

**RANCANG BANGUN PENGAMANAN JARINGAN NIRKABEL BERBASIS  
AUTENTIKASI LOGIN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH  
MENGUNAKAN METODE QUEUE TREE PADA MIKROTIK (STUDI  
KASUS ASRAMA BOGANI YOGYAKARTA)**

**SKRIPSI**



**disusun oleh  
Nathaliano David Renyaan  
14.11.8117**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2019**



**RANCANG BANGUN PENGAMANAN JARINGAN NIRKABEL BERBASIS  
AUTENTIKASI LOGIN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH  
MENGUNAKAN METODE QUEUE TREE PADA MIKROTIK (STUDI  
KASUS ASRAMA BOGANI YOGYAKARTA)**

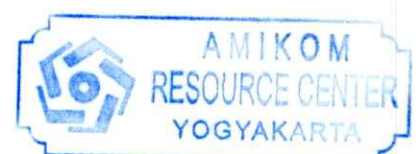
**SKRIPSI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai gelar Sarjana  
pada Program Studi Informatika



disusun oleh  
**Nathaliano David Renyaan**  
**14.11.8117**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA 2019**



## **PERSETUJUAN**

### **SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN PENGAMANAN JARINGAN NIRKABEL BERBASIS  
AUTENTIKASI LOGIN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN  
METODE QUEUE TREE PADA MIKTROTIK (STUDI KASUS ASRAMA  
BOGANI YOGYAKARTA)**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Nathaliano David Renyaan**

**14.11.8117**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 27 Desember 2018

**Dosen Pembimbing,**



**Joko Dwi Santoso, M.Kom.**

**NIK. 190302181**

## PENGESAHAN

### SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PENGAMANAN JARINGAN NIRKABEL BERBASIS  
AUTENTIKASI LOGIN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN  
METODE QUEUE TREE PADA MIKTROTIK (STUDI KASUS ASRAMA  
BOGANI YOGYAKARTA)**

yang dipersiapkan dan disusun oleh  
**Nathaliano David Renyaan**

**14.11.8117**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 18 Desember 2018  
**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Ferry Wahyu Wibowo, S.Si, M.Cs**  
**NIK. 190302235**

**Nila Feby Puspitasari, S.Kom, M.Cs**  
**NIK. 190302161**

**Joko Dwi Santoso, M.Kom**  
**NIK. 190302181**

**Tanda Tangan**



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 01 Februari 2018

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Krisnawati, S.Si, M.T.**  
**NIK. 190302038**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Yogyakarta, 15 Februari 2018



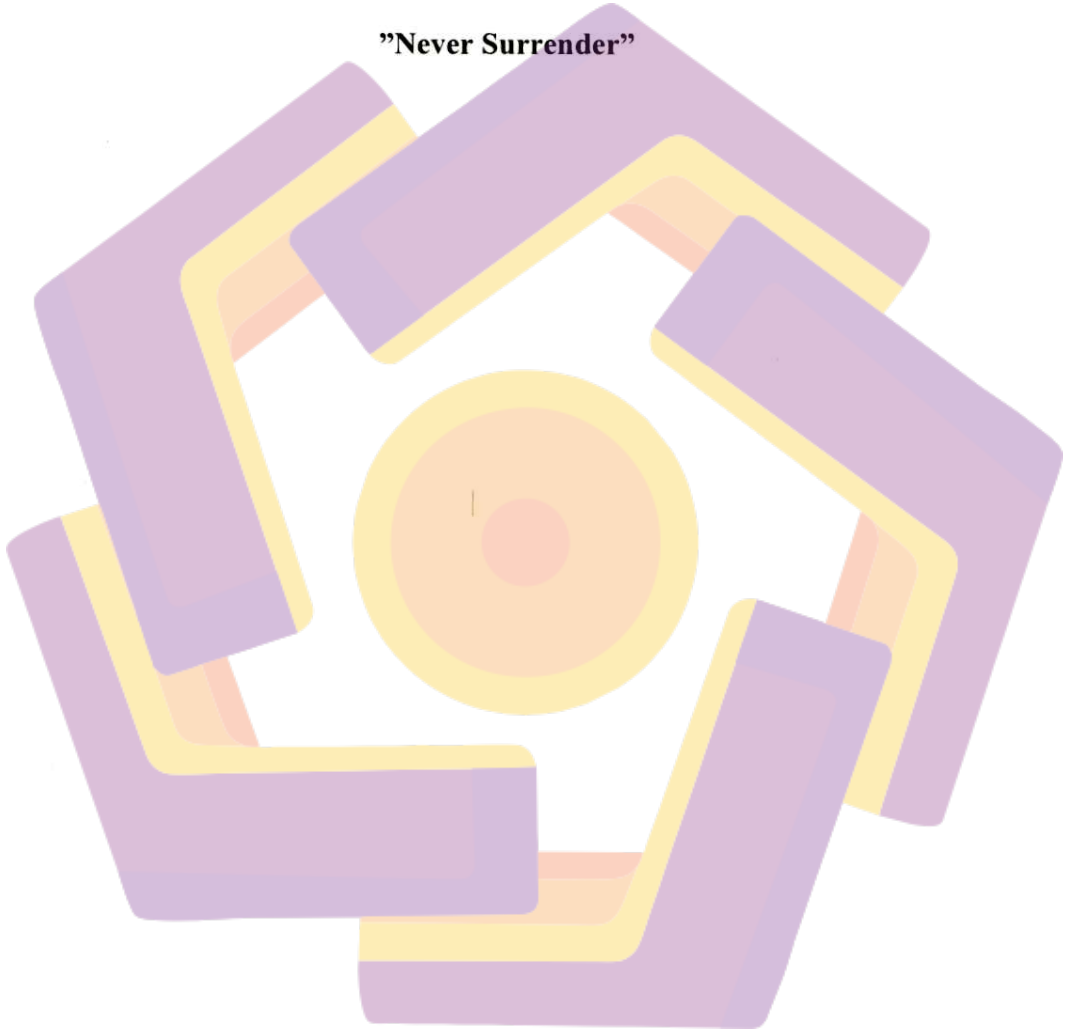
Nathaliano David Renyaan

N.I.M 14.11.8117

## **MOTTO**

**"DISAAT KALIAN BERMALAS-MALASAN TEMAN-TEMAN KALIAN  
SEDANG BERPROGRESS"**

**"Never Surrender"**



## PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat yang telah memberikan kesehatan, kelancaran, dan kekuatan. Atas segala karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Kupersembahkan Skripsi ini kepada orang-orang yang sangat saya sayangi dan kasihi.

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga (Bapak Sebastian Renyaan dan Ibu Agustina Rettob), Kakak-kakak kandung saya (Pemi Petrus Michael Renyaan, Ike Maria Renyaan, dan Jeklin sisilia Renyaan) yang selalu memberikan doa dan kasih sayang serta tak henti-hentinya memberikan dukungan dan semangat moral, spiritual serta material yang tak ternilai harganya.
2. Asrama Bogani Yogyakarta yang sudah memfasilitasi pekerjaan skripsi saya.
3. Dosen Pembimbing yang sangat baik dan pengertian, Joko Dwi Santoso, M.Kom yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, bimbingan, semangat dan motivasi agar segera menyelesaikan tugas Skripsi ini.
4. Teman-teman satu kontrakanku Sulton yang selalu banyak omong, Hendy yang selalu tabah mendengar ocehanku, Bagus yang selalu membantu dan

memberi saran, Yusak yang memberi masukan penting dalam pengerjaan skripsi.

5. Teman-teman dan Sodaraku disquad “HYDRA DAN KOPASSUS” terutama Reza (R.Beret) dan Dimas (Kawahara) yang memberikan semangat, dukungan canda tawa, dalam proses pengerjaan skripsi ini.
6. Terima kasih kepada kelas S1 Informatika 08 yang telah banyak memberikan pendidikan sikap moral dan bijak serta kekeluargaan sehingga dapat mengenali setiap tingkah laku sikap dari masing-masing.
7. Serta seluruh pihak yang telah banyak membantu yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, saya ucapkan terima kasih atas doa, bantuan, semangat dukungan dan kerjasamanya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Oleh karena anugerah yang melimpah , kemurahan dan kasih setia yang besar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : “RANCANG BANGUN PENGAMANAN JARINGAN NIRKABEL BERBASIS AUTENTIKASI LOGIN DAN MANAJEMEN BANDWIDTH MENGGUNAKAN METODE QUEUE TREE PADA MIKROTIK (STUDI KASUS ASRAMA BOGANI YOGYAKARTA)” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan syarat utama bagi penulis untuk menyelesaikan program studi Strata-1 di Universitas Amikom Yogyakarta program studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, MM selaku rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Ibu Krisnawati, S.Si, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Bapak Sudarmawan, MT selaku Ketua Jurusan Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.

4. Bapak Joko Dwi Santoso, M.Kom selaku Dosen Pembimbing, berkat bimbingan serta arahan beliau sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan hasil yang terbaik.
5. Asrama Bogani Yogyakarta yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan saran.
6. Semua keluarga besar penulis terutama orang tua dan kakak - kakak yang tidak pernah lelah memberikan dukungan, motivasi, doa kepada penulis.

Yogyakarta, 15 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN ..... i

PENGESAHAN ..... ii

PERNYATAAN ..... iii

MOTTO ..... iv

PERSEMBAHAN ..... v

KATA PENGANTAR ..... vii

DAFTAR ISI ..... vii

DAFTAR GAMBAR ..... xiii

DAFTAR TABEL ..... xvii

INTISARI ..... xviii

ABSTRACT ..... xix

BAB I ..... 1

PENDAHULUAN ..... 1

1.1 Latar Belakang Masalah ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 2

1.3 Batasan Masalah ..... 3

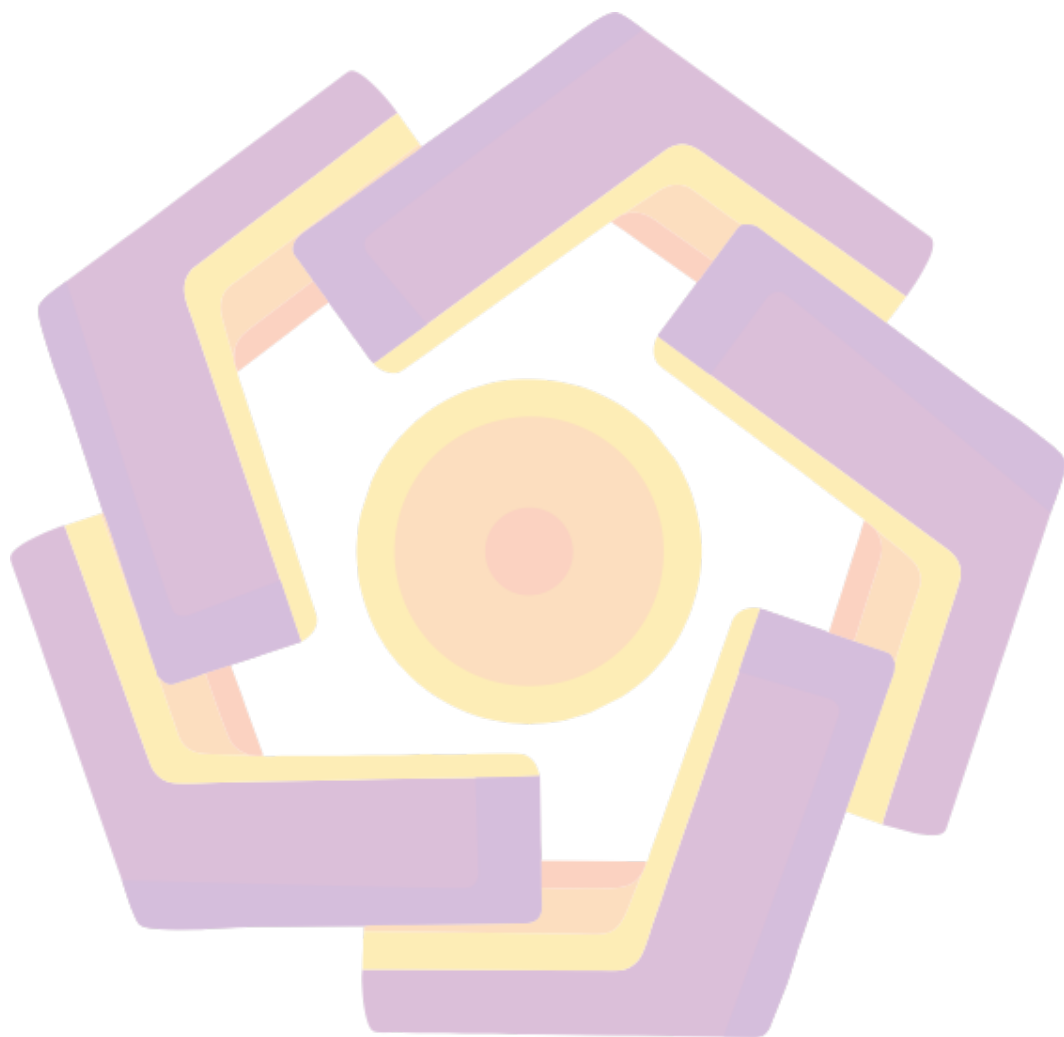
|                |                                               |    |
|----------------|-----------------------------------------------|----|
| 1.4            | Maksud dan Tujuan Penelitian .....            | 3  |
| 1.5            | Manfaat dan Tujuan Penelitian .....           | 3  |
| 1.6            | Metode Penelitian.....                        | 4  |
| 1.6.1          | Metode Pengumpulan Data .....                 | 4  |
| 1.6.2          | Metode Analisis dan Pengembangan Sistem ..... | 5  |
| 1.7            | Sistematika Penulisan.....                    | 7  |
| BAB II         | .....                                         | 8  |
| LANDASAN TEORI | .....                                         | 8  |
| 2.1            | Tinjauan Pustaka .....                        | 8  |
| 2.2            | Dasar Teori .....                             | 10 |
| 2.2.1          | Jaringan Komputer.....                        | 10 |
| 2.2.2          | Jenis-Jenis Jaringan Komputer.....            | 11 |
| 2.2.3          | Internet .....                                | 12 |
| 2.2.4          | Topologi Jaringan .....                       | 13 |
| 2.2.5          | Jaringan Nirkabel.....                        | 15 |
| 2.2.6          | Router.....                                   | 16 |
| 2.2.7          | Mikrotik .....                                | 17 |
| BAB III        | .....                                         | 24 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| METODE PENELITIAN.....                                       | 24 |
| 3.1 Tempat Penelitian.....                                   | 24 |
| 3.2 Waktu Penelitian .....                                   | 24 |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data .....                            | 25 |
| 3.3.1 Metode Wawancara.....                                  | 25 |
| 3.3.2 Metode Observasi .....                                 | 25 |
| 3.3.3 Metode Pustaka.....                                    | 25 |
| 3.4 Tahap Analisis ( <i>Analysis</i> ).....                  | 26 |
| 3.4.1 Analisis Kondisi Denah Lokasi .....                    | 26 |
| 3.4.2 Analisis Kondisi Topologi Jaringan Yang Berjalan ..... | 26 |
| 3.4.3 Analisis Perfoma Sistem Lama.....                      | 27 |
| 3.4.4 Identifikasi Masalah.....                              | 30 |
| 3.4.5 Solusi Terhadap Masalah.....                           | 31 |
| 3.4.6 Analisis Kebutuhan Fungsional .....                    | 31 |
| 3.4.7 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional .....                | 31 |
| 3.5 Tahap Perancangan ( <i>Design</i> ) .....                | 40 |
| 3.5.1 Alur Penelitian .....                                  | 41 |
| 3.5.2 Rancangan Topologi Jaringan.....                       | 42 |

|                                  |                                                              |    |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.5.3                            | Cara Kerja Sistem .....                                      | 43 |
| 3.5.4                            | Konfigurasi IP .....                                         | 44 |
| 3.5.5                            | Perancangan Interface Halaman Autentikasi Login.....         | 45 |
| BAB IV .....                     |                                                              | 47 |
| IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN..... |                                                              | 47 |
| 4.1                              | Tahap Simulasi .....                                         | 47 |
| 4.1.1                            | Topologi Simulasi Sistem .....                               | 47 |
| 4.1.2                            | Simulasi Routing Tabel.....                                  | 48 |
| 4.1.3                            | Simulasi Konfigurasi Administrator Pada Mikrotik .....       | 49 |
| 4.1.4                            | Simulasi Setting Waktu.....                                  | 49 |
| 4.1.5                            | Simulasi Konfigurasi Interface .....                         | 50 |
| 4.1.6                            | Simulasi Konfigurasi DHCP Client .....                       | 51 |
| 4.1.7                            | Simulasi Konfigurasi IP Address Untuk Bridge .....           | 52 |
| 4.1.8                            | Simulasi Konfigurasi DHCP Server .....                       | 53 |
| 4.1.9                            | Simulasi Konfigurasi DNS Server .....                        | 54 |
| 4.1.10                           | Simulasi Konfigurasi NAT (Network Address Translation) ..... | 55 |
| 4.1.11                           | Simulasi Tes Koneksi ke Internet .....                       | 57 |
| 4.1.12                           | Simulasi Konfigurasi Mangle .....                            | 57 |

|         |                                                 |    |
|---------|-------------------------------------------------|----|
| 4.1.13  | Simulasi Konfigurasi Hotspot Gateway.....       | 59 |
| 4.1.14  | Simulasi Konfigurasi Manajemen Bandwidth .....  | 64 |
| 4.1.15  | Simulasi Konfigurasi Halaman Login.....         | 69 |
| 4.1.16  | Simulasi Konfigurasi Access Point.....          | 70 |
| 4.2     | Tahap Implementasi (Implementation) .....       | 74 |
| 4.2.1   | Implementasi Konfigurasi Hotspot Gateway.....   | 75 |
| 4.2.2   | Implementasi Konfigurasi Autentikasi Login..... | 76 |
| 4.2.3   | Implementasi PCQ (Peer Connection Queue) .....  | 77 |
| 4.2.4   | Implementasi Konfigurasi Queue Tree .....       | 78 |
| 4.2.5   | Implementasi Konfigurasi Access Point .....     | 80 |
| 4.2.6   | Pengujian Autentikasi Login.....                | 84 |
| 4.2.7   | Pengujian Halaman Login.....                    | 85 |
| 4.2.8   | Pengujian Management Bandwidth .....            | 87 |
| 4.2.9   | Evaluasi Sistem.....                            | 89 |
| BAB V   | .....                                           | 91 |
| PENUTUP | .....                                           | 91 |
| 5.1     | Kesimpulan.....                                 | 91 |
| 5.2     | Saran.....                                      | 91 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA ..... | 93 |
|----------------------|----|



## DAFTAR GAMBAR

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 Kondisi Denah Asrama .....                 | 26 |
| Gambar 3. 2 Topologi Jaringan.....                     | 27 |
| Gambar 3. 3 Tampilan Login.....                        | 28 |
| Gambar 3. 4 Uji Trafik Download Client 1 .....         | 28 |
| Gambar 3. 5 Uji Trafik Download Client 2 .....         | 29 |
| Gambar 3. 6 Routerboard RB951Ui-2nD .....              | 32 |
| Gambar 3. 7 Access Point TP-Link TL-WR840N .....       | 35 |
| Gambar 3. 8 Gambar Accer Aspire 4738.....              | 37 |
| Gambar 3. 9 Kabel UTP.....                             | 39 |
| Gambar 3. 10 Rancangan Topologi Jaringan Baru.....     | 42 |
| Gambar 3. 11 Alur Sistem .....                         | 43 |
| Gambar 3. 12 Gambaran Implementasi .....               | 45 |
| Gambar 3. 13 Rancangan Halaman Autentikasi Login.....  | 46 |
| Gambar 4. 1 Topologi Simulasi .....                    | 48 |
| Gambar 4. 3 Simulasi Konfigurasi Identitas Router..... | 49 |
| Gambar 4. 4 Simulasi Setting Zona Waktu Router.....    | 50 |
| Gambar 4. 5 Simulasi Mengubah Nama Interface .....     | 50 |
| Gambar 4. 6 Interface List .....                       | 51 |
| Gambar 4. 7 Simulasi DHCP Client .....                 | 51 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 8 Simulasi Konfigurasi IP Address Bridge Ether2 dan Ether3 ..... | 52 |
| Gambar 4. 9 Simulasi Address List .....                                    | 53 |
| Gambar 4. 10 Simulasi Konfigurasi DHCP Server.....                         | 54 |
| Gambar 4. 11 Simulasi Konfigurasi DNS Server .....                         | 54 |
| Gambar 4. 12 Simulasi Konfigurasi Chain NAT .....                          | 55 |
| Gambar 4. 13 Simulasi Konfigurasi Action NAT.....                          | 56 |
| Gambar 4. 14 Simulasi Tes koneksi Internet.....                            | 57 |
| Gambar 4. 15 Simulasi Konfigurasi Connection mark Koneksi-Browsing.....    | 58 |
| Gambar 4. 16 Simulasi Konfigurasi mangle mark packet Paket-Browsing .....  | 59 |
| Gambar 4. 17 Simulasi Instalasi Hotspot.....                               | 60 |
| Gambar 4. 18 Simulasi Menentukan IP Hotspot .....                          | 60 |
| Gambar 4. 19 Simulasi Menentukan IP Pool.....                              | 61 |
| Gambar 4. 20 Simulasi Menentukan Hotspot SSL Certificate .....             | 61 |
| Gambar 4. 21 Simulasi Menentukan SMTP Server.....                          | 62 |
| Gambar 4. 22 Simulasi Menentukan DNS Server .....                          | 62 |
| Gambar 4. 23 Simulasi Menentukan DNS Name Hotspot .....                    | 63 |
| Gambar 4. 24 Simulasi Menentukan User Local Hotspot .....                  | 63 |
| Gambar 4. 25 Simulasi Konfigurasi Server Profile .....                     | 64 |
| Gambar 4. 26 Simulasi Konfigurasi Queue Type PCQ Donwload .....            | 65 |
| Gambar 4. 27 Simulasi Konfigurasi Queue Type PCQ Upload .....              | 65 |
| Gambar 4. 28 Simulasi Konfigurasi Queue Tree Download Parent .....         | 66 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 29 Simulasi Konfigurasi Queue Tree Upload Parent.....    | 67 |
| Gambar 4. 30 Simulasi Queue Tree Browsing Download.....            | 68 |
| Gambar 4. 31 Simulasi Queue Tree Browsing Upload.....              | 68 |
| Gambar 4. 32 Simulasi Queue Tree List.....                         | 69 |
| Gambar 4. 33 Simulasi File Halaman Login Mikrotik .....            | 70 |
| Gambar 4. 34 Simulasi Login Access Point TL-WR840N.....            | 71 |
| Gambar 4. 35 Simulasi Quick Start Access Point TL-WR840N .....     | 71 |
| Gambar 4. 36 Simulasi Konfigurasi Operation Mode Access Point..... | 72 |
| Gambar 4. 37 Konfigurasi Wireless Access Point.....                | 72 |
| Gambar 4. 38 Simulasi Konfigurasi Network Setting .....            | 73 |
| Gambar 4. 39 Simulasi Review Setting Access Point .....            | 73 |
| Gambar 4. 40 Simulasi Finishing Konfigurasi Access Point.....      | 74 |
| Gambar 4. 41 Konfigurasi Hotspot Gateway.....                      | 75 |
| Gambar 4. 42 Konfigurasi Server Profile .....                      | 76 |
| Gambar 4. 43 File Halaman Login Mikrotik .....                     | 76 |
| Gambar 4. 44 Konfigurasi HTML Directory.....                       | 77 |
| Gambar 4. 45 Konfigurasi Queue Type PCQ Donwload dan Upload .....  | 77 |
| Gambar 4. 46 Konfigurasi Queue Tree Download Parent.....           | 78 |
| Gambar 4. 47 Konfigurasi Queue Tree Upload Parent.....             | 78 |
| Gambar 4. 48 Konfigurasi Queue Tree Browsing Download.....         | 79 |
| Gambar 4. 49 Konfigurasi Queue Tree Browsing Upload.....           | 79 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 50 Queue Tree List.....                             | 80 |
| Gambar 4. 51 Login Access Point TL-WR840N .....               | 80 |
| Gambar 4. 52 Quick Start Access Point TL-WR840N .....         | 81 |
| Gambar 4. 53 Konfigurasi Operation Mode Access Point.....     | 81 |
| Gambar 4. 54 Konfigurasi Wireless Access Point.....           | 82 |
| Gambar 4. 55 Konfigurasi Network Setting .....                | 82 |
| Gambar 4. 56 Review Setting Access Point .....                | 83 |
| Gambar 4. 57 Finishing Konfigurasi Access Point.....          | 83 |
| Gambar 4. 58 Pengujian Case Sensitive .....                   | 85 |
| Gambar 4. 59 Halaman Login.....                               | 85 |
| Gambar 4. 60 Status User Login.....                           | 86 |
| Gambar 4. 61 Status User Logout.....                          | 86 |
| Gambar 4. 62 Speedtest Menggunakan Laptop Dan Handphone ..... | 87 |
| Gambar 4. 63 Tes Download Client 1 .....                      | 88 |
| Gambar 4. 64 Tes Download Client 2 .....                      | 88 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 3. 1 Uji Trafik Download.....                                | 30  |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Routerboard RB951Ui-2 <sup>nd</sup> .....   | 33  |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Access Point</i> TP-Link TL-WR840N ..... | 35  |
| Tabel 3. 4 Spesifikasi Laptop Acces Aspire 4738 .....              | 38  |
| Tabel 3. 5 Alur Penelitian .....                                   | 41  |
| Tabel 3. 6 Konfigurasi IP .....                                    | 44  |
| Tabel 4. 1 Konfigurasi IP Address.....                             | 488 |
| Tabel 4. 2 Pengujian Case Sensitive .....                          | 844 |
| Tabel 4. 3 Uji Trafik Download.....                                | 889 |
| Tabel 4. 4 Evaluasi Sistem.....                                    | 900 |

## INTISARI

Asrama Bogani Yogyakarta adalah salah satu asrama yang menggunakan teknologi nirkabel sebagai fasilitas dari asrama. Jaringan nirkabel pada asrama Bogani hanya menggunakan sistem keamanan berupa *WPA2/PSK* dan belum adanya manajemen *bandwidth* sehingga ketika ada *user* yang melakukan download menyebabkan koneksi jaringan menjadi lambat dan mengganggu aktivitas *user* lain yang sedang melakukan browsing, memainkan game online, dan streaming.

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan terhadap jaringan nirkabel yang sudah ada pada Asrama Bogani Yogyakarta menggunakan Autentikasi *Login Captive Portal* dan Manajemen *Bandwidth* yang bisa mengatasi permasalahan yang ada.

Penelitian dilakukan dengan mengembangkan jaringan nirkabel pada Asrama Bogani Yogyakarta dengan membuat *captive portal* menggunakan mikrotik dan penerapan *Queue Tree* sebagai pengelola *bandwidth*. Dari hasil pengujian setelah implementasi sistem jaringan internet lebih stabil dan merata.

**Kata Kunci :** *mikrotik, wireless, captive portal, bandwidth, queue tree*

## **ABSTRACT**

*Bogani Yogyakarta Dormitory is one of the dormitories that uses wireless technology as a facility from the hostel. The wireless network in the Bogani dormitory only uses a security system in the form of WPA2 / PSK and there is no bandwidth management so that when a user downloads, the network connection becomes slow and interferes with the activity of other users browsing, playing online games, and streaming.*

*Based on the above problems, this study aims to develop the existing wireless network in Yogyakarta Bogani Dormitory using the Captive Portal Login Authentication and Bandwidth Management which can overcome existing problems.*

*The research was conducted by developing wireless networks in Bogani Yogyakarta Dormitory by making captive portals using proxy and the application of Queue Tree as bandwidth manager. From the results of testing after the implementation of the internet network system more stable and evenly distributed.*

**.Keywords :** mikrotik, wireless, captive portal, bandwidth, queue tree