PERANCANGAN APLIKASI WEB NETWORK AUTOMATION MANAJEMEN PELANGGAN PPPOE MENGGUNAKAN MIKROTIK PADA JARINGAN RT/RW NET (STUDI KASUS : MCONNEK)

SKRIPSI

OLEH:
KETUT GITAHADI MERTA
2215051063

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA (PTI) (S1)
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunaan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitias dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Balai Besar Sertifikasi Elektronik



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunaan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitias dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN

Menyetujui

Pembimbing I	Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T.,M.T NIP.199105152020121003
Pembimbing II	Dr. Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs. NIP.198708022014041001

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunaan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitias dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Skripsi oleh Ketut Gitahadi Merta ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 09 September 2026

Dewan Penguji

Ketua	I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom. NIP.197905112006041004
Anggota	Ir. Kadek Teguh Dermawan, S.Pd., M.Kom. NIP.199406132025061003
Anggota	Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T.,M.T NIP.199105152020121003
Anggota	Dr. Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs. NIP.198708022014041001

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunaan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitias dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng. NIP.198502152008122007

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan

Prof. Dr. Ir. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.

NIP.197912012006041001

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunaan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitias dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Balai Besar Sertifikasi Elektronik

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Perancangan Aplikasi Web *Network Automation* Manajemen Pelanggan PPPoE Menggunakan MikroTik pada Jaringan RT/RW Net (Studi Kasus: Mconnek)" beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini

Singaraja, 30 September 2026

Ketut Gitahadi Merta
NIM. 2215051063

KATA PENGANTAR

"OM SWASTYASTU"

SAYA PERSEMBAHKAN KARYA INI UNTUK

TUHAN YANG MAHA ESA

Atas berkat dan rahmat-Nya, penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

Atas segala kemudahan dan kelancaran yang diberikan.

ORANG TUA

(I Kade Ardana dan Ni Ketut Yortini)

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang tiada hentinya dalam memanjatkan doa, memberikan kasih sayang, dukungan moral maupun materi yang diberikan kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Segala pengorbanan, kesabaran, dan keikhlasan yang diberikan menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini. Semoga nantinya saya bisa menjadi orang yang bermanfaat dan sukses untuk kehidupan kedepannya. Terimakasih.

SAUDARA

Teruntuk saudara penulis, terimakasih sudah memberikan dukungan serta rasa peduli kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

TEMAN-TEMAN

Terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu memberikan dukungan moril tanpa henti dalam memperlancar pembuatan skripsi ini dan selalu membantu saya saat mengalami kesulitas selama menyelesaikan skripsi ini.

"OM SHANTI SHANTI SHANTI OM"

MOTTO

Kita punya kendala, Tuhan punya kendali. Kita punya masalah. Tuhan punya solusi. Tetaplah bernapas, sebab tidak semua masalah harus selesai hari ini.

PRAKATA

Puji syukur penulis kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Perancangan Aplikasi Web *Network Automation* Manajemen Pelanggan PPPoE Menggunakan MikroTik pada Jaringan RT/RW Net (Studi Kasus: Mconnek)".** Penyusunan penelitian skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana Pendidikan Teknik Informatika, di Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis dapat menyelesaikan tepat pada waktunya berkat adanya bimbingan serta arahan yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Maka dari itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada yth:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd. selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Prof. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan.
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
4. Dr. phil. Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika.
5. I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom. selaku Penguji I yang telah memberikan arahan dalam menyusun skripsi ini.
6. Ir. Kadek Teguh Dermawan, S.Pd., M.Kom. selaku Penguji II yang telah memberikan arahan dalam menyusun skripsi ini.
7. Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T.,M.T. selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan, serta motivasi dalam menyusun skripsi ini.
8. Dr. Gede Saindra Santyadiputra, S.T., M.Cs. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, serta motivasi dalam menyusun skripsi ini.

9. I Kade Ardana dan Ni Ketut Yortini selaku orang tua dari penulis yang berperan dalam memberikan berbagai macam arahan dan masukan dari sudut pandang yang berbeda selama penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh staf dosen dan pegawai Fakultas Teknik dan Kejuruan yang telah banyak membantu kelancaran penulis dalam penyusunan skripsi ini.
11. Mconnek selaku mitra dan studi kasus penelitian yang telah memberikan dukungan, informasi, serta membantu dalam proses pengumpulan data yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian.
12. Ni Wayan Mesy Grecia Putri yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, semangat, dan perhatian kepada penulis selama menjalani setiap proses perjuangan, khususnya dalam penyusunan skripsi ini, hingga akhirnya dapat terselesaikan dengan baik.
13. Teman-teman Super Big Three yang telah memberikan ruang, dukungan, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi ini.
14. Teman-teman mahasiswa PTI angkatan 2022 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
15. Teman-teman Barudack yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan kebersamaan kepada penulis selama menjalani proses penyusunan proposal hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
16. Teman-teman Geng Kapak Negare yang telah memberikan semangat, dukungan, serta berbagai pengalaman dan kebersamaan yang berarti bagi penulis selama proses penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi ini.
17. Teman-teman Futsal Singaraja yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan di tengah proses penyusunan proposal hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
18. Serta seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu karena telah memberikan dukungan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga saran dan kritik dari pembaca sangat berarti bagi penulis untuk penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Singaraja, 30 September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN i
KATA PENGANTAR ii
MOTTO iii
PRAKATA iv
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
HALAMAN PENGESAHAN ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Batasan Masalah 7
1.5 Manfaat Penelitian 8
BAB II KAJIAN PUSTAKA 10
2.1 Penelitian Terdahulu 10
2.2 Landasan Teori 27
2.2.1 *Network Automation* 27
2.2.2 Aplikasi Web 27
2.2.3 Mikrotik Router OS 27
2.2.4 PPPoE (*Point-to-Point Protocol over Ethernet*) 28
2.2.5 Manajemen Pelanggan RT/RW Net 28

2.2.6 RT/RW Net 29
2.2.7 *Client-Side Rendering* dan Virtual DOM *Rendering Cycle* 29
2.2.8 *RESTful API* 30
2.2.9 Mikrotik API 31
2.2.10 *Payment gateway* 31
2.2.11 *Whatsapp Gateway* 32
2.2.12 *Waterfall* 32
2.2.13 *Blackbox Testing* 33
2.2.14 *White Box Testing* 34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 39
3.1 Jenis Penelitian 39
3.2 Metode Penelitian 39
3.2.1 *Requirement* 41
3.2.2 *Design* 41
3.2.3 *Implementation* 43
3.2.4 *Verification* 46
3.2.5 *Maintenance* 53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 55
4.1 Hasil 55
4.1.1 Hasil *Requirement* 55
4.1.2 Hasil *Design* 64
4.1.3 Hasil *Implementation* 127
4.1.4 Hasil Pengembangan 151
4.1.5 Hasil *Verification* 178
4.1.6 Hasil *Maintenance* 225
4.2 Pembahasan 226
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 234
5.1 Kesimpulan 234
5.2 Saran 236
DAFTAR PUSTAKA 239
LAMPIRAN 243

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
UNDIKSHA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 10
Tabel 2. 2 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu 14
Tabel 4. 1 Daftar Paket Layanan Internet Mconnek 56
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Durasi Proses Otomatisasi 209
Tabel 4. 3 Hasil Rata-rata Waktu Konfigurasi 210
Tabel 4. 4 Hasil Durasi Proses Notifikasi Masa Aktif 222
Tabel 4. 5 Hasil Durasi Proses Isolir Otomatis 223

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
UNDIKSHA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Flowchart Proses Login Pengguna 36
Gambar 2. 2 Flowgraph Proses Login untuk Basis Path Testing 37
Gambar 3. 1 Metode Waterfall 40
Gambar 3. 2 Alur Komunikasi RESTful API antara Frontend dan Backend (Data PPPoE) 44
Gambar 4. 1 *Use Case Diagram* 65
Gambar 4. 2 *Activity Diagram Register* 67
Gambar 4. 3 *Activity Diagram* Login 68
Gambar 4. 4 *Activity Diagram* Melihat Kontak Member 69
Gambar 4. 5 *Activity Diagram* Menambah Kontak Member 70
Gambar 4. 6 *Activity Diagram* Mengubah Kontak Member 71
Gambar 4. *7 Activity Diagram* Menghapus Kontak Member 72
Gambar 4. 8 *Activity Diagram* Melihat Pelanggan 73
Gambar 4. 9 *Activity Diagram* Subproses a: Proses Inisiasi dan Validasi Data Pelanggan Baru 75
Gambar 4. 10 *Activity Diagram* Subproses b: Proses *Request* ke Midtrans 76
Gambar 4. 11 *Activity Diagram* Subproses c: Proses Generate dan Kirim Invoice 77
Gambar 4. 12 *Activity Diagram* Subproses d: Proses Pembayaran dan Status Update 78
Gambar 4. *13 Activity Diagram* Subproses e: Otomatisasi Pelanggan Baru ke *Database* 79
Gambar 4. 14 *Activity Diagram* Mengubah Pelanggan 80
Gambar 4. 15 *Activity Diagram* Menonaktifkan Pelanggan 81
Gambar 4. *16 Activity Diagram* Proses Inisiasi Perpanjangan Masa Aktif oleh Pengguna dan Validasi Data oleh Sistem 83
Gambar 4. 17 *Activity Diagram* Perpanjang Masa Aktif Layanan Pelanggan di MikroTik dan *Database* 84
Gambar 4. 18 *Activity Diagram* Melihat Paket PPPoE 85
Gambar 4. *19 Activity Diagram* Menambah Paket PPPoE 86

Gambar 4. 20 *Activity Diagram* Merubah Paket PPPoE 87
Gambar 4. 21 *Activity Diagram* Menghapus Paket PPPoE 88
Gambar 4. 22 *Activity Diagram* Melihat Bandwidth 89
Gambar 4. 23 *Activity Diagram* Menambah Bandwidth 90
Gambar 4. 24 *Activity Diagram* Mengubah *Bandwidth* 91
Gambar 4. 25 *Activity Diagram* Menghapus *Bandwidth* 92
Gambar 4. 26 *Activity Diagram* Melihat Router 93
Gambar 4. 27 *Activity Diagram* Menambah Router 94
Gambar 4. 28 *Activity Diagram* Mengubah Router 95
Gambar 4. 29 *Activity Diagram* Menghapus Router 96
Gambar 4. *30 Activity Diagram* Melihat IP Pool 97
Gambar 4. 31 *Activity Diagram* Menambah IP Pool 98
Gambar 4. 32 *Activity Diagram* Mengubah IP Pool 99
Gambar 4. 33 *Activity Diagram* Menghapus IP Pool 100
Gambar 4. 34 *Activity Diagram* Notifikasi otomatis ke Administrator dan Pelanggan 101
Gambar 4. 35 *Activity Diagram* Isolir Otomatis 103
Gambar 4. 36 Rancangan Halaman *Register* 105
Gambar 4. 37 Rancangan Halaman Login 106
Gambar 4. 38 Rancangan Halaman Beranda 107
Gambar 4. 39 Rancangan Halaman Kontak Member 108
Gambar 4. 40 Rancangan Halaman Tambah Kontak Member 109
Gambar 4. 41 Rancangan Halaman Ubah Kontak Member 110
Gambar 4. 42 Rancangan Halaman Pelanggan 111
Gambar 4. 43 Rancangan Halaman Tambah Pelanggan 112
Gambar 4. 44 Rancangan Halaman Ubah Pelanggan 113
Gambar 4. 45 Rancangan Halaman Perpanjang Masa Aktif 114
Gambar 4. 46 Rancangan Halaman Paket PPPoE 115
Gambar 4. 47 Rancangan Halaman Tambah Paket PPPoE 116
Gambar 4. 48 Rancangan Halaman Ubah Paket PPPoE 117
Gambar 4. 49 Rancangan Halaman Bandwidth 118

Gambar 4. 50 Rancangan Halaman Tambah Bandwidth 119
Gambar 4. 51 Rancangan Halaman Ubah Bandwidth 120
Gambar 4. 52 Rancangan Halaman Router..... 121
Gambar 4. 53 Rancangan Halaman Tambah Router..... 122
Gambar 4. 54 Rancangan Halaman Ubah Router 123
Gambar 4. 55 Rancangan Halaman IP Pool..... 124
Gambar 4. 56 Rancangan Halaman Tambah IP Pool 125
Gambar 4. 57 Rancangan Halaman Ubah IP Pool 126
Gambar 4. 58 Implementasi Proses Penambahan dan Pengujian Koneksi Router 128
Gambar 4. 59 Potongan kode proses aktivasi dan pengelolaan *subscription* 130
Gambar 4. 60 Potongan Kode ActivateRouterUserJob..... 132
Gambar 4. 61 Potongan Kode SendPlanActivatedWhatsappJob..... 134
Gambar 4. 62 Potongan Kode DispatchPppoeReconciliationJob 137
Gambar 4. 63 Implementasi Penambahan Paket PPPoE..... 140
Gambar 4. 64 Implementasi Otomatisasi Notifikasi Masa Aktif Pelanggan Hampir Habis 141
Gambar 4. 65 Implementasi Otomatisasi Isolir Pelanggan..... 143
Gambar 4. 66 Implementasi MessagePack pada Client (Axios)..... 144
Gambar 4. 67 Implementasi MessagePack pada Server (Middleware Laravel) . 145
Gambar 4. 68 Implementasi *Transaction Control Language* (TCL) 146
Gambar 4. 69 Implementasi Integrasi Pembayaran Midtrans..... 148
Gambar 4. 70 Implementasi Integrasi WhatsApp Gateway..... 150
Gambar 4. 71 Proses Implementasi Web *Network Automation* pada Komputer Administrator Mconnek 151
Gambar 4. 72 Layanan Web *Network Automation* yang Berhasil Dijalankan Menggunakan *Docker* 152
Gambar 4. 73 Daftar Router MikroTik 153
Gambar 4. 74 Halaman Register 154
Gambar 4. 75 Halaman Login..... 155
Gambar 4. 76 Halaman Beranda 156

Gambar 4. 77 Halaman Kontak Member 157
Gambar 4. 78 Halaman Tambah Kontak Member 158
Gambar 4. 79 Ubah Kontak Member 159
Gambar 4. 80 Halaman Pelanggan 159
Gambar 4. 81 Halaman Tambah Pelanggan 160
Gambar 4. 82 Halaman Perpanjang Layanan 161
Gambar 4. 83 Halaman Paket PPPoE 162
Gambar 4. 84 Halaman Tambah Paket PPPoE 163
Gambar 4. 85 Halaman Ubah Paket PPPoE 164
Gambar 4. 86 Halaman Bandwidth 165
Gambar 4. 87 Halaman Tambah Bandwidth 166
Gambar 4. 88 Halaman Router 167
Gambar 4. 89 Halaman Tambah Router 168
Gambar 4. 90 Halaman Ubah Router 169
Gambar 4. 91 Halaman IP Pool 169
Gambar 4. 92 Halaman Tambah IP Pool 170
Gambar 4. 93 Halaman Ubah IP Pool 171
Gambar 4. 94 Halaman Riwayat Pembayaran 171
Gambar 4. 95 Halaman Target Notifikasi 172
Gambar 4. 96 Notifikasi Kode Pembayaran 173
Gambar 4. 97 Halaman Pembayaran 174
Gambar 4. 98 Halaman Konfirmasi Pembayaran 175
Gambar 4. 99 Notifikasi Layanan Dinonaktifkan 176
Gambar 4. 100 Notifikasi Perpanjang Layanan untuk Pelanggan 177
Gambar 4. 101 Notifikasi Perpanjang Layanan untuk Administrator 177
Gambar 4. 102 *Flowgraph* Register 179
Gambar 4. 103 *Flowchart* Register 179
Gambar 4. 104 *Flowgraph* Login 180
Gambar 4. 105 *Flowchart* Login 181
Gambar 4. 106 *Flowgraph* Tambah Router 182
Gambar 4. 107 *Flowchart* Tambah Router 182

Gambar 4. 108 *Flowgraph* Ubah Router 184
Gambar 4. 109 *Flowchart* Ubah Router..... 184
Gambar 4. 110 *Flowgraph* Tambah IP Pool..... 185
Gambar 4. 111 *Flowchart* Tambah IP Pool 186
Gambar 4. 112 *Flowgraph* Ubah IP Pool..... 187
Gambar 4. 113 *Flowchart* Ubah IP Pool 188
Gambar 4. 114 *Flowgraph* Hapus IP Pool 189
Gambar 4. 115 *Flowchart* Hapus IP Pool 189
Gambar 4. 116 *Flowgraph* Tambah Bandwidth 190
Gambar 4. 117 *Flowchart* Tambah Bandwidth 191
Gambar 4. 118 *Flowgraph* Ubah Bandwidth 192
Gambar 4. 119 *Flowchart* Ubah Bandwidth 193
Gambar 4. 120 *Flowgraph* Tambah Paket PPPOE..... 194
Gambar 4. 121 *Flowchart* Tambah Paket PPPOE..... 195
Gambar 4. 122 *Flowgraph* Ubah Paket PPPOE 196
Gambar 4. 123 *Flowchart* Ubah Paket PPPOE..... 197
Gambar 4. 124 *Flowgraph* Hapus Paket PPPOE 198
Gambar 4. 125 *Flowchart* Hapus Paket PPPOE 198
Gambar 4. 126 *Flowgraph* Tambah Kontak Member 199
Gambar 4. 127 *Flowgraph* Tambah Kontak Member 200
Gambar 4. 128 *Flowgraph* Ubah Kontak Member 201
Gambar 4. 129 *Flowchart* Ubah Kontak Member 202
Gambar 4. 130 *Flowgraph* Hapus Kontak Member 203
Gambar 4. 131 *Flowchart* Ubah Kontak Member 204
Gambar 4. 132 *Flowgraph* Tambah Pelanggan /Mengirim Notifikasi Pembayaran 205
Gambar 4. 133 *Flowchart* Tambah Pelanggan /Mengirim Notifikasi Pembayaran 206
Gambar 4. 134 *Flowgraph* Nonaktifkan Pelanggan 207
Gambar 4. 135 Flowchart Nonaktifkan Pelanggan 208

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Ijin Melaksanakan Observasi 244
Lampiran 2 Dokumentasi Wawancara 245
Lampiran 3 Dokumentasi Observasi 246
Lampiran 4 RouterSevice.php 250
Lampiran 5 Uji *Blackbox* 271
Lampiran 6 Log *Benchmark* 30 Pelanggan 278
Lampiran 7 Uji Waktu Konfigurasi 298
Lampiran 8 Uji Efisiensi Komunikasi Data 309
Lampiran 9 *Log Benchmark* 50 Pelanggan dan 100 Pelanggan 311
Lampiran 10 Metrik Observasi Resource Mikrotik 388