



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI - ENERGI LISTRIK**

**EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN MALANG DI BAWAH KONDISI  
PARTIAL SHADING DENGAN METODE REKONFIGURASI ARRAY PV  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PLTS**

Yohanes Christian Dwi Cahya Samori  
19.12.001

Dosen Pembimbing  
Awan Uji Krismanto, ST, MT, Ph.D  
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
2023



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – ENERGI LISTRIK**

**EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN MALANG DI BAWAH KONDISI  
PARTIAL SHADING DENGAN METODE REKONFIGURASI ARRAY PV  
UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PLTS**

Yohanes Christian Dwi Cahya Samori  
19.12.001

Dosen Pembimbing  
Awan Uji Krismanto, ST,MT,Ph.D  
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
2023

# LEMBAR PENGESAHAN

## EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN MALANG DI BAWAH KONDISI PARTIAL SHADING DENGAN METODE REKONFIGURASI ARRAY PV UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PLTS

### SKRIPSI


**Yohanes Christian Dwi Cahya Samori**  
19.12.001

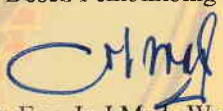
Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D  
NIP. 19800301 200501 1 002

  
Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
NIP. 19610503 199202 1 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
NIP. P. 1030100361

MALANG  
Juli, 2023



PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NISIA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Kin 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Yohanes Christian Dwi Cahya Samori  
NIM : 1912001  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2022/2023  
Judul Skripsi : **EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN  
MALANG DI BAWAH KONDISI  
PARTIAL SHADING DENGAN METODE  
REKONFIGURASI ARRAY PV UNTUK  
MENINGKATKAN KINERJA PLTS**

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 25 Juli 2023  
Nilai : **87,5**

Panitia Ujian Skripsi

**Majelis Ketua Penguji**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**  
NIP. P. 1030100361

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Sotvohadi, ST., MT.**  
NIP. Y. 1039700309

**Anggota Penguji**

**Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE.**  
NIP. Y. 1018500108

**Dosen Penguji II**

**Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.**  
NIP. Y.1028700171

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yohanes Christian Dwi Cahya Samori  
NIM : 19.12.001  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1/Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 3522102809900001  
Alamat : Perum. BTN Bumi Kamoro Indah,  
Blok H7/ No.7, Mimika Papua  
Judul Skripsi : Evaluasi PLTS Off-Grid 4 kWp ITN Malang  
Di bawah Kondisi Partial Shading Dengan  
Metode Rekonfigurasi Array PV Untuk  
Meningkatkan Kinerja PLTS

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan,



(Yohanes Christian Dwi Cahya Samori)  
NIM. 1912001

## ABSTRAK

# EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN MALANG DI BAWAH KONDISI PARTIAL SHADING DENGAN METODE REKONFIGURASI ARRAY PV UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PLTS

YOHANES CHRISTIAN D. C SAMORI, NIM : 1912001

Dosen Pembimbing I : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

Dalam sistem PV, setiap susunan terdiri dari banyak modul PV yang dihubungkan secara seri maupun paralel dengan tujuan untuk menghasilkan daya keluaran yang diinginkan. Kondisi bayangan parsial membuat sistem PV mengalami penurunan daya, sehingga mengakibatkan kemampuan pembangkitan daya tidak mencapai titik maksimum. Dan bayangan parsial ini adalah masalah serius pada suatu PLTS. Untuk meningkatkan hasil daya keluaran PLTS yang mengalami penurunan, maka dalam penelitian ini menyajikan analisis susunan PV dengan beberapa metode konfigurasi yang digunakan yaitu konfigurasi *Series Parallel* (SP), *Honey Comb* (HC), *Bridge Link* (BL), dan *Total Cross Tie* (TCT) dengan menggunakan *software* MATLAB. Disini diperoleh perbandingan konfigurasi yang memberi peningkatan daya yang lebih baik saat terjadi kondisi *partial shading* dari susunan modul PV konfigurasi awal. Penelitian ini dilakukan pada PLTS *Off-Grid* ITN Malang, dengan susunan PV 10 x 4 yang terhubung dengan dioda *bypass*. Hasil simulasi dari empat metode konfigurasi yang diusulkan, menunjukkan bahwa konfigurasi *Total Cross Tie* (TCT) menghasilkan peningkatan daya paling baik pada susunan modul PV di bawah kondisi *partial shading*. Peningkatan daya konfigurasi *Total Cross Tie* (TCT) sebesar 4,5 % untuk pagi hari dan 3,8 % untuk sore hari, terhadap konfigurasi *Series Parallel* sebagai *Basecase* dari penelitian ini.

**Kata Kunci :** *Bridge Link, Honey Comb, Partial Shading, PLTS Off-Grid, Series Parallel, Total Cross Tie.*

## ABSTRACT

# EVALUATION OF 4 KWP ITN MALANG OFF-GRID SOLAR POWER PLANT UNDER PARTIAL SHADING CONDITIONS USING THE PV ARRAY RECONFIGURATION METHOD TO IMPROVE SOLAR POWER PLANT PERFORMANCE

YOHANES CHRISTIAN D. C SAMORI, NIM : 1912001

Advisor I : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Advisor II : Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

*In a PV system, each arrangement consists of many PV modules connected in series or parallel with the aim of producing the desired output power. Partial shading conditions made the PV system became decrease in power, resulting in the power generation capability not reaching on maximum point. And this partial shadow is a serious problem for a Solar Power Plant (PLTS). To enhance the output power of PLTS which has decreased, this study presents an analysis of the PV arrangement with several configuration methods used, namely Series Parallel (SP), Honey Comb (HC), Bridge Link (BL), and Total Cross Tie (TCT) configurations using MATLAB software. Here we obtain a comparison of the configurations that provide a better increase in power when partial shading occurs from the initial configuration of the PV module arrangement. This research was conducted at Off-Grid Solar Power Plant ITN Malang, with a 10 x 4 PV arrangement connected to a bypass diode. The simulation results of the four proposed configuration methods show that the Total Cross Tie (TCT) configuration produces the best power enhancement in the PV module array under partial shading conditions. The enhancement in Total Cross Tie (TCT) configuration power is 4.5% for the morning and 3.8% for the afternoon, face the Series Parallel configuration as the Basecase of this study.*

**Keywords :** Bridge Link, Honey Comb, Off-Grid Solar Power Plant (PLTS), Partial Shading, Series Parallel, Total Cross Tie.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa penulis panjatkan atas berkat kasih dan setia-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul “**EVALUASI PLTS OFF-GRID 4 KWP ITN MALANG DI BAWAH KONDISI PARTIAL SHADING DENGAN METODE REKONFIGURASI ARRAY PV UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PLTS**”, dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan penelitian ini masih banyak kekurangan, karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran dari kekurangan tersebut. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
2. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing I, yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Dosen Penguji I.
5. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. selaku Dosen Penguji II.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro S-1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
7. Papa (Alm) dan Mama terkasih yang selalu mendoakan penulis dari kejauhan, dan memberi dukungan dalam penelitian ini.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis mengharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat yang seluas – luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 27 Juli 2023

Yohanes C. D. C. Samori



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) <i>Off-Grid</i> .....	5
2.2 Pola Operasi PLTS <i>Off-Grid</i> .....	5
2.3 Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	6
2.3.1 Dioda <i>Bypass</i> .....	8
2.3.2 Pengaruh Radiasi dan Suhu pada Modul PV .....	8
2.4 Pemodelan Modul Fotovoltaik .....	10
2.5 Pemodelan Konfigurasi Array PV .....	11
2.5.1 Konfigurasi <i>Series-Parallel</i> (SP) .....	11
2.5.2 Konfigurasi <i>Honey Comb</i> (HC) .....	12
2.5.3 Konfigurasi <i>Bridge Link</i> (BL) .....	12
2.5.4 Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> (TCT) .....	13
2.6 Kerugian Ketidaksesuaian Selama Transisi Radiasi yang Teridentifikasi .....	13
2.6.1 <i>Partial Shading</i> pada Modul PV (%) .....	14
2.7 Analisis Parameter Kinerja .....	14
2.7.1 Kerugian Daya yang Tidak Sesuai ( <i>Mismatch Power Loss</i> ) .....	14
2.7.2 Rugi Daya (%) .....	15
2.7.3 Peningkatan Daya (%) .....	15
2.8 Solar Power Meter ( TM-206 ) .....	15
2.9 <i>Software</i> MATLAB / Simulink .....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1 Lokasi Pengambilan Data .....	19

3.1.1 PLTS Off-Grid 4 kWp.....	20
3.2 Metode Penelitian .....	21
3.2.1 Konfigurasi I : <i>Series-Parallel</i> (SP).....	21
3.2.2 Konfigurasi II : <i>Honey Comb</i> (HC).....	23
3.2.3 Konfigurasi III : <i>Bridge Link</i> (BL).....	24
3.2.4 Konfigurasi IV : <i>Total Cross Tie</i> (TCT).....	26
3.3 Model Simulasi dengan <i>Software</i> MATLAB / Simulink.	28
3.4 Analisis Kerugian Daya yang Tidak Sesuai, Rugi Daya Dalam Persentase dan Peningkatan Daya .....	30
3.5 Desain Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL .....</b>	<b>33</b>
4.1 Data Penelitian PLTS <i>Off-Grid</i> ITN Malang .....	33
4.2 Simulasi <i>Partial Shading</i> pada PLTS Off-Grid ITN Malang ..	35
4.2.1 Simulasi Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Pagi Hari.....	35
4.2.2 Simulasi Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Sore Hari ....	38
4.2.3 Simulasi Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Pagi Hari .....	41
4.2.4 Simulasi Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Sore Hari .....	44
4.2.5 Simulasi Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Pagi Hari .....	47
4.2.6 Simulasi Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Sore Hari .....	50
4.2.7 Simulasi Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Pagi Hari ....	53
4.2.8 Simulasi Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Sore Hari ....	56
4.3 Perbandingan Metode Konfigurasi yang Diusulkan .....	59
4.4 Analisis Parameter Kinerja yang Diusulkan .....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) <i>Off-Grid</i> ...	5
Gambar 2. 2 Junction Box Pada modul PV dengan Dioda <i>Bypass</i> ...	8
Gambar 2. 3 Model dioda tunggal .....	10
Gambar 2. 4 Radiasi Rata–Rata, Daya Keluaran dan Kerugian Ketidaksesuaian..	14
Gambar 2. 5 Alat ukur radiasi matahari (TM-206) .....	16
Gambar 2. 6 Tampilan Jendela Perintah MATLAB .....	17
Gambar 3. 1 PLTS off-grid 4 kWp ITN Malang .....	19
Gambar 3. 2 Kurva Karakteristik I-V dan P-V Modul PV LUM100P(MATLAB)	20
Gambar 3. 3 Konfigurasi <i>Series-Parallel</i> radiasi seragam ( <i>uniform</i> )	21
Gambar 3. 4 Kondisi <i>partial shading</i> pagi hari.....	22
Gambar 3. 5 Kondisi <i>partial shading</i> sore hari.....	22
Gambar 3. 6 Konfigurasi <i>Honey Comb</i> radiasi seragam ( <i>uniform</i> )....	23
Gambar 3. 7 Kondisi <i>partial shading</i> pagi hari.....	23
Gambar 3. 8 Kondisi <i>partial shading</i> sore hari.....	24
Gambar 3. 9 Konfigurasi <i>Bridge Link</i> radiasi seragam ( <i>uniform</i> )....	25
Gambar 3. 10 Kondisi <i>partial shading</i> pagi hari.....	25
Gambar 3. 11 Kondisi <i>partial shading</i> sore hari.....	26
Gambar 3. 12 Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> radiasi seragam ( <i>uniform</i> )....	26
Gambar 3. 13 Kondisi <i>partial shading</i> pagi hari.....	27
Gambar 3. 14 Kondisi <i>partial shading</i> sore hari.....	27
Gambar 3. 15 Model Konfigurasi PV array <i>Series-Parallel</i> .....	28
Gambar 3. 16 Model Konfigurasi PV array <i>Honey Comb</i> .....	29
Gambar 3. 17 Model Konfigurasi PV array <i>Bridge Link</i> .....	30
Gambar 3. 18 Model Konfigurasi PV array <i>Total Cross Tie</i> .....	29
Gambar 3. 19 <i>Flowchart</i> Penelitian Skripsi.....	31
Gambar 4. 1 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ).....	36
Gambar 4. 2 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Kondisi <i>Partial Shading</i>	37
Gambar 4. 3 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Pagi Hari .....	38
Gambar 4. 4 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ).....	39
Gambar 4. 5 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Kondisi <i>Partial Shading</i>	40
Gambar 4. 6 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Series Parallel</i> Sore Hari.....	41
Gambar 4. 7 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ).....	42
Gambar 4. 8 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	43

Gambar 4. 9 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Pagi Hari..	44
Gambar 4. 10 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ) .....	45
Gambar 4. 11 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	46
Gambar 4. 12 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Honey Comb</i> Sore Hari..	47
Gambar 4. 13 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ) .....	48
Gambar 4. 14 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> ....	49
Gambar 4. 15 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Pagi Hari ....	50
Gambar 4. 16 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ) .....	51
Gambar 4. 17 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	52
Gambar 4. 18 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Bridge Link</i> Sore Hari ....	53
Gambar 4. 19 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ) .....	54
Gambar 4. 20 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	55
Gambar 4. 21 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Pagi Hari...	56
Gambar 4. 22 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Radiasi Seragam ( <i>Uniform Radiation</i> ) .....	57
Gambar 4. 23 Grafik Pengukuran Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Kondisi <i>Partial Shading</i> .....	58
Gambar 4. 24 Kurva Karakteristik P-V Konfigurasi <i>Total Cross Tie</i> Sore Hari...	59
Gambar 4. 25 Kurva Perbandingan Metode yang Berbeda Di bawah Kondisi <i>Partial Shading</i> Pagi Hari.....	60
Gambar 4. 26 Plot Bar Perbandingan Pagi Hari dengan Metode yang Diusulkan .....	61
Gambar 4. 27 Kurva Perbandingan Metode yang Berbeda Di bawah Kondisi <i>Partial Shading</i> Sore Hari .....	62
Gambar 4. 28 Plot Bar Perbandingan Sore Hari dengan Metode yang Diusulkan .....	63
Gambar 4. 29 Grafik <i>Mismatch Power Loss</i> pada Pagi Hari.....	64
Gambar 4. 30 Grafik <i>Mismatch Power Loss</i> pada Sore Hari.....	66
Gambar 4. 31 Grafik P-V PLTS Pukul 08.00 – 16.00 Kondisi <i>Shading</i> dan Bebas <i>Shading</i> .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Data sheet</i> modul PV PLTS <i>off-grid</i> 4 kWp .....	20
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Radiasi Pagi Hari di PLTS Off-grid 4 kWp Kampus II ITN Malang .....	33
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Radiasi Sore Hari di PLTS Off-grid 4 kWp Kampus II ITN Malang .....	34
Tabel 4. 3 Perbandingan Metode Yang Diusulkan Pada Pagi Hari ...	60
Tabel 4. 4 Perbandingan Metode Yang Diusulkan Pada Sore Hari ...	62
Tabel 4. 5 <i>Mismatch Power Loss</i> Pagi Hari .....	64
Tabel 4. 6 Rugi Daya (%) dan Peningkatan Daya (%) Pagi Hari .....	65
Tabel 4. 7 <i>Mismatch Power Loss</i> Sore Hari .....	66
Tabel 4. 8 Rugi Daya (%) dan Peningkatan Daya (%) Sore Hari .....	67
Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Pengukuran Real Time dan Simulator Pagi Hari .....	68
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Pengukuran Real Time dan Simulator Sore Hari .....	68