

TUGAS AKHIR

ANALISIS *AVAILABILITY* EKSPANSI JARINGAN RADIO *MICROWAVE*

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun :

Nama : Irwan Salim
NIM : 41411120002
Program Studi : Teknik Elektro

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2014**

LEMBAR PERNYATAAN

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Irwan Salim
N.I.M : 41411120002
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis *Availability* Ekspansi Jaringan Radio
Microwave

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung-jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, Juli 2014



(Irwan Salim)

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS *AVAILABILITY* EKSPANSI JARINGAN RADIO *MICROWAVE*

Disusun Oleh :

Nama : Irwan Salim
NIM : 41411120002
Program Studi : Teknik Elektro

Pembimbing,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Ir. Said Attamimi MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Ir. Yudhi Gunadi MT.)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas berkah dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Said Attamimi MT. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, dorongan, kesabaran, pengertian dan saran dalam membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini
2. Bapak Ir. Yudhi Gunadi MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro atas kepercayaan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan.
3. Teman-teman kuliah di Universitas Mercubuana yang berkerja sama dalam tugas-tugas kuliah, memberikan informasi jadwal dan ujian perkuliahan serta mengingatkan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan dan semangat sehingga terselesaikannya skripsi ini
5. Istri dan anak-anak tercinta atas pengertian dan dukungan yang besar kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada hasil karya manusia yang sempurna, karenanya penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga penulisan skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, Juli 2014

Irwan Salim

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR tabel.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI STANDAR AVAILABILITY.....	5
2.1. Target Availability.....	7
2.2. Standar Availability Perangkat.....	8
2.2.1. MTBF	9
2.2.2. MTBO	10
2.2.3. MTTR	10
2.2.4. Availability Sistem Perangkat.....	10
2.3. Perangkat Radio Microwave.....	12
2.3.1. Transceiver.....	12
2.3.2. IDU Akses.....	13
2.3.3. Shelf	13
2.3.4. Modul Kontrol	14
2.3.5. Modul Modem	14
2.4. Subsistem Perangkat Radio Microwave	15
2.4.1. IDU Shelf.....	15
2.4.2. Radio Konfigurasi 1	18
2.4.3. Radio Konfigurasi 2	19

2.4.4. Radio Konfigurasi 3	21
2.4.5. Radio Konfigurasi 4	24
2.4.6. Radio Konfigurasi 5	29
BAB III AVAILABILITY SISTEM JARINGAN RADIO MICROWAVE	31
3.1. <i>Availability</i> Perangkat per Stasiun	33
3.2.1. Stasiun A	34
3.2.2. Stasiun B	36
3.2.3. Stasiun C	38
3.2.3.1. Jalur Stasiun B – BS	40
3.2.3.2. Jalur Stasiun B – Stasiun D1	41
3.2.3.3. Jalur Stasiun B – Stasiun E	42
3.2.3.4. Jalur Stasiun B – Stasiun F	43
3.2.3.5. Jalur Stasiun B – Stasiun G	44
3.2.3.6. Jalur Stasiun B – Stasiun D2	45
3.2.4. Stasiun D	46
3.2.4.1. Jalur Stasiun C1 – BS	47
3.2.4.2. Jalur Stasiun C1 – Stasiun H	48
3.2.4.3. Jalur Stasiun C3 – Stasiun I	49
3.2.5. Stasiun E	50
3.2.5.1. Jalur Stasiun C2 – BS	50
3.2.5.2. Jalur Stasiun C2 – Stasiun J	51
3.2.5.3. Jalur Stasiun C2 – Stasiun K	52
3.2.6. Stasiun F	53
3.2.6.1. Jalur Stasiun C2 – BS	53
3.2.6.2. Jalur Stasiun C2 – Stasiun M	54
3.2.6.3. Jalur Stasiun C2 – Stasiun L	55
3.2.7. Stasiun G	56
3.2.8. Stasiun H	57
3.2.9. Stasiun I	58
3.2.10. Stasiun J	59
3.2.10.1. Jalur Stasiun E – BS	59
3.2.10.2. Jalur Stasiun E – Stasiun N	60
3.2.10.3. Jalur Stasiun E – Stasiun O	60
3.2.11. Stasiun K	61
3.2.12. Stasiun L	62
3.2.12.1. Jalur Stasiun F – BS	62

3.2.12.2. Jalur Stasiun F – Stasiun P.....	63
3.2.13. Stasiun M.....	64
3.2.14. Stasiun N.....	65
3.2.14.1. Jalur Stasiun J – BS.....	66
3.2.14.2. Jalur Stasiun J – Stasiun Q.....	66
3.2.15. Stasiun O.....	67
3.2.16. Stasiun P.....	68
3.2.17. Stasiun Q.....	68
3.2. <i>Availability</i> Perangkat Ekspansi Jaringan.....	69
3.3. <i>Availability</i> Propagasi per <i>Link</i>	70
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA	72
4.1. <i>Availability</i> Jaringan Radio Microwave.....	72
4.1.1. Total <i>Availability</i> Perangkat.....	72
4.1.2. Total <i>Availability</i> Propagasi.....	76
4.1.3. <i>End To End Availability</i>	80
4.2. Optimasi Jaringan.....	82
4.2.1. Proteksi Koneksi.....	82
4.2.2. Proteksi Modul.....	92
4.2.2.1 Link Stasiun D – Stasiun H.....	93
4.2.2.2. Link Stasiun D – Stasiun I.....	95
4.2.2.3. Link Stasiun N – Stasiun Q.....	97
4.2.2.4. Link Stasiun J – Stasiun O.....	99
4.2.2.5. Link Stasiun E – Stasiun K.....	101
4.2.2.6 Link Stasiun L – Stasiun P.....	103
4.2.2.7. Link Stasiun C – Stasiun G.....	105
4.2.3. Gabungan Proteksi Koneksi dan Modul.....	110
4.3. Solusi Ekspansi Jaringan.....	114
BAB V KESIMPULAN	116
DAFTAR PUSTAKA	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai B_j dan C_j	8
Tabel 3.1	<i>Failure rate</i> Modul	33
Tabel 3.2	<i>Failure rate sub-sistem</i>	34
Tabel 3.3	Availability Perangkat Ekspansi Jaringan	70
Tabel 3.4	<i>Availability</i> Propagasi per <i>Link</i>	71
Tabel 3.5	<i>Availability</i> Propagasi Ekspansi Jaringan	71
Tabel 4.1	Formula Perhitungan Total <i>Availability</i> Perangkat.....	74
Tabel 4.2	Total <i>Availability</i> Perangkat.....	75
Tabel 4.3	Formula Perhitungan Total <i>Availability</i> Propagasi.....	78
Tabel 4.4	Total <i>Availability</i> Propagasi.....	79
Tabel 4.5	<i>End To End Availability</i> Jaringan Radio Microwave.....	80
Tabel 4.6	Perhitungan Total <i>Availability</i> Perangkat Setelah Optimasi proteksi Koneksi	90
Tabel 4.7	<i>End To End Availability</i> Jaringan Radio Microwave.....	91
Tabel 4.8	Perhitungan Total <i>Availability</i> Perangkat Setelah Optimasi Proteksi Modul.....	108
Tabel 4.9	<i>End To End Availability</i> Jaringan Radio Microwave.....	109
Tabel 4.10	Perhitungan Total <i>Availability</i> Perangkat Setelah Optimasi Proteksi Koneksi dan Modul.....	112
Tabel 4.11	<i>End To End Availability</i> Jaringan Radio Microwave.....	113
Tabel 4.12	Rangkuman <i>Availability</i> Ekspansi Jaringan.....	114
Tabel 4.13	Rangkuman <i>Availability</i> Solusi Ekspansi Jaringan.....	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	ITU-T G.828 <i>Hypothetical Reference Paths</i>	5
Gambar 2.2	ITU-R <i>Hypothetical Reference Paths</i> untuk Sistem Radio	6
Gambar 2.3	MTBF	9
Gambar 2.4	Susunan Seri	11
Gambar 2.5	Susunan Paralel	11
Gambar 2.6	Blok Transceiver	12
Gambar 2.7	Blok IDU Akses	13
Gambar 2.8	Blok <i>Shelf</i>	14
Gambar 2.9	Blok Modul Kontrol	14
Gambar 2.10	Blok Modul Modem	15
Gambar 2.11	Blok <i>failure rate</i> IDU <i>Shelf</i> Terminal	16
Gambar 2.12	Blok <i>failure rate</i> IDU <i>Shelf Repeater</i>	17
Gambar 2.13	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 1	18
Gambar 2.14	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 1 Transceiver A1	18
Gambar 2.15	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 1 Transceiver A2	19
Gambar 2.16	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 2	19
Gambar 2.17	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 2 Transceiver A1	20
Gambar 2.18	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 2 Transceiver A2	21
Gambar 2.19	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 2 Transceiver B	21
Gambar 2.20	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 3	22
Gambar 2.21	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 3 Transceiver A1	23
Gambar 2.22	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 3 Transceiver A2	24
Gambar 2.23	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 3 Transceiver A1 dan A2	24
Gambar 2.24	Blok diagram Radio Konfigurasi 4	25
Gambar 2.25	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 4	26
Gambar 2.26	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 4 Kombinasi pertama	27
Gambar 2.27	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 4 Kombinasi kedua	27
Gambar 2.28	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 4 Kombinasi ketiga	28
Gambar 2.29	Blok <i>failure rate</i> Radio Konfigurasi 4 Kombinasi keempat	28
Gambar 2.30	Blok diagram Radio Konfigurasi 5	29

Gambar 2.31	Blok failure rate Radio Konfigurasi 5	30
Gambar 2.32	Blok failure rate Radio Konfigurasi 5 Transceiver A1	30
Gambar 2.33	Blok failure rate Radio Konfigurasi 5 Transceiver A2	30
Gambar 3.1	Diagram Jaringan Terpasang	31
Gambar 3.2	Diagram Rencana Ekspansi Jaringan	32
Gambar 3.3	Blok diagram Perangkat Stasiun A.....	34
Gambar 3.4	Blok diagram failure rate Jalur ME – Stasiun B.....	35
Gambar 3.5	Blok diagram Perangkat Stasiun B.....	36
Gambar 3.6	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun A – BS	36
Gambar 3.7	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun A – Stasiun C1	37
Gambar 3.8	Blok diagram Perangkat Stasiun C.....	39
Gambar 3.9	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun B – BS.....	40
Gambar 3.10	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun B – Stasiun D1	41
Gambar 3.11	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun B – Stasiun E	42
Gambar 3.12	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun B – Stasiun F.....	43
Gambar 3.13	Blok diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun B – Stasiun G	44
Gambar 3.14	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun B – Stasiun D2.....	45
Gambar 3.15	Blok diagram Perangkat Stasiun D.....	46
Gambar 3.16	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C1 – BS.....	47
Gambar 3.17	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C1 – Stasiun H.....	48
Gambar 3.18	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C3 – Stasiun I	49
Gambar 3.19	Blok diagram Perangkat Stasiun E.....	50
Gambar 3.20	Blok diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun C ₂ – BS.....	50
Gambar 3.21	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C2 – Stasiun J	51
Gambar 3.22	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C2 – Stasiun K.....	52
Gambar 3.23	Blok diagram Perangkat Stasiun F	53
Gambar 3.24	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C2 – BS.....	53
Gambar 3.25	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C2 – Stasiun M	54
Gambar 3.26	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun C2 – Stasiun L	55
Gambar 3.27	Blok diagram Perangkat Stasiun G.....	56
Gambar 3.28	Blok diagram Perangkat Stasiun H.....	57
Gambar 3.29	Blok diagram Perangkat Stasiun I.....	58
Gambar 3.30	Blok diagram Perangkat Stasiun F	59
Gambar 3.31	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun E – BS.....	59

Gambar 3.32	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun E – Stasiun N	60
Gambar 3.33	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun E – Stasiun O	60
Gambar 3.34	Blok diagram Perangkat Stasiun K.....	62
Gambar 3.35	Blok diagram Perangkat Stasiun L.....	62
Gambar 3.36	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun F – BS	62
Gambar 3.37	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun F – Stasiun P	63
Gambar 3.38	Blok diagram Perangkat Stasiun M.....	64
Gambar 3.39	Blok diagram Perangkat Stasiun N.....	65
Gambar 3.40	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun J – BS.....	66
Gambar 3.41	Blok diagram failure rate Jalur Stasiun J – Stasiun Q.....	66
Gambar 3.42	Blok diagram Perangkat Stasiun O.....	67
Gambar 3.43	Blok diagram perangkat Stasiun P	68
Gambar 3.44	Blok diagram perangkat Stasiun Q.....	68
Gambar 3.45	Blok diagram perangkat dan failure rate Stasiun X.....	69
Gambar 4.1	Rangkaian Availability Perangkat Jaringan Terpasang.....	72
Gambar 4.2	Rangkaian Availability Perangkat Jaringan Ekspansi	73
Gambar 4.3	Rangkaian Availability Propagasi Jaringan Terpasang.....	76
Gambar 4.4	Rangkaian Availability Propagasi Ekspansi Jaringan	77
Gambar 4.5	Blok Diagram failure rate Jalur ME – Stasiun B (Optimasi)	82
Gambar 4.6	Optimasi failure rate IDU Shelf Terminal Stasiun C	84
Gambar 4.7	Blok Diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun B – Stasiun E (Optimasi)	85
Gambar 4.8	Blok Diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun B – Stasiun F (Optimasi)	86
Gambar 4.9	Blok Diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun B – Stasiun G (Optimasi)	87
Gambar 4.10	Blok Diagram <i>failure rate</i> Jalur Stasiun B – Stasiun D2 (Optimasi)	88
Gambar 4.11	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₁	93
Gambar 4.12	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₂	95
Gambar 4.13	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₃	97
Gambar 4.14	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₄	99
Gambar 4.15	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₅	101
Gambar 4.16	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₆	103
Gambar 4.17	Optimasi Jalur Koneksi ME-BSX ₈	105
Gambar 4.18	Proteksi Koneksi dan Modul Jalur Koneksi ME-BSX ₈	111