

BAB IV

ANALISIS INDEKS KEANDALAN DAN NILAI EKONOMIS

Pada penelitian ini, pokok bahasan yang dibahas adalah mengenai analisis keandalan dan analisis nilai ekonomis. Dilihat dari sudut pandang kegunaanya dan manfaatnya, analisis keandalan dan analisis nilai ekonomis yang berkaitan dengan aspek ekonomis memiliki beberapa fungsi yaitu :

- Melihat dan meninjau tampilan sistem (*system performance*)
- Memprediksi suatu sistem yang akan datang (*system prediction*)
- Membuat studi atau bahkan merancang suatu sistem yang handal dan ekonomis
- Melihat besarnya biaya kerugian yang dialami dari sisi PLN.

4.1 Penyulang Pujon

Terdapat dua penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini. Penelitian pertama adalah mengenai nilai evaluasi keandalan Penyulang Pujon dengan metode *section technique* yang akan menghasilkan suatu nilai indeks keandalan. Dengan indeks keandalan ini suatu sistem distribusi dapat dilihat tingkat keandalan sistem tersebut. Dari angka perbandingan yang dimiliki dapat digunakan sebagai acuan perencanaan pemulihan atau pengembangan sistem yang akan datang. Selain itu, indeks keandalan juga bermanfaat sebagai pembanding antar sistem yang akan memacu meningkatkan keandalan sistem yang lemah.

Penelitian yang kedua adalah melakukan analisis nilai ekonomis dimana nantinya akan diperoleh nilai evaluasi secara ekonomis dari Penyulang Pujon. Nilai ekonomis yang didapat dari analisis nilai ekonomis ini dapat digunakan untuk perencanaan, pemulihan dan perkembangan sistem yang ada, sehingga kerugian yang terjadi dapat dikurangi dan ditekan semaksimal mungkin. Sehingga dengan diketahuinya indeks keandalan dan faktor ekonomis suatu jaringan sistem distribusi 20 kV pada daerah pelayanan hal ini dapat digunakan sebagai panduan untuk menilai keandalan dan faktor ekonomis sistem yang akan datang.

Dalam bab IV ini Penyulang Pujon adalah objek yang akan dianalisis sebagai model sistem. Penyulang Pujon ini berlokasi di PT. PLN (PERSERO) Distribusi Jawa Timur Area Malang Rayon Batu. Penyulang ini adalah jaringan distribusi primer 20 kV

yang disuplai oleh Trafo III 150/20 kV 60 MVA Gardu Induk Sengkaling. Penyulang ini dipilih sebagai objek penelitian setelah meninjau seluruh penyulang yang di Area Malang, dan Penyulang Pujon adalah penyulang yang sering mengalami gangguan dengan penyebab gangguan yang sangat variatif. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.1 atau gambar *single line* diagram Penyulang Pujon, penyulang ini memiliki 7 *Sectionalizer* sehingga penyulang Pujon akan dibagi menjadi 8 *section*. Terdapat *load point* atau titik beban yang dinyatakan oleh trafo distribusi. Jumlah titik beban yang terdapat pada Penyulang Pujon ini adalah sebanyak 78 titik beban dan jumlah total saluran udara yang ada pada Penyulang Pujon ini adalah 111 saluran. Pada *section 1* terdapat 1 *load point* atau titik beban yang terdiri dari titik beban TB1, *section 2* terdapat titik beban TB 2 - titik beban TB 6, *section 3* terdapat titik beban TB 7 - titik beban TB 25 dan titik beban TB. 51, *section 4* terdapat titik beban TB 26 - titik beban TB 29, *section 5* terdapat titik beban TB 30 - titik beban TB 47, *section 6* terdapat titik beban TB 48 - titik beban TB 50, *section 7* terdapat titik beban TB 52 - titik beban TB 62, *section 8* terdapat titik beban TB 63 - titik beban TB 78. Dalam pengerjaannya semua sistem akan terbagi oleh *section - section* yang ada, sehingga setiap *section* akan dianalisis secara terpisah.

Data *single line* diagram Penyulang Pujon, Data jumlah pelanggan tiap *load point* Penyulang Pujon dan data panjang tiap saluran Penyulang Pujon digunakan sebagai dasar dalam analisis evaluasi keandalan. Dalam melakukan perhitungan, SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV digunakan sebagai standar untuk laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan sistem jaringan distribusi 20 kV seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2.1

4.1.1 Data Jumlah Pelanggan tiap Titik Beban Penyulang Pujon

Seperti yang dapat dilihat pada *single line* diagram Penyulang Pujon, bahwa Penyulang Pujon ini terdiri dari 78 titik beban dengan total pelanggan mencapai 21024 pelanggan. Data jumlah pelanggan tiap titik beban dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Tabel jumlah pelanggan tiap titik beban Penyulang Pujon (Bagian 1)

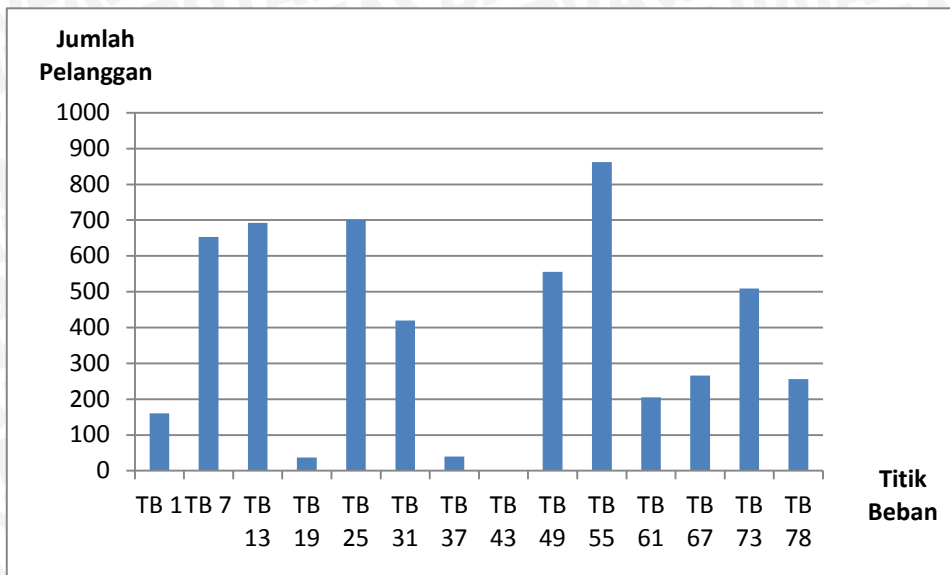
| No | Titik Beban | Jumlah Pelanggan |
|----|-------------------|------------------|
| 1 | titik beban TB 1 | 160 |
| 2 | titik beban TB 2 | 85 |
| 3 | titik beban TB 3 | 355 |
| 4 | titik beban TB 4 | 1 |
| 5 | titik beban TB 5 | 42 |
| 6 | titik beban TB 6 | 238 |
| 7 | titik beban TB 7 | 653 |
| 8 | titik beban TB 8 | 22 |
| 9 | titik beban TB 9 | 56 |
| 10 | titik beban TB 10 | 1 |
| 11 | titik beban TB 11 | 652 |
| 12 | titik beban TB 12 | 415 |
| 13 | titik beban TB 13 | 692 |
| 14 | titik beban TB 14 | 82 |
| 15 | titik beban TB 15 | 83 |
| 16 | titik beban TB 16 | 454 |
| 17 | titik beban TB 17 | 262 |
| 18 | titik beban TB 18 | 15 |
| 19 | titik beban TB 19 | 37 |
| 20 | titik beban TB 20 | 501 |
| 21 | titik beban TB 21 | 241 |
| 22 | titik beban TB 22 | 2 |
| 23 | titik beban TB 23 | 11 |
| 24 | titik beban TB 24 | 134 |
| 25 | titik beban TB 25 | 701 |
| 26 | titik beban TB 26 | 1 |
| 27 | titik beban TB 27 | 1 |
| 28 | titik beban TB 28 | 119 |
| 29 | titik beban TB 29 | 4 |
| 30 | titik beban TB 30 | 496 |
| 31 | titik beban TB 31 | 420 |
| 32 | titik beban TB 32 | 9 |
| 33 | titik beban TB 33 | 448 |
| 34 | titik beban TB 34 | 536 |
| 35 | titik beban TB 35 | 455 |
| 36 | titik beban TB 36 | 450 |
| 37 | titik beban TB 37 | 40 |
| 38 | titik beban TB 38 | 854 |
| 39 | titik beban TB 39 | 416 |
| 40 | titik beban TB 40 | 177 |
| 41 | titik beban TB 41 | 397 |
| 42 | titik beban TB 42 | 506 |
| 43 | titik beban TB 43 | 1 |
| 44 | titik beban TB 44 | 1 |
| 45 | titik beban TB 45 | 877 |
| 46 | titik beban TB 46 | 1 |
| 47 | titik beban TB 47 | 322 |
| 48 | titik beban TB 48 | 238 |
| 49 | titik beban TB 49 | 556 |
| 50 | titik beban TB 50 | 104 |

Tabel 4.2 Tabel jumlah pelanggan tiap titik beban Penyulang Pujon (Bagian 2)

| No | Titik Beban | Jumlah Pelanggan |
|----|-------------------|------------------|
| 51 | titik beban TB 51 | 1 |
| 52 | titik beban TB 52 | 129 |
| 53 | titik beban TB 53 | 235 |
| 54 | titik beban TB 54 | 1 |
| 55 | titik beban TB 55 | 862 |
| 56 | titik beban TB 56 | 546 |
| 57 | titik beban TB 57 | 230 |
| 58 | titik beban TB 58 | 90 |
| 59 | titik beban TB 59 | 222 |
| 60 | titik beban TB 60 | 610 |
| 61 | titik beban TB 61 | 205 |
| 62 | titik beban TB 62 | 196 |
| 63 | titik beban TB 63 | 317 |
| 64 | titik beban TB 64 | 413 |
| 65 | titik beban TB 65 | 389 |
| 66 | titik beban TB 66 | 164 |
| 67 | titik beban TB 67 | 266 |
| 68 | titik beban TB 68 | 77 |
| 69 | titik beban TB 69 | 150 |
| 70 | titik beban TB 70 | 158 |
| 71 | titik beban TB 71 | 586 |
| 72 | titik beban TB 72 | 215 |
| 73 | titik beban TB 73 | 509 |
| 74 | titik beban TB 74 | 290 |
| 75 | titik beban TB 75 | 144 |
| 76 | titik beban TB 76 | 345 |
| 77 | titik beban TB 77 | 94 |
| 78 | titik beban TB 78 | 256 |

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Dapat dilihat bahwa pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 diatas, bahwa jumlah pelanggan yang paling sedikit yang disuplai oleh suatu trafo distribusi pada Penyulang Pujon adalah dengan jumlah satu pelanggan. Hanya terdapat satu pelanggan yang disuplai oleh suatu trafo distribusi dikarenakan beberapa trafo yang ada pada Penyulang Pujon merupakan trafo-trafo distribusi khusus. Sedangkan jumlah pelanggan yang paling banyak disuplai oleh trafo distribusi T45 dengan jumlah pelanggan 877. Bentuk grafik jumlah pelanggan Penyulang Pujon dapat dilihat pada Gambar 4.1.



4.1.2 Data Panjang Tiap Saluran Penyulang Pujon

Penyulang Pujon ini merupakan penyulang dengan area paling luas di PT. PLN Area Malang Rayon Batu. Penyulang ini memiliki sebanyak 111 saluran udara yang menghubungkan 78 trafo distribusi yang sebelumnya telah dijelaskan pada tabel 4.1 diatas. Data panjang tiap saluran Penyulang Pujon dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3 Tabel panjang tiap saluran Penyulang Pujon (Bagian 1)

| No | Saluran Udara | Panjang Saluran (km) |
|----|---------------|----------------------|
| 1 | Saluran L 1 | 0,896 |
| 2 | Saluran L 2 | 0,588 |
| 3 | Saluran L 3 | 5,319 |
| 4 | Saluran L 4 | 0,29 |
| 5 | Saluran L 5 | 0,137 |
| 6 | Saluran L 6 | 0,489 |
| 7 | Saluran L 7 | 0,122 |
| 8 | Saluran L 8 | 0,081 |
| 9 | Saluran L 9 | 0,423 |
| 10 | Saluran L 10 | 0,255 |
| 11 | Saluran L 11 | 0,302 |
| 12 | Saluran L 12 | 0,327 |
| 13 | Saluran L 13 | 0,513 |
| 14 | Saluran L 14 | 0,69 |
| 15 | Saluran L 15 | 0,106 |
| 16 | Saluran L 16 | 0,15 |
| 17 | Saluran L 17 | 0,509 |
| 18 | Saluran L 18 | 0,126 |
| 19 | Saluran L 19 | 0,603 |

Tabel 4.4 Tabel panjang tiap saluran Penyulang Pujon (Bagian 2)

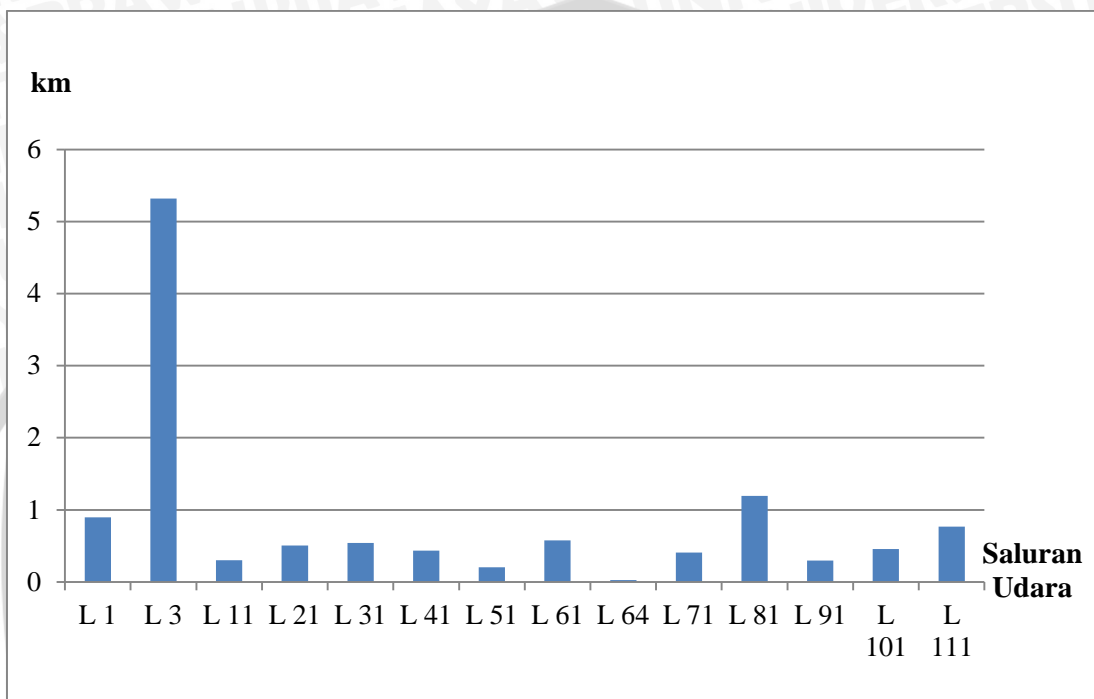
| No | Saluran Udara | Panjang Saluran (km) |
|----|---------------|----------------------|
| 20 | Saluran L 20 | 0,724 |
| 21 | Saluran L 21 | 0,507 |
| 22 | Saluran L 22 | 0,205 |
| 23 | Saluran L 23 | 0,748 |
| 24 | Saluran L 24 | 0,292 |
| 25 | Saluran L 25 | 0,332 |
| 26 | Saluran L 26 | 0,213 |
| 27 | Saluran L 27 | 0,676 |
| 28 | Saluran L 28 | 0,223 |
| 29 | Saluran L 29 | 0,85 |
| 30 | Saluran L 30 | 0,125 |
| 31 | Saluran L 31 | 0,542 |
| 32 | Saluran L 32 | 0,115 |
| 33 | Saluran L 33 | 0,358 |
| 34 | Saluran L 34 | 0,135 |
| 35 | Saluran L 35 | 0,327 |
| 36 | Saluran L 36 | 0,548 |
| 37 | Saluran L 37 | 0,151 |
| 38 | Saluran L 38 | 0,297 |
| 39 | Saluran L 39 | 0,147 |
| 40 | Saluran L 40 | 0,434 |
| 41 | Saluran L 41 | 0,434 |
| 42 | Saluran L 42 | 0,194 |
| 43 | Saluran L 43 | 0,154 |
| 44 | Saluran L 44 | 0,188 |
| 45 | Saluran L 45 | 0,949 |
| 46 | Saluran L 46 | 0,298 |
| 47 | Saluran L 47 | 0,157 |
| 48 | Saluran L 48 | 0,293 |
| 49 | Saluran L 49 | 0,101 |
| 50 | Saluran L 50 | 0,268 |
| 51 | Saluran L 51 | 0,204 |
| 52 | Saluran L 52 | 0,14 |
| 53 | Saluran L 53 | 1,668 |
| 54 | Saluran L 54 | 0,39 |
| 55 | Saluran L 55 | 0,398 |
| 56 | Saluran L 56 | 1,786 |
| 57 | Saluran L 57 | 0,115 |
| 58 | Saluran L 58 | 0,468 |
| 59 | Saluran L 59 | 0,889 |
| 60 | Saluran L 60 | 0,913 |
| 61 | Saluran L 61 | 0,574 |
| 62 | Saluran L 62 | 0,273 |
| 63 | Saluran L 63 | 0,057 |
| 64 | Saluran L 64 | 0,027 |
| 65 | Saluran L 65 | 0,066 |
| 66 | Saluran L 66 | 0,206 |
| 67 | Saluran L 67 | 0,378 |
| 68 | Saluran L 68 | 0,143 |

Tabel 4.5 Tabel panjang tiap saluran Penyulang Pujon (Bagian 3)

| No | Saluran Udara | Panjang Saluran (km) |
|-----|---------------|----------------------|
| 69 | Saluran L 69 | 0,274 |
| 70 | Saluran L 70 | 0,122 |
| 71 | Saluran L 71 | 0,409 |
| 72 | Saluran L 72 | 0,286 |
| 73 | Saluran L 73 | 0,915 |
| 74 | Saluran L 74 | 0,727 |
| 75 | Saluran L 75 | 0,143 |
| 76 | Saluran L 76 | 0,31 |
| 77 | Saluran L 77 | 0,603 |
| 78 | Saluran L 78 | 0,192 |
| 79 | Saluran L 79 | 0,168 |
| 80 | Saluran L 80 | 0,18 |
| 81 | Saluran L 81 | 1,192 |
| 82 | Saluran L 82 | 0,292 |
| 83 | Saluran L 83 | 0,255 |
| 84 | Saluran L 84 | 0,999 |
| 85 | Saluran L 85 | 0,139 |
| 86 | Saluran L 86 | 1,999 |
| 87 | Saluran L 87 | 0,107 |
| 88 | Saluran L 88 | 0,545 |
| 89 | Saluran L 89 | 0,411 |
| 90 | Saluran L 90 | 1,268 |
| 91 | Saluran L 91 | 0,296 |
| 92 | Saluran L 92 | 0,471 |
| 93 | Saluran L 93 | 0,341 |
| 94 | Saluran L 94 | 0,947 |
| 95 | Saluran L 95 | 0,57 |
| 96 | Saluran L 96 | 0,443 |
| 97 | Saluran L 97 | 0,4 |
| 98 | Saluran L 98 | 0,806 |
| 99 | Saluran L 99 | 0,157 |
| 100 | Saluran L 100 | 0,137 |
| 101 | Saluran L 101 | 0,455 |
| 102 | Saluran L 102 | 0,466 |
| 103 | Saluran L 103 | 1,691 |
| 104 | Saluran L 104 | 1,083 |
| 105 | Saluran L 105 | 1,201 |
| 106 | Saluran L 106 | 0,294 |
| 107 | Saluran L 107 | 0,909 |
| 108 | Saluran L 108 | 0,491 |
| 109 | Saluran L 109 | 1,323 |
| 110 | Saluran L 110 | 1,281 |
| 111 | Saluran L111 | 0,769 |

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Dapat dilihat dari tabel 4.3, 4.4 dan 4.5, bahwa saluran udara dengan panjang terpendek adalah 0,027 km yakni pada saluran udara L64 sedangkan saluran paling panjang adalah saluran udara L3 dengan panjang 5,39 km. Sehingga dari data panjang saluran udara yang terdapat pada Penyulang Pujon dapat dibuat grafik panjang tiap saluran Penyulang Pujon yang dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini :

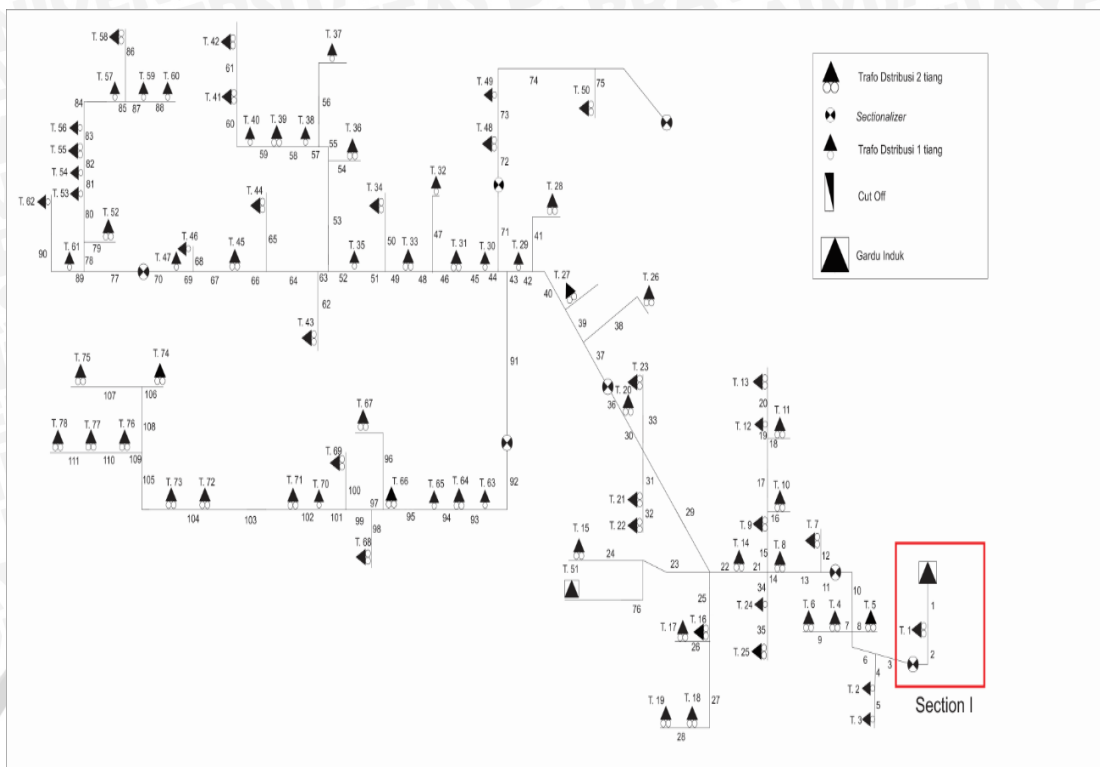


Gambar 4.2. Grafik panjang tiap saluran Penyulang Pujon

4.2 Analisis Indeks Keandalan

4.2.1 Section I

Metode *section technique* adalah sebuah metode yang merupakan pengembangan dari konsep FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Meskipun metode yang digunakan hampir sama, namun seperti yang telah dijelaskan diatas bahwa metode *section technique* adalah metode yang membagi suatu topologi jaringan menjadi beberapa *section* yang mengurangi proses kalkulasi yang rumit pada metode FMEA. Dalam pembagiannya, *section* I adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang pertama. Dimana wilayah pembagian dari *section* I ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon dan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Wilayah dari *section I* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Section I adalah wilayah pembagian pertama dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Dari *section I* ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section I*, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Pujon. *Section I* Penyulang Pujon terdiri dari lima peralatan distribusi yakni, satu buah Pemutus Tenaga atau *Circuit Breaker*, satu buah trafo distribusi T1, satu buah *Sectionalizer* S1 serta dua buah saluran udara L1 dan L2. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section I* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section I*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh *Circuit*

Breaker B atau Pemutus Tenaga B. Dapat dilihat bahwa, seluruh titik beban pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* sehingga tidak ada aliran distribusi listrik yang mengalir pada Penyulang Pujon. Pada metode ini diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section I* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section I* ini ditampilkan pada *Section Tecnique Worksheet* berikut :

Tabel 4.6 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section I*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|------------------------|---------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Pemutus Tenaga B | Titik Beban TB1 – TB78 | - |
| 2 | Trafo T1 | Titik Beban TB1 | - |
| 3 | <i>Sectionalizer S1</i> | Titik Beban TB1 – TB78 | - |
| 4 | Saluran L1 | Titik Beban TB1 – TB78 | - |
| 5 | Saluran L2 | Titik Beban TB1 – TB78 | - |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap TB yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.7 :

Tabel 4.7 Tabel λ peralatan distribusi *section I*

| No | Nama Peralatan | Laju Kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Pemutus Tenaga B | 0,004 | - | 0,004 |
| 2 | Trafo T1 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | <i>Sectionalizer S1</i> | 0,003 | - | 0,003 |
| 4 | Saluran L1 | 0,2 | 0,896 | 0,1792 |
| 5 | Saluran L2 | 0,2 | 0,588 | 0,1176 |
| TOTAL | | | | 0,2968 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban atau *load point* didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahannya.

Tabel 4.8 Tabel λ dan *worksheet* peralatan distribusi *section I*

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Pemutus Tenaga B | 0,004 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T1 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | <i>Sectionalizer</i> S1 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 4 | Saluran L1 | 0,1792 | 3 | 0,15 |
| 5 | Saluran L2 | 0,1176 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section I*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemadaman (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Pemutus Tenaga B | 780 | 0 | 780 |
| 2 | Trafo T1 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | <i>Sectionalizer</i> S1 | 780 | 0 | 780 |
| 4 | Saluran L1 | 234 | 0 | 234 |
| 5 | Saluran L2 | 234 | 0 | 234 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section I* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T1 = \frac{\sum N_{TB1} \times \lambda_{TB1}}{N} = \frac{160 \times 0,005}{21024} = 3,80518 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* I dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{N}$$

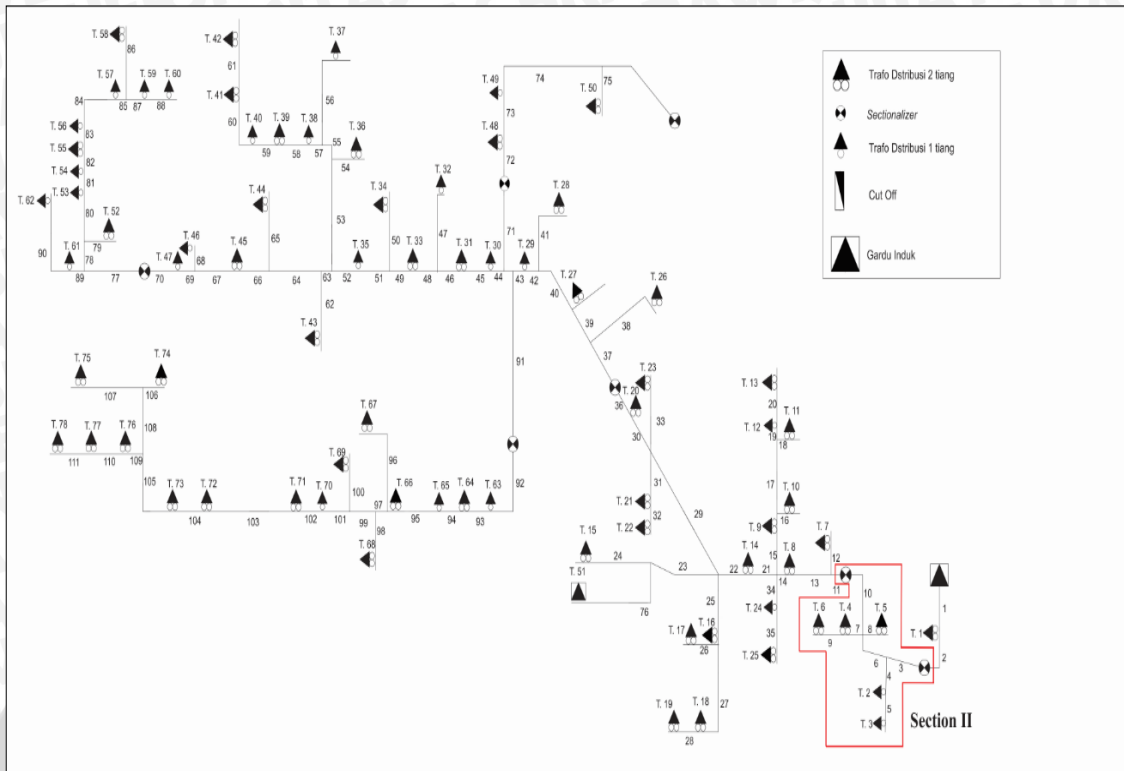
$$SAIDI T1 = \frac{\sum U_{TB1} \times \lambda_{TB1}}{N} = \frac{10 \times 0,005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.10 Tabel indeks keandalan *section* I

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Circuit Breaker B | 0,004 | 0,000148402 |
| 2 | Trafo T1 | $3,80518 \times 10^{-5}$ | $2,378237 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Sectionalizer S1 | 0,003 | 0,000111301 |
| 4 | Saluran L1 | 0,1792 | 0,001994521 |
| 5 | Saluran L2 | 0,1176 | 0,001308904 |
| TOTAL | | 0,303838052 | 0,003565506 |

4.2.2 *Section* II

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section* II adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang kedua. Dimana wilayah pembagian dari *section* II ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section* I sebelumnya. Pembagian wilayah *section* II Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4. Wilayah dari *section II* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Section II adalah wilayah pembagian kedua dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section I*, dari *section II* ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section II*, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Pujon. *Section II* Penyulang Pujon terdiri dari 15 peralatan distribusi yakni, lima buah trafo distribusi T2 hingga T6, dua buah *Sectionalizer* S1 dan S2, serta delapan buah saluran udara L3 hingga L10. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section II* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section II*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara

L3. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section* II hingga *section* VII lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 atau titik beban TB1 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Seperti ini di halnya pada *section* I tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section* II selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section* II ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.11 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section* II

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T2 | titik beban TB 2 | - |
| 2 | Trafo T3 | titik beban TB 3 | - |
| 3 | Trafo T4 | titik beban TB 4 | - |
| 4 | Trafo T5 | titik beban TB 5 | - |
| 5 | Trafo T6 | titik beban TB 6 | - |
| 6 | <i>Sectionalizer</i> S1 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 7 | <i>Sectionalizer</i> S2 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 8 | Saluran L 3 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 9 | Saluran L 4 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 10 | Saluran L 5 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 11 | Saluran L 6 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 12 | Saluran L 7 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 13 | Saluran L 8 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 14 | Saluran L 9 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |
| 15 | Saluran L 10 | titik beban TB 2 – TB78 | titik beban TB 1 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik

beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.12 :

Tabel 4.12 Tabel λ peralatan distribusi *section II*

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T2 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T3 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T4 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T5 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Trafo T6 | 0,005 | - | 0,005 |
| 6 | Sectionalizer S1 | 0,003 | - | 0,003 |
| 7 | Sectionalizer S2 | 0,003 | - | 0,003 |
| 8 | Saluran L 3 | 0,2 | 5,319 | 1,0638 |
| 9 | Saluran L 4 | 0,2 | 0,29 | 0,058 |
| 10 | Saluran L 5 | 0,2 | 0,137 | 0,0274 |
| 11 | Saluran L 6 | 0,2 | 0,489 | 0,0978 |
| 12 | Saluran L 7 | 0,2 | 0,122 | 0,0244 |
| 13 | Saluran L 8 | 0,2 | 0,081 | 0,0162 |
| 14 | Saluran L 9 | 0,2 | 0,423 | 0,0846 |
| 15 | Saluran L 10 | 0,2 | 0,255 | 0,051 |
| TOTAL | | | | 1,4542 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahannya.

Tabel 4.13 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section II* (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|----------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T2 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T3 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T4 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T5 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Trafo T6 | 0,005 | 10 | 0,15 |

Tabel 4.14 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* II (bagian 2)

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 6 | <i>Sectionalizer</i> S1 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 7 | <i>Sectionalizer</i> S2 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 8 | Saluran L 3 | 1,0638 | 3 | 0,15 |
| 9 | Saluran L 4 | 0,058 | 3 | 0,15 |
| 10 | Saluran L 5 | 0,0274 | 3 | 0,15 |
| 11 | Saluran L 6 | 0,0978 | 3 | 0,15 |
| 12 | Saluran L 7 | 0,0244 | 3 | 0,15 |
| 13 | Saluran L 8 | 0,0162 | 3 | 0,15 |
| 14 | Saluran L 9 | 0,0846 | 3 | 0,15 |
| 15 | Saluran L 10 | 0,051 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.15 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* II

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemadaman (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T2 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T3 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T4 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T5 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Trafo T6 | 10 | 0 | 10 |
| 6 | <i>Sectionalizer</i> S1 | 780 | 0 | 780 |
| 7 | <i>Sectionalizer</i> S2 | 770 | 0,15 | 777,15 |
| 8 | Saluran L 3 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 9 | Saluran L 4 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 10 | Saluran L 5 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 11 | Saluran L 6 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 12 | Saluran L 7 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 13 | Saluran L 8 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 14 | Saluran L 9 | 231 | 0,15 | 231,15 |
| 15 | Saluran L 10 | 231 | 0,15 | 231,15 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* II dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T3 = \frac{\sum N_{TB3} \times \lambda_{TB3}}{N} = \frac{355 \times 0,005}{21024} = 8,44273 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* II dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{N}$$

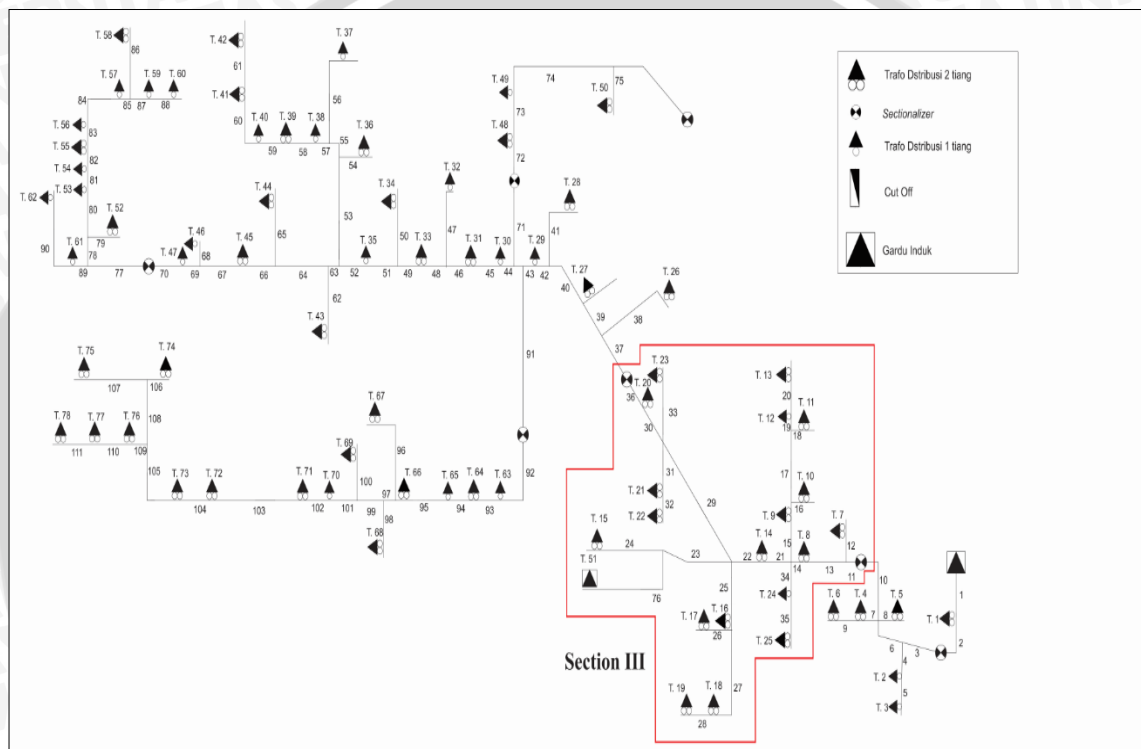
$$SAIDI T3 = \frac{\sum U_{TB3} \times \lambda_{TB3}}{N} = \frac{10 \times 0.005}{21024} = 2.37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.16 Tabel indeks keandalan *section* II

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T2 | 2,0215×10 ⁻⁵ | 2,37823×10 ⁻⁶ |
| 2 | Trafo T3 | 8,44273×10 ⁻⁵ | 2,37823×10 ⁻⁶ |
| 3 | Trafo T4 | 2,37823×10 ⁻⁷ | 2,37823×10 ⁻⁶ |
| 4 | Trafo T5 | 9,98858×10 ⁻⁶ | 2,37823×10 ⁻⁶ |
| 5 | Trafo T6 | 5,6602×10 ⁻⁵ | 2,37823×10 ⁻⁶ |
| 6 | <i>Sectionalizer</i> S1 | 0,003 | 0,000111301 |
| 7 | <i>Sectionalizer</i> S2 | 0,002977169 | 0,000109896 |
| 8 | Saluran L 3 | 1,05570411 | 0,011696032 |
| 9 | Saluran L 4 | 0,0575586 | 0,000637686 |
| 10 | Saluran L 5 | 0,027191476 | 0,000301251 |
| 11 | Saluran L 6 | 0,097055708 | 0,00107527 |
| 12 | Saluran L 7 | 0,024214307 | 0,000268268 |
| 13 | Saluran L 8 | 0,016076712 | 0,000178112 |
| 14 | Saluran L 9 | 0,083956164 | 0,000930141 |
| 15 | Saluran L 10 | 0,050611872 | 0,000560723 |
| TOTAL | | 1.418517589 | 0,015880571 |

4.2.3 Section III

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section III* adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang ketiga. Dimana wilayah pembagian dari *section III* ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section I* dan *section II* sebelumnya. Pembagian wilayah *section III* Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5. Wilayah dari *section III* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Section III adalah wilayah pembagian ketiga dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section I* dan *section II*, dari *section III* ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section III*, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section III* Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan peralatan distribusi pada *section III* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section III* Penyulang Pujon.

Section III Penyulang Pujon terdiri dari 49 peralatan distribusi yakni, 20 buah trafo distribusi T7 hingga T25 dan T51, dua buah *Sectionalizer* S2 dan S3, serta 27 buah saluran udara L11 hingga L36 dan L76. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section III* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section III*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L14. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section III* hingga *section VII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 - T6 atau titik beban TB1 – TB6 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB6 adalah titik-titik beban yang berada pada *section I* dan *section II* sebelum *section III*. Seperti ini di halnya pada *section I* dan *section II* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section III* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section III* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.17 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section III*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|----------------|------------------------|---------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T7 | titik beban TB 7 | - |
| 2 | Trafo T8 | titik beban TB 8 | - |
| 3 | Trafo T9 | titik beban TB 9 | - |
| 4 | Trafo T10 | titik beban TB 10 | - |
| 5 | Trafo T11 | titik beban TB 11 | - |
| 6 | Trafo T12 | titik beban TB 12 | - |
| 7 | Trafo T13 | titik beban TB 13 | - |
| 8 | Trafo T14 | titik beban TB 14 | - |
| 9 | Trafo T15 | titik beban TB 15 | - |

| | | | |
|----|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 10 | Trafo T16 | titik beban TB 16 | - |
| 11 | Trafo T17 | titik beban TB 17 | - |
| 12 | Trafo T18 | titik beban TB 18 | - |
| 13 | Trafo T19 | titik beban TB 19 | - |
| 14 | Trafo T20 | titik beban TB 20 | - |
| 15 | Trafo T21 | titik beban TB 21 | - |
| 16 | Trafo T22 | titik beban TB 22 | - |
| 17 | Trafo T23 | titik beban TB 23 | - |
| 18 | Trafo T24 | titik beban TB 24 | - |
| 19 | Trafo T25 | titik beban TB 25 | - |
| 20 | Trafo T51 | titik beban TB 51 | - |
| 21 | <i>Sectionalizer S2</i> | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 22 | <i>Sectionalizer S3</i> | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 23 | Saluran L 11 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 24 | Saluran L 12 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 25 | Saluran L 13 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 26 | Saluran L 14 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 27 | Saluran L 15 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 28 | Saluran L 16 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 29 | Saluran L 17 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 30 | Saluran L 18 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 31 | Saluran L 19 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 32 | Saluran L 20 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 33 | Saluran L 21 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 34 | Saluran L 22 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 35 | Saluran L 23 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 36 | Saluran L 24 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 37 | Saluran L 25 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 38 | Saluran L 26 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 39 | Saluran L 27 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 40 | Saluran L 28 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 41 | Saluran L 29 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 42 | Saluran L 30 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 43 | Saluran L 31 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 44 | Saluran L 32 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 45 | Saluran L 33 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 46 | Saluran L 34 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 47 | Saluran L 35 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 48 | Saluran L 36 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |
| 49 | Saluran L 76 | titik beban TB 7 - TB 78 | titik beban TB 1 - TB 6 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.18 dibawah ini :

Tabel 4.18 Tabel λ peralatan distribusi *section* III (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|----|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T7 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T8 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T9 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T10 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Trafo T11 | 0,005 | - | 0,005 |
| 6 | Trafo T12 | 0,005 | - | 0,005 |
| 7 | Trafo T13 | 0,005 | - | 0,005 |
| 8 | Trafo T14 | 0,005 | - | 0,005 |
| 9 | Trafo T15 | 0,005 | - | 0,005 |
| 10 | Trafo T16 | 0,005 | - | 0,005 |
| 11 | Trafo T17 | 0,005 | - | 0,005 |
| 12 | Trafo T18 | 0,005 | - | 0,005 |
| 13 | Trafo T19 | 0,005 | - | 0,005 |
| 14 | Trafo T20 | 0,005 | - | 0,005 |
| 15 | Trafo T21 | 0,005 | - | 0,005 |
| 16 | Trafo T22 | 0,005 | - | 0,005 |
| 17 | Trafo T23 | 0,005 | - | 0,005 |
| 18 | Trafo T24 | 0,005 | - | 0,005 |
| 19 | Trafo T25 | 0,005 | - | 0,005 |
| 20 | Trafo T51 | 0,005 | - | 0,005 |
| 21 | Sectionalizer S2 | 0,003 | - | 0,003 |
| 22 | Sectionalizer S3 | 0,003 | - | 0,003 |
| 23 | Saluran L 11 | 0,2 | 0,302 | 0,0604 |
| 24 | Saluran L 12 | 0,2 | 0,327 | 0,0654 |
| 25 | Saluran L 13 | 0,2 | 0,513 | 0,1026 |
| 26 | Saluran L 14 | 0,2 | 0,69 | 0,138 |
| 27 | Saluran L 15 | 0,2 | 0,106 | 0,0212 |
| 28 | Saluran L 16 | 0,2 | 0,15 | 0,03 |
| 29 | Saluran L 17 | 0,2 | 0,509 | 0,1018 |
| 30 | Saluran L 18 | 0,2 | 0,126 | 0,0252 |

Tabel 4.19 Tabel λ peralatan distribusi *section* III (bagian 2)

| | | | | |
|-------|--------------|-----|-------|--------|
| 31 | Saluran L 19 | 0,2 | 0,603 | 0,1206 |
| 32 | Saluran L 20 | 0,2 | 0,724 | 0,1448 |
| 33 | Saluran L 21 | 0,2 | 0,507 | 0,1014 |
| 34 | Saluran L 22 | 0,2 | 0,205 | 0,041 |
| 35 | Saluran L 23 | 0,2 | 0,748 | 0,1496 |
| 36 | Saluran L 24 | 0,2 | 0,292 | 0,0584 |
| 37 | Saluran L 25 | 0,2 | 0,332 | 0,0664 |
| 38 | Saluran L 26 | 0,2 | 0,213 | 0,0426 |
| 39 | Saluran L 27 | 0,2 | 0,676 | 0,1352 |
| 40 | Saluran L 28 | 0,2 | 0,223 | 0,0446 |
| 41 | Saluran L 29 | 0,2 | 0,85 | 0,17 |
| 42 | Saluran L 30 | 0,2 | 0,125 | 0,025 |
| 43 | Saluran L 31 | 0,2 | 0,542 | 0,1084 |
| 44 | Saluran L 32 | 0,2 | 0,115 | 0,023 |
| 45 | Saluran L 33 | 0,2 | 0,358 | 0,0716 |
| 46 | Saluran L 34 | 0,2 | 0,135 | 0,027 |
| 47 | Saluran L 35 | 0,2 | 0,327 | 0,0654 |
| 48 | Saluran L 36 | 0,2 | 0,548 | 0,1096 |
| 49 | Saluran L 76 | 0,2 | 0,31 | 0,062 |
| TOTAL | | | | 2,2172 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadaman dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahan.

Tabel 4.20 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* III (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|----------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T7 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T8 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T9 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T10 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Trafo T11 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 6 | Trafo T12 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 7 | Trafo T13 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 8 | Trafo T14 | 0,005 | 10 | 0,15 |

Tabel 4.21 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* III (bagian 2)

| | | | | |
|----|-------------------------|--------|----|------|
| 9 | Trafo T15 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 10 | Trafo T16 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 11 | Trafo T17 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 12 | Trafo T18 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 13 | Trafo T19 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 14 | Trafo T20 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 15 | Trafo T21 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 16 | Trafo T22 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 17 | Trafo T23 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 18 | Trafo T24 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 19 | Trafo T25 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 20 | Trafo T51 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 21 | <i>Sectionalizer</i> S2 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 22 | <i>Sectionalizer</i> S3 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 23 | Saluran L 11 | 0,0604 | 3 | 0,15 |
| 24 | Saluran L 12 | 0,0654 | 3 | 0,15 |
| 25 | Saluran L 13 | 0,1026 | 3 | 0,15 |
| 26 | Saluran L 14 | 0,138 | 3 | 0,15 |
| 27 | Saluran L 15 | 0,0212 | 3 | 0,15 |
| 28 | Saluran L 16 | 0,03 | 3 | 0,15 |
| 29 | Saluran L 17 | 0,1018 | 3 | 0,15 |
| 30 | Saluran L 18 | 0,0252 | 3 | 0,15 |
| 31 | Saluran L 19 | 0,1206 | 3 | 0,15 |
| 32 | Saluran L 20 | 0,1448 | 3 | 0,15 |
| 33 | Saluran L 21 | 0,1014 | 3 | 0,15 |
| 34 | Saluran L 22 | 0,041 | 3 | 0,15 |
| 35 | Saluran L 23 | 0,1496 | 3 | 0,15 |
| 36 | Saluran L 24 | 0,0584 | 3 | 0,15 |
| 37 | Saluran L 25 | 0,0664 | 3 | 0,15 |
| 38 | Saluran L 26 | 0,0426 | 3 | 0,15 |
| 39 | Saluran L 27 | 0,1352 | 3 | 0,15 |
| 40 | Saluran L 28 | 0,0446 | 3 | 0,15 |
| 41 | Saluran L 29 | 0,17 | 3 | 0,15 |
| 42 | Saluran L 30 | 0,025 | 3 | 0,15 |
| 43 | Saluran L 31 | 0,1084 | 3 | 0,15 |
| 44 | Saluran L 32 | 0,023 | 3 | 0,15 |
| 45 | Saluran L 33 | 0,0716 | 3 | 0,15 |
| 46 | Saluran L 34 | 0,027 | 3 | 0,15 |
| 47 | Saluran L 35 | 0,0654 | 3 | 0,15 |
| 48 | Saluran L 36 | 0,1096 | 3 | 0,15 |
| 49 | Saluran L 76 | 0,062 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.22 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* III (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemadaman (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T7 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T8 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T9 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T10 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Trafo T11 | 10 | 0 | 10 |
| 6 | Trafo T12 | 10 | 0 | 10 |
| 7 | Trafo T13 | 10 | 0 | 10 |
| 8 | Trafo T14 | 10 | 0 | 10 |
| 9 | Trafo T15 | 10 | 0 | 10 |
| 10 | Trafo T16 | 10 | 0 | 10 |
| 11 | Trafo T17 | 10 | 0 | 10 |
| 12 | Trafo T18 | 10 | 0 | 10 |
| 13 | Trafo T19 | 10 | 0 | 10 |
| 14 | Trafo T20 | 10 | 0 | 10 |
| 15 | Trafo T21 | 10 | 0 | 10 |
| 16 | Trafo T22 | 10 | 0 | 10 |
| 17 | Trafo T23 | 10 | 0 | 10 |
| 18 | Trafo T24 | 10 | 0 | 10 |
| 19 | Trafo T25 | 10 | 0 | 10 |
| 20 | Trafo T51 | 10 | 0 | 10 |
| 21 | <i>Sectionalizer S2</i> | 770 | 0,15 | 770,15 |
| 22 | <i>Sectionalizer S3</i> | 720 | 0,9 | 720,9 |
| 23 | Saluran L 11 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 24 | Saluran L 12 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 25 | Saluran L 13 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 26 | Saluran L 14 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 27 | Saluran L 15 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 28 | Saluran L 16 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 29 | Saluran L 17 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 30 | Saluran L 18 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 31 | Saluran L 19 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 32 | Saluran L 20 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 33 | Saluran L 21 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 34 | Saluran L 22 | 216 | 0,9 | 216,9 |

Tabel 4.23 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* III (bagian 2)

| | | | | |
|----|--------------|-----|-----|-------|
| 35 | Saluran L 23 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 36 | Saluran L 24 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 37 | Saluran L 25 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 38 | Saluran L 26 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 39 | Saluran L 27 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 40 | Saluran L 28 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 41 | Saluran L 29 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 42 | Saluran L 30 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 43 | Saluran L 31 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 44 | Saluran L 32 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 45 | Saluran L 33 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 46 | Saluran L 34 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 47 | Saluran L 35 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 48 | Saluran L 36 | 216 | 0,9 | 216,9 |
| 49 | Saluran L 76 | 216 | 0,9 | 216,9 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* III dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T14 = \frac{\sum N_{TB14} \times \lambda_{TB14}}{N} = \frac{382 \times 0,005}{21024} = 1,95015 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* III dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{N}$$

$$\text{SAIDI T14} = \frac{\sum N_{TB14} \times U_{TB14}}{N} = \frac{10 \times 0,005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.24 Tabel indeks keandalan *section* III (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|----|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T7 | 0,000155299 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 2 | Trafo T8 | $5,23212 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Trafo T9 | $1,33181 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 4 | Trafo T10 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 5 | Trafo T11 | 0,000155061 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 6 | Trafo T12 | $9,86967 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 7 | Trafo T13 | 0,000164574 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 8 | Trafo T14 | $1,95015 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 9 | Trafo T15 | $1,97393 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 10 | Trafo T16 | 0,000107972 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 11 | Trafo T17 | $6,23097 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 12 | Trafo T18 | $3,56735 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 13 | Trafo T19 | $8,79947 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 14 | Trafo T20 | 0,00011915 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 15 | Trafo T21 | $5,73154 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 16 | Trafo T22 | $4,75647 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 17 | Trafo T23 | $2,61606 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 18 | Trafo T24 | $3,18683 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 19 | Trafo T25 | 0,000166714 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 20 | Trafo T51 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 21 | <i>Sectionalizer</i> S2 | 0,002977169 | 0,000109896 |
| 22 | <i>Sectionalizer</i> S3 | 0,002874287 | 0,000102868 |
| 23 | Saluran L 11 | 0,057868969 | 0,000623134 |
| 24 | Saluran L 12 | 0,062659446 | 0,000674717 |
| 25 | Saluran L 13 | 0,098300599 | 0,001058502 |
| 26 | Saluran L 14 | 0,13221718 | 0,001423716 |
| 27 | Saluran L 15 | 0,020311625 | 0,000218716 |
| 28 | Saluran L 16 | 0,028742865 | 0,000309503 |
| 29 | Saluran L 17 | 0,097534123 | 0,001050248 |
| 30 | Saluran L 18 | 0,024144007 | 0,000259983 |
| 31 | Saluran L 19 | 0,115546318 | 0,001244204 |

Tabel 4.25 Tabel indeks keandalan *section* III (bagian 2)

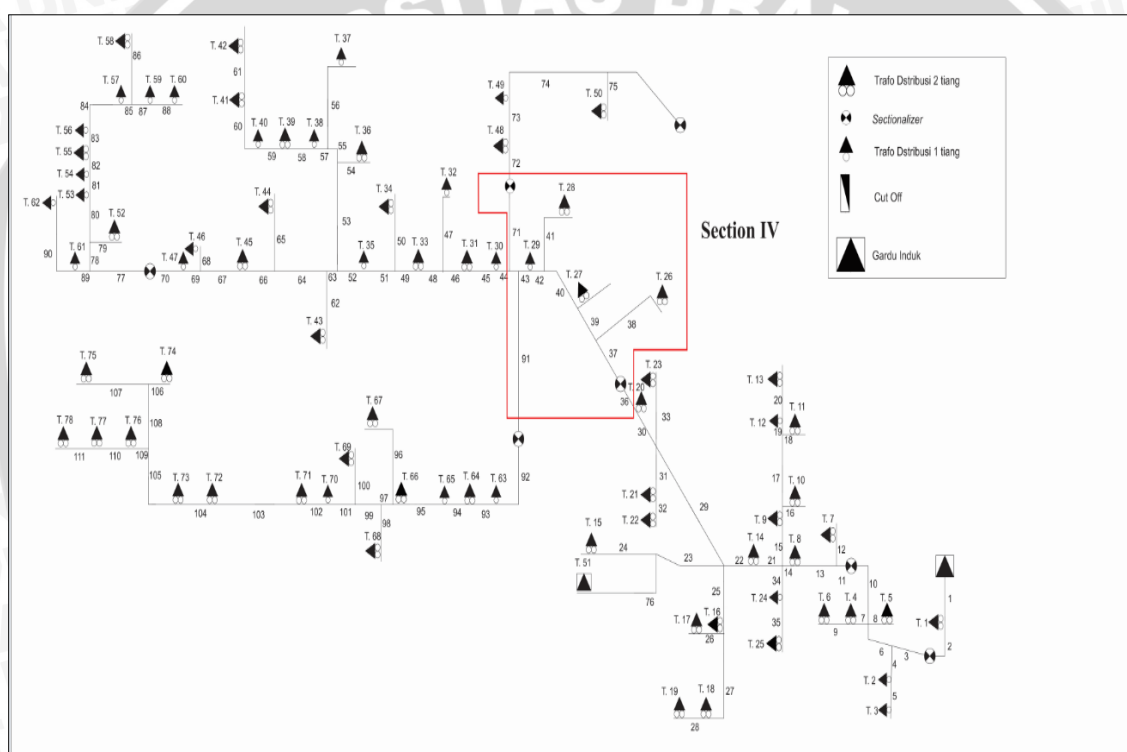
| | | | |
|-------|--------------|-------------|-------------|
| 32 | Saluran L 20 | 0,13873223 | 0,00149387 |
| 33 | Saluran L 21 | 0,097150885 | 0,001046122 |
| 34 | Saluran L 22 | 0,039281916 | 0,000422988 |
| 35 | Saluran L 23 | 0,143331088 | 0,00154339 |
| 36 | Saluran L 24 | 0,055952778 | 0,0006025 |
| 37 | Saluran L 25 | 0,063617542 | 0,000685034 |
| 38 | Saluran L 26 | 0,040814869 | 0,000439495 |
| 39 | Saluran L 27 | 0,129534513 | 0,001394829 |
| 40 | Saluran L 28 | 0,04273106 | 0,000460128 |
| 41 | Saluran L 29 | 0,162876237 | 0,001753853 |
| 42 | Saluran L 30 | 0,023952388 | 0,00025792 |
| 43 | Saluran L 31 | 0,103857553 | 0,001118339 |
| 44 | Saluran L 32 | 0,022036197 | 0,000237286 |
| 45 | Saluran L 33 | 0,068599639 | 0,000738682 |
| 46 | Saluran L 34 | 0,025868579 | 0,000278553 |
| 47 | Saluran L 35 | 0,062659446 | 0,000674717 |
| 48 | Saluran L 36 | 0,105007268 | 0,001130719 |
| 49 | Saluran L 76 | 0,059401922 | 0,00063964 |
| TOTAL | | 2,029775381 | 0,022059695 |

4.2.4 Section IV

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section* IV adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang keempat. Dimana wilayah pembagian dari *section* IV ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section* I, *section* II dan *section* III sebelumnya. Pembagian wilayah *section* IV Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.6.

Section IV adalah wilayah pembagian keempat dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section* I, *section* II dan *section* III, dari *section* IV ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section* IV, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section* IV Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan peralatan

distribusi pada *section IV* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section IV* Penyulang Pujon. *Section IV* Penyulang Pujon terdiri dari 15 peralatan distribusi yakni, 4 buah trafo distribusi T26 hingga T29, dua buah *Sectionalizer* S3 dan S4, serta 9 buah saluran udara L37 hingga L43, L71 dan L91. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section IV* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section IV*.



Gambar 4.6. Wilayah dari *section IV* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L42. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section IV* hingga *section VII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 – T25 dan T51 atau titik beban TB1 – TB25 dan TB51 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB25 dan TB 51 adalah titik-titik

beban yang berada pada *section I*, *section II*, dan *section III* sebelum *section IV*. Seperti halnya pada *section I*, *section II* dan *section III* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section IV* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section IV* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.26 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section IV*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T26 | titik beban TB26 | - |
| 2 | Trafo T27 | titik beban TB27 | - |
| 3 | Trafo T28 | titik beban TB28 | - |
| 4 | Trafo T29 | titik beban TB29 | - |
| 5 | Saluran L 37 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 6 | Saluran L 38 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 7 | Saluran L 39 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 8 | Saluran L 40 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 9 | Saluran L 41 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 10 | Saluran L 42 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 11 | Saluran L 43 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 12 | Saluran 71 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 13 | Saluran L91 | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 14 | <i>Sectionalizer S3</i> | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |
| 15 | <i>Sectionalizer S4</i> | titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.27 :

Tabel 4.27 Tabel λ peralatan distribusi *section IV*

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T26 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T27 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T28 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T29 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Saluran L 37 | 0,2 | 0,151 | 0,0302 |
| 6 | Saluran L 38 | 0,2 | 0,297 | 0,0594 |
| 7 | Saluran L 39 | 0,2 | 0,147 | 0,0294 |
| 8 | Saluran L 40 | 0,2 | 0,434 | 0,0868 |
| 9 | Saluran L 41 | 0,2 | 0,434 | 0,0868 |
| 10 | Saluran L 42 | 0,2 | 0,194 | 0,0388 |
| 11 | Saluran L 43 | 0,2 | 0,154 | 0,0308 |
| 12 | Saluran 71 | 0,2 | 0,409 | 0,0818 |
| 13 | Saluran L91 | 0,2 | 0,296 | 0,0592 |
| 14 | Sectionalizer S3 | 0,003 | - | 0,003 |
| 15 | Sectionalizer S4 | 0,003 | - | 0,003 |
| TOTAL | | | | 0,5292 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahan.

Tabel 4.28 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section IV*

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T26 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T27 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T28 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T29 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Saluran L 37 | 0,0302 | 3 | 0,15 |
| 6 | Saluran L 38 | 0,0594 | 3 | 0,15 |
| 7 | Saluran L 39 | 0,0294 | 3 | 0,15 |
| 8 | Saluran L 40 | 0,0868 | 3 | 0,15 |
| 9 | Saluran L 41 | 0,0868 | 3 | 0,15 |
| 10 | Saluran L 42 | 0,0388 | 3 | 0,15 |
| 11 | Saluran L 43 | 0,0308 | 3 | 0,15 |
| 12 | Saluran 71 | 0,0818 | 3 | 0,15 |
| 13 | Saluran L91 | 0,0592 | 3 | 0,15 |
| 14 | <i>Sectionalizer S3</i> | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 15 | <i>Sectionalizer S4</i> | 0,003 | 10 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.29 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section IV*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T26 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T27 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T28 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T29 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Saluran L 37 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 6 | Saluran L 38 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 7 | Saluran L 39 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 8 | Saluran L 40 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 9 | Saluran L 41 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 10 | Saluran L 42 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 11 | Saluran L 43 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 12 | Saluran 71 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 13 | Saluran L91 | 156 | 3,9 | 159,9 |
| 14 | <i>Sectionalizer S3</i> | 720 | 0,9 | 720,9 |
| 15 | <i>Sectionalizer S4</i> | 520 | 3,9 | 523,9 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* IV dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T28 = \frac{\sum N_{TB28} \times \lambda_{TB28}}{N} = \frac{119 \times 0,005}{21024} = 2,8301 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* IV dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times TB}{N}$$

$$SAIDI T28 = \frac{\sum U_{TB28} \times U_{TB28}}{N} = \frac{10 \times 0,005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

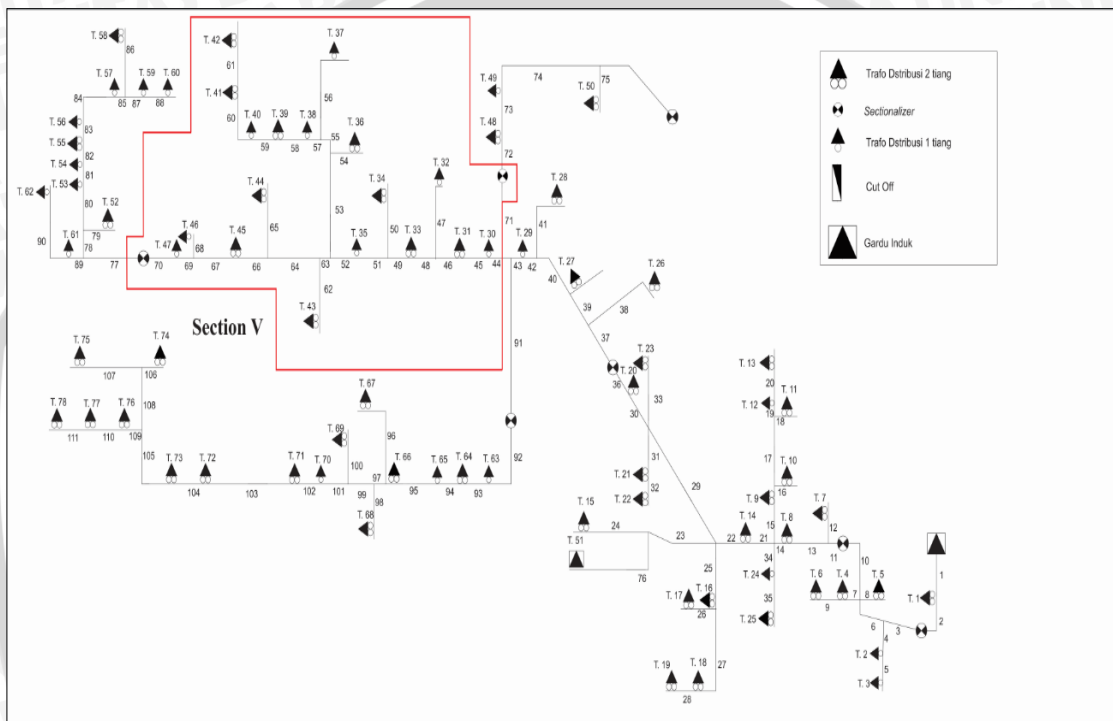
Tabel 4.30 Tabel indeks keandalan *section IV*

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T26 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 2 | Trafo T27 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Trafo T28 | $2,8301 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 4 | Trafo T29 | $9,51294 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 5 | Saluran L 37 | 0,02173067 | 0,000229689 |
| 6 | Saluran L 38 | 0,042741781 | 0,000451772 |
| 7 | Saluran L 39 | 0,021155023 | 0,000223604 |
| 8 | Saluran L 40 | 0,062457686 | 0,000660166 |
| 9 | Saluran L 41 | 0,062457686 | 0,000660166 |
| 10 | Saluran L 42 | 0,027918874 | 0,000295097 |
| 11 | Saluran L 43 | 0,022162405 | 0,000234252 |
| 12 | Saluran 71 | 0,058859893 | 0,000622138 |
| 13 | Saluran L91 | 0,042597869 | 0,000450251 |
| 14 | <i>Sectionalizer S3</i> | 0,002874287 | 0,000102868 |
| 15 | <i>Sectionalizer S4</i> | 0,002158676 | $7,47574 \times 10^{-5}$ |
| TOTAL | | 0,367144578 | 0,004014273 |

4.2.5 *Section V*

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section V* adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang kelima. Dimana wilayah pembagian dari *section V* ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section I*, *section II*, *section III* dan *section IV* sebelumnya. Pembagian wilayah *section V* Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini. *Section V* adalah wilayah pembagian kelima dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III* dan *section IV* dari *section V* ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section V*, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section V* Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section V* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section V* Penyulang Pujon. *Section V*

Penyulang Pujon terdiri dari 47 peralatan distribusi yakni, 18 buah trafo distribusi T30 hingga T47, dua buah *Sectionalizer* S4 dan S5, serta 27 buah saluran udara L44 hingga L70. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section V* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section V*.



Gambar 4.7. Wilayah dari *section V* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L54. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section V* hingga *section VIII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 – T29 dan T51 atau titik beban TB1 – TB29 dan TB51 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB29 dan TB 51 adalah titik-titik beban yang berada pada *section I*, *section II*, *section III* dan *section IV* sebelum *section V*. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III* dan *section IV* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section V* selain trafo distribusi memiliki

waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section V* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.31 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section V* (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T30 | titik beban TB 30 | - |
| 2 | Trafo T31 | titik beban TB 31 | - |
| 3 | Trafo T32 | titik beban TB 32 | - |
| 4 | Trafo T33 | titik beban TB 33 | - |
| 5 | Trafo T34 | titik beban TB 34 | - |
| 6 | Trafo T35 | titik beban TB 35 | - |
| 7 | Trafo T36 | titik beban TB 36 | - |
| 8 | Trafo T37 | titik beban TB 37 | - |
| 9 | Trafo T38 | titik beban TB 38 | - |
| 10 | Trafo T39 | titik beban TB 39 | - |
| 11 | Trafo T40 | titik beban TB 40 | - |
| 12 | Trafo T41 | titik beban TB 41 | - |
| 13 | Trafo T42 | titik beban TB 42 | - |
| 14 | Trafo T43 | titik beban TB 43 | - |
| 15 | Trafo T44 | titik beban TB 44 | - |
| 16 | Trafo T45 | titik beban TB 45 | - |
| 17 | Trafo T46 | titik beban TB 46 | - |
| 18 | Trafo T47 | titik beban TB 47 | - |
| 19 | <i>Sectionalizer S4</i> | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 20 | <i>Sectionalizer S5</i> | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 21 | Saluran L 44 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 22 | Saluran L 45 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 23 | Saluran L 46 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 24 | Saluran L 47 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 – 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |

Tabel 4.32 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section V* (bagian 2)

| | | | |
|----|--------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| 25 | Saluran L 48 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 26 | Saluran L 49 | TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 27 | Saluran L 50 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 28 | Saluran L 51 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 29 | Saluran L 52 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 30 | Saluran L 53 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 31 | Saluran L 54 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 32 | Saluran L 55 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 33 | Saluran L 56 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 34 | Saluran L 57 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 35 | Saluran L 58 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 36 | Saluran L 59 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 37 | Saluran L 60 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 38 | Saluran L 61 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 39 | Saluran L 62 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 40 | Saluran L 63 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 41 | Saluran L 64 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 42 | Saluran L 65 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 43 | Saluran L 66 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 44 | Saluran L 67 | TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 45 | Saluran L 68 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 46 | Saluran L 69 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |
| 47 | Saluran L 70 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | titik TB 1 - TB 29 ; TB 51 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.33 :

Tabel 4.33 Tabel λ peralatan distribusi *section* V (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|----|-------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T30 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T31 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T32 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T33 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Trafo T34 | 0,005 | - | 0,005 |
| 6 | Trafo T35 | 0,005 | - | 0,005 |
| 7 | Trafo T36 | 0,005 | - | 0,005 |
| 8 | Trafo T37 | 0,005 | - | 0,005 |
| 9 | Trafo T38 | 0,005 | - | 0,005 |
| 10 | Trafo T39 | 0,005 | - | 0,005 |
| 11 | Trafo T40 | 0,005 | - | 0,005 |
| 12 | Trafo T41 | 0,005 | - | 0,005 |
| 13 | Trafo T42 | 0,005 | - | 0,005 |
| 14 | Trafo T43 | 0,005 | - | 0,005 |
| 15 | Trafo T44 | 0,005 | - | 0,005 |
| 16 | Trafo T45 | 0,005 | - | 0,005 |
| 17 | Trafo T46 | 0,005 | - | 0,005 |
| 18 | Trafo T47 | 0,005 | - | 0,005 |
| 19 | <i>Sectionalizer</i> S4 | 0,003 | - | 0,003 |
| 20 | <i>Sectionalizer</i> S5 | 0,003 | - | 0,003 |
| 21 | Saluran L 44 | 0,2 | 0,188 | 0,0376 |
| 22 | Saluran L 45 | 0,2 | 0,949 | 0,1898 |
| 23 | Saluran L 46 | 0,2 | 0,298 | 0,0596 |
| 24 | Saluran L 47 | 0,2 | 0,157 | 0,0314 |
| 25 | Saluran L 48 | 0,2 | 0,293 | 0,0586 |
| 26 | Saluran L 49 | 0,2 | 0,101 | 0,0202 |
| 27 | Saluran L 50 | 0,2 | 0,268 | 0,0536 |
| 28 | Saluran L 51 | 0,2 | 0,204 | 0,0408 |
| 29 | Saluran L 52 | 0,2 | 0,14 | 0,028 |
| 30 | Saluran L 53 | 0,2 | 1,668 | 0,3336 |
| 31 | Saluran L 54 | 0,2 | 0,39 | 0,078 |
| 32 | Saluran L 55 | 0,2 | 0,398 | 0,0796 |

Tabel 4.34 Tabel λ peralatan distribusi *section V* (bagian 2)

| | | | | |
|-------|--------------|-----|-------|--------|
| 33 | Saluran L 56 | 0,2 | 1,786 | 0,3572 |
| 34 | Saluran L 57 | 0,2 | 0,115 | 0,023 |
| 35 | Saluran L 58 | 0,2 | 0,468 | 0,0936 |
| 36 | Saluran L 59 | 0,2 | 0,889 | 0,1778 |
| 37 | Saluran L 60 | 0,2 | 0,913 | 0,1826 |
| 38 | Saluran L 61 | 0,2 | 0,574 | 0,1148 |
| 39 | Saluran L 62 | 0,2 | 0,273 | 0,0546 |
| 40 | Saluran L 63 | 0,2 | 0,057 | 0,0114 |
| 41 | Saluran L 64 | 0,2 | 0,027 | 0,0054 |
| 42 | Saluran L 65 | 0,2 | 0,066 | 0,0132 |
| 43 | Saluran L 66 | 0,2 | 0,206 | 0,0412 |
| 44 | Saluran L 67 | 0,2 | 0,378 | 0,0756 |
| 45 | Saluran L 68 | 0,2 | 0,143 | 0,0286 |
| 46 | Saluran L 69 | 0,2 | 0,274 | 0,0548 |
| 47 | Saluran L 70 | 0,2 | 0,122 | 0,0244 |
| TOTAL | | | | 2,365 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahannya

Tabel 4.35 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section V* (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|----------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T30 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T31 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T32 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T33 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Trafo T34 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 6 | Trafo T35 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 7 | Trafo T36 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 8 | Trafo T37 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 9 | Trafo T38 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 10 | Trafo T39 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 11 | Trafo T40 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 12 | Trafo T41 | 0,005 | 10 | 0,15 |

Tabel 4.36 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* V (bagian 2)

| | | | | |
|----|-------------------------|--------|----|------|
| 13 | Trafo T42 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 14 | Trafo T43 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 15 | Trafo T44 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 16 | Trafo T45 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 17 | Trafo T46 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 18 | Trafo T47 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 19 | <i>Sectionalizer</i> S4 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 20 | <i>Sectionalizer</i> S5 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 21 | Saluran L 44 | 0,0376 | 3 | 0,15 |
| 22 | Saluran L 45 | 0,1898 | 3 | 0,15 |
| 23 | Saluran L 46 | 0,0596 | 3 | 0,15 |
| 24 | Saluran L 47 | 0,0314 | 3 | 0,15 |
| 25 | Saluran L 48 | 0,0586 | 3 | 0,15 |
| 26 | Saluran L 49 | 0,0202 | 3 | 0,15 |
| 27 | Saluran L 50 | 0,0536 | 3 | 0,15 |
| 28 | Saluran L 51 | 0,0408 | 3 | 0,15 |
| 29 | Saluran L 52 | 0,028 | 3 | 0,15 |
| 30 | Saluran L 53 | 0,3336 | 3 | 0,15 |
| 31 | Saluran L 54 | 0,078 | 3 | 0,15 |
| 32 | Saluran L 55 | 0,0796 | 3 | 0,15 |
| 33 | Saluran L 56 | 0,3572 | 3 | 0,15 |
| 34 | Saluran L 57 | 0,023 | 3 | 0,15 |
| 35 | Saluran L 58 | 0,0936 | 3 | 0,15 |
| 36 | Saluran L 59 | 0,1778 | 3 | 0,15 |
| 37 | Saluran L 60 | 0,1826 | 3 | 0,15 |
| 38 | Saluran L 61 | 0,1148 | 3 | 0,15 |
| 39 | Saluran L 62 | 0,0546 | 3 | 0,15 |
| 40 | Saluran L 63 | 0,0114 | 3 | 0,15 |
| 41 | Saluran L 64 | 0,0054 | 3 | 0,15 |
| 42 | Saluran L 65 | 0,0132 | 3 | 0,15 |
| 43 | Saluran L 66 | 0,0412 | 3 | 0,15 |
| 44 | Saluran L 67 | 0,0756 | 3 | 0,15 |
| 45 | Saluran L 68 | 0,0286 | 3 | 0,15 |
| 46 | Saluran L 69 | 0,0548 | 3 | 0,15 |
| 47 | Saluran L 70 | 0,0244 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.37 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section V* (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemadaman (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T30 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T31 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T32 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T33 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Trafo T34 | 10 | 0 | 10 |
| 6 | Trafo T35 | 10 | 0 | 10 |
| 7 | Trafo T36 | 10 | 0 | 10 |
| 8 | Trafo T37 | 10 | 0 | 10 |
| 9 | Trafo T38 | 10 | 0 | 10 |
| 10 | Trafo T39 | 10 | 0 | 10 |
| 11 | Trafo T40 | 10 | 0 | 10 |
| 12 | Trafo T41 | 10 | 0 | 10 |
| 13 | Trafo T42 | 10 | 0 | 10 |
| 14 | Trafo T43 | 10 | 0 | 10 |
| 15 | Trafo T44 | 10 | 0 | 10 |
| 16 | Trafo T45 | 10 | 0 | 10 |
| 17 | Trafo T46 | 10 | 0 | 10 |
| 18 | Trafo T47 | 10 | 0 | 10 |
| 19 | <i>Sectionalizer S4</i> | 520 | 3,9 | 523,9 |
| 20 | <i>Sectionalizer S5</i> | 480 | 4,5 | 484,5 |
| 21 | Saluran L 44 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 22 | Saluran L 45 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 23 | Saluran L 46 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 24 | Saluran L 47 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 25 | Saluran L 48 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 26 | Saluran L 49 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 27 | Saluran L 50 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 28 | Saluran L 51 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 29 | Saluran L 52 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 30 | Saluran L 53 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 31 | Saluran L 54 | 144 | 4,5 | 148,5 |

Tabel 4.38 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* V (bagian 2)

| | | | | |
|----|--------------|-----|-----|-------|
| 32 | Saluran L 55 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 33 | Saluran L 56 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 34 | Saluran L 57 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 35 | Saluran L 58 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 36 | Saluran L 59 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 37 | Saluran L 60 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 38 | Saluran L 61 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 39 | Saluran L 62 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 40 | Saluran L 63 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 41 | Saluran L 64 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 42 | Saluran L 65 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 43 | Saluran L 66 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 44 | Saluran L 67 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 45 | Saluran L 68 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 46 | Saluran L 69 | 144 | 4,5 | 148,5 |
| 47 | Saluran L 70 | 144 | 4,5 | 148,5 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* V dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T45 = \frac{N_{TB45} \times \lambda_{TB14}}{N} = \frac{887 \times 0,005}{21024} = 0,000208571 \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem

Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* V dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum N_{LP} \times U_{LP}}{N}$$

$$\text{SAIDI T45} = \frac{\sum U_{LP45} \times U_{LP45}}{N} = \frac{10 \times 0,005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.39 Tabel indeks keandalan *section* V (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|----|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T30 | 0,00011796 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 2 | Trafo T31 | $9,98858 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Trafo T32 | $2,14041 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 4 | Trafo T33 | 0,000106545 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 5 | Trafo T34 | 0,000127473 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 6 | Trafo T35 | 0,00010821 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 7 | Trafo T36 | 0,000107021 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 8 | Trafo T37 | $9,51294 \times 10^{-6}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 9 | Trafo T38 | 0,000203101 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 10 | Trafo T39 | $9,89346 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 11 | Trafo T40 | $4,20947 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 12 | Trafo T41 | $9,44159 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 13 | Trafo T42 | 0,000120339 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 14 | Trafo T43 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 15 | Trafo T44 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 16 | Trafo T45 | 0,000208571 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 17 | Trafo T46 | $2,37823 \times 10^{-7}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 18 | Trafo T47 | $7,65791 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 19 | <i>Sectionalizer</i> S4 | 0,002158676 | $7,47574 \times 10^{-5}$ |
| 20 | Trafo S5 | 0,002140839 | $6,91353 \times 10^{-5}$ |
| 21 | Saluran L 44 | 0,026831849 | 0,000265582 |
| 22 | Saluran L 45 | 0,13544375 | 0,001340625 |
| 23 | Saluran L 46 | 0,042531336 | 0,000420976 |
| 24 | Saluran L 47 | 0,022407449 | 0,000221789 |
| 25 | Saluran L 48 | 0,041817723 | 0,000413913 |
| 26 | Saluran L 49 | 0,014414983 | 0,00014268 |
| 27 | Saluran L 50 | 0,038249658 | 0,000378596 |
| 28 | Saluran L 51 | 0,029115411 | 0,000288185 |

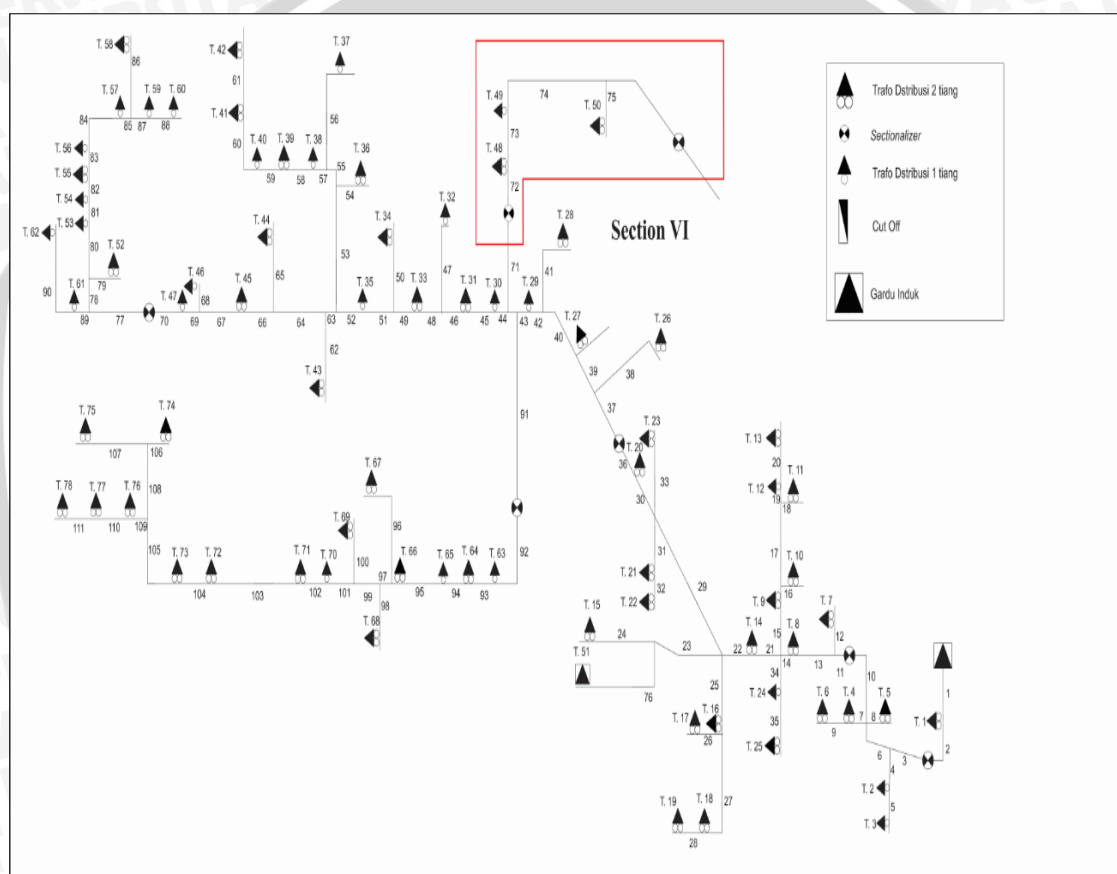
Tabel 4.40 Tabel indeks keandalan *section* V (bagian 2)

| | | | |
|-------|--------------|-------------|--------------------------|
| 29 | Saluran L 52 | 0,019981164 | 0,000197774 |
| 30 | Saluran L 53 | 0,238061301 | 0,002356336 |
| 31 | Saluran L 54 | 0,055661815 | 0,000550942 |
| 32 | Saluran L 55 | 0,056803596 | 0,000562243 |
| 33 | Saluran L 56 | 0,254902568 | 0,002523031 |
| 34 | Saluran L 57 | 0,016413099 | 0,000162457 |
| 35 | Saluran L 58 | 0,066794178 | 0,00066113 |
| 36 | Saluran L 59 | 0,126880394 | 0,001255865 |
| 37 | Saluran L 60 | 0,130305736 | 0,001289769 |
| 38 | Saluran L 61 | 0,081922774 | 0,000810873 |
| 39 | Saluran L 62 | 0,038963271 | 0,000385659 |
| 40 | Saluran L 63 | 0,008135188 | $8,05223 \times 10^{-5}$ |
| 41 | Saluran L 64 | 0,00385351 | $3,81421 \times 10^{-5}$ |
| 42 | Saluran L 65 | 0,009419692 | $9,32363 \times 10^{-5}$ |
| 43 | Saluran L 66 | 0,029400856 | 0,00029101 |
| 44 | Saluran L 67 | 0,053949144 | 0,00053399 |
| 45 | Saluran L 68 | 0,020409332 | 0,000202012 |
| 46 | Saluran L 69 | 0,039105993 | 0,000387072 |
| 47 | Saluran L 70 | 0,017412158 | 0,000172346 |
| TOTAL | | 1,62501094 | 0,016213456 |

4.2.6 Section VI

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section* VI adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang keenam. Dimana wilayah pembagian dari *section* VI ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section* I, *section* II, *section* III, *section* IV dan *section* V sebelumnya. Pembagian wilayah *section* VI Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.8. *Section* VI adalah wilayah pembagian keenam dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section* I, *section* II, *section* III, *section* IV dan *section* V dari *section* VI ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section* VI, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section* VI Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section* VI Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan

SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section VI* Penyulang Pujon. *Section VI* Penyulang Pujon terdiri dari 9 peralatan distribusi yakni, tiga buah trafo distribusi T48 hingga T50, dua buah *Sectionalizer* S4 dan S6, serta empat buah saluran udara L72 hingga L75. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section VI* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section VI*.



Gambar 4.8. Wilayah dari *section VI* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L73. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section VI* hingga *section VIII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 – T47 dan T51 atau titik beban TB1 – TB47 dan TB51 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB47 dan TB 51 adalah titik-titik

beban yang berada pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV* dan *section V* sebelum *section VI*. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV* dan *section V* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section VI* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing-masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section VI* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.41 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section VI*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T48 | Titik beban TB 48 | - |
| 2 | Trafo T49 | Titik beban TB 49 | - |
| 3 | Trafo T50 | Titik beban TB 50 | - |
| 4 | <i>Sectionalizer S4</i> | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |
| 5 | <i>Sectionalizer S6</i> | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |
| 6 | Saluran L 72 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |
| 7 | Saluran L 73 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |
| 8 | Saluran L 74 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |
| 9 | Saluran L 75 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.42 :

Tabel 4.42 Tabel λ peralatan distribusi *section VI*

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T48 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T49 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T50 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Sectionalizer S4 | 0,003 | - | 0,003 |
| 5 | Sectionalizer S6 | 0,003 | - | 0,003 |
| 6 | Saluran L 72 | 0,2 | 0,286 | 0,0572 |
| 7 | Saluran L 73 | 0,2 | 0,915 | 0,183 |
| 8 | Saluran L 74 | 0,2 | 0,727 | 0,1454 |
| 9 | Saluran L 75 | 0,2 | 0,143 | 0,0286 |
| TOTAL | | | | 0,4352 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahannya

Tabel 4.43 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section VI*

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T48 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T49 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T50 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Sectionalizer S4 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 5 | Sectionalizer S6 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 6 | Saluran L 72 | 0,0572 | 3 | 0,15 |
| 7 | Saluran L 73 | 0,183 | 3 | 0,15 |
| 8 | Saluran L 74 | 0,1454 | 3 | 0,15 |
| 9 | Saluran L 75 | 0,0286 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.44 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* VI

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T48 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T49 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T50 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | <i>Sectionalizer</i> S4 | 520 | 3,9 | 523,9 |
| 5 | <i>Sectionalizer</i> S6 | 300 | 7,2 | 307,2 |
| 6 | Saluran L 72 | 90 | 7,2 | 97,2 |
| 7 | Saluran L 73 | 90 | 7,2 | 97,2 |
| 8 | Saluran L 74 | 90 | 7,2 | 97,2 |
| 9 | Saluran L 75 | 90 | 7,2 | 97,2 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* VI dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$SAIFI T50 = \frac{N_{TB50} \times \lambda_{TB50}}{N} = \frac{104 \times 0.005}{21024} = 2,47336 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* II dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum N_{TB} \times U_{TB}}{N}$$

$$SAIDI T50 = \frac{\sum U_{TB50} \times U_{TB50}}{N} = \frac{10 \times 0.005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

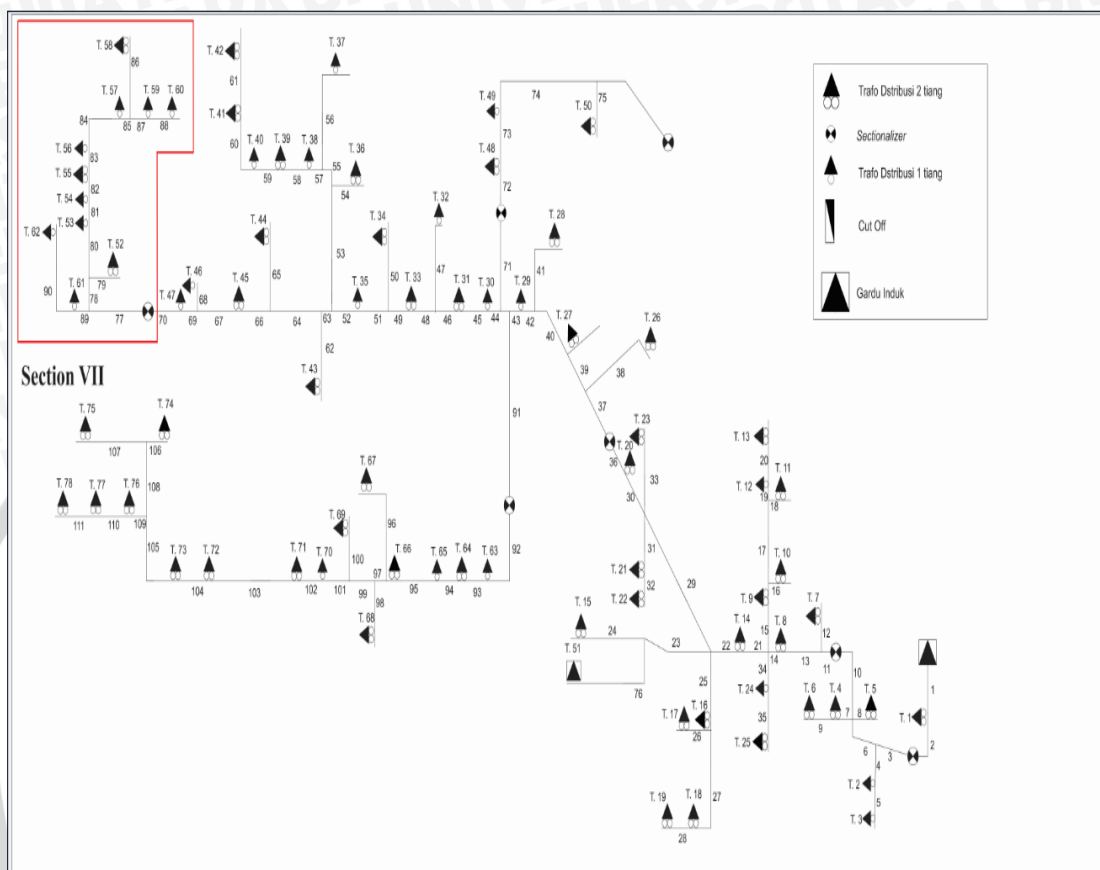
Tabel 4.45 Tabel indeks keandalan *section* VI

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T48 | $5,6602 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 2 | Trafo T49 | 0,00013223 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Trafo T50 | $2,47336 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 4 | <i>Sectionalizer</i> S4 | 0,002158676 | $7,47574 \times 10^{-5}$ |
| 5 | <i>Sectionalizer</i> S6 | 0,001226741 | $4,38356 \times 10^{-5}$ |
| 6 | Saluran L 72 | 0,023389859 | 0,000264452 |
| 7 | Saluran L 73 | 0,074831193 | 0,000846062 |
| 8 | Saluran L 74 | 0,059456041 | 0,000672226 |
| 9 | Saluran L 75 | 0,01169493 | 0,000132226 |
| TOTAL | | 0,172971005 | 0,002040693 |

4.2.7 *Section* VII

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section* VII adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang ketujuh. Dimana wilayah pembagian dari *section* VII ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section* I, *section* II, *section* III, *section* IV, *section* V dan *section* VI sebelumnya. Pembagian wilayah *section* VII Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.9. *Section* VII adalah wilayah pembagian keenam dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section* I, *section* II, *section* III, *section* IV, *section* V dan *section* VI dari *section* VII ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section* VII, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section* VII Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section* VII Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section* VII Penyulang Pujon. *Section* VII Penyulang Pujon terdiri dari 26 peralatan distribusi yakni, 11 buah trafo distribusi T52 hingga T62, satu buah *Sectionalizer* S5, serta 14 buah saluran udara L77 hingga L90. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section* VII ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari

daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section VII*.



Gambar 4.9. Wilayah dari *section VII* pada Penyalang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Area Malang Rayon Batu

Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L88. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyalang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section VII* dan *section VIII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 – T51 atau titik beban TB1 – TB51 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB 51 adalah titik-titik beban yang berada pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V* dan *section VI* sebelum *section VII*. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V* dan *section VI* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section VII* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu

pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section VII* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* berikut :

Tabel 4.46 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section VII*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T52 | Titik beban TB 52 | - |
| 2 | Trafo T53 | Titik beban TB 53 | - |
| 3 | Trafo T54 | Titik beban TB 54 | - |
| 4 | Trafo T55 | Titik beban TB 55 | - |
| 5 | Trafo T56 | Titik beban TB 56 | - |
| 6 | Trafo T57 | Titik beban TB 57 | - |
| 7 | Trafo T58 | Titik beban TB 58 | - |
| 8 | Trafo T59 | Titik beban TB 59 | - |
| 9 | Trafo T60 | Titik beban TB 60 | - |
| 10 | Trafo T61 | Titik beban TB 61 | - |
| 11 | Trafo T62 | Titik beban TB 62 | - |
| 12 | <i>Sectionalizer S5</i> | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 13 | Saluran L 77 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 14 | Saluran L 78 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 15 | Saluran L 79 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 16 | Saluran L 80 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 17 | Saluran L 81 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 18 | Saluran L 82 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 19 | Saluran L 83 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 20 | Saluran L 84 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 21 | Saluran L 85 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 22 | Saluran L 86 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 23 | Saluran L 87 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 24 | Saluran L 88 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 25 | Saluran L 89 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |
| 26 | Saluran L 90 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.47 dibawah ini:

Tabel 4.47 Tabel λ peralatan distribusi section VII

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T52 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T53 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T54 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T55 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Trafo T56 | 0,005 | - | 0,005 |
| 6 | Trafo T57 | 0,005 | - | 0,005 |
| 7 | Trafo T58 | 0,005 | - | 0,005 |
| 8 | Trafo T59 | 0,005 | - | 0,005 |
| 9 | Trafo T60 | 0,005 | - | 0,005 |
| 10 | Trafo T61 | 0,005 | - | 0,005 |
| 11 | Trafo T62 | 0,005 | - | 0,005 |
| 12 | Sectionalizer S5 | 0,003 | - | 0,003 |
| 13 | Saluran L 77 | 0,2 | 0,603 | 0,1206 |
| 14 | Saluran L 78 | 0,2 | 0,192 | 0,0384 |
| 15 | Saluran L 79 | 0,2 | 0,168 | 0,0336 |
| 16 | Saluran L 80 | 0,2 | 0,18 | 0,036 |
| 17 | Saluran L 81 | 0,2 | 1,192 | 0,2384 |
| 18 | Saluran L 82 | 0,2 | 0,292 | 0,0584 |
| 19 | Saluran L 83 | 0,2 | 0,255 | 0,051 |
| 20 | Saluran L 84 | 0,2 | 0,999 | 0,1998 |
| 21 | Saluran L 85 | 0,2 | 0,139 | 0,0278 |
| 22 | Saluran L 86 | 0,2 | 1,999 | 0,3998 |
| 23 | Saluran L 87 | 0,2 | 0,107 | 0,0214 |
| 24 | Saluran L 88 | 0,2 | 0,545 | 0,109 |
| 25 | Saluran L 89 | 0,2 | 0,411 | 0,0822 |
| 26 | Saluran L 90 | 0,2 | 1,268 | 0,2536 |
| TOTAL | | | | 2,2172 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemindahannya.

Tabel 4.48 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section VII*

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T52 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T53 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T54 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T55 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Trafo T56 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 6 | Trafo T57 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 7 | Trafo T58 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 8 | Trafo T59 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 9 | Trafo T60 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 10 | Trafo T61 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 11 | Trafo T62 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 12 | Sectionalizer S5 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 13 | Saluran L 77 | 0,1206 | 3 | 0,15 |
| 14 | Saluran L 78 | 0,0384 | 3 | 0,15 |
| 15 | Saluran L 79 | 0,0336 | 3 | 0,15 |
| 16 | Saluran L 80 | 0,036 | 3 | 0,15 |
| 17 | Saluran L 81 | 0,2384 | 3 | 0,15 |
| 18 | Saluran L 82 | 0,0584 | 3 | 0,15 |
| 19 | Saluran L 83 | 0,051 | 3 | 0,15 |
| 20 | Saluran L 84 | 0,1998 | 3 | 0,15 |
| 21 | Saluran L 85 | 0,0278 | 3 | 0,15 |
| 22 | Saluran L 86 | 0,3998 | 3 | 0,15 |
| 23 | Saluran L 87 | 0,0214 | 3 | 0,15 |
| 24 | Saluran L 88 | 0,109 | 3 | 0,15 |
| 25 | Saluran L 89 | 0,0822 | 3 | 0,15 |
| 26 | Saluran L 90 | 0,2536 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi *section VII* ditabelkan pada tabel 4.49.

Tabel 4.49 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section* VII

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T52 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T53 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T54 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T55 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Trafo T56 | 10 | 0 | 10 |
| 6 | Trafo T57 | 10 | 0 | 10 |
| 7 | Trafo T58 | 10 | 0 | 10 |
| 8 | Trafo T59 | 10 | 0 | 10 |
| 9 | Trafo T60 | 10 | 0 | 10 |
| 10 | Trafo T61 | 10 | 0 | 10 |
| 11 | Trafo T62 | 10 | 0 | 10 |
| 12 | <i>Sectionalizer S5</i> | 480 | 4,5 | 480,5 |
| 13 | Saluran L 77 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 14 | Saluran L 78 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 15 | Saluran L 79 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 16 | Saluran L 80 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 17 | Saluran L 81 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 18 | Saluran L 82 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 19 | Saluran L 83 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 20 | Saluran L 84 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 21 | Saluran L 85 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 22 | Saluran L 86 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 23 | Saluran L 87 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 24 | Saluran L 88 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 25 | Saluran L 89 | 81 | 7,65 | 88,65 |
| 26 | Saluran L 90 | 81 | 7,65 | 88,65 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* VII dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{TB} \times \lambda_{TB}}{N}$$

$$\text{SAIFI T55} = \frac{N_{\text{TB55}} \times \lambda_{\text{TB55}}}{N} = \frac{104 \times 0,005}{21024} = 0,000205004 \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* VII dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum N_{\text{TB}} \times U_{\text{TB}}}{N}$$

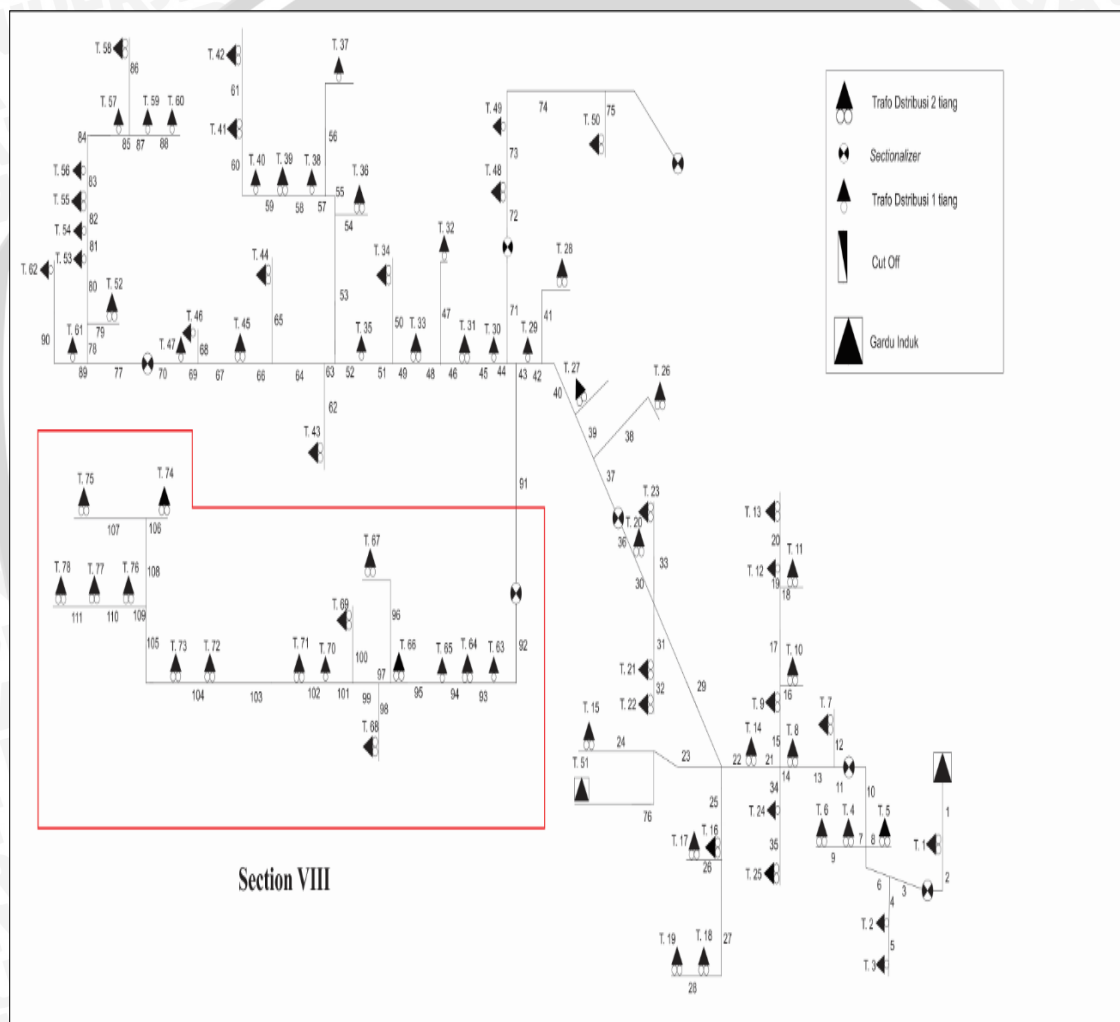
$$\text{SAIDI T55} = \frac{\sum U_{\text{TB55}} \times U_{\text{TB55}}}{N} = \frac{10 \times 0,005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.50 Tabel indeks keandalan *section* VII

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|------------------|---------------------------------|--------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T52 | 3,06792×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 2 | Trafo T53 | 5,58885×1005 | 2,37823×10-6 |
| 3 | Trafo T54 | 2,37823×10-7 | 2,37823×10-6 |
| 4 | Trafo T55 | 0,000205004 | 2,37823×10-6 |
| 5 | Trafo T56 | 0,000129852 | 2,37823×10-6 |
| 6 | Trafo T57 | 5,46994×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 7 | Trafo T58 | 2,14041×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 8 | Trafo T59 | 5,27968×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 9 | Trafo T60 | 0,000145072 | 2,37823×10-6 |
| 10 | Trafo T61 | 4,87538×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 11 | Trafo T62 | 4,66134×10-5 | 2,37823×10-6 |
| 12 | Sectionalizer S5 | 0,002140839 | 6,91353×10-5 |
| 13 | Saluran L 77 | 0,044163784 | 0,000508523 |
| 14 | Saluran L 78 | 0,0140621 | 0,000161918 |
| 15 | Saluran L 79 | 0,012304338 | 0,000141678 |
| 16 | Saluran L 80 | 0,013183219 | 0,000151798 |
| 17 | Saluran L 81 | 0,087302207 | 0,00100524 |
| 18 | Saluran L 82 | 0,021386111 | 0,00024625 |
| 19 | Saluran L 83 | 0,018676227 | 0,000215047 |
| 20 | Saluran L 84 | 0,073166866 | 0,000842479 |
| 21 | Saluran L 85 | 0,010180375 | 0,000117222 |
| 22 | Saluran L 86 | 0,146406973 | 0,001685801 |
| 23 | Saluran L 87 | 0,007836691 | 9,02354×10-5 |
| 24 | Saluran L 88 | 0,039915858 | 0,00045961 |
| 25 | Saluran L 89 | 0,030101684 | 0,000346605 |
| 26 | Saluran L 90 | 0,092868455 | 0,001069332 |
| TOTAL | | 0,614486729 | 0,007137034 |

4.2.8 Section VIII

Dilihat dari cara pembagian Penyulang Pujon pada penelitian ini, *section VIII* adalah pembagian topologi Penyulang Pujon yang kedelapan. Dimana wilayah pembagian dari *section VIII* ditunjukkan oleh tanda garis warna merah yang melingkupi sebagian wilayah Penyulang Pujon seperti halnya pembagian topologi jaringan Penyulang Pujon pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V*, *section VI* dan *section VII* sebelumnya. Pembagian wilayah *section VIII* Penyulang Pujon pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. wilayah dari *section VII* pada Penyulang Pujon yang ditunjukkan pada garis berwarna merah

Section VII adalah wilayah pembagian kedelapan dalam metode *section technique* pada Penyulang Pujon pada penelitian ini. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V*, *section VI* dan *section VII* dari *section VIII*

ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section VIII*, akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan peralatan distribusi pada *section VIII* Penyulang Pujon selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section VIII* Penyulang Pujon, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section VIII* Penyulang Pujon. *Section VIII* Penyulang Pujon terdiri dari 37 peralatan distribusi yakni, 16 buah trafo distribusi T63 hingga T78, satu buah *Sectionalizer S7*, serta 20 buah saluran udara L92 hingga L111. Langkah berikutnya dalam melakukan analisis dengan metode *section technique* pada *section VIII* ini adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui titik – titik beban mana saja yang mengalami dampak gangguan apabila terdapat gangguan pada peralatan distribusi yang terdapat pada *section VIII*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L101. Dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Pujon akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section VIII* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan trafo distribusi T1 – T62 atau titik beban TB1 – TB62 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana TB1 – TB 62 adalah titik-titik beban yang berada pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V*, *section VI* dan *section VII* sebelum *section VII*. Seperti halnya pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, *section V*, *section VI* dan *section VII* tadi, diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section VIII* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) karena pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem, dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Sedangkan trafo distribusi adalah titik beban maka pengaruhnya hanya pada titik-titik beban masing-masing bukan titik-titik beban yang lain. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Seperti Daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section VIII* ini ditampilkan pada *Section Technique Worksheet* atau tabel mode kegagalan berikut berikut :

Tabel 4.51 Tabel mode kegagalan yang terdapat pada *section VIII*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | |
|----|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | Waktu pemadaman TB | Waktu pemindahan TB |
| 1 | Trafo T63 | Tititk beban TB 63 | - |
| 2 | Trafo T64 | Tititk beban TB 64 | - |
| 3 | Trafo T65 | Tititk beban TB 65 | - |
| 4 | Trafo T66 | Tititk beban TB 66 | - |
| 5 | Trafo T67 | Tititk beban TB 67 | - |
| 6 | Trafo T68 | Tititk beban TB 68 | - |
| 7 | Trafo T69 | Tititk beban TB 69 | - |
| 8 | Trafo T70 | Tititk beban TB 70 | - |
| 9 | Trafo T71 | Tititk beban TB 71 | - |
| 10 | Trafo T72 | Tititk beban TB 72 | - |
| 11 | Trafo T73 | Tititk beban TB 73 | - |
| 12 | Trafo T74 | Tititk beban TB 74 | - |
| 13 | Trafo T75 | Tititk beban TB 75 | - |
| 14 | Trafo T76 | Tititk beban TB 76 | - |
| 15 | Trafo T77 | Tititk beban TB 77 | - |
| 16 | Trafo T78 | Tititk beban TB 78 | - |
| 17 | <i>Sectionalizer S7</i> | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 18 | Saluran L 92 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 19 | Saluran L 93 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 20 | Saluran L 94 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 21 | Saluran L 95 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 22 | Saluran L 96 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 23 | Saluran L 97 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 24 | Saluran L 98 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 25 | Saluran L 99 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 26 | Saluran L 100 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 27 | Saluran L 101 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 28 | Saluran L 102 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 29 | Saluran L 103 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 30 | Saluran L 104 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 31 | Saluran L 105 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 32 | Saluran L 106 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 33 | Saluran L 107 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 34 | Saluran L 108 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 35 | Saluran L 109 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 36 | Saluran L 110 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |
| 37 | Saluran L111 | Tititk beban TB 63 - TB 78 | Tititk beban TB 1 - TB 62 |

Selanjutnya menghitung nilai frekuensi kegagalan (λ) untuk setiap titik beban yang didapat dari penjumlahan laju kegagalan peralatan yang mempengaruhi setiap titik beban dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada tabel 4.52.

Tabel 4.52 Tabel λ peralatan distribusi *section* VIII

| No | Nama Peralatan | Laju kegagalan peralatan (kali/km/tahun atau kali/unit/tahun) | Panjang tiap saluran (km) | Frekuensi kegagalan (kali kegagalan/tahun) |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | Trafo T63 | 0,005 | - | 0,005 |
| 2 | Trafo T64 | 0,005 | - | 0,005 |
| 3 | Trafo T65 | 0,005 | - | 0,005 |
| 4 | Trafo T66 | 0,005 | - | 0,005 |
| 5 | Trafo T67 | 0,005 | - | 0,005 |
| 6 | Trafo T68 | 0,005 | - | 0,005 |
| 7 | Trafo T69 | 0,005 | - | 0,005 |
| 8 | Trafo T70 | 0,005 | - | 0,005 |
| 9 | Trafo T71 | 0,005 | - | 0,005 |
| 10 | Trafo T72 | 0,005 | - | 0,005 |
| 11 | Trafo T73 | 0,005 | - | 0,005 |
| 12 | Trafo T74 | 0,005 | - | 0,005 |
| 13 | Trafo T75 | 0,005 | - | 0,005 |
| 14 | Trafo T76 | 0,005 | - | 0,005 |
| 15 | Trafo T77 | 0,005 | - | 0,005 |
| 16 | Trafo T78 | 0,005 | - | 0,005 |
| 17 | Sectionalizer S7 | 0,005 | - | 0,003 |
| 18 | Saluran L 92 | 0,005 | 0,471 | 0,0942 |
| 19 | Saluran L 93 | 0,003 | 0,341 | 0,0682 |
| 20 | Saluran L 94 | 0,003 | 0,947 | 0,1894 |
| 21 | Saluran L 95 | 0,2 | 0,57 | 0,114 |
| 22 | Saluran L 96 | 0,2 | 0,443 | 0,0886 |
| 23 | Saluran L 97 | 0,2 | 0,4 | 0,08 |
| 24 | Saluran L 98 | 0,2 | 0,806 | 0,1612 |
| 25 | Saluran L 99 | 0,2 | 0,157 | 0,0314 |
| 26 | Saluran L 100 | 0,2 | 0,137 | 0,0274 |
| 27 | Saluran L 101 | 0,2 | 0,455 | 0,091 |
| 28 | Saluran L 102 | 0,2 | 0,466 | 0,0932 |
| 29 | Saluran L 103 | 0,2 | 1,691 | 0,3382 |
| 30 | Saluran L 104 | 0,2 | 1,083 | 0,2166 |
| 31 | Saluran L 105 | 0,2 | 1,201 | 0,2402 |
| 32 | Saluran L 106 | 0,2 | 0,294 | 0,0588 |
| 33 | Saluran L 107 | 0,2 | 0,909 | 0,1818 |
| 34 | Saluran L 108 | 0,2 | 0,491 | 0,0982 |
| 35 | Saluran L 109 | 0,2 | 1,323 | 0,2646 |
| 36 | Saluran L 110 | 0,2 | 1,281 | 0,2562 |
| 37 | Saluran L111 | 0,2 | 0,769 | 0,1538 |
| TOTAL | | | | 2,93 |

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (U) setiap titik beban didapat dari penjumlahan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemulihan dengan waktu pemadamannya dan dengan hasil perkalian jumlah trafo distribusi yang terganggu dan perlu mengalami pemindahan dengan waktu pemadamannya.

Tabel 4.53 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section VIII*

| No | Nama Peralatan | λ (kali kegagalan/tahun) | Waktu pemadaman (jam) | Waktu pemindahan (jam) |
|----|------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Trafo T63 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 2 | Trafo T64 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 3 | Trafo T65 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 4 | Trafo T66 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 5 | Trafo T67 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 6 | Trafo T68 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 7 | Trafo T69 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 8 | Trafo T70 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 9 | Trafo T71 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 10 | Trafo T72 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 11 | Trafo T73 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 12 | Trafo T74 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 13 | Trafo T75 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 14 | Trafo T76 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 15 | Trafo T77 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 16 | Trafo T78 | 0,005 | 10 | 0,15 |
| 17 | Sectionalizer S7 | 0,003 | 10 | 0,15 |
| 18 | Saluran L 92 | 0,0942 | 3 | 0,15 |
| 19 | Saluran L 93 | 0,0682 | 3 | 0,15 |
| 20 | Saluran L 94 | 0,1894 | 3 | 0,15 |
| 21 | Saluran L 95 | 0,114 | 3 | 0,15 |
| 22 | Saluran L 96 | 0,0886 | 3 | 0,15 |
| 23 | Saluran L 97 | 0,08 | 3 | 0,15 |
| 24 | Saluran L 98 | 0,1612 | 3 | 0,15 |
| 25 | Saluran L 99 | 0,0314 | 3 | 0,15 |
| 26 | Saluran L 100 | 0,0274 | 3 | 0,15 |
| 27 | Saluran L 101 | 0,091 | 3 | 0,15 |
| 28 | Saluran L 102 | 0,0932 | 3 | 0,15 |
| 29 | Saluran L 103 | 0,3382 | 3 | 0,15 |
| 30 | Saluran L 104 | 0,2166 | 3 | 0,15 |
| 31 | Saluran L 105 | 0,2402 | 3 | 0,15 |
| 32 | Saluran L 106 | 0,0588 | 3 | 0,15 |
| 33 | Saluran L 107 | 0,1818 | 3 | 0,15 |
| 34 | Saluran L 108 | 0,0982 | 3 | 0,15 |
| 35 | Saluran L 109 | 0,2646 | 3 | 0,15 |
| 36 | Saluran L 110 | 0,2562 | 3 | 0,15 |
| 37 | Saluran L111 | 0,1538 | 3 | 0,15 |

Data waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) ditabelkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.54 Tabel λ waktu pemulihan peralatan distribusi *section VIII*

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemandaman (jam) | Waktu Pemindahan (jam) | Total Waktu (jam) |
|----|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Trafo T63 | 10 | 0 | 10 |
| 2 | Trafo T64 | 10 | 0 | 10 |
| 3 | Trafo T65 | 10 | 0 | 10 |
| 4 | Trafo T66 | 10 | 0 | 10 |
| 5 | Trafo T67 | 10 | 0 | 10 |
| 6 | Trafo T68 | 10 | 0 | 10 |
| 7 | Trafo T69 | 10 | 0 | 10 |
| 8 | Trafo T70 | 10 | 0 | 10 |
| 9 | Trafo T71 | 10 | 0 | 10 |
| 10 | Trafo T72 | 10 | 0 | 10 |
| 11 | Trafo T73 | 10 | 0 | 10 |
| 12 | Trafo T74 | 10 | 0 | 10 |
| 13 | Trafo T75 | 10 | 0 | 10 |
| 14 | Trafo T76 | 10 | 0 | 10 |
| 15 | Trafo T77 | 10 | 0 | 10 |
| 16 | Trafo T78 | 10 | 0 | 10 |
| 17 | <i>Sectionalizer S7</i> | 160 | 7,8 | 167,8 |
| 18 | Saluran L 92 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 19 | Saluran L 93 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 20 | Saluran L 94 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 21 | Saluran L 95 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 22 | Saluran L 96 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 23 | Saluran L 97 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 24 | Saluran L 98 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 25 | Saluran L 99 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 26 | Saluran L 100 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 27 | Saluran L 101 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 28 | Saluran L 102 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 29 | Saluran L 103 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 30 | Saluran L 104 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 31 | Saluran L 105 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 32 | Saluran L 106 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 33 | Saluran L 107 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 34 | Saluran L 108 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 35 | Saluran L 109 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 36 | Saluran L 110 | 48 | 9,15 | 57,15 |
| 37 | Saluran L111 | 48 | 9,15 | 57,15 |

Berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) bab II tentang SAIFI dan SAIDI maka nilai indeks keandalan *section* dapat dihitung dengan diketahuinya nilai indeks keandalan tiap peralatan distribusi berdasarkan titik beban.

Sesuai dengan persamaan (2.4) didapatkan nilai SAIFI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan frekuensi kegagalan (λ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIFI pada *section* VIII dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\sum N_{LP} \times \lambda_{LP}}{N}$$

$$SAIFI T73 = \frac{N_{LP73} \times \lambda_{LP73}}{N} = \frac{509 \times 0.005}{21024} = 0,000121052 \text{ kali /tahun}$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (U) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Pujon. Contoh perhitungan nilai SAIDI pada *section* VIII dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\sum U_{LP} \times U_{LP}}{N}$$

$$SAIDI T73 = \frac{\sum U_{LP73} \times U_{LP73}}{N} = \frac{10 \times 0.005}{21024} = 2,37823 \times 10^{-6} \text{ jam/tahun}$$

Tabel 4.55 Tabel indeks keandalan *section VIII*

| No | Nama Peralatan | Indeks Keandalan <i>Section</i> | |
|-------|------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Trafo T63 | $7,539 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 2 | Trafo T64 | $9,82211 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 3 | Trafo T65 | $9,25133 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 4 | Trafo T66 | $3,9003 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 5 | Trafo T67 | $6,3261 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 6 | Trafo T68 | $1,83124 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 7 | Trafo T69 | $3,56735 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 8 | Trafo T70 | $3,75761 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 9 | Trafo T71 | 0,000139365 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 10 | Trafo T72 | $5,1132 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 11 | Trafo T73 | 0,000121052 | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 12 | Trafo T74 | $6,89688 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 13 | Trafo T75 | $3,42466 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 14 | Trafo T76 | $8,20491 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 15 | Trafo T77 | $2,23554 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 16 | Trafo T78 | $6,08828 \times 10^{-5}$ | $2,37823 \times 10^{-6}$ |
| 17 | <i>Sectionlizer S7</i> | 0,000624001 | $2,39441 \times 10^{-5}$ |
| 18 | Saluran L 92 | 0,019593636 | 0,000256066 |
| 19 | Saluran L 93 | 0,014185626 | 0,00018539 |
| 20 | Saluran L 94 | 0,039395272 | 0,00051485 |
| 21 | Saluran L 95 | 0,023712043 | 0,000309889 |
| 22 | Saluran L 96 | 0,018428834 | 0,000240843 |
| 23 | Saluran L 97 | 0,01664003 | 0,000217466 |
| 24 | Saluran L 98 | 0,033529661 | 0,000438193 |
| 25 | Saluran L 99 | 0,006531212 | $8,53553 \times 10^{-5}$ |
| 26 | Saluran L 100 | 0,00569921 | $7,4482 \times 10^{-5}$ |
| 27 | Saluran L 101 | 0,018928035 | 0,000247367 |
| 28 | Saluran L 102 | 0,019385635 | 0,000253348 |
| 29 | Saluran L 103 | 0,070345729 | 0,000919336 |
| 30 | Saluran L 104 | 0,045052882 | 0,000588789 |
| 31 | Saluran L 105 | 0,049961691 | 0,000652941 |
| 32 | Saluran L 106 | 0,012230422 | 0,000159837 |
| 33 | Saluran L 107 | 0,037814469 | 0,000494191 |
| 34 | Saluran L 108 | 0,020425637 | 0,000266939 |
| 35 | Saluran L 109 | 0,055036901 | 0,000719268 |
| 36 | Saluran L 110 | 0,053289697 | 0,000696434 |
| 37 | Saluran L111 | 0,031990459 | 0,000418078 |
| TOTAL | | 0,593841086 | 0,007801058 |

Nilai indeks keandalan sistem jaringan Penyulang Pujon dapat diketahui apabila nilai indeks keandalan tiap *section* telah dihitung dan kemudian nilai indeks keandalan tiap *section* tadi dijumlahkan. Sehingga diperoleh nilai indeks keandalan sistem jaringan Penyulang Pujon sebagai berikut :

Tabel 4.56 Tabel indeks keandalan Penyulang Pujon

| No | Section | Indeks Keandalan Penyulang Pujon | |
|--------------|--------------|----------------------------------|--------------------|
| | | SAIFI | SAIDI |
| 1 | Section I | 0,303838052 | 0,003565506 |
| 2 | Section II | 1,418517589 | 0,015880571 |
| 3 | Section III | 2,029775381 | 0,022059695 |
| 4 | Section IV | 0,367144578 | 0,004014273 |
| 5 | Section V | 1,62501094 | 0,016213456 |
| 6 | Section VI | 0,172971005 | 0,002040693 |
| 7 | Section VII | 0,614486729 | 0,007137034 |
| 8 | Section VIII | 0,593841086 | 0,007801058 |
| TOTAL | | 7,12558536 | 0,078712287 |

Dan sesuai dengan persamaan (2.8) didapatkan nilai CAIDI load point dengan cara membagi nilai SAIDI berdasarkan persamaan (2.6) dengan nilai SAIFI berdasarkan persamaan (2.4). Perhitungan nilai CAIDI dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{0,078712287}{7,12558536} = 0,011046431$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai SAIFI,SAIDI dan CAIDI sistem jaringan Penyulang Pujon dengan menjumlahkan semua indeks keandalan tiap section. Penyulang Pujon ini memiliki nilai indeks keadalan SAIFI sebesar 7,12558536, SAIDI sebesar 0,078712287 dan CAIDI sebesar 0,011046431. Dari nilai indeks keandalan sistem jaringan Penyulang Pujon yang didapat tadi kemudian dibandingkan dengan standar PLN, dimana standar yang digunakan adalah SPLN 68-2 : 1986 mengenai Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik. Nilai standar yang digunakan adalah nilai untuk SAIFI sebesar 14,610 pemadaman/tahun dan SAIDI sebesar 4,515 jam/tahun. Terlihat bahwa nilai SAIFI dan SAIDI pada Penyulang Pujon telah memenuhi standar PLN.

4.3 Analisis Nilai Ekonomis

Pada analisis sebelumnya, dilakukan sebuah analisis mengenai indeks keandalan pada Penyulang Pujon. Analisis keandalan Penyulang Pujon dihitung dengan menggunakan metode *section technique*. Setelah melakukan analisis terhadap indeks keandalan Penyulang Pujon. Pada penelitian ini, akan dibahas lebih lanjut mengenai analisis nilai ekonomis yang berkaitan dengan faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi gangguan atau pemadaman. Pada penelitian ini, perhitungan dari faktor ekonomis akan dibatasi hanya pada energi yang tidak tersalurkan dari sisi PLN dan penelitian ini tidak membahas rugi-rugi yang terjadi pada jaringan Penyulang Pujon. Apabila analisis nilai ekonomis pada saat terjadi gangguan atau pemadaman telah selesai dilakukan, maka hasil dari analisis nilai ekonomis ini akan dibandingkan dengan hasil analisis keandalan yang menggunakan metode *section technique*.

Dalam melakukan analisis nilai ekonomis, agar lebih mudah dalam menganalisis maka analisis dibagi menjadi delapan bagian berdasarkan jumlah *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Jumlah delapan *section* sama persis dengan pembagian *section* saat analisis keandalan dengan menggunakan metode *section technique* pada penelitian ini.

Dalam melakukan analisis nilai ekonomis pada Penyulang Pujon ini, maka dibutuhkan beberapa data. Data-data yang diperlukan seperti standar biaya penjualan energi listrik PLN dan data beban pada Penyulang Pujon. Data standar tarif dasar listrik adalah sebagai berikut:

Tabel 4.57 Tabel standar tarif dasar listrik

| No | Jenis Beban | Klasifikasi Beban | Biaya per kWh |
|----|-----------------|---------------------------|----------------|
| 1 | Rumah tangga | | 605 |
| 2 | Industri I-2/TR | Diatas 14 VA s.d. 200 KVA | $K \times 972$ |
| 3 | Industri I-3/TR | Diatas 200 KVA | $K \times 872$ |

Sumber : Peraturan Menteri ESDM No 09 tahun 2014

Seperti yang dijelaskan bahwa selain membutuhkan data standar tarif dasar listrik, juga diperlukan data beban pada Penyulang Pujon. Data beban pada Penyulang Pujon dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.58 Tabel beban Penyulang Pujon (bagian 1)

| No | Jumlah Pelanggan | Kapasitas (KVA) | Daya (KVA) | Beban Industri (KVA) | Beban Industri (KW) | Beban Rumahan (KW) |
|----|------------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1 | 160 | 100 | 781,2 | - | - | 664,02 |
| 2 | 85 | 100 | 101,35 | - | - | 86,1475 |
| 3 | 355 | 150 | 366,9 | - | - | 311,865 |
| 4 | 1 | 250 | - | 197 | 167,45 | |
| 5 | 42 | 160 | 139,6 | - | - | 118,66 |
| 6 | 238 | 160 | 348,35 | - | - | 296,0975 |
| 7 | 653 | 250 | 525,2 | - | - | 446,42 |
| 8 | 22 | 100 | 182,4 | - | - | 155,04 |
| 9 | 56 | 200 | 157,95 | - | - | 134,2575 |
| 10 | 1 | 200 | 1,3 | - | - | 1,105 |
| 11 | 652 | 200 | 516,75 | - | - | 439,2375 |
| 12 | 415 | 150 | 317,5 | - | - | 269,875 |
| 13 | 692 | 160 | 530,35 | - | - | 450,7975 |
| 14 | 82 | 75 | 147,95 | - | - | 125,7575 |
| 15 | 83 | 160 | 277,85 | - | - | 236,1725 |
| 16 | 454 | 160 | 599,75 | - | - | 509,7875 |
| 17 | 262 | 100 | 343,35 | - | - | 291,8475 |
| 18 | 15 | 200 | 29,85 | - | - | 25,3725 |
| 19 | 37 | 100 | 80,45 | - | - | 68,3825 |
| 20 | 501 | 200 | 649,85 | - | - | 552,3725 |
| 21 | 241 | 160 | 318,4 | - | - | 270,64 |
| 22 | 2 | 160 | 105,9 | - | - | 90,015 |
| 23 | 11 | 25 | 6,7 | - | - | 5,695 |
| 24 | 134 | 100 | 201,45 | - | - | 171,2325 |
| 25 | 701 | 250 | 788,2 | - | - | 669,97 |
| 26 | 1 | 250 | - | 240 | 204 | |
| 27 | 1 | 200 | - | 185 | 157,25 | |
| 28 | 119 | 50 | 351,05 | - | - | 298,3925 |
| 29 | 4 | 100 | 7,95 | - | - | 6,7575 |
| 30 | 496 | 150 | 516,75 | - | - | 439,2375 |
| 31 | 420 | 160 | 435,7 | - | - | 370,345 |
| 32 | 9 | 100 | 8,5 | - | - | 7,225 |
| 33 | 448 | 160 | 421,2 | - | - | 358,02 |
| 34 | 536 | 200 | 448,3 | - | - | 381,055 |
| 35 | 455 | 150 | 496,4 | - | - | 421,94 |
| 36 | 450 | 160 | 285,1 | - | - | 242,335 |
| 37 | 40 | 25 | 33,75 | - | - | 28,6875 |

Tabel 4.59 Tabel beban Penyulang Pujon (bagian 2)

| No | Jumlah Pelanggan | Kapasitas (KVA) | Daya (KVA) | Beban Industri (KVA) | Beban Industri (KW) | Beban Rumahan (KW) |
|----|------------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 38 | 854 | 200 | 551,7 | - | - | 468,945 |
| 39 | 416 | 150 | 435,1 | - | - | 369,835 |
| 40 | 177 | 50 | 121,85 | - | - | 103,5725 |
| 41 | 397 | 100 | 238,45 | - | - | 202,6825 |
| 42 | 506 | 160 | 326,1 | - | - | 277,185 |
| 43 | 1 | 195 | - | 105 | 89,25 | |
| 44 | 1 | 200 | - | 197 | 167,45 | |
| 45 | 877 | 250 | 791,3 | - | - | 672,605 |
| 46 | 1 | 100 | - | 105 | 89,25 | |
| 47 | 322 | 160 | 278,35 | - | - | 236,5975 |
| 48 | 238 | 100 | 209,35 | - | - | 177,9475 |
| 49 | 556 | 160 | 374,5 | - | - | 318,325 |
| 50 | 104 | 50 | 72,85 | - | - | 61,9225 |
| 51 | 1 | 975 | - | 345 | 293,25 | |
| 52 | 129 | 50 | 80,75 | - | - | 68,6375 |
| 53 | 235 | 100 | 193,65 | - | - | 164,6025 |
| 54 | 381 | 100 | 210 | - | - | 178,5 |
| 55 | 481 | 160 | 328,5 | - | - | 279,225 |
| 56 | 546 | 100 | 332,1 | - | - | 282,285 |
| 57 | 230 | 100 | 134,15 | - | - | 114,0275 |
| 58 | 90 | 25 | 48,05 | - | - | 40,8425 |
| 59 | 222 | 100 | 142,55 | - | - | 121,1675 |
| 60 | 610 | 160 | 369,7 | - | - | 314,245 |
| 61 | 205 | 100 | 146,05 | - | - | 124,1425 |
| 62 | 196 | 50 | 133,3 | - | - | 113,305 |
| 63 | 317 | 150 | 347,55 | - | - | 295,4175 |
| 64 | 413 | 160 | 302,95 | - | - | 257,5075 |
| 65 | 389 | 160 | 268,9 | - | - | 228,565 |
| 66 | 164 | 100 | 177,7 | - | - | 151,045 |
| 67 | 266 | 100 | 170,5 | - | - | 144,925 |
| 68 | 77 | 50 | 59,1 | - | - | 50,235 |
| 69 | 150 | 100 | 88,05 | - | - | 74,8425 |
| 70 | 158 | 50 | 110,8 | - | - | 94,18 |
| 71 | 586 | 160 | 379,95 | - | - | 322,9575 |
| 72 | 215 | 100 | 125,1 | - | - | 106,335 |
| 73 | 509 | 160 | 338,9 | - | - | 288,065 |
| 74 | 290 | 100 | 179 | - | - | 152,15 |
| 75 | 144 | 50 | 88,5 | - | - | 75,225 |
| 76 | 345 | 100 | 230,65 | - | - | 196,0525 |
| 77 | 94 | 50 | 77,4 | - | - | 65,79 |
| 78 | 256 | 100 | 181,4 | - | - | 154,19 |

Data tarif dasar listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 09 tahun 2014 mengenai Tarif Tenaga Listrik Yang disediakan oleh PT. PLN. Data ini digunakan untuk menghitung biaya harga jual PLN per kWh beban rumah tangga maupu beban indutri. Data yang dipakai dari standar tarif dasar listrik diasumsikan bahwa beban rumah tangga berada pada blok III dan pada saat gangguan beban industri berada diwaktu beban puncak dan juga faktor perbandingan antara waktu beban puncak dan waktu luar beban puncak diasumsikan bernilai 2 ($K=2$).

4.3.1 Analisis nilai ekonomis ekonomis I

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor eknomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Pada analisis nilai ekonomis yang pertama objek yang digunakan untuk dianalisis adalah wilayah *Section 1* pada Penyulang Pujon. *Section I* Penyulang Pujon terdiri dari lima peralatan distribusi yakni, satu buah Pemutus Tenaga B atau *circuit breaker* B, satu buah trafo distribusi T1, satu buah *sectionalizer* S1 serta dua buah saluran udara L1 dan saluran udara L2. Seperti halnya saat menganalisis keandalan Penyulang Pujon *section I* dengan menggunakan metode *section technique*, pada analisis nilai ekonomis ekonomis juga memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman atau *repair time* dan waktu pemindahan atau *switching time*) yang terjadi dan tetap berdasarkan SPLN No 59 : 1985. Sebelum dilakukan analisis nilai ekonomis, diperlukan pengelompokkan titik beban industri. Pengelompokkan titik beban industri dapat dilihat pada tabel 4.60.

Tabel 4.60 Tabel Pengelompokan titik beban industri

| No | Load Point | Beban (kVA) | Klasifikasi Beban | Biaya per kWh |
|----|------------|-------------|-------------------|----------------|
| 1 | TB 4 | 197 | I-2/TR | $K \times 972$ |
| 2 | TB 26 | 240 | I-3/TR | $K \times 872$ |
| 3 | TB 27 | 185 | I-2/TR | $K \times 972$ |
| 4 | TB 43 | 105 | I-2/TR | $K \times 972$ |
| 5 | TB 44 | 197 | I-2/TR | $K \times 972$ |
| 6 | TB 46 | 105 | I-2/TR | $K \times 972$ |
| 7 | TB 51 | 345 | I-3/TR | $K \times 872$ |

Setelah titik beban industri selesai dikelompokkan, maka analisis nilai ekonomis bila terjadi gangguan *section* pada Penyulang Pujon dapat dilaksanakan. Perhitungan ini melibatkan mode kegagalan yang terdapat pada *section* I, data beban pada *section* I, tarif dasar listrik dan pengklasifikasian beban industri. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* I. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN.

Tabel 4.61 Hasil Analisis nilai ekonomis I

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|-------|------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Pemutus Tenaga B | Titik beban TB1 – TB78 | - | 29,177,034,98 |
| 2 | Trafo T1 | Titik beban TB1 | - | 3519306 |
| 3 | Sectionalizer S1 | Titik beban TB1 – TB78 | - | 29,177,034,98 |
| 4 | Saluran L1 | Titik beban TB1 – TB78 | - | 29,177,034,98 |
| 5 | Saluran L2 | Titik beban TB1 – TB78 | - | 29,177,034,98 |
| TOTAL | | | | 120.227.445,9 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L1 mengalami gangguan maka :

- Seluruh peralatan distribusi mulai dari titik beban TB 1 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) pasca saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.
- Tidak ada peralatan antara titik beban TB 1 – TB 78 tidak mengalami waktu pemindahan selama 0,15 jam.

- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 1 adalah

$$\text{Biaya} = \text{kW} \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 660.4 \times 3 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 1.205.196,3$$
- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari titik beban TB 2 –TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

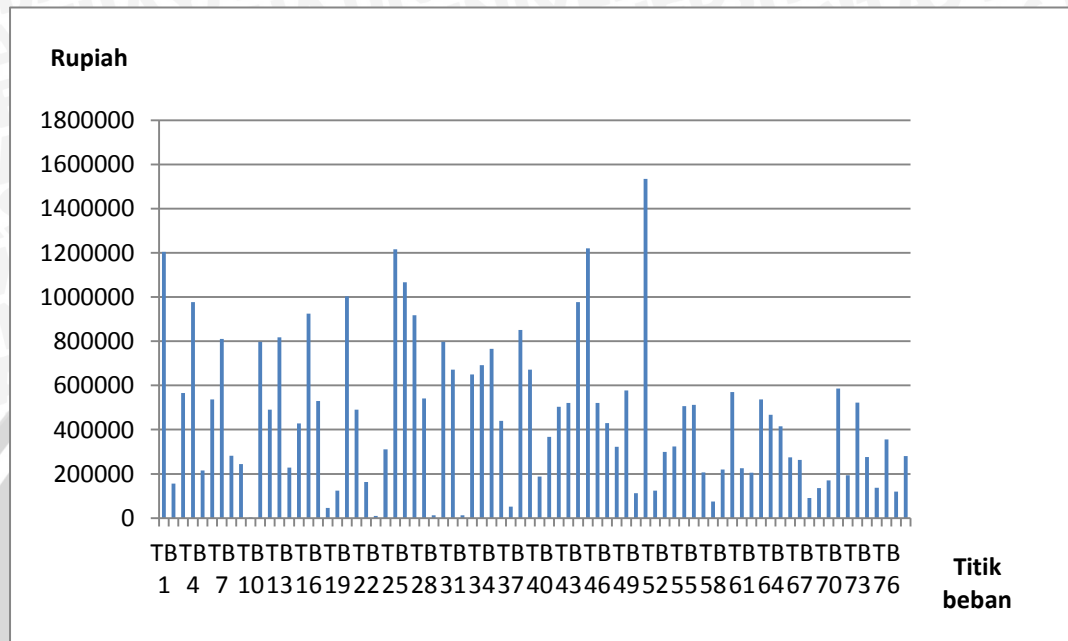
Tabel 4.62 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L1 (bagian 1)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB 1 | 664,02 | 3 | 605 | 1.205.196,3 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 3 | 605 | 156.357,7125 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 3 | 605 | 566.034,975 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 3 | 605 | 215.367,9 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 3 | 605 | 537.416,9625 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 3 | 605 | 810.252,3 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 3 | 605 | 281.397,6 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 3 | 605 | 243.677,3625 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 3 | 605 | 2.005,575 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 3 | 605 | 797.216,0625 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 3 | 605 | 489.823,125 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 3 | 605 | 818.197,4625 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 3 | 605 | 228.249,8625 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 3 | 605 | 428.653,0875 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 3 | 605 | 925.264,3125 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 3 | 605 | 529.703,2125 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 3 | 605 | 46.051,0875 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 3 | 605 | 124.114,2375 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 3 | 605 | 1.002.556,088 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 3 | 605 | 491.211,6 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 3 | 605 | 163.377,225 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 3 | 605 | 10.336,425 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 3 | 605 | 310.786,9875 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 3 | 605 | 1.215.995,55 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 3 | 872 | 1.067.328 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 3 | 972 | 917.082 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 3 | 605 | 541.582,3875 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 3 | 605 | 12.264,8625 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 3 | 605 | 797.216,0625 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 3 | 605 | 672.176,175 |

Tabel 4.63 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L1 (bagian 2)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|--------------|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 3 | 605 | 13.113,375 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 3 | 605 | 649.806,3 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 3 | 605 | 691.614,825 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 3 | 605 | 765.821,1 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 3 | 605 | 439.838,025 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 3 | 605 | 52.067,8125 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 3 | 605 | 851.135,175 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 3 | 605 | 671.250,525 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 3 | 605 | 187.984,0875 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 3 | 605 | 367.868,7375 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 3 | 605 | 503.090,775 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 3 | 605 | 1.220.778,075 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 3 | 605 | 429.424,4625 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 3 | 872 | 1.534.284 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| TOTAL | | | | | 36.084.351,98 |

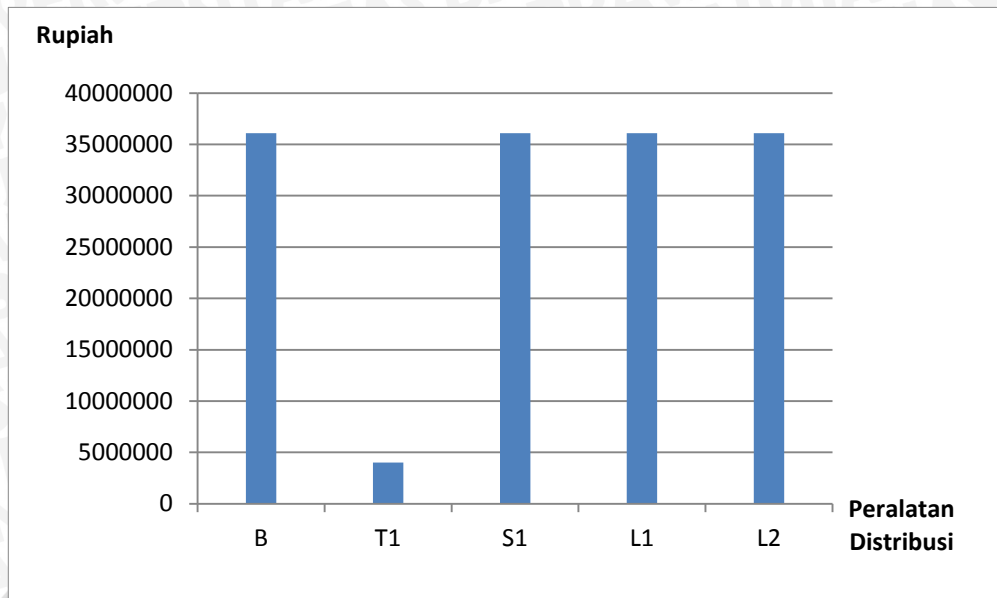
- Untuk mempermudah pembacaan data maka hasil dari tabel 4.62 dan 4.63 diatas kemudian ditransformasikan menjadi grafik seperti berikut :



Gambar 4.11 Grafik Kerugian yang disebabkan oleh L1

- Data pada tabel 4.62 dan 4.63 berisi data kerugian PLN pada titik beban bila terjadi gangguan pada saluran L1. Data tersebut mengevaluasi titik beban dari titik beban TB 1 – TB 78. Sedangkan gambar 4.11 adalah grafik kerugian PLN apabila terjadi gangguan pada L1. Terlihat bahwa kerugian terbesar adalah pada titik beban TB 45 sebesar Rp 1.220.778,075. Kerugian ini disebabkan beban yang terdapat pada titik beban ini sangat besar.
- Untuk kerugian total yang dialami PLN yang disebabkan oleh L1 adalah Rp 36.084.351,98

Setelah melakukan analisis nilai ekonomis pada L1 maka analisis ini akan dilanjutkan pada seluruh peralatan distribusi pada Penyulang Pujon *section* 1. Untuk memperjelas pembacaan data, tabel kerugian PLN akibat peralatan distribusi pada Penyulang Pujon *section* 1 yang ditunjukkan pada tabel 4.61 disajikan pada gambar 4.12 dibawah ini



Gambar 4.12 Grafik Kerugian yang disebabkan oleh L1

Grafik diatas menunjukkan kerugian PLN yang disebabkan oleh gangguan saluran udara. Terlihat bahwa pada saluran L1 dan saluran L2 mengalami kerugian terbesar karena saluran L1 dan saluran L2 terletak pada *section* 1 sehingga apabila mengalami gangguan seluruh *section* akan mengalami gangguan dan mengalami repair time atau waktu pemadaman. Begitu pula pada Pemutus Tenaga dan *Sectionalizer* 1, apabila kedua peralatan ini bekerja maka seluruh Penyulang Pujon akan mengalami pemadaman hingga *section* 8.

4.3.1 Analisis Nilai Ekonomis II

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis ekonomis. Analisis nilai ekonomis ekonomis adalah analisis mengenai faktor eknomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis yang kedua juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem

Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* 1. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis II adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* II penyulang Pujon. Pada *section* II Penyulang Pujon terdiri dari 15 peralatan distribusi yakni, lima buah trafo distribusi T2 hingga T6, dua buah *sectionalizer* S1 dan S2, serta delapan buah saluran udara L3 hingga L10. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section* 1 maka, analisis nilai ekonomis II dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.64 Hasil Analisis nilai ekonomis II

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T2 | Titik beban TB 2 | - | 521.192,375 |
| 2 | Trafo T3 | Titik beban TB 3 | - | 1886.783,25 |
| 3 | Trafo T4 | Titik beban TB 4 | - | 3.255.228 |
| 4 | Trafo T5 | Titik beban TB 5 | - | 717.893 |
| 5 | Trafo T6 | Titik beban TB 6 | - | 1.791.389,875 |
| 6 | <i>Sectionalizer</i> S1 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 360.84.351,94 |
| 7 | <i>Sectionalizer</i> S2 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 8 | Saluran L 3 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 9 | Saluran L 4 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 10 | Saluran L 5 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 11 | Saluran L 6 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 12 | Saluran L 7 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 13 | Saluran L 8 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 14 | Saluran L 9 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| 15 | Saluran L 10 | Titik beban TB 2 – TB78 | Titik beban TB 1 | 34.939.415,45 |
| TOTAL | | | | 358.711.577,5 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila saluran L5 mengalami gangguan maka :

- S1 akan bermanuver dan TB1 akan mengalami waktu pemadaman (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* II hingga *section* VIII yakni titik beban TB 2 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) pasca saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.
- Titik beban TB1 mengalami *switching time* selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 1 adalah
- Biaya = kW x time x TDL

$$\text{Biaya} = 660,4 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 60.259,85$$
- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara darititik TB 2 –TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.65 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L5 (bagian 1)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 3 | 605 | 156.357,7125 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 3 | 605 | 566.034,975 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 3 | 605 | 215.367,9 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 3 | 605 | 537.416,9625 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 3 | 605 | 810.252,3 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 3 | 605 | 281.397,6 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 3 | 605 | 243.677,3625 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 3 | 605 | 2.005,575 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 3 | 605 | 79.7216,0625 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 3 | 605 | 489.823,125 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 3 | 605 | 818.197,4625 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 3 | 605 | 228.249,8625 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 3 | 605 | 428.653,0875 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 3 | 605 | 925.264,3125 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 3 | 605 | 529.703,2125 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 3 | 605 | 46.051,0875 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 3 | 605 | 124.114,2375 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 3 | 605 | 1.002.556,088 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 3 | 605 | 491.211,6 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 3 | 605 | 163.377,225 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 3 | 605 | 10.336,425 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 3 | 605 | 310.786,9875 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 3 | 605 | 1.215.995,55 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 3 | 872 | 1.067.328 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 3 | 972 | 917.082 |

Tabel 4.66 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L5 (bagian 2)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|--------------|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 3 | 605 | 541.582,3875 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 3 | 605 | 12.264,8625 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 3 | 605 | 797.216,0625 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 3 | 605 | 672.176,175 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 3 | 605 | 13.113,375 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 3 | 605 | 649.806,3 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 3 | 605 | 691.614,825 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 3 | 605 | 765.821,1 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 3 | 605 | 439.838,025 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 3 | 605 | 52.067,8125 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 3 | 605 | 851.135,175 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 3 | 605 | 671.250,525 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 3 | 605 | 187.984,0875 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 3 | 605 | 367.868,7375 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 3 | 605 | 503.090,775 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 3 | 605 | 1.220.778,075 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 3 | 605 | 429.424,4625 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 3 | 872 | 1.534.284 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 17.0936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| TOTAL | | | | | 34.939.415,45 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis II pada *section* II selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.65 dan tabel 4.66 diatas.

4.3.3 Analisis nilai ekonomis III

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis yang ketiga juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* III. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis III adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* III penyulang Pujon. *Section* III Penyulang Pujon terdiri dari 49 peralatan distribusi yakni, 20 buah trafo distribusi T7 hingga T25 dan T51, dua buah *sectionalizer* S2 dan S3, serta 27 buah saluran udara L11 hingga L36 dan L76. Dan

dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section 1* dan analisis nilai ekonomis II pada *section II* maka, analisis nilai ekonomis III dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.67 Hasil Analisis nilai ekonomis III (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|----|------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan Titik beban | |
| 1 | Trafo T7 | Titik beban TB 7 | - | 2.700.841 |
| 2 | Trafo T8 | Titik beban TB 8 | - | 937.992 |
| 3 | Trafo T9 | Titik beban TB 9 | - | 812.257,875 |
| 4 | Trafo T10 | Titik beban TB 10 | - | 6.685,25 |
| 5 | Trafo T11 | Titik beban TB 11 | - | 2.657.386,875 |
| 6 | Trafo T12 | Titik beban TB 12 | - | 1.632.743,75 |
| 7 | Trafo T13 | Titik beban TB 13 | - | 2.727.324,875 |
| 8 | Trafo T14 | Titik beban TB 14 | - | 760.832,875 |
| 9 | Trafo T15 | Titik beban TB 15 | - | 1.428.843,625 |
| 10 | Trafo T16 | Titik beban TB 16 | - | 3.084.214,375 |
| 11 | Trafo T17 | Titik beban TB 17 | - | 1.765.677,375 |
| 12 | Trafo T18 | Titik beban TB 18 | - | 153.503,625 |
| 13 | Trafo T19 | Titik beban TB 19 | - | 413.714,125 |
| 14 | Trafo T20 | Titik beban TB 20 | - | 3.341.853,625 |
| 15 | Trafo T21 | Titik beban TB 21 | - | 1.637.372 |
| 16 | Trafo T22 | Titik beban TB 22 | - | 544.590,75 |
| 17 | Trafo T23 | Titik beban TB 23 | - | 34.454,75 |
| 18 | Trafo T24 | Titik beban TB 24 | - | 1.035.956,625 |
| 19 | Trafo T25 | Titik beban TB 25 | - | 4.053.318,5 |
| 20 | Trafo T51 | Titik beban TB 51 | - | 5.114.280 |
| 21 | Sectionalizer S2 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 34.939.415,45 |
| 22 | Sectionalizer S3 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 23 | Saluran L 11 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 24 | Saluran L 12 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 25 | Saluran L 13 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 26 | Saluran L 14 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 27 | Saluran L 15 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 28 | Saluran L 16 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 29 | Saluran L 17 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 30 | Saluran L 18 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 31 | Saluran L 19 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |

Tabel 4.68 Hasil Analisis nilai ekonomis III (bagian 2)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan Titik beban | |
| 32 | Saluran L 20 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 33 | Saluran L 21 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 34 | Saluran L 22 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 35 | Saluran L 23 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 36 | Saluran L 24 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 37 | Saluran L 25 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 38 | Saluran L 26 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 39 | Saluran L 27 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 40 | Saluran L 28 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 41 | Saluran L 29 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 42 | Saluran L 30 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 43 | Saluran L 31 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 44 | Saluran L 32 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 45 | Saluran L 33 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 46 | Saluran L 34 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 47 | Saluran L 35 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 48 | Saluran L 36 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| 49 | Saluran L 76 | Titik beban TB 7 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 6 | 32.610.256,8 |
| TOTAL | | | | 982.870.449,7 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai ekonomis apabila L22 mengalami gangguan maka :

- *Sectionalizer* S1 dan S2 akan bermanuver dan titik TB1 hingga TB6 akan mengalami waktu pengalihan (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* III hingga *section* VIII yakni titik beban TB 7 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) pasca saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.
- Titik beban TB1 - TB6 mengalami *switching time* selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan

- Kerugian PLN pada titik beban TB 5 adalah

$$\text{Biaya} = \text{kW} \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 118,6 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 10.768,085$$

- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari titik TB 1 - TB 4 dan titik beban TB 6 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.69 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L22 (bagian 1)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB 1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 3 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 3 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 3 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 3 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 3 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 3 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 3 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 3 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 3 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 3 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 3 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 3 | 605 | 23.02,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 3 | 605 | 6.205,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 3 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 3 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 3 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 3 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 3 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 3 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 3 | 872 | 1.067.328 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 3 | 972 | 917.082 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 3 | 605 | 541.582,3875 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 3 | 605 | 12.264,8625 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 3 | 605 | 797.216,0625 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 3 | 605 | 672.176,175 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 3 | 605 | 13.113,375 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 3 | 605 | 649.806,3 |

Tabel 4.70 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L22 (bagian 2)

| No | Titik beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|--------------|-------------------|------------|------------------|--------------|---------------------|
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 3 | 605 | 691.614,825 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 3 | 605 | 765.821,1 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 3 | 605 | 439.838,025 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 3 | 605 | 52.067,8125 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 3 | 605 | 851.135,175 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 3 | 605 | 671.250,525 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 3 | 605 | 187.984,0875 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 3 | 605 | 367.868,7375 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 3 | 605 | 503.090,775 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 3 | 605 | 1.220.778,075 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 3 | 605 | 429.424,4625 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 3 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| TOTAL | | | | | 22.679.761,3 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis III pada *section* III selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.69 dan tabel 4.70.

4.3.4 Analisis nilai ekonomis IV

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis IV juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* IV. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis IV adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* IV penyulang Pujon. *Section* IV Penyulang Pujon terdiri dari 15 peralatan distribusi yakni, 4 buah trafo distribusi T26 hingga T29, dua buah *sectionalizer* S3 dan S4, serta 9 buah saluran udara L37 hingga L43, L71 dan L91. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section* 1 dan analisis nilai

ekonomis II pada *section* II maka, analisis nilai ekonomis IV dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.71 Hasil Analisis nilai ekonomis IV

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T26 | Titik beban TB26 | - | 3.557.760 |
| 2 | Trafo T27 | Titik beban TB27 | - | 3.056.940 |
| 3 | Trafo T28 | Titik beban TB28 | - | 1.805.274,625 |
| 4 | Trafo T29 | Titik beban TB29 | - | 40.882,875 |
| 5 | Saluran L 37 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 6 | Saluran L 38 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 7 | Saluran L 39 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 8 | Saluran L 40 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 9 | Saluran L 41 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 10 | Saluran L 42 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 11 | Saluran L 43 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 12 | Saluran 71 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 13 | Saluran L91 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 14 | <i>Sectionalizer</i> S3 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| 15 | <i>Sectionalizer</i> S4 | Titik beban TB26 - TB50 ; TB 52 - TB 78 | Titik beban TB1 - TB25 ; TB 51 | 2.267.9761,3 |
| TOTAL | | | | 267.868.727,3 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L40 mengalami gangguan maka :

- *Sectionalizer* S1,S2 dan S3 akan bermanuver dan titik beban TB1 - TB25 dan TB51 akan mengalami waktu pengalihan (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* IV hingga *section* VIII yakni titik beban TB26 -

TB50 dan titik beban TB 52 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) pasca saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.

- Titik beban TB1 - TB25 dan TB51 mengalami switching time selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban TB 11 adalah

$$\text{Biaya} = \text{kW} \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 439,2375 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 39.860,80313$$

- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari titik beban TB 1 - TB 10 dan titik beban TB 12 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama.

Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.72 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L40 (bagian 1)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 0,15 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 0,15 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 0,15 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 0,15 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 0,15 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 0,15 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 0,15 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 0,15 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 0,15 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 0,15 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 0,15 | 605 | 2.302,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 0,15 | 605 | 6.205,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 0,15 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 0,15 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 0,15 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 0,15 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 0,15 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 0,15 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 3 | 872 | 1.067.328 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 3 | 972 | 917.082 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 3 | 605 | 541.582,3875 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 3 | 605 | 12.264,8625 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 3 | 605 | 79.7216,0625 |

Tabel 4.73 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L40 (bagian 2)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|-------|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 3 | 605 | 672.176,175 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 3 | 605 | 13.113,375 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 3 | 605 | 649.806,3 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 3 | 605 | 691.614,825 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 3 | 605 | 765.821,1 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 3 | 605 | 439.838,025 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 3 | 605 | 52.067,8125 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 3 | 605 | 851.135,175 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 3 | 605 | 671.250,525 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 3 | 605 | 187.984,0875 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 3 | 605 | 367.868,7375 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 3 | 605 | 503.090,775 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 3 | 605 | 1.220.778,075 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 3 | 605 | 429.424,4625 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 0,15 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| TOTAL | | | | | 22.679.761,3 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis IV pada *section* IV selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.72 dan tabel 4.73.

4.3.5 Analisis nilai ekonomis V

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis V juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* V. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis V adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* V penyulang Pujon. *Section* V Penyulang Pujon terdiri dari 47 peralatan distribusi yakni, 18 buah trafo distribusi T30 hingga T47, dua buah *sectionalizer* S4 dan S5, serta 27 buah saluran udara L44 hingga L70. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section* 1 dan analisis nilai ekonomis II

pada *section* II maka, analisis nilai ekonomis V dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.74 Hasil Analisis nilai ekonomis V (bagian 1)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|----|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T30 | Titik beban TB 30 | - | 2.657.386,875 |
| 2 | Trafo T31 | Titik beban TB 31 | - | 2.240.587,25 |
| 3 | Trafo T32 | Titik beban TB 32 | - | 43.711,25 |
| 4 | Trafo T33 | Titik beban TB 33 | - | 2.166.021 |
| 5 | Trafo T34 | Titik beban TB 34 | - | 2.305.382,75 |
| 6 | Trafo T35 | Titik beban TB 35 | - | 2.552.737 |
| 7 | Trafo T36 | Titik beban TB 36 | - | 1.466.126,75 |
| 8 | Trafo T37 | Titik beban TB 37 | - | 173.559,375 |
| 9 | Trafo T38 | Titik beban TB 38 | - | 2.837.117,25 |
| 10 | Trafo T39 | Titik beban TB 39 | - | 2.237.501,75 |
| 11 | Trafo T40 | Titik beban TB 40 | - | 626.613,625 |
| 12 | Trafo T41 | Titik beban TB 41 | - | 1.226.229,125 |
| 13 | Trafo T42 | Titik beban TB 42 | - | 1.676.969,25 |
| 14 | Trafo T43 | Titik beban TB 43 | - | 1.735.020 |
| 15 | Trafo T44 | Titik beban TB 44 | - | 3.255.228 |
| 16 | Trafo T45 | Titik beban TB 45 | - | 4.069.260,25 |
| 17 | Trafo T46 | Titik beban TB 46 | - | 1.735.020 |
| 18 | Trafo T47 | Titik beban TB 47 | - | 1.431.414,875 |
| 19 | <i>Sectionalizer</i> S4 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 22.679.761,3 |
| 20 | <i>Sectionalizer</i> S5 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 21 | Saluran L 44 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 22 | Saluran L 45 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 23 | Saluran L 46 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 24 | Saluran L 47 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 25 | Saluran L 48 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 26 | Saluran L 49 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 27 | Saluran L 50 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 28 | Saluran L 51 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 29 | Saluran L 52 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 30 | Saluran L 53 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 31 | Saluran L 54 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29 ; TB 51 | 20.268.416,91 |

Tabel 4.75 Hasil Analisis nilai ekonomis V (bagian 2)

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 32 | Saluran L55 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 33 | Saluran L56 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 34 | Saluran L57 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 35 | Saluran L58 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 36 | Saluran L59 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 37 | Saluran L60 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 38 | Saluran L61 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 39 | Saluran L62 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 40 | Saluran L63 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 41 | Saluran L64 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 42 | Saluran L65 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 43 | Saluran L66 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 44 | Saluran L67 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 45 | Saluran L68 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 46 | Saluran L69 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| 47 | Saluran L70 | Titik beban TB 30 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 29; TB 51 | 20.268.416,91 |
| TOTAL | | | | 624.631.321,4 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L59 mengalami gangguan maka:

- *Sectionalizer* S1,S2,S3,S4 dan S5 akan bermanuver dan titik TB1 - TB29 dan TB51 akan mengalami waktu pengalihan (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* V hingga *section* VIII yakni titik beban TB30 - TB50 dan titik beban TB 52 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) pasca saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.
- Titik beban TB1 – TB29 dan TB51 mengalami *switching time* selama 0,15 jam.

- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 22 adalah

$$\text{Biaya} = \text{kW} \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 90,015 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 8.168,86125$$
- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari TB 1 - TB 21 dan titik beban TB 23 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.76 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L59 (bagian 1)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 0,15 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 0,15 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 0,15 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 0,15 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 0,15 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 0,15 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 0,15 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 0,15 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 0,15 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 0,15 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 0,15 | 605 | 2.302,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 0,15 | 605 | 6.205,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 0,15 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 0,15 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 0,15 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 0,15 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 0,15 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 0,15 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 0,15 | 872 | 53.366,4 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 0,15 | 972 | 45.854,1 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 0,15 | 605 | 27.079,11938 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 0,15 | 605 | 613,243125 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 3 | 605 | 797.216,0625 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 3 | 605 | 672.176,175 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 3 | 605 | 13.113,375 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 3 | 605 | 649.806,3 |

Tabel 4.77 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L59 (bagian 2)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 3 | 605 | 691.614,825 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 3 | 605 | 765.821,1 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 3 | 605 | 439.838,025 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 3 | 605 | 52.067,8125 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 3 | 605 | 851.135,175 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 3 | 605 | 671.250,525 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 3 | 605 | 187.984,0875 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 3 | 605 | 367.868,7375 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 3 | 605 | 503.090,775 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 3 | 972 | 976.568,4 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 3 | 605 | 1.220.778,075 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 3 | 972 | 520.506 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 3 | 605 | 429.424,4625 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 0,15 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| | | | | TOTAL | 20.268.416,91 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis V pada *section* V selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.76 dan tabel 4.77 diatas.

4.3.6 Analisis nilai ekonomis VI

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis VI juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* VI. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis VI adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* VI penyulang Pujon. *Section* VI Penyulang Pujon terdiri dari 9 peralatan distribusi yakni, tiga buah trafo distribusi T48 hingga T50, dua buah *sectionalizer* S4 dan S6, serta empat buah saluran udara L72 hingga L75. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section* 1 dan analisis nilai ekonomis

II pada *section* II maka, analisis nilai ekonomis VI dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.78 Hasil Analisis nilai ekonomis VI

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T48 | Titik beban TB 48 | - | 1.076.582,375 |
| 2 | Trafo T49 | Titik beban TB 49 | - | 1.925.866,25 |
| 3 | Trafo T50 | Titik beban TB 50 | - | 374.631,125 |
| 4 | <i>Sectionalizer</i> S4 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 22.679.761,3 |
| 5 | <i>Sectionalizer</i> S6 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 10.454.189,29 |
| 6 | Saluran L 72 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 10.454.189,29 |
| 7 | Saluran L 73 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 10.454.189,29 |
| 8 | Saluran L 74 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 10.454.189,29 |
| 9 | Saluran L 75 | Titik beban TB 48 - TB 50; TB 52 - 78 | Titik beban TB 1 - TB 47; TB 51 | 10.454.189,29 |
| TOTAL | | | | 78.327.787,5 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L75 mengalami gangguan maka :

- *Sectionalizer* S1,S2,S3,S4 dan S6 akan bermanuver dan titik beban TB1 – TB47 dan TB51 akan mengalami waktu pengalihan (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* VI hingga *section* VIII yakni titik beban TB48 - TB50 dan TB 52 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) selama 3 jam.
- Titik beban TB1 – TB47 dan TB51 mengalami *switching time* selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 51 adalah

$$\text{Biaya} = kW \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 293,25 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 76.714,2$$

- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari TB 1 - TB 50 dan TB 52 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.79 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L75 (bagian 1)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 0,15 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 0,15 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 0,15 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 0,15 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 0,15 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 0,15 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 0,15 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 0,15 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 0,15 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 0,15 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 0,15 | 605 | 23.02,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 0,15 | 605 | 62.05,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 0,15 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 0,15 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 0,15 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 0,15 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 0,15 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 0,15 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 0,15 | 872 | 53.366,4 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 0,15 | 972 | 45.854,1 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 0,15 | 605 | 27.079,11938 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 0,15 | 605 | 613,243125 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 0,15 | 605 | 33.608,80875 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 0,15 | 605 | 655,66875 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 0,15 | 605 | 32.490,315 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 0,15 | 605 | 34.580,74125 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 0,15 | 605 | 38.291,055 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 0,15 | 605 | 21.991,90125 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 0,15 | 605 | 2.603,390625 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 0,15 | 605 | 42.556,75875 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 0,15 | 605 | 33.562,52625 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 0,15 | 605 | 9.399,204375 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 0,15 | 605 | 18.393,43688 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 0,15 | 605 | 25.154,53875 |

Tabel 4.80 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L75 (bagian 2)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 0,15 | 605 | 61.038,90375 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 0,15 | 605 | 21.471,22313 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 3 | 605 | 322.974,7125 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 3 | 605 | 577.759,875 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 3 | 605 | 112.389,3375 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 0,15 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| | | | | TOTAL | 10.454.189,29 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis VI pada *section* VI selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.79 dan tabel 4.80 diatas.

4.3.7 Analisis nilai ekonomis VII

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section 1*, pada analisis nilai ekonomis VII juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section VII*. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis VII adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section VII* penyulang Pujon. *Section VII* Penyulang Pujon terdiri dari 26 peralatan distribusi yakni, 11 buah trafo distribusi T52 hingga T62, satu buah *sectionalizer* S5, serta 14 buah saluran udara L77 hingga L90. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section 1* dan analisis nilai ekonomis II pada *section II* maka, analisis nilai ekonomis VII dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.81 Hasil Analisis nilai ekonomis VII

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T52 | Titik beban TB 52 | - | 415.256,875 |
| 2 | Trafo T53 | Titik beban TB 53 | - | 995.845,125 |
| 3 | Trafo T54 | Titik beban TB 54 | - | 10.79925 |
| 4 | Trafo T55 | Titik beban TB 55 | - | 1.689.311,25 |
| 5 | Trafo T56 | Titik beban TB 56 | - | 1.707.824,25 |
| 6 | Trafo T57 | Titik beban TB 57 | - | 689.866,375 |
| 7 | Trafo T58 | Titik beban TB 58 | - | 247.097,125 |
| 8 | Trafo T59 | Titik beban TB 59 | - | 733.063,375 |
| 9 | Trafo T60 | Titik beban TB 60 | - | 1.901.182,25 |
| 10 | Trafo T61 | Titik beban TB 61 | - | 751.062,125 |
| 11 | Trafo T62 | Titik beban TB 62 | - | 685.495,25 |
| 12 | Sectionalizer S5 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 2.026.8416,91 |
| 13 | Saluran L 77 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 14 | Saluran L 78 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 15 | Saluran L 79 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 16 | Saluran L 80 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 17 | Saluran L 81 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 18 | Saluran L 82 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 19 | Saluran L 83 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 20 | Saluran L 84 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 21 | Saluran L 85 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 22 | Saluran L86 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 23 | Saluran L87 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 24 | Saluran L88 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 25 | Saluran L89 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| 26 | Saluran L90 | Titik beban TB 52 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 51 | 9.491.721,563 |
| TOTAL | | | | 164.048.447,79 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L85 mengalami gangguan maka :

- *Sectionalizer* S1, S2 ,S3, S4, S5 dan S6 akan bermanuver dan titik beban TB 1 – TB 51 akan mengalami waktu pemindahan (*switching time*). Namun mulai dari peralatan yang ada pada *section* VII hingga *section* VIII yakni titik beban TB 52 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.

- Titik beban TB1 – TB 51 mengalami switching time selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 49 adalah

$$\text{Biaya} = \text{kW} \times \text{time} \times \text{TDL}$$

$$\text{Biaya} = 318,325 \times 0,15 \times 605$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 28.887,99375$$
- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari TB 1 - TB 48 dan TB 50 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.81 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L85 (bagian 1)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 0,15 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 0,15 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 0,15 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 0,15 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 0,15 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 0,15 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 0,15 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 0,15 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 0,15 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 0,15 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 0,15 | 605 | 2.302,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 0,15 | 605 | 6.205,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 0,15 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 0,15 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 0,15 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 0,15 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 0,15 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 0,15 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 0,15 | 872 | 53.366,4 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 0,15 | 972 | 45.854,1 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 0,15 | 605 | 27.079,11938 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 0,15 | 605 | 613,243125 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 0,15 | 605 | 33.608,80875 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 0,15 | 605 | 655,66875 |

Tabel 4.82 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L85 (bagian 2)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 0,15 | 605 | 32.490,315 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 0,15 | 605 | 34.580,74125 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 0,15 | 605 | 38.291,055 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 0,15 | 605 | 21.991,90125 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 0,15 | 605 | 2.603,390625 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 0,15 | 605 | 42.556,75875 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 0,15 | 605 | 33.562,52625 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 0,15 | 605 | 9.399,204375 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 0,15 | 605 | 18.393,43688 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 0,15 | 605 | 25.154,53875 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 0,15 | 605 | 61.038,90375 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 0,15 | 605 | 21.471,22313 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 0,15 | 605 | 16.148,73563 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 0,15 | 605 | 28.887,99375 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 0,15 | 605 | 5.619,466875 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 0,15 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 3 | 605 | 124.577,0625 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 3 | 605 | 298.753,5375 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 3 | 605 | 323.977,5 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 3 | 605 | 506.793,375 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 3 | 605 | 512.347,275 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 3 | 605 | 206.959,9125 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 3 | 605 | 74.129,1375 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 3 | 605 | 219.919,0125 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 3 | 605 | 570.354,675 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 3 | 605 | 225.318,6375 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 3 | 605 | 205.648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| | | | | TOTAL | 9.491.721,563 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis VII pada *section* VII selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.81 dan tabel 4.82 diatas.

4.3.8 Analisis nilai ekonomis VIII

Setelah pada bagian analisis keandalan Penyulang Pujon telah selesai dilakukan, maka langkah berikutnya pada penelitian ini adalah melakukan analisis nilai ekonomis. Analisis nilai ekonomis adalah analisis mengenai faktor ekonomis pada Penyulang Pujon apabila terjadi pemadaman. Analisis nilai ekonomis pada penelitian ini akan dibatasi pada sisi PLN dan tidak membahas rugi-rugi yang terjadi di jaringan. Setelah analisis nilai ekonomis setiap *section* telah selesai dilakukan maka langkah berikutnya adalah membandingkan hasil analisis nilai ekonomis tersebut pada seluruh *section* yang ada pada Penyulang Pujon. Seperti halnya saat menganalisis nilai ekonomis yang pertama pada *section* 1, pada analisis nilai ekonomis VIII juga masih memperhitungkan waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) yang sesuai dengan SPLN 59 : 1985 mengenai Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV. Fungsi dari diketahuinya waktu pemulihan sistem (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) adalah untuk mengetahui berapa jumlah peralatan distribusi yang berasal dari *section* lain yang terpengaruh akibat gangguan yang ada pada *section* VIII. Sehingga, semakin banyak peralatan distribusi yang terpengaruh maka semakin besar pula kerugian yang dialami PLN. Selain itu, dalam melakukan perhitungan energi yang tidak tersalurkan PLN pasti diperlukan waktu untuk digunakan sebagai pengali daya pada titik beban dan tarif dasar listrik. Dimana waktu disini dapat berupa waktu pemadaman (*repair time*) ataupun waktu pemindahan (*switching time*) tergantung kondisi berada dimana *section* berapa peralatan distribusi tersebut.

Analisis nilai ekonomis VIII adalah analisis faktor ekonomis kerugian yang dialami PLN akibat terjadi pemadaman peralatan distribusi yang ada pada wilayah *section* VIII penyulang Pujon. *Section* VIII Penyulang Pujon terdiri dari 37 peralatan distribusi yakni, 16 buah trafo distribusi T63 hingga T78, satu buah *sectionalizer* S7, serta 20 buah saluran udara L92 hingga L111. Dan dengan perhitungan yang sama seperti halnya analisis nilai ekonomis I pada *section* 1 dan analisis nilai ekonomis II

pada *section* II maka, analisis nilai ekonomis VIII dapat dihitung dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.83 Hasil Analisis nilai ekonomis VIII

| No | Nama Peralatan | Waktu Pemulihan Sistem | | Biaya Kerugian efek gangguan (Rupiah) |
|--------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | | Waktu pemadaman titik beban | Waktu pemindahan titik beban | |
| 1 | Trafo T63 | Titik beban TB 63 | - | 1.787.275,875 |
| 2 | Trafo T64 | Titik beban TB 64 | - | 1.557.920,375 |
| 3 | Trafo T65 | Titik beban TB 65 | - | 1.382.818,25 |
| 4 | Trafo T66 | Titik beban TB 66 | - | 913.822,25 |
| 5 | Trafo T67 | Titik beban TB 67 | - | 876.796,25 |
| 6 | Trafo T68 | Titik beban TB 68 | - | 303.921,75 |
| 7 | Trafo T69 | Titik beban TB 69 | - | 452.797,125 |
| 8 | Trafo T70 | Titik beban TB 70 | - | 569.789 |
| 9 | Trafo T71 | Titik beban TB 71 | - | 1.953.892,875 |
| 10 | Trafo T72 | Titik beban TB 72 | - | 643.326,75 |
| 11 | Trafo T73 | Titik beban TB 73 | - | 1.742.793,25 |
| 12 | Trafo T74 | Titik beban TB 74 | - | 920.507,5 |
| 13 | Trafo T75 | Titik beban TB 75 | - | 455.111,25 |
| 14 | Trafo T76 | Titik beban TB 76 | - | 1.186.117,625 |
| 15 | Trafo T77 | Titik beban TB 77 | - | 398.029,5 |
| 16 | Trafo T78 | Titik beban TB 78 | - | 932.849,5 |
| 17 | <i>Sectionalizer S7</i> | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 18 | Saluran L 92 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 19 | Saluran L 93 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 20 | Saluran L 94 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 21 | Saluran L 95 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 22 | Saluran L 96 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 23 | Saluran L 97 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 24 | Saluran L 98 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 25 | Saluran L 99 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 26 | Saluran L 100 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 27 | Saluran L 101 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 28 | Saluran L 102 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 29 | Saluran L 103 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 30 | Saluran L 104 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 31 | Saluran L 105 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 32 | Saluran L 106 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 33 | Saluran L 107 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 34 | Saluran L 108 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 35 | Saluran L109 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 36 | Saluran L110 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| 37 | Saluran L111 | Titik beban TB 63 - TB 78 | Titik beban TB 1 - TB 62 | 6.581.747,944 |
| TOTAL | | | | 154.294.475,944 |

Berikut akan diberikan contoh perhitungan analisa nilai apabila L105 mengalami gangguan maka :

- *Sectionalizer* S1, S2, S3, S4, S5, S6 dan S7 akan bermanuver dan titik beban TB1 – TB62 akan mengalami waktu pengalihan (*switching time*). Namun mulai

dari peralatan yang ada pada *section* VIII yakni - TB 63 - TB 78 mengalami pemadaman. Besar nilai waktu pemadaman (*repair time*) saat terjadi pemadaman adalah 3 jam.

- Titik beban TB1 – TB62 mengalami switching time selama 0,15 jam.
- Analisis nilai ekonomis akan dilakukan mulai dari titik beban TB 1 – TB 78 secara berurutan
- Kerugian PLN pada titik beban 62 adalah
Biaya = kW x time x TDL
Biaya = $113,305 \times 0,15 \times 605$
Biaya = Rp. 20.5648,575
- Demikian juga dengan analisis nilai ekonomis saluran udara dari titik beban TB 1 - TB 61 dan titik beban TB 63 -TB 78 menggunakan perhitungan yang sama. Hasil dapat dilihat ditabel dibawah ini :

Tabel 4.84 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L105 (bagian 1)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|----|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------|
| 1 | Titik beban TB 1 | 664,02 | 0,15 | 605 | 60.259,815 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 86,1475 | 0,15 | 605 | 7.817,885625 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 311,865 | 0,15 | 605 | 28.301,74875 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 118,66 | 0,15 | 605 | 10.768,395 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 296,0975 | 0,15 | 605 | 26.870,84813 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 446,42 | 0,15 | 605 | 40.512,615 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 155,04 | 0,15 | 605 | 14.069,88 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 134,2575 | 0,15 | 605 | 12.183,86813 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1,105 | 0,15 | 605 | 100,27875 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 269,875 | 0,15 | 605 | 24.491,15625 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 450,7975 | 0,15 | 605 | 40.909,87313 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 125,7575 | 0,15 | 605 | 11.412,49313 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 236,1725 | 0,15 | 605 | 21.432,65438 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 509,7875 | 0,15 | 605 | 46.263,21563 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 291,8475 | 0,15 | 605 | 26.485,16063 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 25,3725 | 0,15 | 605 | 2.302,554375 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 68,3825 | 0,15 | 605 | 6.205,711875 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 552,3725 | 0,15 | 605 | 50.127,80438 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 270,64 | 0,15 | 605 | 24.560,58 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 90,015 | 0,15 | 605 | 8.168,86125 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 5,695 | 0,15 | 605 | 516,82125 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 171,2325 | 0,15 | 605 | 15.539,34938 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 669,97 | 0,15 | 605 | 60.799,7775 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 204 | 0,15 | 872 | 53.366,4 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 157,25 | 0,15 | 972 | 45.854,1 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 298,3925 | 0,15 | 605 | 27.079,11938 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 6,7575 | 0,15 | 605 | 613,243125 |

Tabel 4.85 Hasil Kerugian yang disebabkan oleh saluran L105 (bagian 2)

| No | Titik Beban | Beban (kW) | Durasi Pemadaman | TDL (Rupiah) | Biaya (Rupiah) |
|--------------|-------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|
| 30 | Titik beban TB 30 | 439,2375 | 0,15 | 605 | 39.860,80313 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 370,345 | 0,15 | 605 | 33.608,80875 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 7,225 | 0,15 | 605 | 655,66875 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 358,02 | 0,15 | 605 | 32.490,315 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 381,055 | 0,15 | 605 | 34.580,74125 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 421,94 | 0,15 | 605 | 38.291,055 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 242,335 | 0,15 | 605 | 21.991,90125 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 28,6875 | 0,15 | 605 | 2.603,390625 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 468,945 | 0,15 | 605 | 42.556,75875 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 369,835 | 0,15 | 605 | 33.562,52625 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 103,5725 | 0,15 | 605 | 9.399,204375 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 202,6825 | 0,15 | 605 | 18.393,43688 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 277,185 | 0,15 | 605 | 25.154,53875 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 167,45 | 0,15 | 972 | 48.828,42 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 672,605 | 0,15 | 605 | 61.038,90375 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 89,25 | 0,15 | 972 | 26.025,3 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 236,5975 | 0,15 | 605 | 21.471,22313 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 177,9475 | 0,15 | 605 | 16.148,73563 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 318,325 | 0,15 | 605 | 28.887,99375 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 61,9225 | 0,15 | 605 | 5.619,466875 |
| 51 | Titik beban TB 51 | 293,25 | 0,15 | 872 | 76.714,2 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 68,6375 | 0,15 | 605 | 6.228,853125 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 164,6025 | 0,15 | 605 | 14.937,67688 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 178,5 | 0,15 | 605 | 16.198,875 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 279,225 | 0,15 | 605 | 25.339,66875 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 282,285 | 0,15 | 605 | 25.617,36375 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 114,0275 | 0,15 | 605 | 10.347,99563 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 40,8425 | 0,15 | 605 | 3.706,456875 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 121,1675 | 0,15 | 605 | 10.995,95063 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 314,245 | 0,15 | 605 | 28.517,73375 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 124,1425 | 0,15 | 605 | 11.265,93188 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 113,305 | 0,15 | 605 | 20.5648,575 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 295,4175 | 3 | 605 | 536.182,7625 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 257,5075 | 3 | 605 | 467.376,1125 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 228,565 | 3 | 605 | 414.845,475 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 151,045 | 3 | 605 | 274.146,675 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 144,925 | 3 | 605 | 263.038,875 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 50,235 | 3 | 605 | 91.176,525 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 74,8425 | 3 | 605 | 135.839,1375 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 94,18 | 3 | 605 | 170.936,7 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 322,9575 | 3 | 605 | 586.167,8625 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 106,335 | 3 | 605 | 192.998,025 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 288,065 | 3 | 605 | 522.837,975 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 152,15 | 3 | 605 | 276.152,25 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 75,225 | 3 | 605 | 136.533,375 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 196,0525 | 3 | 605 | 355.835,2875 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 65,79 | 3 | 605 | 119.408,85 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 154,19 | 3 | 605 | 279.854,85 |
| TOTAL | | | | | 6.581.747,944 |

- Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada perhitungan indeks keandalan maupun analisis nilai ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada titik-titik beban yang ada. Sehingga dalam perhitungan analisis nilai ekonomis VIII pada *section* VIII selalu bersarkan pada titik-titik beban dan telah ditunjukkan pada tabel 4.54 diatas.

Pada analisa nilai I hingga analisa nilai VIII pada Penyulang Pujon dapat dilihat bahwa kerugian terbesar adalah pada analisa nilai III yang berada pada Penyulang Pujon *section* 3 dengan kerugian sebesar Rp 982.870.449,7. Hal ini cukup wajar, mengingat kondisi pada *section* 3 memiliki cakupan area yang cukup luas dibandingkan dengan *section–section* lain yang ada pada Penyulang Pujon. Selain itu, jumlah saluran udara, titik beban dan *sectionalizer* pada *section* ini juga paling banyak dibandingkan dengan *section–section* lain yang ada pada Penyulang Pujon. Sebagaimana yang diketahui bahwa semakin peralatan distribusi yang terdapat pada suatu *section* pada penyulang maka akan memberikan dampak indeks keandalan yang besar. Sehingga pada analisis nilai ekonomis ini dampak indeks keandalan juga sangat mempengaruhi pada perhitungan kerugian yang dialami PLN berdasarkan energi yang tidak tersalurkan. Selain itu letak *section* III yang dapat dikatakan masih dekat dengan gardu induk dan jumlah peralatan yang ada pada *section* I dan *section* II juga tidak sebanyak *section* III. Sehingga, waktu pemindahan peralatan dari *section* I dan *section* II yang sebesar 0,15 jam hanya digunakan oleh sedikit peralatan distribusi.

4.4 Cara Meningkatkan Keandalan Sistem Distribusi

Dalam melakukan peningkatan keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu cara yang sederhana adalah dengan mereduksi laju kegagalan suatu peralatan sistem distribusi, sehingga nilai SAIDI dan SAIFI suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat dikurangi. Untuk mengurangi laju kegagalan, langkah-langkah preventif seperti melakukan pemeliharaan secara berkala terhadap peralatan distribusi tenaga listrik perlu dilakukan agar kontinuitas pasokan listrik dapat dirasakan dengan baik oleh pelanggan.

Selain dengan mereduksi laju kegagalan, cara yang kedua yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan suatu sistem distribusi adalah dengan menambahkan

sumber cadangan. Penggunaan *tie switch* dengan kondisi *normally open* yang berasal dari sumber listrik lain atau suplai dari penyulang lain dapat memberikan suplai daya cadangan ketika sumber utama mengalami kegagalan. Adanya suplai cadangan dapat memberikan peningkatan keandalan karena area yang diberikan suplai tidak mengalami kondisi waktu pemadaman melainkan mengalami kondisi waktu pemindahan yang berpengaruh pada indeks keandalan.

4.4.1 Penurunan Laju Kegagalan

Peningkatan suatu indeks keandalan dapat terjadi dengan cara mengurangi laju kegagalan suatu peralatan distribusi tenaga listrik. Meskipun rekatif kecil, penurunan laju kegagalan sebesar 20% dapat meningkatkan indeks keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik. Angka 20% ini diambil dari usaha PLN dalam peningkatan keandalan dan mutu pelayanan kepada masyarakat berdasarkan SPLN 68-2 : 1986 mengenai Tingkat Jaminan Tenaga Listrik yang harus diperbaiki dan indeks keandalan diperkecil sampai 80%. Hal ini dapat dilihat dari tabel perbandingan keandalan Penyulang Pujon. Dimana laju kegagalan peralatan sistem distribusi yang ada pada Penyulang Pujon selain saluran udara ditekan ditekan sebesar 20%.

Tabel 4.86 Total Hasil Analisis nilai ekonomis

| <i>Section</i> | Sebelum Reduksi Laju Kegagalan 20% | | Setelah Reduksi Laju Kegagalan 20% | |
|---------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
| | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI |
| <i>Section I</i> | 0,303838052 | 0,003565506 | 0,302430441 | 0,003513089 |
| <i>Section II</i> | 1,418517589 | 0,015880571 | 1,417287861 | 0,015833954 |
| <i>Section III</i> | 2,029775381 | 0,022059695 | 2,028366553 | 0,022007629 |
| <i>Section IV</i> | 0,367144578 | 0,004014273 | 0,366132039 | 0,003976846 |
| <i>Section V</i> | 1,625010939 | 0,016213456 | 1,623846338 | 0,016176116 |
| <i>Section VI</i> | 0,172971005 | 0,002040693 | 0,172251208 | 0,002015548 |
| <i>Section VII</i> | 0,614486729 | 0,007137034 | 0,613900361 | 0,007117975 |
| <i>Section VIII</i> | 0,593841086 | 0,007801058 | 0,593508286 | 0,007788659 |
| TOTAL | 7,12558536 | 0,078712287 | 7,117723088 | 0,078429816 |

Berdasarkan tabel 4.86 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai SAIFI dan SAIDI pada Penyulang Pujon setelah terjadi penurunan laju kegagalan pada peralatan distribusi Penyulain Pujon selain saluran udara.

Tabel 4.87 Data Jumlah Pelanggan Penyulang Pujon (bagian 1)

| No | Titik Beban | Jumlah Pelanggan |
|----|-------------------|------------------|
| 1 | Titik beban TB 1 | 160 |
| 2 | Titik beban TB 2 | 85 |
| 3 | Titik beban TB 3 | 355 |
| 4 | Titik beban TB 4 | 1 |
| 5 | Titik beban TB 5 | 42 |
| 6 | Titik beban TB 6 | 238 |
| 7 | Titik beban TB 7 | 653 |
| 8 | Titik beban TB 8 | 22 |
| 9 | Titik beban TB 9 | 56 |
| 10 | Titik beban TB 10 | 1 |
| 11 | Titik beban TB 11 | 652 |
| 12 | Titik beban TB 12 | 415 |
| 13 | Titik beban TB 13 | 692 |
| 14 | Titik beban TB 14 | 82 |
| 15 | Titik beban TB 15 | 83 |
| 16 | Titik beban TB 16 | 454 |
| 17 | Titik beban TB 17 | 262 |
| 18 | Titik beban TB 18 | 15 |
| 19 | Titik beban TB 19 | 37 |
| 20 | Titik beban TB 20 | 501 |
| 21 | Titik beban TB 21 | 241 |
| 22 | Titik beban TB 22 | 2 |
| 23 | Titik beban TB 23 | 11 |
| 24 | Titik beban TB 24 | 134 |
| 25 | Titik beban TB 25 | 701 |
| 26 | Titik beban TB 26 | 1 |
| 27 | Titik beban TB 27 | 1 |
| 28 | Titik beban TB 28 | 119 |
| 29 | Titik beban TB 29 | 4 |
| 30 | Titik beban TB 30 | 496 |
| 31 | Titik beban TB 31 | 420 |
| 32 | Titik beban TB 32 | 9 |
| 33 | Titik beban TB 33 | 448 |
| 34 | Titik beban TB 34 | 536 |
| 35 | Titik beban TB 35 | 455 |
| 36 | Titik beban TB 36 | 450 |
| 37 | Titik beban TB 37 | 40 |
| 38 | Titik beban TB 38 | 854 |
| 39 | Titik beban TB 39 | 416 |
| 40 | Titik beban TB 40 | 177 |
| 41 | Titik beban TB 41 | 397 |
| 42 | Titik beban TB 42 | 506 |
| 43 | Titik beban TB 43 | 1 |
| 44 | Titik beban TB 44 | 1 |
| 45 | Titik beban TB 45 | 877 |
| 46 | Titik beban TB 46 | 1 |
| 47 | Titik beban TB 47 | 322 |
| 48 | Titik beban TB 48 | 238 |
| 49 | Titik beban TB 49 | 556 |
| 50 | Titik beban TB 50 | 104 |

Tabel 4.88 Data Jumlah Pelanggan Penyulang Pujon (bagian 2)

| No | Titik Beban | Jumlah Pelanggan |
|----|-------------------|------------------|
| 51 | Titik beban TB 51 | 1 |
| 52 | Titik beban TB 52 | 129 |
| 53 | Titik beban TB 53 | 235 |
| 54 | Titik beban TB 54 | 1 |
| 55 | Titik beban TB 55 | 862 |
| 56 | Titik beban TB 56 | 546 |
| 57 | Titik beban TB 57 | 230 |
| 58 | Titik beban TB 58 | 90 |
| 59 | Titik beban TB 59 | 222 |
| 60 | Titik beban TB 60 | 610 |
| 61 | Titik beban TB 61 | 205 |
| 62 | Titik beban TB 62 | 196 |
| 63 | Titik beban TB 63 | 317 |
| 64 | Titik beban TB 64 | 413 |
| 65 | Titik beban TB 65 | 389 |
| 66 | Titik beban TB 66 | 164 |
| 67 | Titik beban TB 67 | 266 |
| 68 | Titik beban TB 68 | 77 |
| 69 | Titik beban TB 69 | 150 |
| 70 | Titik beban TB 70 | 158 |
| 71 | Titik beban TB 71 | 586 |
| 72 | Titik beban TB 72 | 215 |
| 73 | Titik beban TB 73 | 509 |
| 74 | Titik beban TB 74 | 290 |
| 75 | Titik beban TB 75 | 144 |
| 76 | Titik beban TB 76 | 345 |
| 77 | Titik beban TB 77 | 94 |
| 78 | Titik beban TB 78 | 256 |

Sedangkan data panjang saluran udara pada Penyulang Pujon bertambah 2 saluran udara yakni pada saluran udara L112 dan saluran udara L113 dengan asumsi masing-masing memiliki panjang 0,1 km. Diletakkan di sebelah titik beban TB 3 pada posisi *section* II dan diletakkan di sebelah titik beban TB 15 pada *section* III dikarenakan letak jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan titik beban-titik beban lainnya. *Tie Switch* yang terpasang di *section* II membutuhkan panjang saluran sepanjang 1,754 km. Sedangkan, *tie switch* yang terpasang di *section* III membutuhkan panjang saluran sepanjang 2,202 km. Saluran yang ditambahkan *tie switch* adalah saluran dengan jarak paling pendek sehingga tidak membutuhkan tambahan banyak kabel saluran udara. Penambahan *tie switch* pada *section* II akan berhubungan dengan Penyulang Selecta sedangkan penambahan *tie switch* pada *section* III akan berhubungan dengan Penyulang Wastra Indah. Sehingga dapat dikatakan setelah penambahan *tie switch*, data saluran udara pada Penyulang Pujon sedikit memiliki perubahan. Data

panjang tiap saluran udara Penyulang Pujon setelah penambahan *tie switch* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.89 Data Panjang Tiap Saluran Udara Penyulang Pujon setelah penambahan *tie switch* (bagian 1).

| No | Titik Beban | Panjang Saluran (km) |
|----|--------------|----------------------|
| 1 | Saluran L 1 | 0,896 |
| 2 | Saluran L 2 | 0,588 |
| 3 | Saluran L 3 | 5,319 |
| 4 | Saluran L 4 | 0,29 |
| 5 | Saluran L 5 | 0,137 |
| 6 | Saluran L 6 | 0,489 |
| 7 | Saluran L 7 | 0,122 |
| 8 | Saluran L 8 | 0,081 |
| 9 | Saluran L 9 | 0,423 |
| 10 | Saluran L 10 | 0,255 |
| 11 | Saluran L 11 | 0,302 |
| 12 | Saluran L 12 | 0,327 |
| 13 | Saluran L 13 | 0,513 |
| 14 | Saluran L 14 | 0,69 |
| 15 | Saluran L 15 | 0,106 |
| 16 | Saluran L 16 | 0,15 |
| 17 | Saluran L 17 | 0,509 |
| 18 | Saluran L 18 | 0,126 |
| 19 | Saluran L 19 | 0,603 |
| 20 | Saluran L 20 | 0,724 |
| 21 | Saluran L 21 | 0,507 |
| 22 | Saluran L 22 | 0,205 |
| 23 | Saluran L 23 | 0,748 |
| 24 | Saluran L 24 | 0,292 |
| 25 | Saluran L 25 | 0,332 |
| 26 | Saluran L 26 | 0,213 |
| 27 | Saluran L 27 | 0,676 |
| 28 | Saluran L 28 | 0,223 |
| 29 | Saluran L 29 | 0,85 |
| 30 | Saluran L 30 | 0,125 |
| 31 | Saluran L 31 | 0,542 |
| 32 | Saluran L 32 | 0,115 |
| 33 | Saluran L 33 | 0,358 |
| 34 | Saluran L 34 | 0,135 |
| 35 | Saluran L 35 | 0,327 |
| 36 | Saluran L 36 | 0,548 |
| 37 | Saluran L 37 | 0,151 |
| 38 | Saluran L 38 | 0,297 |
| 39 | Saluran L 39 | 0,147 |
| 40 | Saluran L 40 | 0,434 |
| 41 | Saluran L 41 | 0,434 |
| 42 | Saluran L 42 | 0,194 |
| 43 | Saluran L 43 | 0,154 |
| 44 | Saluran L 44 | 0,188 |
| 45 | Saluran L 45 | 0,949 |
| 46 | Saluran L 46 | 0,298 |
| 47 | Saluran L 47 | 0,157 |

Tabel 4.90 Data Panjang Tiap Saluran Udara Penyulang Pujon setelah penambahan *tie switch* (bagian 2).

| No | Titik Beban | Panjang Saluran (km) |
|----|--------------|----------------------|
| 48 | Saluran L 48 | 0,293 |
| 49 | Saluran L 49 | 0,101 |
| 50 | Saluran L 50 | 0,268 |
| 51 | Saluran L 51 | 0,204 |
| 52 | Saluran L 52 | 0,14 |
| 53 | Saluran L 53 | 1,668 |
| 54 | Saluran L 54 | 0,39 |
| 55 | Saluran L 55 | 0,398 |
| 56 | Saluran L 56 | 1,786 |
| 57 | Saluran L 57 | 0,115 |
| 58 | Saluran L 58 | 0,468 |
| 59 | Saluran L 59 | 0,889 |
| 60 | Saluran L 60 | 0,913 |
| 61 | Saluran L 61 | 0,574 |
| 62 | Saluran L 62 | 0,273 |
| 63 | Saluran L 63 | 0,057 |
| 64 | Saluran L 64 | 0,027 |
| 65 | Saluran L 65 | 0,066 |
| 66 | Saluran L 66 | 0,206 |
| 67 | Saluran L 67 | 0,378 |
| 68 | Saluran L 68 | 0,143 |
| 69 | Saluran L 69 | 0,274 |
| 70 | Saluran L 70 | 0,122 |
| 71 | Saluran L 71 | 0,409 |
| 72 | Saluran L 72 | 0,286 |
| 73 | Saluran L 73 | 0,915 |
| 74 | Saluran L 74 | 0,727 |
| 75 | Saluran L 75 | 0,143 |
| 76 | Saluran L 76 | 0,31 |
| 77 | Saluran L 77 | 0,603 |
| 78 | Saluran L 78 | 0,192 |
| 79 | Saluran L 79 | 0,168 |
| 80 | Saluran L 80 | 0,18 |
| 81 | Saluran L 81 | 1,192 |
| 82 | Saluran L 82 | 0,292 |
| 83 | Saluran L 83 | 0,255 |
| 84 | Saluran L 84 | 0,999 |
| 85 | Saluran L 85 | 0,139 |
| 86 | Saluran L 86 | 1,999 |
| 87 | Saluran L 87 | 0,107 |
| 88 | Saluran L 88 | 0,545 |
| 89 | Saluran L 89 | 0,411 |
| 90 | Saluran L 90 | 1,268 |
| 91 | Saluran L 91 | 0,296 |
| 92 | Saluran L 92 | 0,471 |
| 93 | Saluran L 93 | 0,341 |
| 94 | Saluran L 94 | 0,947 |
| 95 | Saluran L 95 | 0,57 |
| 96 | Saluran L 96 | 0,443 |

Tabel 4.91 Data Panjang Tiap Saluran Udara Penyulang Pujon setelah penambahan *tie switch* (bagian 3).

| No | Titik Beban | Panjang Saluran (km) |
|-----|---------------|----------------------|
| 97 | Saluran L 97 | 0,4 |
| 98 | Saluran L 98 | 0,806 |
| 99 | Saluran L 99 | 0,157 |
| 100 | Saluran L 100 | 0,137 |
| 101 | Saluran L 101 | 0,455 |
| 102 | Saluran L 102 | 0,466 |
| 103 | Saluran L 103 | 1,691 |
| 104 | Saluran L 104 | 1,083 |
| 105 | Saluran L 105 | 1,201 |
| 106 | Saluran L 106 | 0,294 |
| 107 | Saluran L 107 | 0,909 |
| 108 | Saluran L 108 | 0,491 |
| 109 | Saluran L 109 | 1,323 |
| 110 | Saluran L 110 | 1,281 |
| 111 | Saluran L111 | 0,769 |
| 112 | Saluran L112 | 0,1 |
| 113 | Saluran L113 | 0,1 |

Setelah mengetahui data jumlah pelanggan dan data panjang tiap saluran udara Penyulang Pujon setelah penambahan *tie switch* maka dilakukan analisis nilai ekonomis indeks keandalan dengan menggunakan metode *section technique* seperti saat melakukan analisis dan perhitungan indeks keandalan Penyulang Pujon sebelum ada penambahan *tie switch*. Seperti yang ditunjukkan pada single line diagram Penyulang Pujon yang baru pada gambar 4.11, analisis nilai ekonomis keandalan dengan metode *section technique* kembali membagi topologi jaringan Penyulang Pujon menjadi 8 *section* berdasarkan jumlah *sectionalizer* yang ada.

Perbedaan analisis keandalan Penyulang Pujon dengan metode *section technique* setelah penambahan *tie switch* yang bekerja dengan keadaan *normally open* dengan analisis nilai ekonomis keandalan Penyulang Pujon dengan metode *section technique* sebelum penambahan *tie switch* adalah terletak pada perbedaan waktu pemadaman atau *repair time*. Dimana nilai waktu pemadaman atau *repair time* pada beberapa *section* yang satu saluran dengan *tie switch* akan berubah dari 10 jam untuk trafo distribusi dan *sectionalizer* menjadi 0,15 jam. Sedangkan untuk saluran udara dari waktu pemulihan atau pemadaman yang selama 3 jam menjadi 0,15 jam juga.

Data perbandingan nilai indeks keandalan peralatan distribusi Penyulang Pujon sebelum penambahan *tie switch* dan sesudah penambahan *tie switch* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.92 Data perbandingan nilai indeks keandalan peralatan distribusi Penyulang Pujon sebelum penambahan *tie switch* dan sesudah penambahan *tie switch*.

| <i>Section</i> | Sebelum Penambahan <i>Tie Swich</i> | | Setelah Penambahan <i>Tie Swich</i> | |
|---------------------|----------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|--------------------|
| | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI |
| <i>Section I</i> | 0,303838052 | 0,003565506 | 0,303838052 | 0,003565506 |
| <i>Section II</i> | 1,418517589 | 0,015880571 | 1,441342551 | 0,015785145 |
| <i>Section III</i> | 2,029775381 | 0,022059695 | 2,051811577 | 0,001843738 |
| <i>Section IV</i> | 0,367144578 | 0,004014273 | 0,367144578 | 0,003913075 |
| <i>Section V</i> | 1,625010939 | 0,016213456 | 1,625010939 | 0,017443793 |
| <i>Section VI</i> | 0,172971005 | 0,002040693 | 0,172971005 | 0,003275965 |
| <i>Section VII</i> | 0,614486729 | 0,007137034 | 0,614486729 | 0,007137034 |
| <i>Section VIII</i> | 0,593841086 | 0,007801058 | 0,593841086 | 0,007801058 |
| TOTAL | 7,12558536 | 0,078712287 | 7,170446518 | 0,060765313 |

Perbedaan pada nilai indeks keandalan yang ditunjukkan pada tabel 4.93 diatas terlihat bahwa meskipun ada kenaikan nilai SAIFI namun dikarenakan waktu pemulihan atau *repair time* beberapa peralatan distribusi pada Penyulang Pujon seperti trafo, saluran udara dan *sectionalizer* menjadi waktu pemindahan atau *switching time*. Berikutnya, pada beberapa peralatan distribusi yang terletak pada *section II* dan *section III* waktu pemadaman atau *repair time* trafo distribusi dan *sectionalizer* yang bernilai 10 jam serta saluran udara yang bernilai 3 jam berubah menjadi waktu pemindahan atau *switching time* yang bernilai 0,15 jam. Sehingga, pada nilai indeks keandalan SAIDI nilai setelah penambahan *tie switch* akan mengalami penurunan dikarenakan pergantian waktu pemadaman dengan waktu pemindahan.

Setelah membandingkan indeks keandalan maka langkah berikutnya adalah membandingkan nilai kerugian PLN dengan analisis nilai ekonomis. Langkah analisis nilai ekonomis untuk Penyulang Pujon yang terdapat penambahan *tie switch* masih sama dengan langkah analisis nilai ekonomis Penyulang Pujon sebelum ada penambahan *tie switch*. Nilai perbandingan analisis nilai ekonomis sebelum penambahan *tie switch* pada jaringan Penyulang Pujon dan setelah penambahan *tie switch* pada jaringan Penyulang Pujon dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.93 Data perbandingan analisis nilai ekonomis sebelum penambahan *tie switch* pada jaringan Penyulang Pujon dan setelah penambahan *tie switch* pada jaringan Penyulang Pujon.

| <i>Section</i> | Analisis nilai ekonomis Sebelum Pemanmbahan <i>Tie Switch</i> | Analisis nilai ekonomis Setelah Pemanmbahan <i>Tie Switch</i> |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Section I</i> | 147.856.713,8 | 147.856.713,8 |
| <i>Section II</i> | 358.711.577,5 | 336.979.410 |
| <i>Section III</i> | 982.870.449,7 | 701.717.667,3 |
| <i>Section IV</i> | 267.868.727,3 | 257.938.231,8 |
| <i>Section V</i> | 624.631.321,1 | 624.631.321,1 |
| <i>Section VI</i> | 78.327.787,5 | 78.327.787,5 |
| <i>Section VII</i> | 164.048.447,8 | 164.048.447,8 |
| <i>Section VIII</i> | 154.294.475,9 | 154.294.475,9 |
| TOTAL | 2.778.609.501 | 2.465.794.065 |

Dari hasil perbandingan diatas dapat dilihat bahwa terjadi penghematan yang cukup besar setelah penambahan *tie switch*. Dimana dari perhitungan didapat penghematan sebesar Rp 312.815.436 selama satu tahun. Sehingga selain meningkatkan keandalan suatu sistem distribusi pada Penyulang Pujon, penambahan *tie switch* juga dapat menekan kerugian PLN sekitar 11,27% dari angka yang didapat apabila tidak ada penambahan *tie switch* yang bekerja secara *normally open* pada Penyulang Pujon.

