

**PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI *REAL-TIME*
UNTUK OPERASI DISTRIBUSI AIR TANGKI:
PERANCANGAN DATA *BACKBONE* dan *DASHBOARD*
(Studi Kasus: PDAM Bangkalan)**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

SYAHRUL RAMADHAN NUR ISKANDAR

NRP. 22.04.211.00117

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI DAN MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRUNODJOJO MADURA
2026**

**PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI *REAL-TIME*
UNTUK OPERASI DISTRIBUSI AIR TANGKI:
PERANCANGAN DATA *BACKBONE* dan *DASHBOARD*
(Studi Kasus: PDAM Bangkalan)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu
(S1) Dan Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas
Trunodjoyo Madura

Disusun Oleh:

SYAHRUL RAMADHAN NUR ISKANDAR

NRP. 22.04.211.00117

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI DAN MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRUNODJOYO MADURA
BANGKALAN**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:
**Pengembangan Sistem Informasi *Real-Time* Untuk Operasi Distribusi
Air Tangki: Perancangan Data *Backbone* Dan *Dashboard*.
(Studi Kasus: PDAM Bangkalan)**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan di
Program Studi S1 Teknik Industri Universitas Trunodjojo Madura

Disusun Oleh:

Syahrul Ramadhan Nur Iskandar
NIM. 22.04.2.1.1.00117

Skripsi ini telah dipertahankan dalam ujian skripsi di depan Tim Penguji pada 9
Juni 2026 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima dan disetujui

Dosen Pembimbing I


Ida Lumintu, S.T., M.T., P.hD
NIP. 197211202005012001

Dosen Pembimbing II


Dr. Nachnul Ansori, S.T., M.T.
NIP. 197804122008121001

Dosen Penguji I


Ida Lumintu, S.T., M.T., P.hD
NIP. 197211202005012001

Dosen Penguji II


Ir. Trisita Novianti, S.TP.,
MT., Asean Eng.,
NIP. 198104112008122001

Dosen Penguji III


Fatanur Baity Tsulutsya, S.Si.,
M.Si
NIP. 198602282023212045

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri dan Mesin


Prof. Dr. Ir. Mohamad Imron Mustajib, ST., M.T
NIP. 197804282003121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul : Pengembangan Sistem Informasi *Real-Time* Untuk Distribusi Air Tangki: Peranangan Data *Backbone* dan *Dashboard* (Studi Kasus: PDAM Bangkalan).

1. Adalah asli, bukan merupakan karya pihak lain serta belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Sarjana baik di Universitas Trunodjoyo Madura maupun di Perguruan Tinggi yang lain di Indonesia.
2. Tidak terdapat karya atau pendapat pihak lain yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis telah diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi atau terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan pernyataan diatas, maka saya sanggup menerima sanksi akademis yang berlaku dengan segala akibat hukumannya sesuai peraturan Universitas Trunodjoyo Madura dan atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bangkalan



Syahrul Ramadhan Nur Iskandar

NIM. 220421100117

MOTTO

*” Hidup adalah pengabdian, dan tidak ada pengabdian tanpa pengorbanan.
Nikmatilah semua susahmu sebelum mencapai nikmatmu, Alam semesta tak
pernah terburu-buru tapi semuanya tercapai.”*

(Penulis)

” Jika tidak karena Allah menolongku, mungkin aku sudah lama menyerah.”

(Qs. Al- Insyirah, 5-6)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin, di atas lembar yang menjadi saksi akhir perjalanan ini, penulis mempersembahkan karya ini untuk:

1. Untuk seseorang yang belajar berdiri sendiri dan menapaki jalan terjal yang tak selalu mulus, dan meletakkan sisa keberaniannya untuk bertahan; Diriku sendiri. Terimakasih sudah bangkit dan terimakasih untuk tidak menyerah. Mari bertempur kembali.
2. Allah SWT, terimakasih atas segala rahmat, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Kedua orangtua tercinta, Bapak dan Ibu. Terima kasih atas doa yang tidak pernah berhenti, dukungan yang selalu ada, dan kasih sayang yang tidak pernah berkurang, serta perjuangan yang tidak pernah lelah demi memberikan pendidikan terbaik. Terima kasih sudah selalu percaya, bahkan ketika penulis sendiri kadang meragukan diri sendiri.
4. Ibu Ida Lumintu, S.T., M.T., P.hD selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Nachnul Ansori, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II, terima kasih atas waktu, kesabaran, nasihat, dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih untuk setiap revisi, arahan, dan masukan yang membuat penulis terus belajar dan berkembang.
5. Ibu Ida Lumintu, S.T., M.T., P.hD selaku Dosen Penguji 1, Ibu Ir. Trisita Novianti, S.TP., MT., Asean Eng. selaku Dosen Penguji 2, dan Ibu Fatanur Baity Tsulutsya, S.Si., M.Si. Terimakasih perhatian dan sudah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan segala saran, kritik dan masukan berharga yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Teknik Industri 2022. Terima kasih atas hal-hal baik yang diberikan selama perkuliahan. Semoga kita semua sukses, dilancarkan dan ilmu yang kita peroleh dapat bermanfaat bagi sekitar. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Namun, penulis berharap semoga skripsi ini

dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata, terima kasih untuk semua yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Bangkalan, 07 Mei 2026

Penulis,

Syahrul Ramadhan Nur Iskandar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Sistem Informasi <i>Real-Time</i> Untuk Utilitas Air	9
2.1.1 Arsitektur Sistem IoT untuk Distribusi Air.....	9
2.1.2 <i>Edge Computing</i> dan Raspberry Pi dalam Manajemen Air	10
2.2 <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam Manajemen Air.....	10
2.3 Basis Data <i>Time-Series</i>	11
2.4 <i>Dashboard</i> dan Visualisasi Data.....	12
2.4.1 Grafana sebagai Platform Visualisasi	12

2.5 Node-RED untuk <i>Flow-Based Programming</i>	13
2.6 InfluxDB	14
2.7 Ontologi dan Konsistensi Semantik.....	15
2.8 Indikator Kinerja Operasional atau KPI.....	16
2.8.1 Tinggi Muka Air (<i>Water Level</i>)	16
2.8.2 Debit Aliran (<i>Flow Rate</i>)	17
2.8.3 Status Operasional Pompa	17
2.8.4 Indikator Iklim	17
2.8.5 <i>Latency</i> Data (<i>Data Latency</i>).....	18
2.8.6 Tingkat Kehilangan Data (<i>Data Loss Rate</i>)	18
2.8.7 Kesegaran Data (<i>Data Freshness</i>).....	19
2.8.8 CPU Ram	19
2.8.9 Pemakaian Data (<i>Throughput</i>).....	20
2.8 <i>Availability</i>	20
2.9 <i>Design Science Research</i> (DSR).....	21
2.10 Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.3 Peralatan Penelitian.....	30
3.3.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	30
3.3.2 Perangkat Lunak (<i>software</i>)	32
3.4 Penentuan Variabel Penelitian	34
3.5 Jenis dan Sumber Data.....	34
3.6 Prosedur Penelitian Berdasarkan Metode <i>Design Science Research</i> ...	35
3.6.1 Tahap 1: Identifikasi Masalah dan Motivasi.....	35

3.6.2 Tahap 2: Definisi Objektif Solusi	35
3.6.3 Tahap 3: Perancangan dan Pengembangan.....	36
3.6.4 Tahap 4: Demonstrasi	40
3.6.5 Tahap 5: Evaluasi.....	40
3.6.6 Tahap 6: Komunikasi	46
3.7 <i>Flowchart</i> Penelitian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Hasil Perancangan dan Pengembangan Sistem.....	49
4.1.1 <i>Setup</i> Docker dan Komponen Sistem.....	49
4.1.2 Konfigurasi Topik MQTT.....	55
4.1.3 Integrasi Data Reservoir, Tangki, Dan Iklim.....	58
4.2 Hasil Penerapan Semantik dan Validasi Data.....	60
4.2.1 Data <i>Dictionary</i>	61
4.2.2 Implementasi <i>Ontologi SOSA/SSN</i>	63
4.2.3 Implementasi JSON-LD.....	64
4.2.4 Implementasi <i>Avro Schema</i>	66
4.3 Hasil Perancangan <i>Dashboard</i>	69
4.3.1 Desain <i>Dashboard</i> Grafana.....	69
4.3.2 Panel Indikator Operasional.....	70
4.3.3 Panel Indikator Kesehatan Sistem.....	75
4.3.4 Visualisasi dan Interpretasi Data.....	79
4.3.5 Evaluasi Dashboard Sebagai <i>Decision Support</i>	80
4.4 Pengujian dan Validasi Sistem.....	80
4.4.1 Pengujian Skenario 1 – Kondisi Operasional Normal	82
4.4.2 Pengujian Skenario 2 — Kondisi Reservoir Kritis	84
4.4.3 Pengujian Skenario 3 — Lonjakan Truk Tangki	86

4.4.4 Pengujian Skenario 4 — Musim Kering (SPI-3 Negatif)	88
4.4.5 Pengujian Skenario 5 — Gangguan Jaringan Singkat	90
4.5 Hasil Pengujian Kinerja Sistem	91
4.5.1 Hasil Pengukuran <i>Latency</i> Data	91
4.5.2 Hasil Pengukuran Kehilangan Data (<i>Data Loss</i>).....	94
4.5.3 Hasil Pengukuran Kesegaran Data (<i>Data Freshness</i>)	96
4.5.4 Hasil Pengukuran Ketersediaan Layanan (<i>Service Availability</i>) ..	97
4.6 Analisis Hasil Pengujian	98
4.6.1 Analisis Pemenuhan Kriteria Keberhasilan Seluruh Skenario	98
4.6.2 Analisis Korelasi Beban terhadap Metrik Kinerja	99
4.7 Perbandingan Antar Skenario	100
4.7.1 Matriks Perbandingan Komprehensif	101
4.7.2 Analisis Degradasi Kinerja Relatif terhadap <i>Baseline</i>	102
4.7.3 Analisis Konsistensi Kinerja Lintas Skenario.....	104
4.7.4 Penetapan Profil Operasional Sistem	105
4.7.5 Ringkasan Keseluruhan Hasil Pengujian dan Validasi	107
BAB V PENUTUP.....	109
5.1 Kesimpulan	109
5.2 Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Dashboard</i> pada Grafana	13
Gambar 2.2 Tampilan visualisasi pada InfluxDB.	14
Gambar 3.3 Laptop.	31
Gambar 3.4 Raspberry Pi 5.	31
Gambar 3.5 Ruter Wi-Fi 6.	32
Gambar 3.6 ubuntu.....	32
Gambar 3.7 Visual Studio Code.	32
Gambar 3.8 Docker Compose.	32
Gambar 3.9 Mosquitto.	33
Gambar 3.10 Node-RED.....	33
Gambar 3.11 InfluxDb.	33
Gambar 3.12 Grafana.	34
Gambar 3.13 Alur dalam instalasi dan konfigurasi.....	37
Gambar 3.14 Instalasi InfluxDB, Grafana, dan MQTT.	38
Gambar 3.15 Instalasi dan konfigurasi pada InfluxDB.....	38
Gambar 3.16 Instalasi dan konfigurasi pada Grafana.	39
Gambar 3.17 Instalasi dan Konfigurasi MQTT server.	39
Gambar 4.19 Struktur dari File Docker Compose.	50
Gambar 4.20 Tampilan Hasil Konfigurasi Pada Docker.	51
Gambar 4.21 Struktur Konfigurasi MQTT Broker.	52
Gambar 4.22 Konfigurasi dari InfluxDB.	53
Gambar 4.23 Konfigurasi Pada Grafana.	54
Gambar 4.24 Format Pesan JSON.	57
Gambar 4.25 Berkas <i>Ontologi SOSA/SSN</i>	63
Gambar 4.26 Data JSON (Lanjutan).....	65
Gambar 4.27 Data Avro Untuk Reservoir.	67
Gambar 4.28 Data Skema Avro untuk Truk Tangki.	68
Gambar 4.29 Data Avro Iklim dan Kesehatan Sistem.	69
Gambar 4.30 Tampilan Akhir Desain <i>Dashboard</i> Grafana.	70
Gambar 4.31 Panel Water Level Pada <i>Dashboard</i>	71

Gambar 4.32 Panel Status Pompa Pada <i>Dashboard</i>	72
Gambar 4.33 Panel Debbit Aliran Reservoir Pada <i>Dashboard</i>	73
Gambar 4.34 Panel Antrian Truk Tangki Pada <i>Dashboard</i>	73
Gambar 4.35 Panel Indikator Iklim Pada <i>Dashboard</i>	74
Gambar 4.36 Panel <i>Latency</i> Pada <i>Dashboard</i>	75
Gambar 4.37 Panel Data <i>Loss</i> Pada <i>Dashboard</i>	76
Gambar 4.38 Panel <i>Throughput</i> Pada <i>Dashboard</i>	77
Gambar 4.39 Panel <i>Freshness</i> Pada <i>Dashboard</i>	78
Gambar 4.40 Panel CPU/RAM Pada <i>Dashboard</i>	79
Gambar 4.41 Grafik Perbandingan Kinerja Skenario <i>Baseline</i>	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 standar TIPHON <i>Throughput</i>	20
Tabel 2.2 Penelitian terdahulu.....	23
Tabel 3.3 waktu penelitian.	30
Tabel 3.4 kriteria keberhasilan operasional normal.	42
Tabel 3.5 keberhasilan dari <i>Reservoir</i> kritis.	43
Tabel 3.6 Kriteria Keberhasilan Dari Lonjakan Antrian Data.	44
Tabel 3.7 Kriteria Keberhasilan Musim Kemarau.	45
Tabel 3.8 Kriteria Keberhasilan Gangguan Jaringan Singkat.	46
Tabel 4.9 <i>Measurement</i> Pada InfluxDB.	53
Tabel 4.10 Status Layanan Pada Docker.....	55
Tabel 4.11 Daftar Topik MQTT.....	56
Tabel 4.12 Integrasi Data Reservoir.....	58
Tabel 4.13 Integrasi Data Tangki.....	59
Tabel 4.14 Integrasi Data Iklim.	60
Tabel 4.15 Data <i>Dictionary</i> Reservoir.	61
Tabel 4.16 Data <i>Dictionary</i> Truk Tangki.....	62
Tabel 4.17 Data <i>Dictionary</i> Iklim dan Kesehatan Sistem.....	63
Tabel 4.18 Pengujian yang Dilakukan.	80
Tabel 4.19 Kriteria Keberhasilan Skenario 1.	83
Tabel 4.20 Hasil dari Seluruh Pengujian Skenario 1.	83
Tabel 4.21 Kriteria Keberhasilan Skenario 2.	85
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Skenario 2.	85
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Skenario 3.	87
Tabel 4.24 Parameter Simulasi Penurunan Bertahap Skenario 4.....	88
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Skenario 4.	89
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Skenario 5.	90
Tabel 4.27 Hasil Pengukuran Data <i>Latency</i>	92
Tabel 4.28 Hasil Pengukuran Data <i>Loss</i>	94
Tabel 4.29 Hasil Pengukuran Data <i>Freshness</i>	96
Tabel 4.30 Hasil Pengukuran <i>Availability</i>	97

Tabel 4.31 Rekapitulasi Pemenuhan Kriteria Keberhasilan Seluruh Skenario.....	98
Tabel 4.32 Pengaruh Beban Terhadap Metrik Kinerja.	100
Tabel 4.33 Matriks Perbandingan Komprehensif.	101
Tabel 4.34 Perbandingan Kinerja Skenario <i>Baseline</i>	102
Tabel 4.35 Kinerja Lintas Skenario.	104
Tabel 4.36 Profil Operasional Sistem.	106
Tabel 4.37 Ringkasan Akhir Hasil Pengujian dan Validasi Sistem (25 Metrik)	107

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Reservoir Publisir Lapang.	118
Lampiran 2 Data Pompa Publisir Lapang.	118
Lampiran 3 Data Tangker Publisir Lapang.	119
Lampiran 4 Data JSON-LD Sistem <i>Real-Time</i>	120
Lampiran 5 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 1 Menit Ke-0.	122
Lampiran 6 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 1 Menit Ke-15.	122
Lampiran 7 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 1 Menit Ke-30.	122
Lampiran 8 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 1 Menit Ke-45.	123
Lampiran 9 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 1 Menit Ke-60.	123
Lampiran 10 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 2 Menit Ke-0.	123
Lampiran 11 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 2 Menit Ke-15.	124
Lampiran 12 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 2 Menit Ke-30.	124
Lampiran 13 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 2 Menit Ke-45.	124
Lampiran 14 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 2 Menit Ke-60.	125
Lampiran 15 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 3 Menit Ke-0.	125
Lampiran 16 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 3 Menit Ke-15.	125
Lampiran 17 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 3 Menit ke-30.	126
Lampiran 18 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 3 Menit Ke-45.	126
Lampiran 19 Hasil Pengujian Skenario 1 Perulangan 3 Menit Ke-60.	126
Lampiran 20 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 1 Menit Ke-0.	127
Lampiran 21 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 1 Menit Ke-10.	127
Lampiran 22 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 1 Menit Ke-20.	127
Lampiran 23 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 1 Menit Ke-30.	128
Lampiran 24 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 2 Menit Ke-0.	128
Lampiran 25 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 2 Menit Ke-10.	128
Lampiran 26 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 2 Menit Ke-20.	129
Lampiran 27 Hasil Pengujian Skenario 2 Perulangan 2 Menit Ke-30.	129
Lampiran 28 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-0.	129
Lampiran 29 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-5.	130
Lampiran 30 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-10.	130

Lampiran 31 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-15.....	130
Lampiran 32 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-20.....	131
Lampiran 33 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-25.....	131
Lampiran 34 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 1 Menit Ke-30.....	131
Lampiran 35 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-0.....	132
Lampiran 36 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-5.....	132
Lampiran 37 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-10.....	132
Lampiran 38 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-15.....	133
Lampiran 39 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-20.....	133
Lampiran 40 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-25.....	133
Lampiran 41 Hasil Pengujian Skenario 3 Perulangan 2 Menit Ke-30.....	134
Lampiran 42 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 1 Menit Ke-0.....	134
Lampiran 43 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 1 Menit Ke-15.....	134
Lampiran 44 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 1 Menit Ke-30.....	135
Lampiran 45 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 1 Menit Ke-45.....	135
Lampiran 46 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 1 Menit Ke-60.....	135
Lampiran 47 Hasil Pengujian Skenario 4 Perulangan 2 Menit Ke-0.....	136
Lampiran 48 Hasil Pengukuran Skenario 4 Perulangan 2 Menit Ke-15.....	136
Lampiran 49 Hasil Pengukuran Skenario 4 Perulangan 2 Menit Ke-30.....	136
Lampiran 50 Hasil Pengukuran Skenario 4 Perulangan 2 Menit Ke-45.....	137
Lampiran 51 Hasil Pengukuran Skenario 4 Perulangan 2 Menit Ke-60.....	137
Lampiran 52 Hasil Pengukuran Skenario 5 Menit Ke-0.....	137
Lampiran 53 Hasil Pengukuran Skenario 5 Menit Ke-10.....	138
Lampiran 54 Hasil Pengukuran Skenario 5 saat gangguan jaringan singkat.....	138
Lampiran 55 Hasil Pengujian Skenario 5 Menit Ke-20.....	138
Lampiran 56 Hasil Pengujian Skenario 5 saat gangguan jaringan singkat.....	139
Lampiran 57 Hasil Pengujian Skenario 5 Menit Ke-30.....	139
Lampiran 58 Hasil Pengujian Skenario 5 saat gangguan jaringan singkat.....	139
Lampiran 59 Hasil Pengujian Skenario 5 Menit Ke-40.....	140