

**RANCANG BANGUN *SMART BUILDING* DALAM MEMANTAU DAN
MENGENDALIKAN LAMPU SECARA *REALTIME* BERBASIS
*WEBSOCKET***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika**

Disusun oleh:

SITI KHUSNUL AZIFAH

24010310130056

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/ INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2017

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Khusnul Azifah

NIM : 24010310130056

Judul : Rancang Bangun *Smart Building* Dalam Memantau Dan Mengendalikan Lampu Secara *Realtime* Berbasis *WebSocket*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir / skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 26 Juli 2017



Siti Khusnul Azifah

24010310130056

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun *Smart Building* Dalam Memantau Dan Mengendalikan Lampu Secara *Realtime* Berbasis *WebSocket*
Nama : Siti Khusnul Azifah
NIM : 24010310130056

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 22 Juni 2017 dan dinyatakan lulus pada tanggal 22 Juni 2017.

Semarang, 26 Juli 2017

Mengetahui,
Ketua Departemen Ilmu Komputer / Informatika
FSM Universitas Diponegoro,

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,



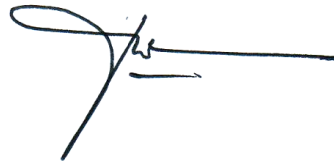
Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs
NIP. 19780516 200312 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun *Smart Building* Dalam Memantau Dan Mengendalikan
Lampu Secara *Realtime* Berbasis *WebSocket*
Nama : Siti Khusnul Azifah
NIM : 24010310130056

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 22 Juni 2017.

Semarang, 26 Juli 2017
Dosen Pembimbing



Indra Waspada, ST, MTI
NIP. 19790212 200812 1 002

ABSTRAK

Smart Building atau Bangunan Pintar adalah konstruksi dengan desain dan dukungan teknologi yang tepat untuk memaksimalkan fungsionalitas dan kenyamanan bagi penghuninya dengan kompromi untuk mengurangi biaya operasional, dan memperpanjang umur struktur fisik. Komponen-komponen yang digunakan saling terhubung melalui jaringan lokal, sehingga dapat difungsikan untuk berbagai hal, salah satunya sebagai sistem untuk memantau dan mengendalikan pencahayaan pada bangunan. Pencahayaan merupakan sumber energi terbesar yang digunakan oleh manusia, hal tersebut berakibat pada tingginya biaya yang harus dikeluarkan, terlebih jika penggunaan energi tersebut tidak terkontrol dengan baik. Pada penelitian ini dibangun sistem untuk memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* berbasis *WebSocket*. Selain itu pengendalian lampu dalam sistem ini juga dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh melalui sensor cahaya. Sistem yang dibangun memanfaatkan protokol *WebSocket* yang dapat mereduksi keterlambatan (*latency*) karena begitu koneksi *WebSocket* terbangun maka *server* dapat mengirim pesan kapanpun dibutuhkan. Sistem ini terdiri dari tiga subsistem yaitu subsistem sensor dan mikrokontroler, subsistem server, serta subsistem klien. Hasil yang diperoleh adalah sistem yang dapat memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* serta interaktif terhadap pengguna. Representasi intensitas cahaya disampaikan secara visual berupa grafik dengan pembaruan warna secara berkala. Sedangkan perubahan status lampu nyala dan mati direpresentasikan dengan warna kuning dan putih.

Kata Kunci: *Smart Building*, Pencahayaan, Lampu, Sensor Cahaya, *Realtime* , Otomatis, *WebSocket*

ABSTRACT

Smart Building is a construction with the right design and technological support to maximize functionality and comfort for its occupants by compromise to reduce operational costs, and extend the life of the physical structure. The components used are interconnected through the local network, so it can be functioned for various things, one of them as a system to monitor and control lighting in the building. Lighting is the largest source of energy used by humans, it results in high costs to be incurred, especially if the use of energy is not well controlled. In this study built a system to monitor and control the lights in realtime based WebSocket. In addition, control of the lights in this system can also be done automatically based on the intensity of light obtained through the light sensor. The built system utilizes the WebSocket protocol that can reduce the latency because once a WebSocket connection is established the server can send a message whenever it is needed. This system consists of three subsystems namely the sensor and microcontroller subsystem, server subsystem, and client subsystem. The results obtained are systems that can monitor and control the lights in realtime and interactive to the user. The representation of the intensity of light is presented visually in the form of a graph with regular color updates. While the status change lights on and off is represented by yellow and white.

Keywords: Smart Building, Lighting, Lamp, Light Sensor, Realtime, Automatic, WebSocket

KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan anugerah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Smart Building* dalam Memantau dan Mengendalikan Lampu secara *Realtime* Berbasis *Websocket*” sehingga memperoleh gelar sarjana strata satu Departemen Ilmu Komputer / Informatika pada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Atas peran sertanya dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Widowati, MSi, selaku Dekan Fakultas Sains & Matematika
2. Ragil Saputra, S.Si, M.Cs, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer
3. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Koordinator Tugas Akhir
Departemen Ilmu Komputer / Informatika
4. Indra Waspada, ST, MTI, selaku dosen pembimbing, Nurdin Bahtiar, S.Si, MT.,
selaku dosen wali.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari penyampaian materi maupun isi dari materi itu sendiri. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Semarang, 22 Juni 2017

Penulis,

Siti Khusnul Azifah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II	5
DASAR TEORI.....	5
2.1. Studi Pustaka.....	5
2.1.1. <i>Smart Building</i>	5
2.1.2. Mikrokontroler Arduino Uno	6
2.1.3. Sensor, Aktuator, dan Transduser	7
2.1.4. Komunikasi <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	7
2.1.5. <i>JavaScript</i>	8
2.1.6. <i>Node.js</i>	10
2.1.7. <i>Server Express</i>	10
2.1.8. <i>Johnny-Five</i>	12
2.1.9. <i>Socket.io</i>	13
2.1.10. Metode Pengembangan Perangkat Lunak <i>Waterfall</i>	14
2.1.11. Konsep <i>Unified Modelling Language</i>	15
2.1.12. Pengujian <i>Black-Box</i>	25
BAB III.....	26
DEFINISI KEBUTUHAN, ANALISIS, DAN PERANCANGAN	26
3.1. Communication.....	26

3.2. Planning	27
3.2.1. Kebutuhan Fungsional	27
3.2.2. Kebutuhan Non-Fungsional	27
3.3. Modeling	28
3.3.1. Permodelan <i>Use Case</i>	28
3.3.2. <i>Design Model</i>	32
3.3.3. Sketsa Antarmuka	37
3.3.4. Rencana Pengujian	39
BAB IV	41
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	41
4.1. Implementasi	41
4.1.1. Spesifikasi Perangkat	41
4.1.2. Implementasi <i>Class</i>	42
4.1.3. Implementasi Antarmuka	42
4.2. Pengujian	44
4.2.1. Lingkungan Pengujian	45
4.2.2. Pelaksanaan Pengujian	45
4.2.3. Pengujian <i>Realtime</i>	49
4.2.4. Evaluasi Pengujian	56
BAB V	57
PENUTUP	57
1.1. Kesimpulan	57
1.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mikrokontroler Arduino Uno	6
Gambar 2.2. <i>WebSocket vs HTTP Polling</i>	8
Gambar 2.3. Model <i>Waterfall</i>	15
Gambar 2.4. Contoh <i>Class</i>	16
Gambar 2.5. Contoh <i>Interface</i>	16
Gambar 2.6. Contoh <i>Use Case</i>	17
Gambar 2.7. Contoh <i>Component</i>	17
Gambar 2.8. Contoh <i>Use Case Diagram</i> (O'Docherty, 2005)	19
Gambar 2.9. Contoh Detail <i>Use Case</i> (O'Docherty, 2005)	20
Gambar 2.10. Contoh <i>Activity Diagram</i>	21
Gambar 3.1. Arsitektur Rancang Bangun <i>Smart Building</i> dalam Memantau dan Mengendalikan Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	27
Gambar 3.2. <i>Use Case Diagram</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	29
Gambar 3.3. <i>Activity Diagram</i> Menghubungkan <i>Board</i> Arduino dengan Komputer	33
Gambar 3.4. <i>Activity Diagram</i> Mengaktifkan Sistem	33
Gambar 3.5. <i>Activity Diagram</i> Menampilkan Intensitas Cahaya	34
Gambar 3.6. <i>Activity Diagram</i> Menampilkan Lampu dan Statusnya	34
Gambar 3.7. <i>Activity Diagram</i> Mengelola Otomatisasi Pengendalian Lampu	35
Gambar 3.8. <i>State Diagram</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	36
Gambar 3.9. <i>Deployment Diagram</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	37
Gambar 3.10. Sketsa Antarmuka <i>Sign Up</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	37
Gambar 3.11. Sketsa Antarmuka <i>Login</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	38
Gambar 3.12. Sketsa Antarmuka <i>Dashboard</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	38
Gambar 3.13. Sketsa Antarmuka <i>Manage Leds</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	39

Gambar 4.1. Antarmuka <i>Sign Up</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	43
Gambar 4.2. Antarmuka <i>Login</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	43
Gambar 4.3. Antarmuka <i>Dashboard</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	44
Gambar 4.4. Antarmuka <i>Manage Leds</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	44
Gambar 4.5. Antarmuka <i>Dashboard</i> Sistem Pemantauan dan Pengendalian Lampu secara <i>Realtime</i> Berbasis <i>WebSocket</i>	49
Gambar 4.6. Arduino beserta Sensor Cahaya dan Lampu <i>Led</i>	50
Gambar 4.7. Antarmuka <i>Dashboard</i> ketika Intensitas Cahaya di atas Batas yang Ditetapkan	51
Gambar 4.8. Antarmuka <i>Dashboard</i> ketika Intensitas Cahaya di bawah Batas yang Ditetapkan	51
Gambar 4.9. Antarmuka <i>Dashboard Switch One On</i>	52
Gambar 4.10. Antarmuka <i>Dashboard Switch One Off</i>	52
Gambar 4.11. Antarmuka <i>Dashboard Switch All On</i>	53
Gambar 4.12. Antarmuka <i>Dashboard Switch All Off</i>	53
Gambar 4.13. Antarmuka <i>Dashboard</i> Pengaturan Otomatis.....	54
Gambar 4.14. Antarmuka <i>Dashboard</i> Pengaturan Manual	54
Gambar 4.15. Klien Merespon secara <i>Realtime</i> dalam Jarak Jauh.....	55
Gambar 4.16. Klien Merespon secara <i>Realtime</i> dalam Jarak Jauh.....	55
Gambar 4.17. Klien Merespon secara <i>Realtime</i> dalam Jarak Jauh.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis-jenis <i>Relationship</i>	18
Tabel 2.2. Komponen <i>Use Case Diagram</i>	18
Tabel 2.3. Komponen <i>Activity Diagram</i>	22
Tabel 2.4. Komponen <i>State Diagram</i>	23
Tabel 2.5. Komponen <i>Deployment Diagram</i>	24
Tabel 2.6. Parameter Kelas <i>Board</i>	61
Tabel 2.7. Figur Kelas <i>Board</i>	61
Tabel 2.8. Tabel Konstanta Mode	65
Tabel 2.9. Parameter Kelas Sensor.....	71
Tabel 2.10 . Tabel <i>Options</i> Kelas Sensor	71
Tabel 2.11. Figur Kelas Sensor	71
Tabel 2.12. Parameter Kelas <i>Led</i>	75
Tabel 2.13. Figur Kelas <i>Led</i>	75
Tabel 3.1. Daftar Aktor.....	28
Tabel 3.2. Daftar <i>Use Case</i>	29
1. Tabel 3.3. <i>Use Case</i> Menghubungkan <i>Board</i> Arduino dengan Komputer	30
2. Tabel 3.4. <i>Use Case</i> Mengaktifkan Sistem	30
3. Tabel 3.5. <i>Use Case</i> Menampilkan Intensitas Cahaya	31
4. Tabel 3.6. <i>Use Case</i> Menampilkan Lampu dan Statusnya.....	31
5. Tabel 3.7. <i>Use Case</i> Mengelola Otomatisasi Pengendalian Lampu.....	32
Tabel 3.8. Tabel Rencana Pengujian	40
Tabel 4.1. Implementasi <i>Class</i>	42
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Menghubungkan <i>Board</i> Arduino dengan Komputer	46
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Mengaktifkan Sistem	46
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Menampilkan Intensitas Cahaya	47
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Menampilkan Lampu dan Statusnya.....	47
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Mengelola Otomatisasi Pengendalian Lampu.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta ruang lingkup tugas akhir mengenai rancang bangun *smart building* dalam memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* berbasis *WebSocket*.

1.1. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini tidak dapat dipungkiri bahwa pencahayaan merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Tidak hanya di rumah, pencahayaan juga digunakan di area yang lebih luas, seperti di sepanjang jalan, taman, maupun gedung perkantoran yang memiliki banyak lantai dan menggunakan banyak lampu. Tidak hanya pada malam hari, pada sebagian gedung perkantoran, pencahayaan juga dibutuhkan pada siang hari. Dapat dikatakan bahwa pencahayaan menjadi sumber energi terbesar yang digunakan oleh manusia, hal tersebut berakibat pada tingginya biaya yang harus dikeluarkan oleh pemilik tempat atau bangunan.

Dalam jurnal *Daintree Networks* yang berjudul *The Value of Wireless Lighting Control* dijelaskan bahwa pada bangunan komersial, pencahayaan menyumbang hingga 40% dari total biaya energi. Mengurangi konsumsi energi ini telah menjadi tujuan utama bagi pemilik bangunan, pemerintah, dan banyak pemangku kepentingan lainnya. Bukan rahasia lagi bahwa mengganti lampu yang ada dengan sumber pencahayaan yang menghemat energi lebih banyak (seperti LED) adalah salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi yang besar, namun efisiensi ini hanyalah permulaan. Tingkat pengurangan energi yang lebih besar berasal dari mematikan lampu saat tidak dibutuhkan dan mengurangi keseluruhan permintaan akan energi pencahayaan.

Sistem kontrol pencahayaan dapat dibuat dengan menggunakan faktor-faktor seperti jumlah ruangan, cahaya pada siang hari, dan pengaturan waktu untuk melakukannya, sehingga memberikan penghematan energi dan biaya yang signifikan, serta tingkat fleksibilitas dan kontrol yang besar bagi pemilik bangunan dan administrator. Salah satu area penghematan terbesar adalah mengurangi pencahayaan ketika cahaya alami sudah memenuhi kebutuhan akan pencahayaan.

Saat sinar matahari datang melalui jendela atau *skylight*, sensor cahaya dapat mendeteksi level cahaya alami dan meredupkan atau bahkan mematikan lampu di daerah tersebut. Ketika cahaya alami memudar, lampu otomatis dapat kembali menyala sesuai level cahaya alami. Hal ini dapat membantu menghemat energi dan biaya pencahayaan lebih dari 20%. (Daintree Networks, 2010)

Salah satu karakteristik pada sistem berbasis obyek pintar adalah kemampuan untuk menangkap dan mengirimkan data secara kontinyu. Untuk membangun sistem pencahayaan otomatis berbasis web, idealnya klien tidak perlu terus menerus (*pooling*) menanyakan status ke *server*. Teknologi *WebSocket* dapat digunakan sebagai solusi komunikasi secara dua arah (*duplex*). *WebSocket* dapat mereduksi keterlambatan (*latency*) karena begitu koneksi *WebSocket* terbangun maka *server* dapat mengirim pesan kapanpun dibutuhkan. Oleh karena itu *WebSocket* menjadi solusi bagi berbagai kekurangan yang menyebabkan protokol HTTP tidak cocok untuk komunikasi *real-time*. (Pimentel & Nickerson, 2012)

Mempertimbangkan dua kasus tersebut, diperoleh gagasan untuk membuat sebuah sistem pengendalian lampu secara *realtime* dengan menggunakan sensor cahaya dan *WebSocket* untuk komunikasi antara klien dengan *server*, dimana dalam kasus ini sistem yang dijalankan di *browser* sebagai klien dan sistem penerima sensor sebagai *server*. Untuk dapat mendeteksi intensitas cahaya dengan sensor cahaya, diperlukan perangkat sensor cahaya serta Arduino Uno. Selain itu diperlukan platform *JavaScript* Robotika & IoT *Johnny-Five* untuk menerima dan menerjemahkan hasil sensor dari Arduino Uno agar dapat dibaca oleh sistem *server*.

Dalam penelitian tugas akhir ini akan dibuat sebuah sistem untuk memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* menggunakan sensor cahaya. Seperti yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya, sistem ini akan menggunakan perangkat sensor cahaya serta Arduino Uno untuk mendeteksi intensitas cahaya. *Johnny-Five* akan digunakan untuk menerima dan menerjemahkan hasil sensor dari Arduino Uno agar dapat dibaca oleh sistem *server*. Selain itu, sistem ini juga akan menggunakan *WebSocket* sebagai penghubung komunikasi antara klien dengan *server*. Sistem ini nantinya akan dapat diterapkan di berbagai tempat, namun tugas akhir ini berfokus pada penerapan sistem untuk bangunan komersial (*Smart Building*).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana membangun sistem pemantauan dan pengendalian lampu berbasis mikrokontroler Arduino Uno?
2. Bagaimana membangun *dashboard* berbasis *WebSocket* untuk memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime*?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah menghasilkan sebuah sistem yang dapat memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* berbasis mikrokontroler Arduino Uno.

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk memudahkan pemilik rumah dalam memantau dan mengendalikan lampu melalui antarmuka berbasis jaringan internet.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pengembangan rancang bangun *smart building* dalam memantau dan mengendalikan lampu secara *realtime* berbasis *WebSocket* adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman *JavaScript*.
2. Menggunakan Arduino Uno dan sensor cahaya untuk otomatisasi pengendalian lampu dan mengetahui intensitas cahaya secara *realtime*.
3. Menggunakan *Johnny-Five* sebagai platform *JavaScript* Robotika & IoT untuk menerima dan menerjemahkan hasil sensor dari Arduino Uno.
4. Menggunakan *Server Express* sebagai aplikasi *server*.
5. Menggunakan Jade dan CSS untuk membuat *interface* pada sisi klien.
6. Menggunakan *WebSocket* untuk melakukan komunikasi antara klien dan *server* secara *realtime*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi kumpulan studi pustaka yang berhubungan dengan topik tugas akhir. Dasar teori ini meliputi *Smart Building*, mikrokontroler Arduino Uno, sensor, akuator, dan transduser, komunikasi *realtime* berbasis *WebSocket*, *Javascript*, *Node.js*, *server Express*, *Johnny-Five*, *Socket.io*, model pengembangan perangkat lunak *Waterfall*, konsep *Unified Modelling Language*, dan pengujian *black-box*.

BAB III DEFINISI KEBUTUHAN, ANALISIS, DAN PERANCANGAN

Membahas tahap definisi kebutuhan, analisis, dan tahap perancangan, serta hasil yang didapat pada ketiga tahap tersebut.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Membahas tahap implementasi dan rincian pengujian sistem yang dibangun dengan metode *black-box*.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan yang diambil berkaitan dengan sistem yang dikembangkan dan saran-saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.