pengendalian yaitu; *time based*, *optimiser parameter based*, dan kehadiran dosen.
2. Dari hasil pengujian fungsi-fungsi perangkat lunak yang telah dibangun, semua fungsi telah berjalan dengan baik sebagaimana seharusnya. Pengujian dilakukan dengan pengujian tiap unit menggunakan pengujian *white box* dan pengujian sistem menggunakan pengujian *black box*. Simulasi model sistem bangunan otomatis berjalan dengan baik. Hasil simulasi yang dijalankan memperlihatkan pemakaian penerangan dan pendingin yang lebih optimal dibanding pengendalian secara manual konvensional. Pemakaian menggunakan sistem bangunan otomatis memiliki hasil penggunaan yang lebih kecil dibandingkan sistem pengendalian manual konvensional.

## 5.2 Saran

1. Modul pengendali masih memberi data sensor suhu secara terus-menerus. Hal ini dikhawatirkan akan membanjiri jaringan pada sistem bangunan otomatis. Modul pengendali sebaiknya ditambahkan program agar dapat hanya mengirimkan data sensor ketika menerima pemicu dari perangkat lunak komputer.
2. Model dari sistem bangunan otomatis ini dapat dikembangkan untuk diterapkan dalam keadaan nyata serta diterapkan untuk mengelola beberapa modul pengendali sesuai dengan ruang kelas yang akan diimplementasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Fitriadi, A. Al Ghofari, and G. Kuncoro, "Modul Sistem Kontrol Industri Menggunakan PLC," *Semin. Nas. IENACO*, pp. 272–280, 2014.
- [2] Honeywell, "Honeywell Engineering Manual of Automatic Control for Commercial Buildings." p. 185, 1997.
- [3] Humas UB, "Welcome Aarhus University (AU), Danida Business Partnership (DBP) and Danish Energy Management (DEM) - Day 1 - Diskusi kurikulum sepuluh program studi," 2013. [Online]. Available: <http://www.bakrie.ac.id/en/news/352-welcome-aarhus-university?showall=&start=1>.
- [4] Departement of Industry Inovation and Science Australia, "Building Management Systems." p. 1, 2014.
- [5] 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," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 6, pp. 11–15, 2013.
- [6] S. Amini and L. Farabi, "Penjadwalan dan Kendali Lampu Jarak Jauh Menggunakan DFRDUINO UNO dan Yahoo Messenger," *Semin. Nas. Sist. Inf. Indones.*, pp. 364–368, 2013.
- [7] Y. Lestanto, "Fire Alarm Management Information System," *Semin. Nas. dan ExpoTeknik Elektro*, pp. 20–23, 2012.
- [8] V. Marinakis, H. Doukas, C. Karakosta, and J. Psarras, "An integrated system for buildings' energy-efficient automation: Application in the tertiary sector," *Appl. Energy*, vol. 101, pp. 6–14, 2013.
- [9] J. Kensby and R. Olsson, "Building Automation Systems Design," *Energy and Enviroment*, p. 3, 2012.
- [10] J. Hu and H. Hu, "Automation and Control Systems Research of Intelligent Building," pp. 226–230, 2012.
- [11] A. Arif, "Perkenalan dengan Sistem kontrol," in *Teknologi Kontrol Modern*, 2002, pp. 3–12.
- [12] K. M. Takami and E. M. Takami, "Simulation of energy in the building and design a new intelligent building with controllable and wise devices," *48th Scand. Conf. Simul. Model. SIMS 2007*, pp. 197–202, 2007.
- [13] Iyuditya and D. Erlina, "Sistem pengendali lampu ruangan secara otomatis menggunakan pc berbasis mikrokontroler arduino uno," *J. Online ICT STMIK IKMI*, vol. 10, no. 10, pp. 1–7, 2013.
- [14] Moxa Technologies, "Serial-To-Ethernet Guidebook." p. 5, 2004.
- [15] M. M. Amin, "Implementasi Socket Programming dalam Pembuatan Sistem Antrian," *Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 50–57, 2010.
- [16] L. Kalita, "Socket Programming," *Int. J. Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 4802–4807, 2014.

- [17] S. Kumar and S. Rai, "Survey on Transport Layer Protocols: TCP & UDP," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 46, no. 7, pp. 20–25, 2012.
- [18] A. Supriyanto, "Model Pengujian Komunikasi Socket dengan Protokol TCP/IP," *Teknol. Inf. Din.*, vol. X, pp. 10–18, 2005.
- [19] H. Listiyono, "Program Socket untuk Mengirim File dengan Visual Basic pada Sistem Operasi Windows," *Din. Inform.*, vol. I, no. 1, pp. 1–5, 2009.
- [20] codeproject, "Control Winsock In Vb 2010," 2013. [Online]. Available: <http://www.codeproject.com/Questions/531633/InplusVb-netplus-plusplus-anypluscontrolpluswhi>. [Accessed: 10-Dec-2015].
- [21] F. Reid, "I/O in the .NET Framework," in *Network programming in .NET*, 2004, pp. 1–20.
- [22] msdn microsoft, "Socket Class." [Online]. Available: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.net.sockets\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.net.sockets(v=vs.110).aspx). [Accessed: 10-Dec-2015].
- [23] A. Dennis, B. H. Wixom, and R. M. Roth, "Creating the Project Plan," in *System Analysis and Design*, 2012, pp. 54–55.
- [24] V. Chinmay, "Comparison Study of Black Box and White Box," *IJIRT*, vol. 1, no. 12, pp. 390–393, 2015.
- [25] S. Nidhra, "Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review," *Int. J. Embed. Syst. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 29–50, 2012.
- [26] S. Erma, "Pemodelan dan Simulasi," in *Pemodelan dan Simulasi*, 2006, p. 2.
- [27] C. M. Banks and J. A. Sokolowski, "Introduction to Modeling and Simulation," in *Modeling and Simulation Fundamental*, 2010, p. 5.
- [28] A. Maria, "Introduction to modelling and simulation," *Winter Simul. Conf.*, pp. 7–13, 1997.

## Lampiran 1 - Data Input Simulasi

## 1. Jadwal Akademik

[illegible]

## 2. Data Beban Pendingin Kelas

DATA AC AIR CONDITIONING							
No	AREA	MEREK / MODEL	No. SERI	BTU/hr	PK	Watt	JENIS
1	R. 01. JAWA	DAIKIN / RUG10AU1	E000603	90.000	10. PK	9850	FLOR STENDING
2	R. 02. BALI	DAIKIN / RUG10AU1	E000816	90.000	10. PK	9850	FLOR STENDING
3	JAWA/BALI	DAIKIN / RU08KUY1	E000918	72.000	8. PK	14.900	SPLIT DUCT
		DAIKIN / RU08KUY1	E000874	72.000	8. PK		OUTDOR SERI
4	R. 03. SUMATRA	DAIKIN / RU08KUY1	E000859	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
5	R. 04. KALIMANTAN	DAIKIN / RU06KY1	A001350	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
6	R. 05. SULAWESI	DAIKIN / RU06KY1	A001346	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
7	R. 06. MALUKU	DAIKIN / RU06KY1	A001349	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
8	R. 07. PAPUA	DAIKIN / RU08KUY1	E000872	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
9	LAB-KOMPUTER	DAIKIN / R10KUY1	E001001	90.000	10. PK	9850	SPLIT DUCT
10	LAB-BAHASA (I)	DAIKIN / RU06KY1	A001340	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
11	LAB-BAHASA (II)	DAIKIN / RU06KY1	A001351	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
12	PERPUSTAKAAN	DAIKIN / RU08KUY1	E000851	72.000	8. PK	14.900	SPLIT DUCT
		DAIKIN / RU08KUY1	E000903	72.000	8. PK		OUTDOR SERI
13	PERKICI	PANASONIC	7801101517	18.000	2. PK	1.900	AC SPLIT
14	R.08 LOMBOK	DAIKIN / RU08KUY1	E001785	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
15	R.09 SUMBAWA	DAIKIN / RU06KY1	E001757	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
16	R.10 FLORES	DAIKIN / RU08KUY1	E001841	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
17	R.11 HALMAHERA	DAIKIN / RU08KU1	E001770	72.000	8. PK	7450	SPLIT DUCT
18	R. 18	DAIKIN / R140LUY15	E003585	54.000	6. PK	5670	AC CASSATE
19	R. 17	DAIKIN / R48NUY1	E002303	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
20	R. 16	DAIKIN / R48NUY1	E002306	54.000	6. PK	5670	SPLIT DUCT
21	R. 15	DAIKIN / R140LUY15	E003873	54.000	6. PK	5670	AC CASSATE
22	R. 14	DAIKIN / R140LUY15	E003171	54.000	6. PK	5670	AC CASSATE
23	R. 13	DAIKIN / R140LUY15	E003876	54.000	6. PK	5670	AC CASSATE

Mengetahui  
Kepala Bag. GA

( Budi Santoso )

### 3. Data Beban Penerangan Kelas

LAMPU PENERANGAN KELAS


RUANG KELAS	TIPE	UNIT	WATT	TOTAL WATT	
1	Essential	18	18	324	848
	TL-D	18	18	324	
	Softone	4	50	200	
2	Essential	25	18	450	974
	TL-D	18	18	324	
	Softone	4	50	200	
3	Essential	18	18	324	648
	TL-D	18	18	324	
4	Essential	20	18	360	648
	TL-D	8	36	288	
5	Essential	20	18	360	648
	TL-D	8	36	288	
6	Essential	25	18	450	774
	TL-D	18	18	324	
7	Essential	25	18	450	774
	TL-D	18	18	324	
8	FL-C	25	18	450	
RUANG KELAS	TIPE	UNIT	WATT	TOTAL WATT	
9	Essential	20	18	360	1062
	TL-D	39	18	702	
10	FL-C	28	18	504	
11	FL-C	28	18	504	
12	TL-D	16	36	576	
13	TL-D	16	36	576	
14	TL-D	16	36	576	
15	TL-D	16	36	576	
16	TL-D	22	36	792	
17	TL-D	16	36	576	

Mengetahui  
Kepala Bag. GA

( Budi Santoso )

## Lampiran 2 - Dokumen Pendukung

### 1. Surat Edaran Efisiensi Energi

UNIVERSITAS  BAKRIE

**SURAT EDARAN**  
Nomor: 016/UB-Int/XII/2013

**Efisiensi Energi**



Kepada:  
Seluruh Staf Akademik & Staf Non Akademik  
Universitas Bakrie

Dengan dimulainya kerjasama dalam bidang efisiensi energi, maka Rektorat menyampaikan beberapa kebijakan yang berkaitan dengan penghematan energi. Kebijakan ini mencakup:

1. Pemakaian AC untuk seluruh ruangan (ruang kelas, ruang fasilitas umum dan ruang dosen) kecuali ruang server, ruang laboratorium dan ruang perpustakaan akan diatur dalam suhu 23°.
2. Penggunaan lampu sebagai pencahayaan ruangan akan diatur secara optimal. Sebagian lampu yang memberikan pencahayaan berlebihan akan dimatikan dan penggunaannya akan dimonitor.
3. Setiap ruangan bila tidak dipakai, maka seluruh lampu yang ada di dalam ruangan tersebut harus dimatikan.
4. Pemilahan sampah dilakukan dengan penyediaan tempat sampah organik dan non-organik. Dalam lingkungan UB akan disediakan tempat sampah organik dan non-organik di 3 titik yaitu di pintu masuk depan, pintu masuk belakang dan koridor sekitar laboratorium komputer.
5. Pemakaian kertas secukupnya untuk kegiatan perkuliahan maupun administrasi. Dokumen-dokumen yang tidak perlu dicetak sebaiknya disimpan dalam bentuk *softcopy* sebagai bagian dari kebijakan *paperless* yang sudah pernah disampaikan.
6. Penghematan penggunaan air bersih dengan mengatur besar aliran air yang keluar dari setiap keran.

Demikian surat edaran ini disampaikan untuk menjadi perhatian civitas akademika Universitas Bakrie.

Jakarta, 2 Desember 2013

  
  
Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D.  
Rektor

Gelanggang Mahasiswa Soemantri Brodjonegoro, Suite GF-22  
Jl. H.R. Rasuna Said Kav C-22, Kuningan, Jakarta Selatan - 12920 Tel. : 021-526 1448, 526 3182 Fax : 021-526 3191, 527 6543  
e-mail : info@bakrie.ac.id website : www.bakrie.ac.id



## 2. Wawancara Data Akademik

1. Apakah dosen tidak tetap memiliki NIDN ?

*Jawab : NIDN telah disediakan kampus, jadi setiap dosen memiliki NIDN.*

2. Berapa matakuliah kebanyakan dosen tidak tetap mengajar dalam seminggu ?

*Jawab : kebanyakan satu mata kuliah, tapi bisa saja dosen tidak tetap mengajar mata kuliah lebih dari satu.*

3. Berapa matakuliah kebanyakan dosen tidak tetap mengajar dalam sehari ?

*Jawab : kebanyakan satu, tapi bisa saja lebih dari satu matakuliah mengajar dalam satu hari, bahkan untuk dosen tidak tetap yang mengajar lebih dari satu inginnya ada disatu hari.*

4. Berapa matakuliah kebanyakan dosen tetap mengajar dalam sehari ?

*Jawab : kebanyakan dalam satu hari satu tapi bisa saja lebih dari satu dalam satu hari, tapi biasanya satu dalam satu hari.*

5. Untuk sistem absensi dosen baku nya seperti apa ?

*Jawab : Seharusnya untuk sistem absensi dosen itu, dosen mengambil dokumen absensi mahasiswa sebelum masuk kekelas. Pernah menerapkan absensi online yang digunakan setiap kelas namun tidak berjalan. Sehingga kembali diterapkan absensi konvensional menggunakan dokumen absensi. Lagi pula dokumen tersebut diperlukan untuk akreditasi. Sehingga seharusnya dosen sebelum masuk kelas mengambil dokumen absensi matakuliahnya baru kemudia kekelas tempat dosen tersebut mengajar.*

Mengetahui, 2 September 2015

Fifi  
Data Akademik

### 3. Wawancara *General Affair*

1. Bagaimana selama ini jadwal pematian pendinginan dan penerangan?

*Jawab : AC biasanya dinyalakan dari pagi sampai sore atau sampai kelas selesai. Listrik dan AC dinyalakan berbarengan biasanya oleh teknisi, sekitaran jam 7 karena rata-rata kelas dimulai jam 07.30. Untuk lampu kadang jam 7, kadang mendekati waktu kelas dimulai. Untuk jeda antar kelas biasanya lampu tidak dimatikan karena jaraknya yang pendek dan jumlah mahasiswa yang semakin banyak, sehingga sekarang tidak dimatikan dan dibiarkan menyala terus menerus. Untuk jam istirahat pada siang hari bila tidak ada kelas seharusnya dimatikan, namun pelaksanaannya masih masih tentatif sehingga bila jam kosong pada waktu istirahat kadang dimatikan kadang tidak.*

2. Apakah kebijakan telah berjalan dengan baik?

*Jawab : Belum berjalan dengan baik, ketika ada jam kosong masih suka ada kelas yang tidak dimatikan, karena kadang suka ada kelas mendadak berupa makeup class juga.*

3. Siapa yang ditugaskan untuk melakukan pematian / penghidupan AC / Lampu Ruang kelas?

*Jawab : Tugas utama ada diteknisi, namu sering dibantu oleh cleaning service.*

4. Pada point ke-3 kebijakan konservasi energi UB tertulis melakukan memonitor penggunaan pencahayaan, itu maksudnya bagaimana?

*Jawab : Dengan lux meter diukur intensitas cahaya pada ruangan tersebut, kemudian dibandingkan dengan standar ISO yang telah ditetapkan apakah telah cukup atau tidak.*

5. Bagaimana mengukur konsumsi listrik perkelas?

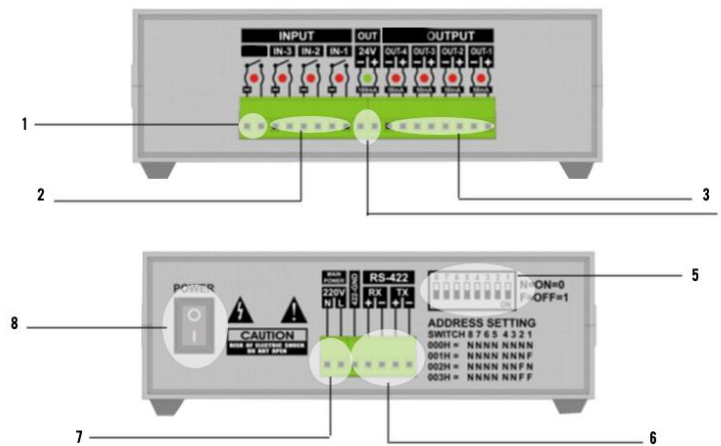
*Jawab : Untuk konsumsi listrik perkelas masih sulit untuk dipantau karena monitoring yang sekarang dilakukan adalah dengan data dari gedung pasar festival. Data yang didapat masih penggunaan menyeluruh data dari pemakaian universitas bakrie.*

Mengetahui, 10 September 2015

Budi Santoso  
Bag. General Affair

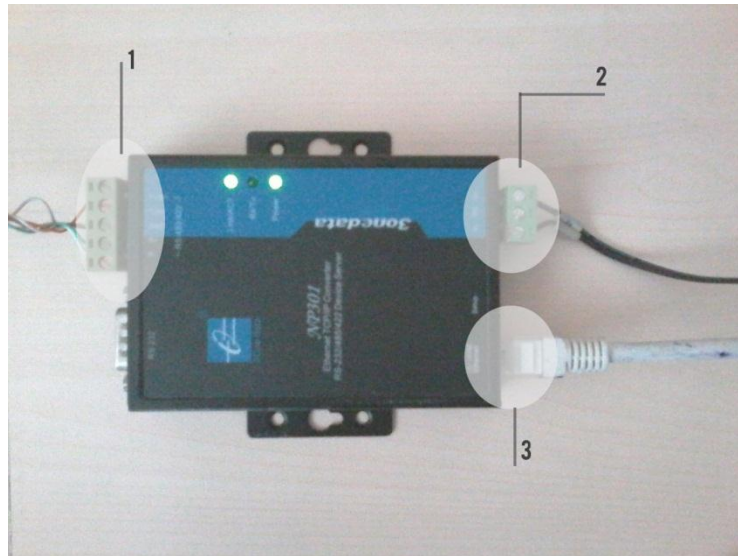
## Lampiran 3 - Keterangan Tambahan Perangkat Keras

### 1. Modul Pengendali



No	Fasilitas	Deskripsi
1	Power suply	Digunakan untuk memberi power pada sensor yang dipasang pada modul ini
2	Input analog	Digunakan sebagai port untuk menerima input analog / memasang sensor
3	Output digital	Digunakan untuk memasang Pendingin
4	Ouput digital	Digunakan untuk memasang Penerangan
5	Pengalamatan	Modul ini dapat dialamatkan
6	Komunikasi serial	Modul ini dapat menerima dan mengirim data dengan komunikasi serial
7	Power	Modul ini menggunakan power 220 volt
8	On/Off	Saklar On/Off digunakan untuk menghidupkan atau mematikan modul

## 2. Modul *Serial-to-Ethernet*



No	Fasilitas	Deskripsi
1	Port Serial	Digunakan untuk menghubungkan dengan perangkat serial
2	Port <i>Ethernet</i>	Digunakan untuk menghubungkan perangkat berbasis jaringan TCP/IP
3	Power	Power untuk menghidupkan modul <i>serial-to-ethernet</i>

## Lampiran 4 – Dokument Perangkat Lunak

### 1. Requirement Elicitation

#### Requirement Elicitation Tahap 1

FUNCTIONAL	
No	Analisis Kebutuhan
1	Dosen dapat menghidupkan penerangan dan pendingin ruang kelas sekaligus absensi melalui login dengan akun mereka.
2	<i>Admin</i> dapat melakukan login untuk masuk ke dalam halaman <i>admin</i>
3	<i>Admin</i> dapat melakukan konfigurasi setpoint pendingin ruang kelas
4	<i>Admin</i> dapat melihat data histori penggunaan beban penerangan dan pendingin ruang kelas

#### Requirement Elicitation Tahap 2

FUNCTIONAL				
No	Analisis Kebutuhan	M	D	I
1	Dosen dapat menghidupkan penerangan dan pendingin ruang kelas sekaligus absensi melalui login dengan akun mereka.	✓		
2	<i>Admin</i> dapat melakukan login untuk masuk ke dalam halaman <i>admin</i>	✓		
3	<i>Admin</i> dapat melakukan konfigurasi setpoint pendingin ruang kelas	✓		
4	<i>Admin</i> dapat melihat data histori penggunaan beban penerangan dan pendingin ruang kelas	✓		

#### Requirement Elicitation Tahap 3

FUNCTIONAL										
Feasibility		T			O			E		
Risk		L	M	H	L	M	H	L	M	H
No	Analisis Kebutuhan									
1	Dosen dapat menghidupkan penerangan dan pendingin ruang			✓	✓					

	kelas sekaligus absensi melalui login dengan akun mereka.									
2	<i>Admin</i> dapat melakukan login untuk masuk ke dalam halaman <i>admin</i>	✓			✓					
3	<i>Admin</i> dapat melakukan konfigurasi setpoint pendingin ruang kelas		✓		✓					
4	<i>Admin</i> dapat melihat data histori penggunaan beban penerangan dan pendingin ruang kelas		✓		✓					

## **2. SRS (Software Requirement Spesification)**

Software Requirement Spesification terlampir pada belakang halaman ini.

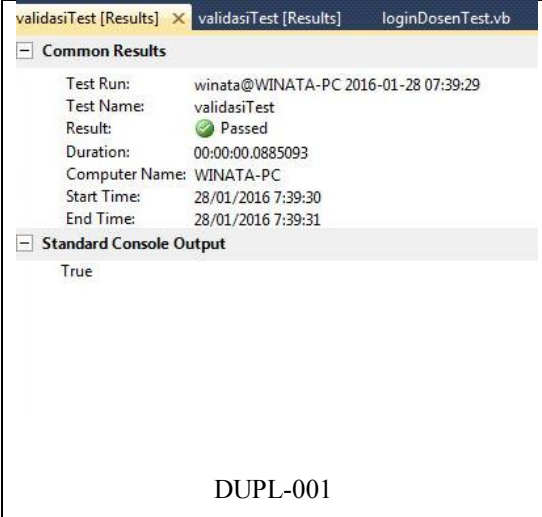
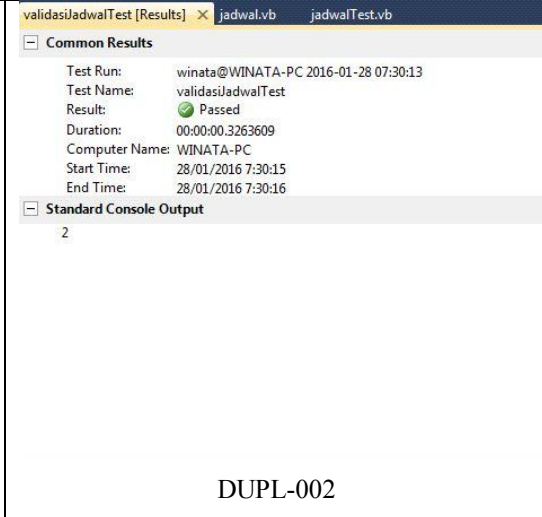
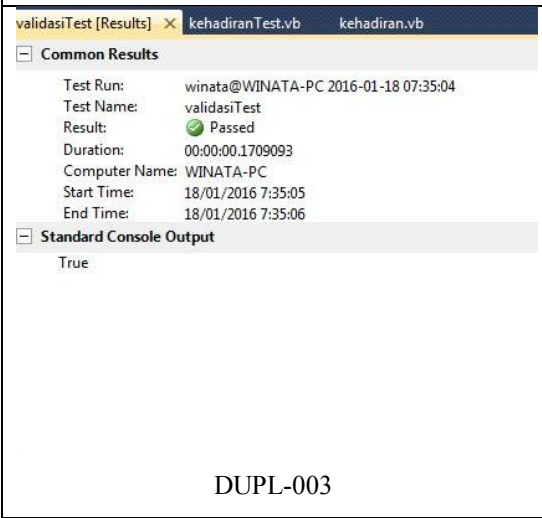
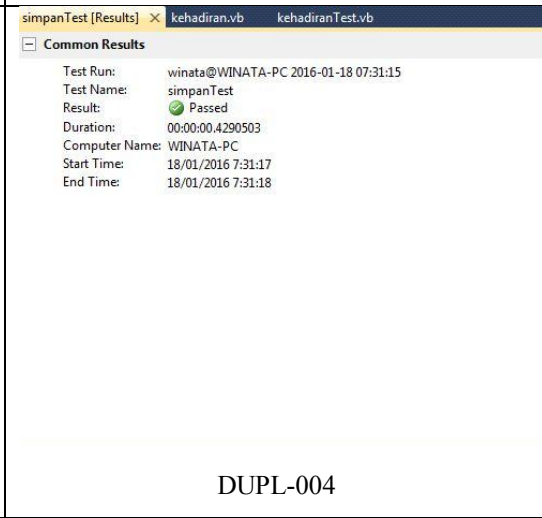
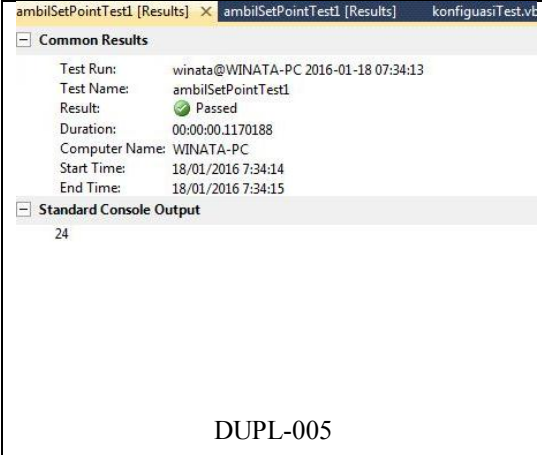
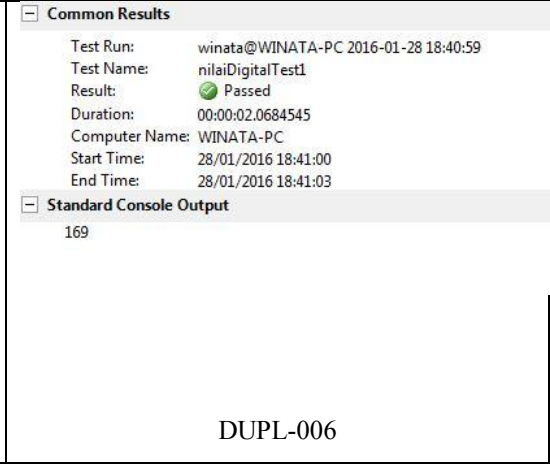
### **3. DUPL (Dokumen Uji Perangkat Lunak)**

Dokumen uji perangkat lunak terlampir pada bagian belakang halaman ini.

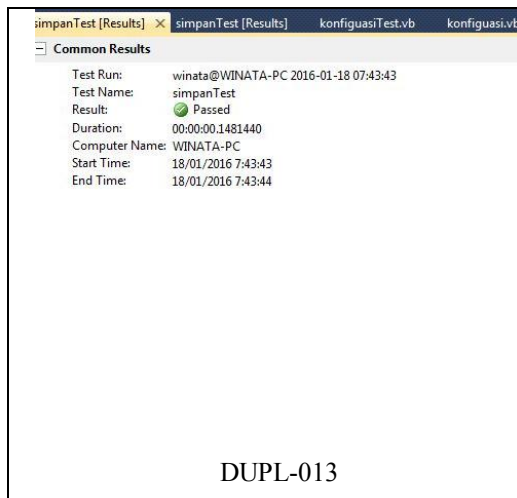


## Lampiran 5 – Data Hasil Pengujian dan Simulasi

### 1. Uji Perangkat Lunak

 <p>validasiTest [Results] x validasiTest [Results] loginDosenTest.vb</p> <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 07:39:29        Test Name: validasiTest        Result:  Passed        Duration: 00:00:00.0885093        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 28/01/2016 7:39:30        End Time: 28/01/2016 7:39:31</p> <p><b>Standard Console Output</b></p> <p>True</p> <p>DUPL-001</p>	 <p>validasiJadwalTest [Results] x jadwal.vb jadwalTest.vb</p> <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 07:30:13        Test Name: validasiJadwalTest        Result:  Passed        Duration: 00:00:00.3263609        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 28/01/2016 7:30:15        End Time: 28/01/2016 7:30:16</p> <p><b>Standard Console Output</b></p> <p>2</p> <p>DUPL-002</p>
 <p>validasiTest [Results] x kehadiranTest.vb kehadiran.vb</p> <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-18 07:35:04        Test Name: validasiTest        Result:  Passed        Duration: 00:00:00.1709093        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 18/01/2016 7:35:05        End Time: 18/01/2016 7:35:06</p> <p><b>Standard Console Output</b></p> <p>True</p> <p>DUPL-003</p>	 <p>simpanTest [Results] x kehadiran.vb kehadiranTest.vb</p> <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-18 07:31:15        Test Name: simpanTest        Result:  Passed        Duration: 00:00:00.4290503        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 18/01/2016 7:31:17        End Time: 18/01/2016 7:31:18</p> <p>DUPL-004</p>
 <p>ambilSetPointTest1 [Results] x ambilSetPointTest1 [Results] konfigurasiTest.vb</p> <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-18 07:34:13        Test Name: ambilSetPointTest1        Result:  Passed        Duration: 00:00:00.1170188        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 18/01/2016 7:34:14        End Time: 18/01/2016 7:34:15</p> <p><b>Standard Console Output</b></p> <p>24</p> <p>DUPL-005</p>	 <p><b>Common Results</b></p> <p>Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 18:40:59        Test Name: nilaiDigitalTest1        Result:  Passed        Duration: 00:00:02.0684545        Computer Name: WINATA-PC        Start Time: 28/01/2016 18:41:00        End Time: 28/01/2016 18:41:03</p> <p><b>Standard Console Output</b></p> <p>169</p> <p>DUPL-006</p>

<div> hidupkanTestPenerangan [Results] matikanTest [Results] hidupkanTest [Results] </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 18:50:35  Test Name: hidupkanTestPenerangan  Result:  Passed  Duration: 00:00:01.0478608  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 28/01/2016 18:50:37  End Time: 28/01/2016 18:50:38 </div> </div> <div>DUPL-007</div>	<div> matikanTestPenerangan [Results] aktuatorTest.vb aktuatorTest.vb </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 18:51:07  Test Name: matikanTestPenerangan  Result:  Passed  Duration: 00:00:01.0386925  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 28/01/2016 18:51:09  End Time: 28/01/2016 18:51:10 </div> </div> <div>DUPL-008</div>
<div> hidupkanTest [Results] hidupkanTest [Results] aktuatorTest.vb aktuatorTest.vb </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 18:45:25  Test Name: hidupkanTest  Result:  Passed  Duration: 00:00:01.0269745  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 28/01/2016 18:45:27  End Time: 28/01/2016 18:45:28 </div> </div> <div>DUPL-009</div>	<div> matikanTest [Results] hidupkanTest [Results] aktuatorTest.vb aktuatorTest.vb </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-28 18:47:02  Test Name: matikanTest  Result:  Passed  Duration: 00:00:01.0277777  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 28/01/2016 18:47:04  End Time: 28/01/2016 18:47:05 </div> </div> <div>DUPL-010</div>
<div> simpanTest [Results] dataBebanRuang.vb dataBebanRuangTest.vb </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-18 07:36:09  Test Name: simpanTest  Result:  Passed  Duration: 00:00:00.3338671  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 18/01/2016 7:36:11  End Time: 18/01/2016 7:36:11 </div> </div> <div>DUPL-011</div>	<div> validasiTest [Results] loginAdminTest.vb koneksiBd.vb loginAdmin.vb </div> <div> <div>Common Results</div> <div> Test Run: winata@WINATA-PC 2016-01-18 07:39:41  Test Name: validasiTest  Result:  Passed  Duration: 00:00:00.2974543  Computer Name: WINATA-PC  Start Time: 18/01/2016 7:39:41  End Time: 18/01/2016 7:39:41 </div> <div>Standard Console Output</div> <div>True</div> </div> <div>DUPL-012</div>



DUPL-013



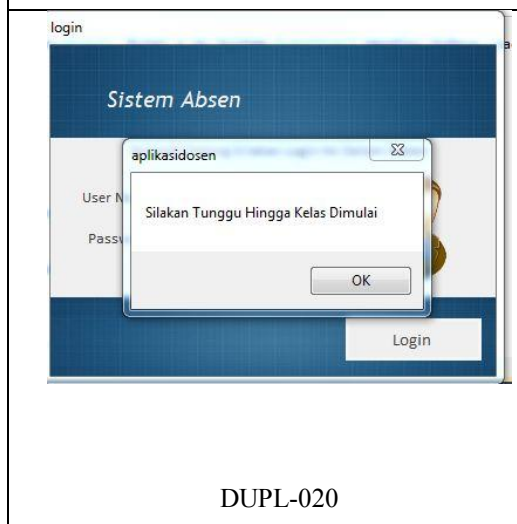
DUPL-017



DUPL-018



DUPL-019



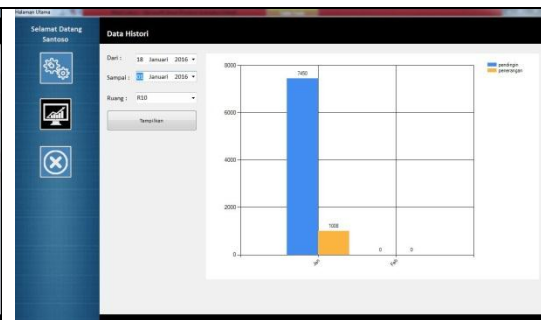
DUPL-020



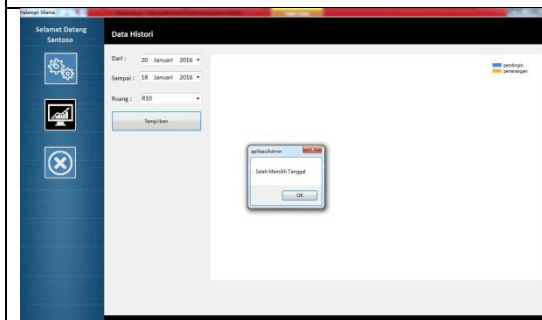
DUPL-023



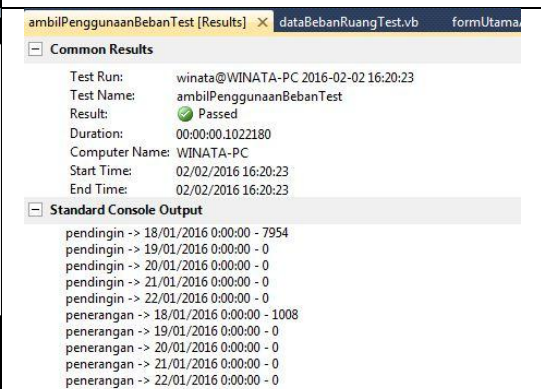
DUPL-025



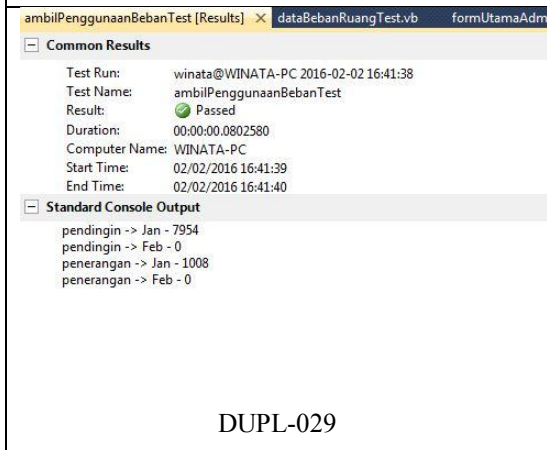
DUPL-026



DUPL-027



DUPL-028



DUPL-029

2. Simulasi

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Sort by key: None

+ Options

id\_data\_penerangan

tanggal

waktu\_mulai

waktu\_akhir

total\_kwh

kode\_ruang

<input type="checkbox"/>				17	2016-01-26	07:30:01	08:00:01	15120	R11
<input type="checkbox"/>				18	2016-01-26	08:02:01	08:32:01	15120	R11
<input type="checkbox"/>				19	2016-01-26	08:40:19	09:06:00	13104	R11
<input type="checkbox"/>				20	2016-01-26	09:10:15	09:28:00	9072	R11

↑

☐ Check All

With selected:

ChangeDeleteExport

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Tabel Log Data Penerangan

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Sort by key: None

+ Options

id\_data\_pendingin

tanggal

waktu\_mulai

waktu\_akhir

total\_kwh

kode\_ruang

<input type="checkbox"/>				17	2016-01-26	07:41:22	07:41:52	0	R11
<input type="checkbox"/>				18	2016-01-26	07:50:49	07:51:40	7450	R11
<input type="checkbox"/>				20	2016-01-26	08:12:47	08:13:38	7450	R11
<input type="checkbox"/>				22	2016-01-26	08:46:34	08:47:24	7450	R11
<input type="checkbox"/>				23	2016-01-26	08:57:53	08:59:05	7450	R11
<input type="checkbox"/>				26	2016-01-26	09:18:42	09:19:33	7450	R11

↑

☐ Check All

With selected:

ChangeDeleteExport

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Tabel Log Data Pendingin

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Sort by key: None

+ Options

id\_kehadiran

tanggal

waktu\_kehadiran

kode\_matkul

nidn\_dosen

<input type="checkbox"/>				87	2016-01-26	07:25:17	MNJ01	001
<input type="checkbox"/>				89	2016-01-26	08:00:06	AKT01	002
<input type="checkbox"/>				90	2016-01-26	08:40:18	TIN01	003
<input type="checkbox"/>				92	2016-01-26	09:10:14	ITP01	004

↑

☐ Check All

With selected:

ChangeDeleteExport

Show : Start row: 0Number of rows: 30Headers every 100rows

Tabel Log Data Kehadiran