

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV  
PENYULANG SIKEPU PT. PLN (PERSERO) APJ MOJOKERTO  
MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FERDIAN ADE JIWANDONO**  
**NIM. 125060300111006**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV PENYULANG SIKEPU PT.

PLN (PERSERO) APJ MOJOKERTO MENGGUNAKAN METODE

*SECTION TECHNIQUE*

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FERDIAN ADE JIWANDONO

NIM. 125060300111006

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. Teguh Utomo, M.T.  
NIP. 19650913 199103 1 003

Dosen Pembimbing II

Ir. Mahfudz Shidiq, M.T.  
NIP. 19580609 198703 1 003

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 Mei 2016

Mahasiswa,

**FERDIAN ADE JIWANDONO**

NIM. 125060300111006



## RINGKASAN

**Ferdian Ade Jiwandono**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2016, *Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Penyulang Sikepu PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto Menggunakan Metode Section Technique*, Dosen Pembimbing: Teguh Utomo dan Mahfudz Shidiq.

Studi keandalan sistem distribusi 20 kV dilakukan pada penyulang Sikepu yang sering mengalami gangguan hingga pemadaman. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui keandalan sistem distribusi 20 kV pada penyulang Sikepu. Metode yang digunakan yaitu metode *Section Technique*, langkah-langkah yang dilakukan antara lain pengumpulan data, pengolahan data, serta menganalisis keandalan sistem distribusi 20 kV. Hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan metode *Section Technique* adalah nilai indeks keandalan penyulang Sikepu berupa indeks SAIFI = 17,3603 kali/tahun, dan SAIDI = 22,5149 jam/pertahun. Kemudian hasil perhitungan awal akan dilakukan perbaikan indeks keandalan yang berupa penurunan laju kegagalan dan penggunaan sumber energi dari penyulang lain, sehingga didapatkan nilai indeks keandalan yang paling baik adalah SAIFI = 17,3118 kali/tahun dan SAIDI 14,975 jam/tahun. Untuk meningkatkan nilai keandalan yaitu dengan mengurangi laju kegagalan peralatan dengan dilakukan peremajaan jaringan secara preventif dan mengoptimalkan penggunaan sumber energi dari penyulang lain pada jaringan distribusi.

**Kata kunci:** Sistem Distribusi, Indeks Keandalan, SAIFI, SAIDI, Metode *Section Technique*.



## SUMMARY

**Ferdian Ade Jiwandono**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, Mei 2016, Analysis Reliability of Distribution System 20kV Sikepu feeder PT . PLN ( Persero ) APJ Mojokerto Using Section Technique Method, Academic Supervisor: Teguh Utomo and Mahfudz Shidiq.

*Study of 20 kV distribution system reliability is done by using a Sikepu feeder which frequently impaired until blackout. The purpose of this research was to determine the reliability of the distribution system 20 kV at Sikepu feeders. The method used is the method of Section Technique, measures undertaken include data collection, data processing, and analyzing the reliability of the distribution system of 20 kV. The result of the calculation using the method of Section Technique is a reliability index value in the form of an index Sikepu feeder SAIFI = 17.3603 times / year, and SAIDI = 22.5149 hours / year. Then the results of the initial calculation will be improved reliability index is a decrease in the failure rate and the use of energy sources other feeders, so we get the reliability index the best value is SAIFI = 17,3118 times / year and SAIDI 14.975 hours / year. To improve reliability by reducing the value of the failure rate with maintenance network preventively and optimize the use of energy sources other feeders in the distribution network.*

**Keywords:** Distribution System, Reliability Index , SAIFI , SAIDI , Section Technique Method.



## PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim.* Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Penyulian Sikepu PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto Menggunakan Metode *Section Technique*” dengan baik. Tak lepas shalawat serta salam tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi yang mengharapkan rahmat dan hidayah-Nya.

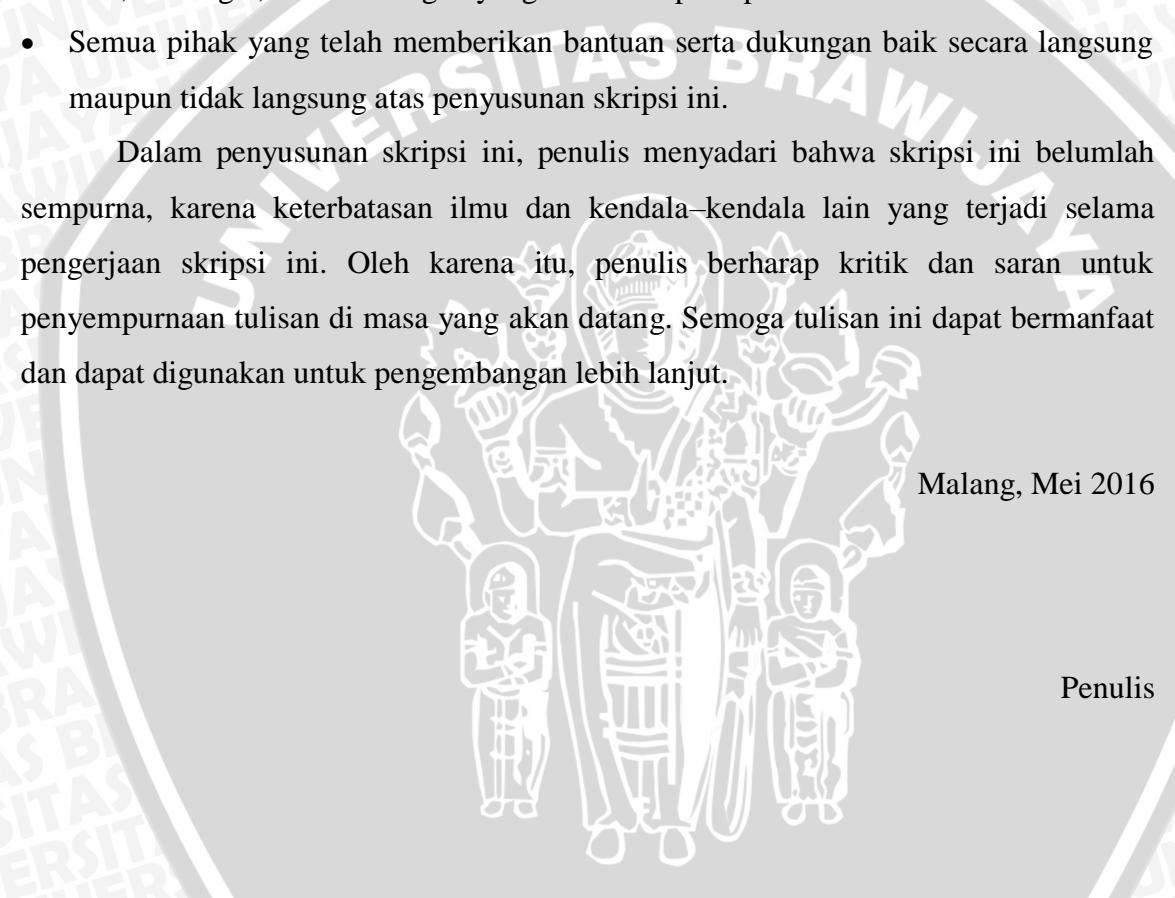
Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

- Keluarga tercinta, kedua orang tua Edy Santoso dan Tulus Damayanti yang selalu memberikan kasih sayang dan doanya yang tiada akhir. Kakak Rahadian Dustrial Dewandono dan Rindha Deviana Sari serta keponakanku Roshan Dirham Al-Ghoritma yang selalu memberikan dukungan.
- Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
- Bapak Ali Mustofa S.T., M.T. dan Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro dan Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Energi Elektrik.
- Bapak Ir. Teguh Utomo, MT. dan Bapak Ir. Mahfudz Shidiq, MT sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan kesempatan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan.
- Zakiyah Amalia, ST. terima kasih atas waktu, pengertian, semangat, bantuan dan kesabarannya yang telah diberikan.
- Ibu Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T. sebagai dosen elektro yang sudah banyak membantu dalam kelancaran penggeraan tugas akhir ini.
- Ibu Yuli Asmani dan Rastra Atika Absharina serta seluruh pegawai PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto, yang sudah membantu banyak dalam penyelesaian tugas akhir ini.



- Keluarga besar asisten Laboratorium Dasar Elektrik dan Pengukuran, Zakiyah, Gadis, Faizal, Fajar, Hesa, Bobby, Milky, Najar, Arif, Citra, Fitrah, Ina, Nola, Dini, Topan, Bima, Rahmat, Taka, Okto, terima kasih telah memberikan banyak bantuan, dukungan dan canda tawa.
- Teman-teman kelompok Pasuruan, Hendri, Gita, Abu, Panji, Unto, Artika, dan teman-teman kelompok Depok, Fajar, Rizky, Rio, Faris, Wildan, Guntoro atas hiburan yang diberikan ketika penulis merasakan kejemuhan.
- Keluarga besar Power angkatan 2012, teman-teman angkatan 2012 “Voltage” atas do'a, semangat, serta dukungan yang diberikan pada penulis.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama penggerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.



Malang, Mei 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Sistem Tenaga Listrik .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Klasifikasi Jaringan Distribusi.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Berdasarkan Tegangan Kerja .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Berdasarkan Sistem Penyaluran .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3 Berdasarkan Struktur Jaringan.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Fungsi Komponen Jaringan Distribusi .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Sistem Keandalan .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Indeks Keandalan.....</b>	<b>12</b>
<b>2.5.1 System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5.2 System Average Interruption Duration Index (SAIDI).....</b>	<b>14</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Studi Literatur.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Pengambilan Data Penyulang.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan Menggunakan Metode <i>Section Technique</i> .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>18</b>
<b>BAB IV ANALISIS INDEKS KEANDALAN PENYULANG SIKEPU .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Penyulang Sikepu .....</b>	<b>19</b>



4.1.1 Data Jumlah Pelanggan Tiap Titik Beban .....	21
4.1.2 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu .....	23
4.2 Perhitungan Indeks Keandalan.....	25
4.2.1 <i>Section I</i> .....	25
4.2.2 <i>Section II</i> .....	34
4.2.3 <i>Section III</i> .....	43
4.2.4 <i>Section IV</i> .....	55
4.2.5 <i>Section V</i> .....	67
4.2.6 <i>Section VI</i> .....	81
4.2.7 <i>Section VII</i> .....	93
4.2.8 Nilai Indeks Keandalan Penyulang .....	104
4.3 Perbaikan Indeks Keandalan .....	105
4.3.1 Memperkecil Laju Kegagalan .....	105
4.3.2 Sumber Cadangan Dari Penyulang Lain.....	107
4.3.2.1 Skenario A .....	109
4.3.2.1 Skenario B .....	110
4.3.2.1 Skenario C .....	111
4.3.2.1 Skenario D .....	112
4.3.2.1 Skenario E .....	112
4.3.2.1 Skenario F .....	113
4.3.2.1 Skenario G.....	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
5.1 Kesimpulan .....	117
5.2 Saran .....	118
DAFTAR PUSTAKA .....	119

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Skema Sistem Tenaga Listrik.....	4
Gambar 2. 2 Sistem Jaringan Radial.....	7
Gambar 2. 3 Sistem Jaringan Loop .....	7
Gambar 2. 4 Sistem Jaringan Spindle .....	8
Gambar 2. 5 Sistem Jaringan Mesh.....	8
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian Penelitian .....	15
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Metode <i>Section Technique</i> .....	17
Gambar 4. 1 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sikepu .....	20
Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu .....	22
Gambar 4. 3 Grafik Data Jarak Saluran Udara .....	24
Gambar 4. 4 <i>Single Line Diagram Section I</i> .....	25
Gambar 4. 5 <i>Single Line Diagram Section II</i> .....	34
Gambar 4. 6 <i>Single Line Diagram Section III</i> .....	43
Gambar 4. 7 <i>Single Line Diagram Section IV</i> .....	56
Gambar 4. 8 <i>Single Line Diagram Section V</i> .....	68
Gambar 4. 9 <i>Single Line Diagram Section VI</i> .....	81
Gambar 4. 10 <i>Single Line Diagram Section VII</i> .....	94
Gambar 4. 11 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sikepu Dengan Sumber Cadangan Lain.	108

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Sistem Penyaluran .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabel 2.2 Data Indeks Kegagalan Peralatan Distribusi .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabel 4.1 Tabel Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu (bagian 1).....</b>	<b>21</b>
<b>Tabel 4.2 Tabel Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu (bagian 2).....</b>	<b>22</b>
<b>Tabel 4.3 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu (bagian 1).....</b>	<b>23</b>
<b>Tabel 4.4 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu (bagian 2).....</b>	<b>24</b>
<b>Tabel 4.5 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section I</i>.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabel 4.6 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section I</i> (bagian 1) .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabel 4.7 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section I</i> (bagian 2) .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabel 4.8 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB1 .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabel 4.9 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB1 .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 4.10 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section I</i> (bagian 1) .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabel 4.11 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section I</i> (bagian 2) .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabel 4.12 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section I</i> (bagian 3) .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabel 4.13 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section I</i> (bagian 1).....</b>	<b>31</b>
<b>Tabel 4.14 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section I</i> (bagian 2).....</b>	<b>32</b>
<b>Tabel 4.15 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section I</i> (bagian 3).....</b>	<b>33</b>
<b>Tabel 4.16 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section II</i> .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabel 4.17 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section II</i> .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4.18 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB4 .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4.19 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB4 (bagian 1) .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4.20 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB4 (bagian 2) .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabel 4.21 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section II</i> (bagian 1) .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabel 4.22 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section II</i> (bagian 2) .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabel 4.23 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section II</i> (bagian 3) .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabel 4.24 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section II</i> (bagian 1) .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.25 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section II</i> (bagian 2) .....</b>	<b>41</b>



<b>Tabel 4.26 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section II</i> (bagian 3) .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4.27 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section III</i> (bagian 1).....</b>	<b>44</b>
<b>Tabel 4.28 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section III</i> (bagian 2).....</b>	<b>45</b>
<b>Tabel 4.29 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section III</i> (bagian 3).....</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 4.30 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section III</i> (bagian 1) .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 4.31 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section III</i> (bagian 2) .....</b>	<b>47</b>
<b>Tabel 4.32 Tabel laju kegagalan ( <math>\lambda</math> ) TB7 (bagian 1).....</b>	<b>47</b>
<b>Tabel 4.33 Tabel laju kegagalan ( <math>\lambda</math> ) TB7 (bagian 2).....</b>	<b>48</b>
<b>Tabel 4.34 Tabel Durasi kegagalan ( <math>\bar{U}</math> ) TB7 .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabel 4.35 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section III</i> (bagian 1) .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabel 4.36 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section III</i> (bagian 2) .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabel 4.37 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section III</i> (bagian 3) .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabel 4.38 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section III</i> (bagian 1).....</b>	<b>53</b>
<b>Tabel 4.39 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section III</i> (bagian 2).....</b>	<b>54</b>
<b>Tabel 4.40 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section III</i> (bagian 3).....</b>	<b>55</b>
<b>Tabel 4.41 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section IV</i> (bagian 1) .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabel 4.42 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section IV</i> (bagian 2) .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabel 4.43 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section IV</i> (bagian 1) .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabel 4.44 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section IV</i> (bagian 2) .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabel 4.45 Tabel laju kegagalan ( <math>\lambda</math> ) TB28 .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabel 4.46 Tabel Durasi kegagalan ( <math>\bar{U}</math> ) TB28 .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabel 4.47 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section IV</i> (bagian 1) .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabel 4.48 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section IV</i> (bagian 2) .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabel 4.49 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section IV</i> (bagian 3) .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabel 4.50 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section IV</i> (bagian 4) .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabel 4.51 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section IV</i> (bagian 1) .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabel 4.52 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section IV</i> (bagian 2) .....</b>	<b>66</b>



<b>Tabel 4.53 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section IV</i> (bagian 3) .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabel 4.54 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section V</i> (bagian 1).....</b>	<b>69</b>
<b>Tabel 4.55 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section V</i> (bagian 2).....</b>	<b>70</b>
<b>Tabel 4.56 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section V</i> (bagian 1) .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabel 4.57 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section V</i> (bagian 2) .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabel 4.58 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section V</i> (bagian 3) .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabel 4.59 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB42 (bagian 1) .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabel 4.60 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB42 (bagian 2) .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabel 4.61 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB42 .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabel 4.62 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section V</i> (bagian 1) .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabel 4.63 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section V</i> (bagian 2) .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabel 4.64 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section V</i> (bagian 3) .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabel 4.65 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section V</i> (bagian 1).....</b>	<b>78</b>
<b>Tabel 4.66 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section V</i> (bagian 2).....</b>	<b>79</b>
<b>Tabel 4.67 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section V</i> (bagian 3).....</b>	<b>80</b>
<b>Tabel 4.68 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section VI</i> (bagian 1) .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabel 4.69 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section VI</i> (bagian 2) .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabel 4.70 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section VI</i> (bagian 1) .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabel 4.71 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section VI</i> (bagian 2) .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabel 4.72 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB62 (bagian 1) .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabel 4.73 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB62 (bagian 2) .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabel 4.74 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB62 (bagian 1) .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabel 4.75 Tabel Durasi kegagalan (<math>\bar{U}</math>) TB62 (bagian 2) .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabel 4.76 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section VI</i> (bagian 1) .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabel 4.77 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section VI</i> (bagian 2) .....</b>	<b>88</b>
<b>Tabel 4.78 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section VI</i> (bagian 3) .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabel 4.79 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\bar{U}</math>) pada <i>Section VI</i> (bagian 4) .....</b>	<b>90</b>

<b>Tabel 4.80 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VI</i> (bagian 1) .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabel 4.81 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VI</i> (bagian 2) .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabel 4.82 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VI</i> (bagian 3) .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabel 4.83 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section VII</i> (bagian 1).....</b>	<b>95</b>
<b>Tabel 4.84 Tabel mode kegagalan peralatan pada <i>section VII</i> (bagian 2).....</b>	<b>96</b>
<b>Tabel 4.85 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada <i>section VII</i> .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabel 4.86 Tabel laju kegagalan (<math>\lambda</math>) TB78.....</b>	<b>97</b>
<b>Tabel 4.87 Tabel Durasi kegagalan (<math>\ddot{U}</math>) TB78 .....</b>	<b>98</b>
<b>Tabel 4.88 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\ddot{U}</math>) pada <i>Section VII</i> (bagian 1) .....</b>	<b>98</b>
<b>Tabel 4.89 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\ddot{U}</math>) pada <i>Section VII</i> (bagian 2) .....</b>	<b>99</b>
<b>Tabel 4.90 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\ddot{U}</math>) pada <i>Section VII</i> (bagian 3) .....</b>	<b>100</b>
<b>Tabel 4.91 Tabel Laju Kegagalan (<math>\lambda</math>) dan Durasi Gangguan (<math>\ddot{U}</math>) pada <i>Section VII</i> (bagian 4) .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabel 4.92 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VII</i> (bagian 1).....</b>	<b>102</b>
<b>Tabel 4.93 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VII</i> (bagian 2).....</b>	<b>103</b>
<b>Tabel 4.94 Tabel SAIFI dan SAIDI pada <i>Section VII</i> (bagian 3).....</b>	<b>104</b>
<b>Tabel 4.95 Tabel Indeks Keandalan Penyulang Sikepu .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabel 4.96 Tabel Laju Kegagalan Peralatan Baru .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabel 4.97 Tabel Perbandingan Indeks Keandalan Penyulang Sikepu .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabel 4.98 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario A .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabel 4.99 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario B .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabel 4.100 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario C .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabel 4.101 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario D .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabel 4.102 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario E .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabel 4.103 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario F .....</b>	<b>114</b>
<b>Tabel 4.104 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario G.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabel 4.105 Perbandingan Nilai Indeks Keandalan Penyulang Sikepu .....</b>	<b>115</b>



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN 1 Gambar <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Sikepu.....</b>	<b>120</b>
<b>LAMPIRAN 2 Data Gangguan Penyulang Sikepu.....</b>	<b>121</b>
<b>LAMPIRAN 3 SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1.....</b>	<b>126</b>
<b>LAMPIRAN 4 SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 2.....</b>	<b>127</b>



## DAFTAR SINGKATAN

PLN	: Perusahaan Listrik Negara
APJ	: Area Pelayanan dan Jaringan
UPJ	: Unit Pelayanan dan Jaringan
TR	: Tegangan Rendah
TM	: Tegangan Menengah
TT	: Tegangan Tinggi
TET	: Tegangan Ekstra Tinggi
PTL	: Pembangkit Tenaga Listrik
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTG	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTGU	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTN	: Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
GI	: Gardu Induk
JTR	: Jaringan Tegangan Rendah
JTM	: Jaringan Tegangan Menengah
SUTM	: Saluran Udara Tegangan Menengah
SKTM	: Saluran Kabel Tegangan Menengah
TB	: Titik Beban
SPLN	: Standart PLN
SAIFI	: <i>System Average Interruption Frequency Index</i>
SAIDI	: <i>System Average Interruption Duration Index</i>

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peran utama dari sistem distribusi tenaga listrik adalah menyalurkan tenaga listrik dari transmisi menuju ke beban dan pelanggan (Berahim,1991:3). Secara umum keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan sistem untuk memberikan suatu pasokan tenaga listrik dengan kualitas yang bagus (Pabla, 1981:27). Meningkatnya kebutuhan akan tenaga listrik, menuntut suatu sistem tenaga listrik yang mempunyai keandalan dalam penyediaan dan penyaluran tenaga listrik pada suatu jaringan distribusi.

Mojokerto sebagai bagian dari Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu kota yang sedang berkembang di Jawa Timur. Oleh karena itu pembangunan kota di semua bidang termasuk pembangunan pelayanan energi listrik memerlukan perhatian khusus dan seksama untuk mendorong pertumbuhan ekonomi nasional dan meningkatkan taraf hidup rakyat. Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Mojokerto adalah salah satu APJ di Jawa Timur, dimana APJ ini membawahi 10 Unit Pelayanan dan Jaringan (UPJ), dan penyulang Sikepu adalah salah satu penyulang yang sering mengalami gangguan berupa pemadaman di APJ ini. Penyulang ini mempunyai 32.545 pelanggan yang terbagi menjadi beberapa golongan pelanggan. Penyulang Sikepu mempunyai panjang saluran sebesar 86,495 km. Oleh karena itu keandalan yang tinggi harus terpenuhi pada penyulang Sikepu.

Selama ini belum pernah dilakukan evaluasi keandalan, sehingga perlu dilakukan studi tentang analisis perhitungan tingkat keandalan penyulang Sikepu di APJ Mojokerto. Hal tersebut berguna untuk mengetahui apakah APJ tersebut sudah atau belum memberikan pelayanan yang memuaskan terhadap para konsumen. Dalam penelitian ini digunakan metode *Section Technique*, yaitu metode yang melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil atau *section* terlebih dahulu (Wicaksono, 2012).

Indeks-indeks yang digunakan untuk menentukan tingkat keandalan suatu sistem distribusi adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), dan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) (Wicaksono, 2012), Dengan mengetahui



indeks keandalan sistem dapat dilakukan pula upaya untuk peningkatan nilai indeks keandalan pada penyulang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berapa nilai indeks keandalan pada sistem distribusi 20kV di Penyulang Sikepu PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto menggunakan metode *Section Technique* dan bagaimana upaya peningkatan nilai indeks keandalan di Penyulang Sikepu PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto.

## 1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan komponen indeks keandalan sesuai yang di tetapkan pada SPLN 59 : 1985 ( waktu *recovery*, dan  $\lambda$  ( laju kegagalan ) ).
2. Indeks keandalan yang akan dianalisis adalah nilai SAIFI, dan SAIDI.
3. Penyulang yang dianalisis adalah penyulang Sikepu di PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto dengan 32.545 pelanggan yang terbagi menjadi beberapa golongan pelanggan dan juga mempunyai panjang saluran sebesar 86,495 kilometer.
4. Analisis indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai indeks keandalan dari penyulang Sikepu di PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto dan mengetahui bagaimana upaya peningkatan nilai indeks keandalan di Penyulang Sikepu PT. PLN (Persero) APJ Mojokerto.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Tanpa listrik infrastruktur masyarakat tidak akan bisa dinikmati seperti sekarang ini. Makin bertambahnya konsumsi listrik per kapita diseluruh dunia menunjukkan kenaikan standar kehidupan manusia. Pemanfaatan secara optimum bentuk energi ini oleh masyarakat dapat dengan sistem distribusi yang efektif. (Pabla, 1989:2)

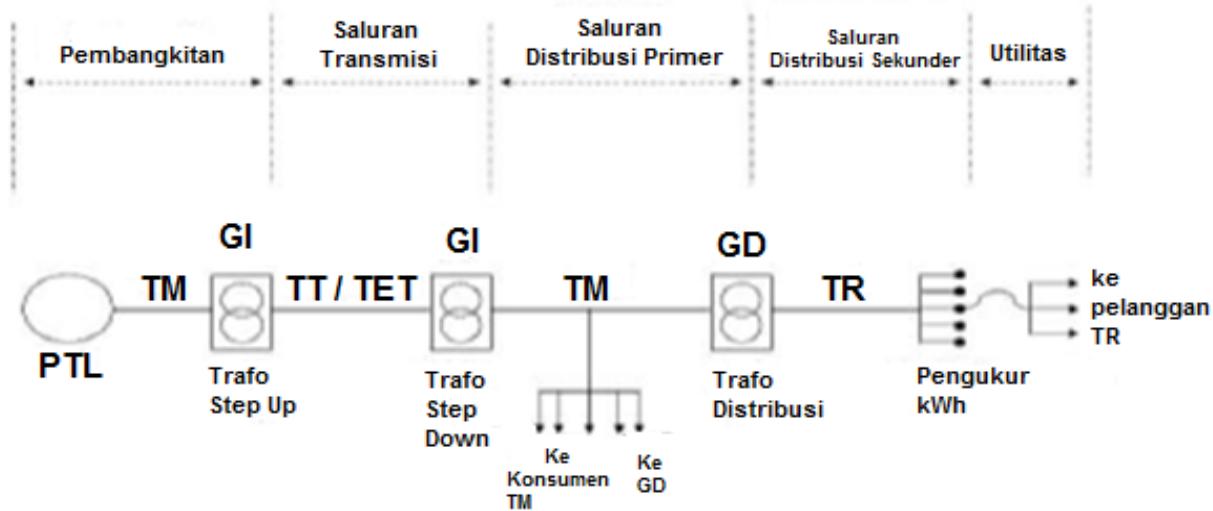
Suatu Sistem energi listrik mengandung empat unsur, yakni pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi, sistem distribusi, dan pemakaian atau utilitas. Pada pembangkit tenaga listrik menghasilkan tegangan yang biasanya adalah tegangan menengah (TM). Pada sistem transmisi tegangan dari pembangkit di *step-up* menjadi tegangan tinggi (TT) ataupun tegangan ekstra tinggi (TET)/ Pada sistem distribusi tegangan dari transmisi di *step-down* ke tegangan rendah (TR) untuk disalurkan ke pemakai. Pada pemakaian atau utilitas, terdiri dari pemakaian rumah tangga yang pada umumnya menggunakan sistem distribusi sekunder 220/380 V dan pemakaian industri yang pada umumnya menggunakan sistem distribusi primer 20 kV. (Kadir, 2006:5)

Energi listrik dibangkitkan pada pembangkit tenaga listrik (PTL) yang bersumber pada beberapa energi yakni Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Jenis sumber PTL yang dipakai pada umumnya melihat dari jenis bahan bakar atau energi yang tersedia dan letak dimana pembangkit itu dibangun. PTL biasanya membangkitkan energi listrik pada tegangan menengah (TM), yaitu antara 6kV – 20kV.

Seperti yang di gambarkan pada Gambar 2.1, letak dari PTL pada umumnya terletak jauh dari pusat beban / pemakai, maka energi listrik itu perlu disalurkan melalui saluran transmisi, dan tegangannya harus dinaikkan dari TM menjadi TT. Untuk jarak yang sangat jauh biasanya dinaikkan sampai TET. Menaikkan tegangan ini dilakukan pada gardu induk (GI) dengan menggunakan transformator penaik tegangan / *step up*. Tegangan tinggi di Indonesia adalah 70 kV, 150 kV, dan 275 kV. Sedangkan untuk tegangan ekstra tinggi 500 kV. Digunakan tegangan tinggi ataupun ekstra tinggi untuk memperkecil arus yang mengalir pada



transformator dan saluran transmisi, sehingga rugi – rugi daya pada sistem penyaluran daya jarak jauh dapat dikurangi.



**Gambar 2. 1 Skema Sistem Tenaga Listrik**  
Sumber : Kadir (2006:5)

Mendekati pusat beban / pemakai tenaga listrik, tegangan tinggi dari transmisi harus diturunkan menjadi tegangan menengah (TM) untuk bisa disalurkan ke pemakai. Menurunkan tegangan ini juga dilakukan pada GI dengan menggunakan transformator penurun tegangan / *step down*. Di Indonesia tegangan menengah yang digunakan dalam distribusi adalah 20kV, saluran 20kV ini disalurkan ke pelanggan industri sebagai sistem distribusi primer dan disalurkan ke setiap sudut pusat beban untuk menuju gardu distribusi. Pada gardu distribusi, tegangan menengah diubah menjadi tegangan rendah (TR) menggunakan transformator distribusi / *distribution transformer* yang ada di tiang – tiang distribusi untuk disalurkan kepada pelanggan rumah tangga yang merupakan sistem distribusi sekunder. Di Indonesia, tegangan rendah yang digunakan adalah 220/380 V. (Kadir, 2006:6)

## 2.2 Klasifikasi Jaringan Distribusi

Sistem jaringan distribusi energi listrik dapat diklasifikasikan dari beberapa segi pengelompokan, diantaranya adalah :

1. Klasifikasi Berdasarkan Tegangan Kerja
2. Klasifikasi Berdasarkan Sistem Penyaluran
3. Klasifikasi Berdasarkan Struktur Jaringan

### 2.2.1 Berdasarkan Tegangan Kerja

Berdasarkan tegangan kerja sistem jaringan distribusi dibedakan menjadi dua macam, yakni :

1. Sistem jaringan distribusi tegangan primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM), yaitu berupa Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) atau Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM). Jaringan ini menghubungkan sisi sekunder dari trafo daya di Gardu induk dengan Gardu Distribusi, besar tegangan yang disalurkan adalah 6 kV, 12 kV dan 20 kV.
2. Sistem jaringan distribusi tegangan sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR), yaitu berupa saluran udara atau saluran kabel tanah yang menghubungkan Gardu Distribusi menuju ke konsumen / utilitas, besar tegangan yang disalurkan adalah 220/380 Volt. (Kadir, 2006:4)

### 2.2.2 Berdasarkan Sistem Penyaluran

Berdasarkan sistem penyaluran sistem jaringan distribusi dapat dibagi menjadi dua macam, yakni :

1. Saluran Udara (*overhead line*)
2. Saluran Bawah Tanah (*underground line*)

Saluran udara merupakan pengantar energi listrik tegangan tinggi, tegangan menengah maupun tegangan rendah yang di pasang diatas tiang – tiang listrik di luar bangunan atau di pinggir jalan, sedangkan pada saluran bawah tanah pada umumnya menggunakan kabel pengantar yang dibungkus dengan bahan isolasi yang dapat mengantarkan tegangan tinggi, tegangan menengah maupun tegangan rendah.

Dari Tabel 2.1 diatas secara umum dapat disimpulkan bahwa untuk saluran udara lebih menguntungkan digunakan pada wilayah yang mempunyai penduduk yang tidak terlalu padat dan penggunaan diluar daerah perkotaan, sedangkan untuk saluran bawah tanah lebih menguntungkan digunakan pada wilayah yang padat penduduk atau lalu lintas yang ramai dan tidak mempunyai cukup lahan untuk membangun tiang – tiang saluran udara (Kadir, 2006:16)

Keuntungan dan kerugian penggunaan sistem penyaluran saluran udara dan saluran bawah tanah :

**Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Sistem Penyaluran**

Keuntungan	
Saluran Udara	Saluran Bawah Tanah
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya investasi untuk membangun jaringan lebih murah</li> <li>• Untuk menambah area pelayanan jaringan lebih fleksibel</li> <li>• Pemeliharaan dan mencari pusat gangguan lebih mudah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tahan dalam segala cuaca yang menganggu</li> <li>• Mempunyai tingkat estetika yang tinggi</li> </ul>
Kerugian	
Saluran Udara	Saluran Bawah Tanah
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih mudah terganggu karena cuaca dan faktor eksternal lainnya</li> <li>• Tingkat estetika yang kurang bagus</li> <li>• Bila kawat penghantar putus, bisa membahayakan manusia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya investasi untuk membangun jaringan lebih mahal</li> <li>• Dapat terganggu karena bencana banjir ataupun desakan akar pohon dan kestabilan tanah</li> <li>• Apabila terjadi gangguan sulit untuk mendeteksi letak terjadinya gangguan</li> </ul>

Sumber : Kadir (2006:16)

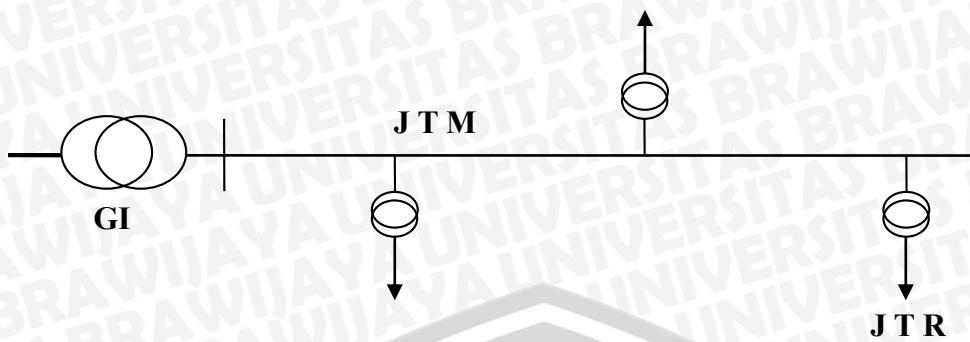
### 2.2.3 Berdasarkan Struktur Jaringan

Jaringan pada sistem distribusi primer (JTM 20 kV) dapat dikelompokkan menjadi beberapa model struktur jaringan, yakni :

#### 1. Sistem jaringan Radial

Sistem jaringan radial adalah sistem yang paling sederhana dan paling banyak dipakai dalam praktiknya. Jaringan ini terdiri atas *feeder* yang seolah – olah keluar dari suatu sumber secara radial yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Kelebihan dari jaringan ini adalah biaya investasi yang murah tetapi kekurangan dari jaringan ini adalah tingkat keandalan yang sangat buruk dikarenakan tidak adanya alternatif pasokan apabila terjadi gangguan di *feeder*. (Kadir, 2006:24)

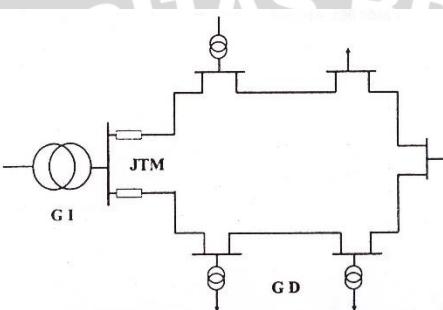




**Gambar 2.2 Sistem Jaringan Radial**

Sumber : Materi kuliah Sistem Distribusi dan Instalasi Daya Elektrik

## 2. Sistem Jaringan Loop



**Gambar 2.3 Sistem Jaringan Loop**

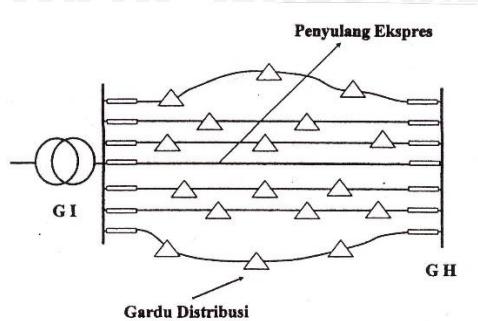
Sumber : Materi kuliah Sistem Distribusi dan Instalasi Daya Elektrik

Sistem jaringan loop adalah sistem jaringan yang mendesain *feeder* sebagai loop dengan menyambungkan kedua ujung saluran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Hal ini mengakibatkan bahwa konsumen / utilitas dapat memperoleh pasokan energi dari dua arah. Sehingga apabila pasokan dari salah satu penyulang terganggu, maka pasokan akan dialihkan pada penyulang lain yang terhubung pada sistem loop. Kapasitas cadangan yang cukup besar harus tersedia di setiap *feeder* pada sistem jaringan loop. (Kadir, 2006:25)

## 3. Sistem Jaringan Spindle

Jaringan spindle merupakan suatu pola gabungan jaringan dari pola loop dan radial. Jaringan ini terdiri dari beberapa penyulang (*feeder*) yang dayanya disuplai dari gardu induk dan terhubung pada sebuah gardu hubung. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4, pada sebuah jaringan spindle terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan/penyulang ekspres yang dihubungkan melalui gardu induk. Fungsi dari penyulang ekspres dalam jaringan ini adalah sebagai cadangan apabila

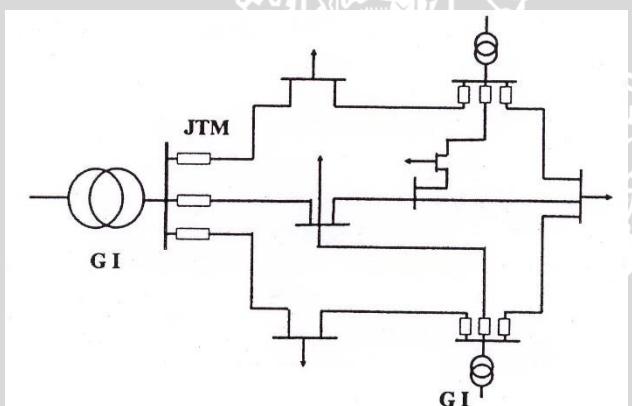
terjadi suatu gangguan disalah satu penyulang aktif. Pola spindle biasanya digunakan untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah / saluran bawah tanah (SKTM). (Kadir, 2006:25)



**Gambar 2.4 Sistem Jaringan Spindle**

Sumber : Materi kuliah Sistem Distribusi dan Instalasi Daya Elektrik

#### 4. Sistem Jaringan Mesh



**Gambar 2.5 Sistem Jaringan Mesh**

Sumber : Materi kuliah Sistem Distribusi dan Instalasi Daya Elektrik

Dari Gambar 2.5 bisa digambarkan bahwa sistem jaringan mesh ini merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan secara terus-menerus oleh dua atau lebih feeder pada gardu-gardu induk dari beberapa pusat pembangkit tenaga listrik yang bekerja secara parallel. Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem-sistem yang terdahulu dan merupakan sistem yang paling baik serta dapat diandalkan , mengingat sistem ini dilayani oleh dua atau lebih sumber tenaga listrik. Selain itu jumlah cabang lebih banyak dari jumlah titik feeder. Keuntungan dari sistem jaringan ini adalah tingkat keandalannya tinggi, dapat digunakan pada daerah-daerah yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi, memiliki kapasitas dan kontinuitas pelayanan sangat baik dan



gangguan yang terjadi pada salah satu saluran tidak akan mengganggu kontinuitas pelayanan. (Janwardi, 2013)

### **2.3 Fungsi Komponen Jaringan Distribusi**

Dalam melakukan distribusi energi listrik, diperlukan beberapa komponen utama sebagai penunjang distribusi energi listrik, yaitu :

1. Jaringan Subtransmisi

Jaringan Subtransmisi berfungsi menyalurkan daya listrik dari sumber daya yang besar menuju gardu induk ke daerah tertentu, tegangan yang dipergunakan dalam penyaluran pada umumnya adalah tegangan tinggi atau ekstra tinggi. Hal ini dilakukan untuk berbagai pertimbangan efisiensi karena arus yang mengalir akan menjadi lebih kecil ketika dialiri tegangan yang besar.

2. Gardu Induk

Gardu Induk adalah tempat dimana untuk menerima daya listrik dari jaringan subtransmisi dan menurunkan tegangan dari transmisi menjadi tegangan menengah / tegangan distribusi primer. Sehingga pada bagian ini tegangan tinggi atau ekstra tinggi diturunkan menjadi tegangan menengah 20 kV.

3. Gardu Hubung

Gardu Hubung ini berfungsi menerima aliran daya listrik dari gardu induk yang tegangannya telah diubah menjadi tegangan menengah 20 kV. Setelah itu daya listrik disalurkan menuju gardu distribusi.

4. Gardu Distribusi

Gardu Distribusi ini berfungsi untuk menurunkan energi listrik tegangan menengah menjadi tegangan rendah dan disalurkan menuju konsumen – konsumen tegangan rendah dan meneruskan energi listrik tegangan menengah menuju gardu distribusi lainnya atau ke gardu hubung. Pada Gardu Distribusi terdapat trafo distribusi yang keluaran tegangannya adalah 220/380 Volt.

5. Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Penyaluran energi listrik dari gardu induk ke gardu distribusi / trafo distribusi menggunakan Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Sistem penyaluran yang digunakan dapat berupa saluran udara maupun saluran bawah tanah tergantung dari tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi lingkungan sekitarnya.

## 6. Jaringan Distribusi Sekunder / Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan Distribusi Sekunder digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari gardu distribusi / trafo distribusi menuju ke konsumen tegangan rendah. Sistem ini pada umumnya menggunakan saluran udara dengan pengantar kabel yang berisolasi atau kabel tanpa isolasi.

### 2.4 Sistem Keandalan

Dari sudut pandang teknik definisi sederhana keandalan sistem tenaga listrik dapat didefinisikan sebagai suatu kemampuan sistem untuk memberikan suatu pasokan tenaga listrik dengan kualitas yang bagus. Teknik keandalan untuk sistem distribusi melibatkan pengumpulan data dari luar dan mengevaluasi desain sistem. Kebutuhan daya yang penting adalah banyaknya kerusakan yang terjadi untuk periode waktu tertentu dan waktu pemulihan dari komponen - komponen yang dipakai dalam sistem distribusi sehingga perhitungan keandalan dapat lebih presisi. (Pabla, 1989:72)

Di dalam suatu sistem keandalan terdapat beberapa istilah – istilah penting diantaranya:

#### 1. Gangguan

Suatu kondisi yang mempengaruhi sistem sehingga sistem tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Gangguan ini memiliki banyak sekali penyebab diantaranya disebabkan oleh kurangnya pemeliharaan (*maintenance*) peralatan, arus yang melebihi kapasitas peralatan, tegangan yang melebihi kapasitas peralatan, binatang yang mengganggu kinerja peralatan, benda – benda asing yang mengakibatkan disfungsinya peralatan, dan cuaca buruk yang menyebabkan kerusakan peralatan dan gangguan – gangguan lainnya

#### 2. Kemampuan

Setiap peralatan memiliki kualitas dan kualifikasi yang berbeda – beda. Keandalan peralatan bergantung pada kemampuan dari setiap peralatan untuk berfungsi sesuai dengan kualifikasi dan waktu yang ditetapkan. Tetapi bila peralatan yang digunakan melebihi kapasitas yang ditetapkan, maka akan menyebabkan gangguan pada peralatan tersebut.



### 3. Lingkungan

Stabilitas dan kontinuitas dari operasional setiap peralatan sangat bergantung pada kondisi lingkungan dimana peralatan tersebut berfungsi. Konteks lingkungan secara umum meliputi faktor alam, faktor manusia , dan faktor umum peralatan.

### 4. Waktu

Probabilitas kegagalan suatu peralatan bergantung pada durasi waktu operasional suatu peralatan. Pada saat terjadi pertambahan waktu operasional peralatan, maka faktor keandalan suatu peralatan akan menurun.

Dalam konteks keandalan harus diketahui kesalahan atau gangguan yang menyebabkan kegagalan peralatan untuk bekerja secara optimal sesuai yang diharapkan. Beberapa konsep evaluasi kegagalan, antara lain :

#### 1. Kegagalan

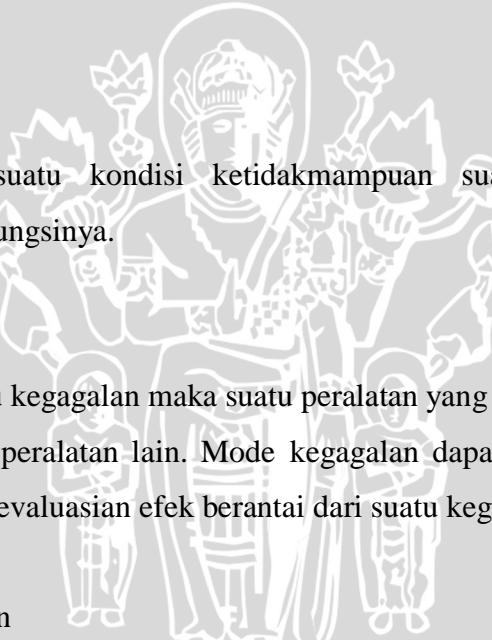
Kegagalan adalah suatu kondisi ketidakmampuan suatu peralatan untuk melaksanakan suatu fungsinya.

#### 2. Mode Kegagalan

Pada saat terjadi suatu kegagalan maka suatu peralatan yang mengalami kegagalan akan mengintervensi peralatan lain. Mode kegagalan dapat didefinisikan proses pengamatan dan pengevaluasian efek berantai dari suatu kegagalan peralatan.

#### 3. Mekanisme Kegagalan

Pada saat terjadi suatu kegagalan pada suatu peralatan, pasti ada penyebab – penyebabnya. Pada mekanisme kegagalan ini akan dievaluasi penyebab kegagalan beserta kronologis terjadinya kegagalan. Masing – masing peralatan dari sistem distribusi memiliki probabilitas untuk mengalami kegagalan. Beberapa peralatan akan mengalami kegagalan secara spontan karena beberapa alasan diantaranya umur operasional peralatan, terdapat dekomposisi zat – zat kimia, umur isolator, dan umur operasional mekanik dari peralatan itu sendiri.



## 2.5 Indeks Keandalan

Indeks keandalan didefinisikan sebagai suatu besaran untuk membandingkan penampilan sistem distribusi. Dua indeks keandalan yang paling sering digunakan dalam sistem distribusi adalah *System Average Interruption Frequency Index / SAIFI* dan *System Average Interruption Duration Index / SAIDI*. (SPLN No 59, 1985:5)

Faktor – faktor yang mempengaruhi indeks keandalan dalam suatu sistem distribusi menurut SPLN No 59 : 1985 tentang Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV :

- Pemadaman / *Interruption of supply*

Terhentinya pelayanan pada satu atau lebih konsumen, akibat dari satu atau lebih komponen yang mendapat gangguan.

- Keluar / *Outage*

Keadaan dimana suatu komponen tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya, diakibatkan karena beberapa peristiwa yang berhubungan dengan komponen tersebut. Suatu keluar dapat atau tidak dapat menyebabkan pemadaman, hal ini masih tergantung pada konfigurasi dari sistem jaringan.

- Lama Keluar / *Outage Duration*

Periode dari saat permulaan komponen mengalami keluar sampai saat komponen dapat dioperasikan kembali sesuai dengan fungsinya.

- Lama Pemadaman / *Interruption Duration*

Waktu dari saat permulaan terjadinya pemadaman sampai saat menyala kembali.

Indeks keandalan suatu sistem distribusi digunakan untuk mengukur tingkat keandalan dari setiap titik beban (*load point*). Yang merupakan indeks – indeks keandalan dasar meliputi antara lain :

➤  $\lambda$  = Laju kegagalan rata – rata (*fault/year*)

➤  $r$  = Waktu pemulihan kegagalan rata – rata (*hours/year*)

➤  $\bar{U}$  = Durasi kegagalan rata – rata (*hours/year*)

Sebelum melakukan perhitungan atau analisis keandalan suatu sistem distribusi 20 kV, perhitungan dilakukan terhadap indeks – indeks di setiap titik beban. Pada indeks titik beban terdapat dua perhitungan, yaitu :

- a. Laju kegagalan (*failure rate*) untuk setiap titik beban

Laju kegagalan titik beban merupakan penjumlahan laju kegagalan semua peralatan yang berpengaruh pada titik beban tersebut.



$$\lambda_{TB} = \sum_{i=k} \lambda_i \quad (2.1)$$

Dimana :

$\lambda_i$  = laju kegagalan untuk setiap peralatan (*fault/year*)

k = jumlah peralatan yang berpengaruh pada titik beban

- b. Durasi kegagalan rata – rata untuk setiap titik beban

Durasi kegagalan merupakan perkalian antara laju kegagalan titik beban dengan waktu pemadaman yang dibutuhkan peralatan.

$$\ddot{U}_{TB} = \sum_{i=k} \lambda_i \times r_i \quad (2.2)$$

Dimana :

$r_i$  = Waktu pemadaman yang dibutuhkan peralatan (*hours*)

Dalam menghitung indeks keandalan suatu sistem harus memiliki acuan indeks kegagalan suatu peralatan distribusi. Berikut adalah Tabel data indeks kegagalan peralatan distribusi :

Tabel 2.2 Data Indeks Kegagalan Peralatan Distribusi

Komponen	Laju Kegagalan	r (waktu pemadaman)	Rs (waktu pemindahan)
Saluran udara	0,2/km/tahun	3 jam	0,15 jam
Saluran bawah tanah	0,07/km/tahun	15 jam	5 jam
Trafo distribusi	0,005/unit/tahun	10 jam	0,15 jam
Sectionanalyzer	0,003/unit/tahun	10 jam	0,15 jam
Pemutus tenaga	0,004/unit/tahun	10 jam	0,25 jam
Recloser	0,005/unit/tahun	10 jam	0,25 jam

Sumber : SPLN No 59 (1985:7)

Pada Tabel 2.2 terdapat beberapa istilah sebagai berikut :

- Laju Kegagalan atau *failure rate* adalah laju kegagalan suatu peralatan yang mengalami kegagalan tiap unitnya dalam jangka waktu satu tahun.
- Waktu pemadaman atau *repair time* adalah lama waktu mulai terjadinya kegagalan peralatan sampai peralatan beroperasi kembali. Dalam hal ini peralatan bisa diperbaiki maupun diganti.
- Waktu pemindahan atau *switching time* adalah lama waktu yang diperlukan operator untuk menentukan letak gangguan dan mengisolir gangguan.

### 2.5.1 System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

*System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)* adalah indeks frekuensi gangguan sistem rata – rata setiap tahun. Menginformasikan tentang frekuensi gangguan permanen rata – rata tiap pelanggan dalam suatu area yang dianalisis.

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah total banyaknya gangguan pada pelanggan}}{\text{jumlah pelanggan yang terlayani}} \quad (2.3)$$

Untuk mendapatkan nilai SAIFI pada metode pada metode ini dilakukan perhitungan menggunakan persamaan :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

Dimana :

SAIFI = Indeks frekuensi gangguan sistem rata – rata (*faults/year*)

$\lambda_{TB}$  = Laju kegagalan tiap titik beban (*faults/year*)

$N_{TB}$  = Jumlah pelanggan yang dilayani titik beban

N = Jumlah total semua pelanggan yang dilayani

### 2.5.2 System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

*System Average Interruption Duration Index (SAIDI)* adalah indeks durasi gangguan sistem rata – rata setiap tahun. Menginformasikan tentang durasi gangguan permanen rata – rata tiap pelanggan dalam suatu area yang dianalisis.

$$SAIDI = \frac{\text{jumlah total durasi gangguan pada pelanggan}}{\text{jumlah pelanggan yang terlayani}} \quad (2.5)$$

Untuk mendapatkan nilai SAIDI pada metode pada metode ini dilakukan perhitungan menggunakan persamaan :

$$SAIDI = \frac{N_{TB} \times \bar{\lambda}_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

Dimana :

SAIDI = Indeks durasi gangguan sistem rata – rata (*hours/year*)

$N_{TB}$  = Jumlah pelanggan yang dilayani titik beban

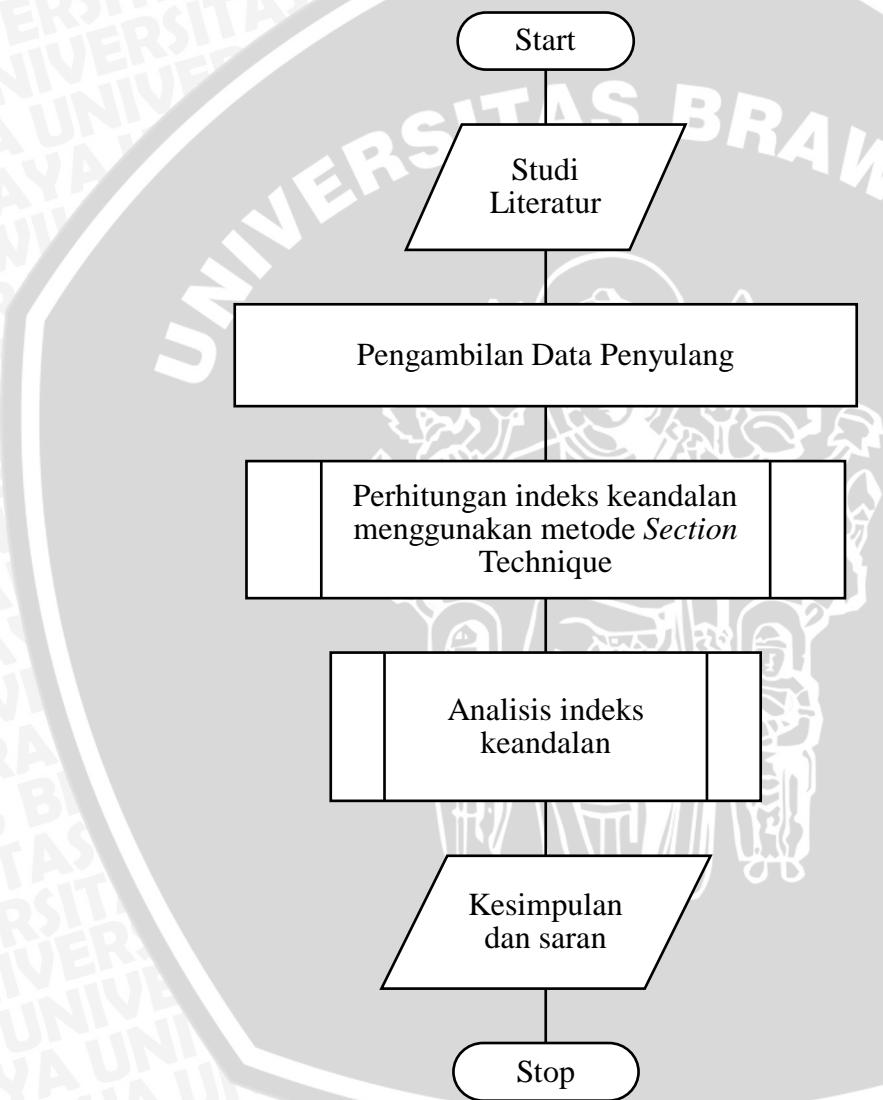
$\bar{\lambda}_{TB}$  = Durasi kegagalan titik beban (*hours/year*)

N = Jumlah total semua pelanggan yang dilayani



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metodologi penelitian digambarkan pada Gambar 3.1 :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur tentang konsep – konsep keandalan, selanjutnya dilakukan pengambilan data – data penyulang yang diteliti yakni penyulang Sikepu, kemudian setelah mendapatkan data – data penyulang selanjutkan akan dilakukan

perhitungan indeks keandalan menggunakan metode *Section Technique*, setelah itu dianalisis hasil perhitungan indeks keandalan dari penyulang, dan yang terakhir akan ditarik suatu kesimpulan dan saran untuk penelitian berikutnya.

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempelajari dan memahami konsep – konsep dari sistem dan keandalan dari suatu jaringan distribusi 20kV, yang mencakup antara lain sistem jaringan distribusi 20kV, karakteristik dari jaringan distribusi 20kV, fungsi – fungsi komponen yang terdapat di jaringan distribusi 20kV, klasifikasi jaringan distribusi 20kV, gangguan jaringan distribusi 20kV, keandalan sistem jaringan distribusi 20kV, dan juga indeks – indeks menentukan tingkat keandalan sistem jaringan distribusi 20kV. Selain mempelajari dan memahami konsep dari jaringan distribusi 20kv, dilakukan pula studi literatur tentang metode *Section Technique* yang digunakan dalam penelitian ini, dan juga dilakukan sutdi literatur tentang analisis nilai sebagai perhitungan secara ekonomis yang akan dilakukan pada penelitian ini.

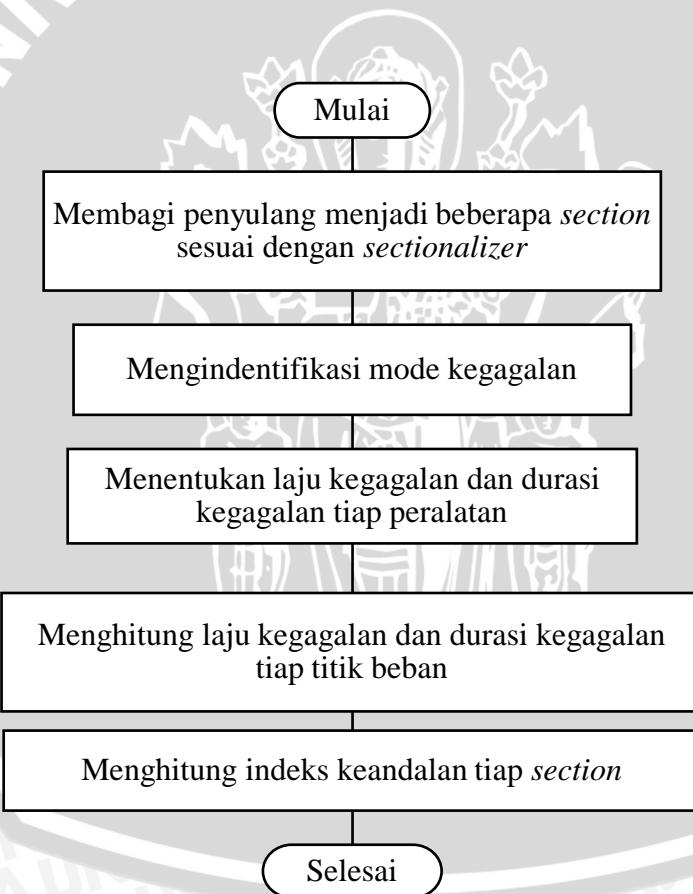
### 3.2 Pengambilan Data Penyulang

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengambilan data berupa gambar *single line* diagram penyulang, data jumlah pelanggan tiap titik beban, data panjang saluran, dan data jenis peralatan distribusi yang terdapat pada saluran dari sistem distribusi 20kV pada penyulang Sikepu di APJ Mojokerto. Dari gambar *single line* diagram penyulang Sikepu dapat diperoleh jumlah titik beban dan jumlah cabang saluran. Dari *single line* diagram juga dapat diketahui juga berapa jumlah dari *Sectionalizer* yang digunakan sebagai acuan dari pembagian *section* sebagai dasar dari metode *section technique* yang digunakan dalam penelitian ini. Data jumlah pelanggan tiap titik beban diperlukan untuk mengetahui berapa pelanggan yang di tanggung oleh sebuah trafo distribusi di titik beban tersebut. Data panjang saluran diperlukan untuk mengetahui panjang saluran udara yang diperhitungan sebagai aspek penyebab kegagalan penyuluran daya. Data jenis peralatan distribusi diperlukan untuk menghitung potensi kegagalan total semua peralatan yang terhubung oleh penyulang Sikepu untuk mendapatkan indeks keandalan dari penyulang.



### 3.3 Perhitungan dan Analisis Indeks Keandalan Menggunakan Metode *Section Technique*

Setelah pengambilan data berupa gambar *single line* diagram penyulang, data jumlah pelanggan tiap titik beban, data panjang saluran, dan data jenis peralatan distribusi yang terdapat pada saluran dari sistem distribusi 20kV pada penyulang Sikepu di APJ Mojokerto, maka akan dilakukan perhitungan menggunakan metode *section technique*. Dalam melaksanakan metode *section technique* (lihat Gambar 3.2) ini dilakukan langkah awal pembagian sebuah sistem menjadi beberapa *secton* terlebih dahulu, setelah pembagian *section* dilakukan pendaftaran mode kegagalan peralatan tiap *section* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh kegagalan suatu sistem. Setelah mendapatkan daftar mode kegagalan selanjutnya menentukan untuk  $\lambda$  (laju kegagalan) dan  $\hat{U}$  (durasi kegagalan) dari setiap peralatan. Selanjutnya menghitung nilai  $\lambda_{TB}$  (laju kegagalan titik beban) dan nilai  $\hat{U}_{TB}$  (durasi kegagalan titik beban).



Gambar 3. 2 Flowchart Metode *Section Technique*

Setelah mendapatkan nilai  $\lambda_{TB}$  dan  $\hat{U}_{TB}$  maka dilakukan perhitungan indeks keandalan yakni, SAIDI (*System Average Interruption Duration Index* / Indeks Durasi Gangguan Rata –

rata Sistem), dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index / Indeks Frekuensi Gangguan Rata – rata Sistem*). Dengan menjumlahkan indeks kegagalan tiap titik beban maka dapat diperoleh nilai indeks keandalan di setiap *section*. Ketika perhitungan indeks keandalan di setiap *section* sudah dilakukan maka data – data indeks keandalan tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan tingkat keandalan dari suatu sistem jaringan distribusi 20kV.

### 3.4 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapat berdasarkan dari hasil perhitungan indeks keandalan dan opmilasiasinya sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah. Saran diberikan setelah mengetahui indeks keandalan maka bisa dilakukan perbaikan – perbaikan parameter untuk menghitung indeks keandalan.



## BAB IV

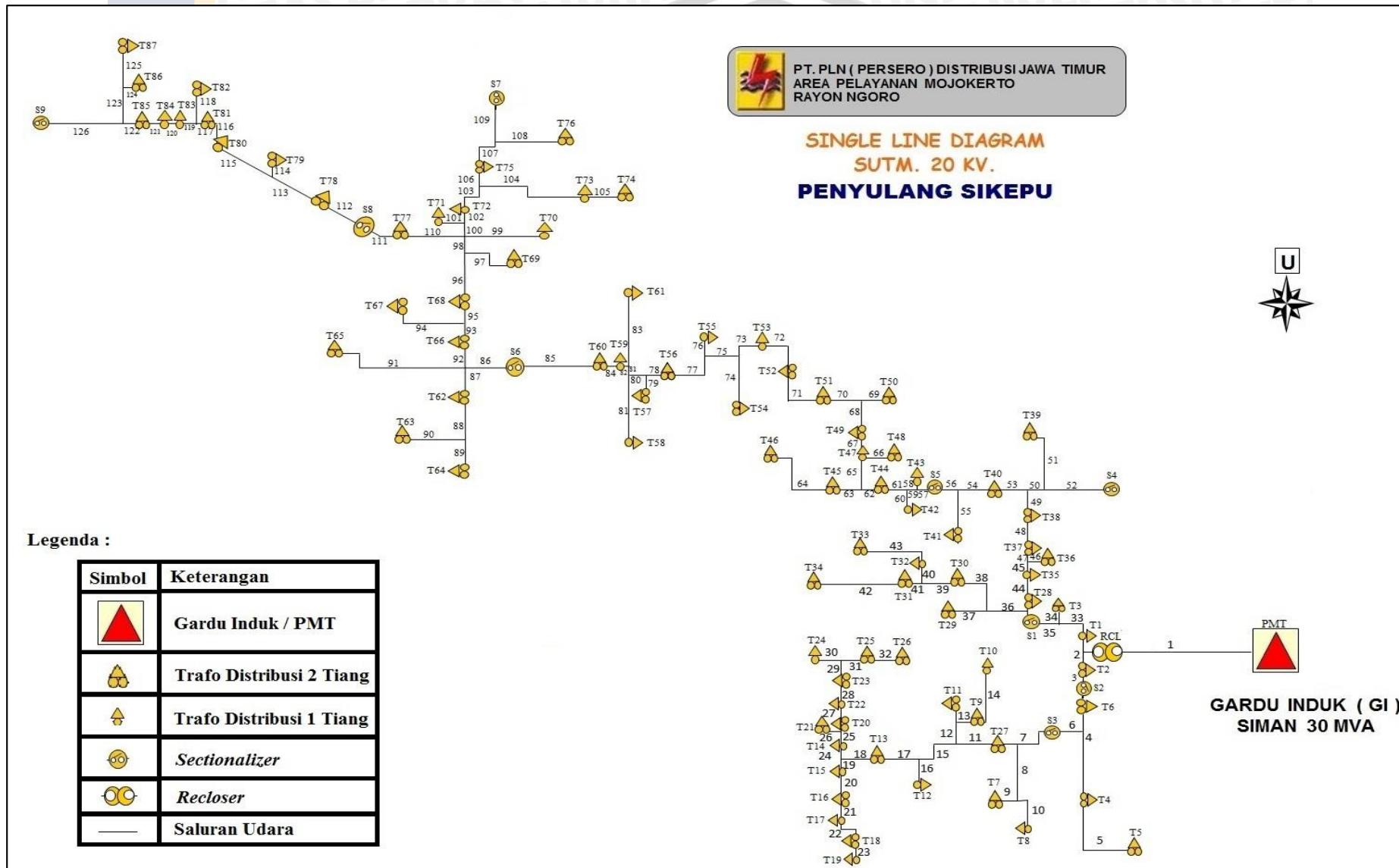
### ANALISIS INDEKS KEANDALAN PENYULANG SIKEPU

#### 4.1 Penyulang Sikepu

Dalam bab IV ini Penyulang Sikepu menjadi objek penelitian yang akan dianalisis indeks keandalannya. Penyulang Sikepu ini berada di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Mojokerto Rayon Ngoro. Penyulang ini adalah jaringan distribusi primer 20kV yang disuplai oleh Trafo I 150/20kV 30 MVA Gardu Induk Siman. Pemilihan penyulang ini sebagai objek penelitian ini dikarenakan setelah meninjau dari penyulang yang berada di daerah PLN Area Mojokerto, penyulang ini yang sering mengalami gangguan berupa trip pada tahun 2014 – 2015 dengan penyebab gangguan sangat variatif.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1, Penyulang Sikepu ini memiliki 9 *sectionalizer* dan akan dibagi menjadi 7 *section*. Pada penyulang ini juga terdapat *load point* atau titik beban yang pada *single line diagram* berupa trafo distribusi 1 tiang maupun 2 tiang sebanyak 87 buah trafo distribusi dan jumlah total saluran udara tegangan menengah sebanyak 126 saluran udara. Pada *section 1* terdapat 1 buah pemutus tenaga, 1 buah *recloser*, saluran udara L1 – L3 dan L33 – L35, 3 buah titik beban yakni TB1 - TB3 dan juga *sectionalizer* S1 dan S2, pada *section 2* terdapat saluran udara L4 – L6, titik beban TB4 – TB6, dan *sectionalizer* S2 dan S3, pada *section 3* terdapat saluran udara L7 – L32, titik beban TB7 – TB27, dan *sectionalizer* S3, pada *section 4* terdapat saluran udara L36 – L56, titik beban TB28 – TB41, dan *sectionalizer* S1, S4 dan S5, pada *section 5* terdapat saluran udara L57 – L85, titik beban TB 42 – TB61, dan *sectionalizer* S5 dan S6, pada *section 6* terdapat saluran udara L86 – L111, titik beban TB62 – TB77, dan *sectionalizer* S6, S7 dan S8, pada *section 7* terdapat saluran udara L112 – L126, titik beban TB78 – TB87, *sectionalizer* S8 dan S9. Dalam penggerjaan penelitian ini sistem akan dibagi menjadi 7 *section* yang berarti juga setiap *section* akan dianalisis secara terpisah satu sama lain.





Gambar 4. 1 Single Line Diagram Penyulang Sikepu

#### 4.1.1 Data Jumlah Pelanggan Tiap Titik Beban

Seperti yang dapat dilihat pada *single line diagram* Penyulang Sikepu, bahwa Penyulang ini terdiri dari 87 titik beban dengan total pelanggan mencapai 32.545 pelanggan. Data jumlah pelanggan tiap titik beban dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 :

**Tabel 4.1 Tabel Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu (bagian 1)**

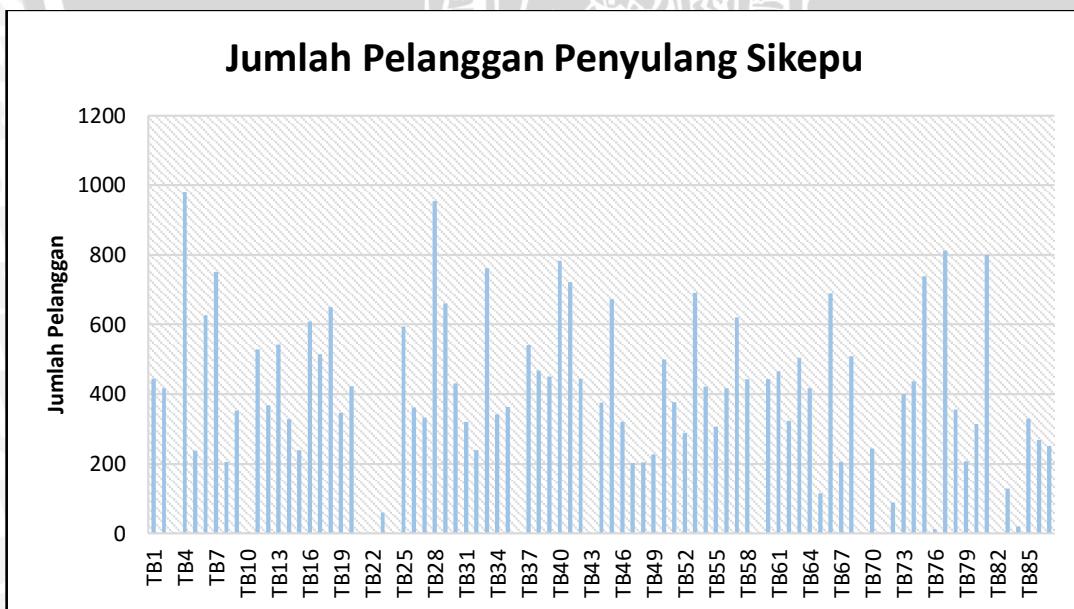
NOMOR TRAFO	NOMOR TITIK BEBAN	JUMLAH PELANGGAN	NOMOR TRAFO	NOMOR TITIK BEBAN	JUMLAH PELANGGAN
HE264	TB1	445	HE296	TB35	363
HE094	TB2	417	HE351	TB36	1
HE289	TB3	1	HE092	TB37	541
HE126	TB4	980	HE113	TB38	468
HE191	TB5	238	HE257	TB39	450
HE095	TB6	626	HE041	TB40	782
HE098	TB7	750	HE064	TB41	721
HE321	TB8	205	HE269	TB42	445
HE127	TB9	353	HE343	TB43	1
HE322	TB10	3	HE042	TB44	375
HE097	TB11	529	HE093	TB45	673
HE284	TB12	367	HE190	TB46	321
HE125	TB13	542	HE339	TB47	202
HE265	TB14	328	HE223	TB48	204
HE260	TB15	239	HE118	TB49	227
HE123	TB16	608	HE117	TB50	499
HE273	TB17	515	HE119	TB51	377
HE124	TB18	649	HE120	TB52	288
HE320	TB19	346	HE272	TB53	691
HE122	TB20	423	HE102	TB54	421
HE348	TB21	1	HE101	TB55	307
HE323	TB22	1	HE242	TB56	417
HE199	TB23	60	HE100	TB57	621
HE324	TB24	1	HE330	TB58	442
HE121	TB25	595	HE305	TB59	1
HE294	TB26	362	HE056	TB60	442
HE096	TB27	332	HE281	TB61	466
HE116	TB28	955	HE055	TB62	323
HE144	TB29	660	HE091	TB63	504
HE105	TB30	431	HE114	TB64	417
HE106	TB31	321	HE209	TB65	115
HE317	TB32	239	HE226	TB66	690
HE104	TB33	761	HE179	TB67	205
HE291	TB34	342	HE054	TB68	509

**Tabel 4.2 Tabel Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu (bagian 2)**

NOMOR TRAFO	NOMOR TITIK BEBAN	JUMLAH PELANGGAN	NOMOR TRAFO	NOMOR TITIK BEBAN	JUMLAH PELANGGAN
HE283	TB69	1	HE193	TB79	207
HE263	TB70	244	HE315	TB80	314
HE335	TB71	1	HE053	TB81	800
HE251	TB72	89	HE292	TB82	1
HE299	TB73	400	HE255	TB83	129
HE035	TB74	436	HE266	TB84	20
HE034	TB75	738	HE139	TB85	330
HE293	TB76	13	HE145	TB86	268
HE051	TB77	812	HE180	TB87	252
HE052	TB78	356	Grand Total		32.545

Sumber : PT. PLN ( Persero ) APJ Mojokerto

Dari Tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa trafo HE126 atau TB4 adalah trafo yang jumlah pelanggannya terbanyak dalam penyulang ini, yakni 980 pelanggan listrik. Sedangkan jumlah pelanggan paling sedikit adalah 1 pelanggan, ini dikarenakan terdapat pelanggan industri yang membutuhkan daya yang besar. Sehingga dari data jumlah pelanggan yang terdapat pada Penyulang Sikepu dapat dibuat grafik jumlah pelanggan Penyulang Sikepu yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 :

**Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Pelanggan Penyulang Sikepu**

#### 4.1.2 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu

Seperti yang dapat dilihat pada *single line diagram* Penyulang Sikepu, bahwa Penyulang ini terdiri dari 126 saluran udara dengan panjang total sebesar. Data jumlah pelanggan tiap titik beban dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4 :

**Tabel 4.3 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu (bagian 1)**

Saluran Udara	Panjang Saluran (km)
1	2,529
2	0,809
3	0,202
4	1,517
5	1,619
6	0,405
7	0,910
8	1,113
9	0,405
10	0,708
11	0,607
12	0,607
13	0,303
14	1,012
15	0,961
16	0,405
17	0,607
18	0,506
19	0,202
20	0,405
21	0,303
22	0,405
23	0,303
24	0,202
25	0,303
26	0,303
27	0,354
28	0,405
29	0,405
30	0,405
31	0,506
32	1,113

Saluran Udara	Panjang Saluran (km)
33	0,607
34	0,253
35	0,506
36	1,113
37	1,163
38	1,012
39	0,607
40	0,405
41	0,202
42	1,517
43	1,214
44	0,506
45	0,202
46	0,354
47	0,253
48	0,607
49	0,506
50	0,303
51	1,214
52	1,012
53	0,506
54	0,607
55	0,809
56	0,405
57	0,303
58	0,101
59	0,202
60	0,303
61	0,405
62	0,303
63	0,506
64	1,619

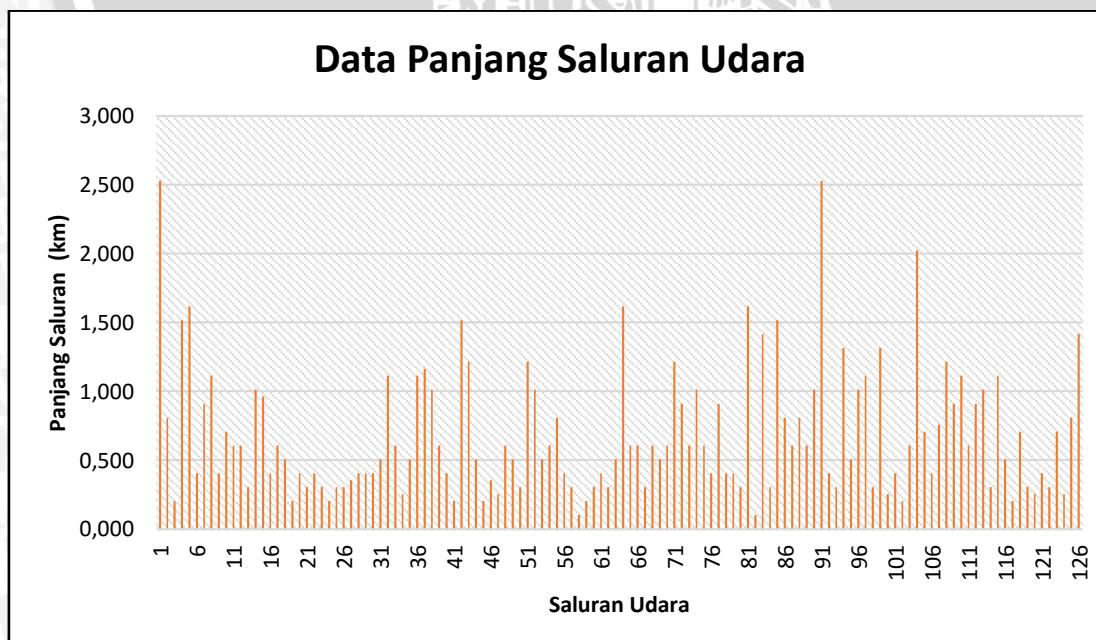
Saluran Udara	Panjang Saluran (km)
65	0,607
66	0,607
67	0,303
68	0,607
69	0,506
70	0,607
71	1,214
72	0,910
73	0,607
74	1,012
75	0,607
76	0,405
77	0,910
78	0,405
79	0,405
80	0,303
81	1,619
82	0,101
83	1,416
84	0,303
85	1,517
86	0,809
87	0,607
88	0,809
89	0,607
90	1,012
91	2,529
92	0,405
93	0,303
94	1,315
95	0,506
96	1,012

**Tabel 4.4 Data Jarak Saluran Udara Penyulang Sikepu (bagian 2)**

Saluran Udara	Panjang Saluran (km)	Saluran Udara	Panjang Saluran (km)	Saluran Udara	Panjang Saluran (km)
97	1,113	107	0,759	117	0,202
98	0,303	108	1,214	118	0,708
99	1,315	109	0,910	119	0,303
100	0,253	110	1,113	120	0,253
101	0,405	111	0,607	121	0,405
102	0,202	112	0,910	122	0,303
103	0,607	113	1,012	123	0,708
104	2,023	114	0,303	124	0,253
105	0,708	115	1,113	125	0,809
106	0,405	116	0,506	126	1,416
				Total	86,495

Sumber : PT. PLN ( Persero ) Area Mojokerto

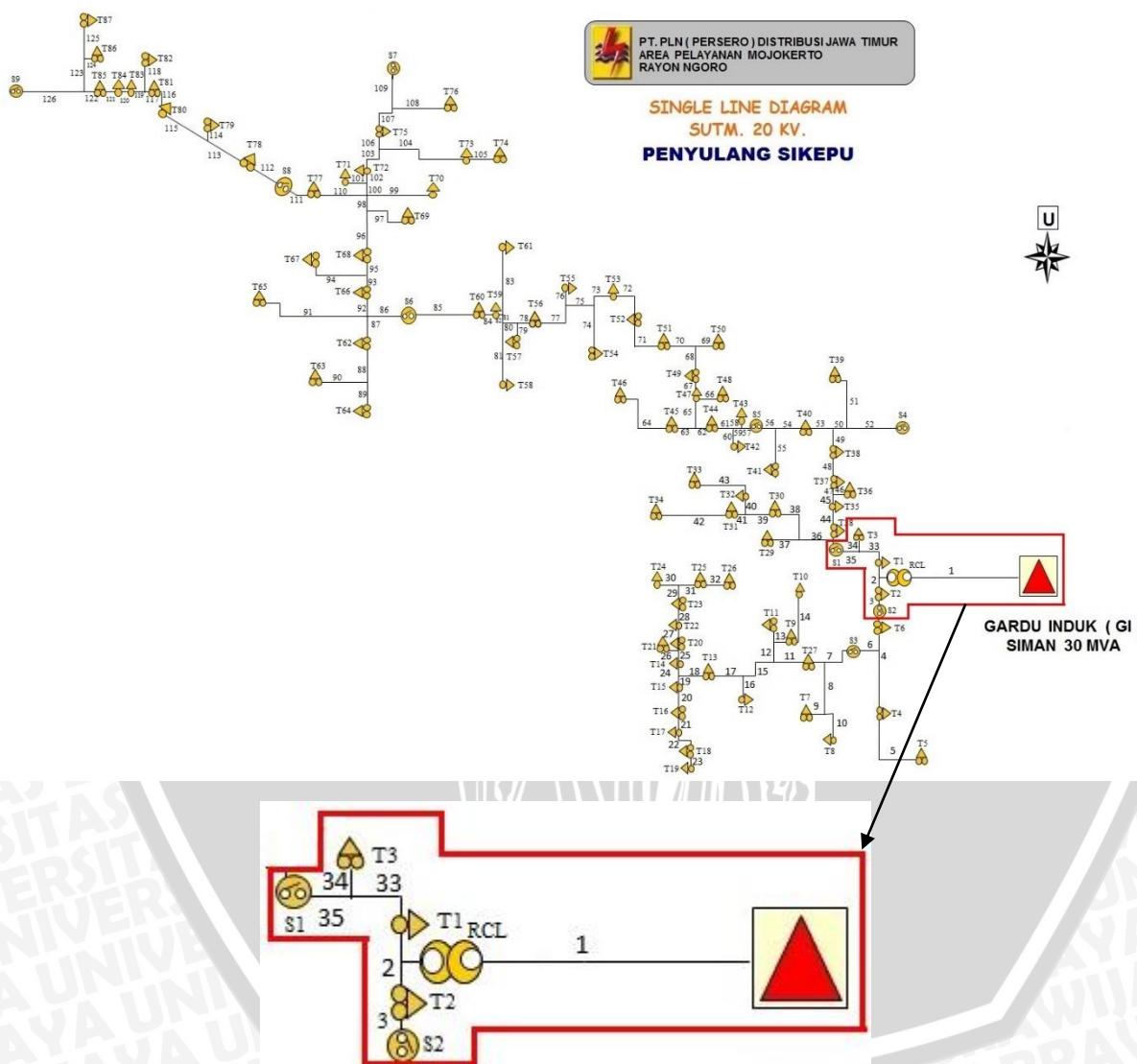
Dari Tabel 4.3 dan 4.4, diketahui bahwa saluran udara dengan panjang terpendek adalah 0,101 km yaitu pada saluran udara L58 dan L82 sedangkan panjang saluran paling terpanjang adalah 2,529 yaitu pada saluran udara L1 dan L91. Sehingga dari data panjang saluran udara yang terdapat pada Penyulang Sikepu dapat dibuat grafik panjang tiap saluran Penyulang Sikepu yang dapat dilihat pada gambar 4.3 :

**Gambar 4. 3 Grafik Data Jarak Saluran Udara**

## 4.2 Perhitungan Indeks Keandalan

### 4.2.1 Section I

Dalam topologi jaringan penyulang Sikepu, *Section I* adalah pembagian wilayah jaringan yang pertama. Dari gardu induk Siman melalui PMT pada kubikel hingga melaui peralatan *Recloser* yang berfungsi mengamankan penyulang agar gangguan tidak sampai masuk pada PMT di gardu induk. Untuk pembagian dari *section I* bisa dilihat pada gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4. 4 Single Line Diagram Section I

Dari *section I* ini nanti akan ditampilkan daftar mode kegagalan peralatan distribusi yang ada pada *section I*, akan dihitung dan ditampilkan laju kegagalan peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Sikepu selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu

pemindahan) peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section I* Penyulang Sikepu. *Section I* Penyulang Sikepu terdiri dari 13 peralatan distribusi yakni, satu buah Pemutus Tenaga PMT, satu buah Recloser RCL, tiga buah trafo distribusi T1 hingga T3, dua buah *Sectionalizer* S1 dan S2, serta enam buah saluran udara L1 hingga L3 dan L33 hingga L35. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section I* ditampilkan pada Tabel 4.5 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.6 dan 4.7.

**Tabel 4.5 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section I***

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	Pemutus Tenaga PMT	TB1 - TB87	-
2	Recloser RCL	TB1 - TB87	-
3	Sectionalizer S1	TB1 - TB87	-
4	Sectionalizer S2	TB1 - TB87	-
5	Titik Beban TB1	TB1	-
6	Titik Beban TB2	TB2	-
7	Titik Beban TB3	TB3	-
8	Saluran Udara L1	TB1 - TB87	-
9	Saluran Udara L2	TB1 - TB87	-
10	Saluran Udara L3	TB1 - TB87	-
11	Saluran Udara L33	TB1 - TB87	-
12	Saluran Udara L34	TB1 - TB87	-
13	Saluran Udara L35	TB1 - TB87	-

**Tabel 4.6 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada *section I* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	Pemutus Tenaga PMT	0,004		10	0,15
2	Recloser RCL	0,005		10	0,15
3	Sectionalizer S1	0,003		10	0,15
4	Sectionalizer S2	0,003		10	0,15
5	Titik Beban TB1	0,005		10	0,15
6	Titik Beban TB2	0,005		10	0,15
7	Titik Beban TB3	0,005		10	0,15
8	Saluran Udara L1	0,2	2,529	3	0,15



**Tabel 4.7 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section I (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
9	Saluran Udara L2	0,2	0,809	3	0,15
10	Saluran Udara L3	0,2	0,202	3	0,15
11	Saluran Udara L33	0,2	0,607	3	0,15
12	Saluran Udara L34	0,2	0,253	3	0,15
13	Saluran Udara L35	0,2	0,506	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 :

**Tabel 4.8 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB1**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB1				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	Pemutus Tenaga PMT	0,004		0,004
2	Recloser RCL	0,005		0,005
3	Sectionalizer S1	0,003		0,003
4	Sectionalizer S2	0,003		0,003
5	Titik Beban TB1	0,005		0,005
6	Saluran Udara L1	0,2	2,529	0,5058
7	Saluran Udara L2	0,2	0,809	0,1618
8	Saluran Udara L3	0,2	0,202	0,0404
9	Saluran Udara L33	0,2	0,607	0,1214
10	Saluran Udara L34	0,2	0,253	0,0506
11	Saluran Udara L35	0,2	0,506	0,1012
				Total 1,0012

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan ( $\bar{U}$ ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.9 :

**Tabel 4.9 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB1**

No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Pemutus Tenaga	0,004	10	0,15	0,04
2	Recloser	0,005	10	0,15	0,05
3	Sectionalizer S1	0,003	10	0,15	0,03
4	Sectionalizer S2	0,003	10	0,15	0,03
5	Titik Beban TB1	0,005	10	0,15	0,05
6	Saluran Udara L1	0,5058	3	0,15	1,5174
7	Saluran Udara L2	0,1618	3	0,15	0,4854
8	Saluran Udara L3	0,0404	3	0,15	0,1212
9	Saluran Udara L33	0,1214	3	0,15	0,3642
10	Saluran Udara L34	0,0506	3	0,15	0,1518
11	Saluran Udara L35	0,1012	3	0,15	0,3036
Total					3,1436

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) yang ada pada *section I* bisa dilihat pada Tabel 4.10, 4.11 dan 4.12 :

**Tabel 4.10 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada Section I (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	1,0012	3,1436
2	TB2	1,0012	3,1436
3	TB3	1,0012	3,1436
4	TB4	0,9962	3,0936
5	TB5	0,9962	3,0936
6	TB6	0,9962	3,0936
7	TB7	0,9962	3,0936
8	TB8	0,9962	3,0936
9	TB9	0,9962	3,0936
10	TB10	0,9962	3,0936
11	TB11	0,9962	3,0936
12	TB12	0,9962	3,0936
13	TB13	0,9962	3,0936
14	TB14	0,9962	3,0936
15	TB15	0,9962	3,0936
16	TB16	0,9962	3,0936
17	TB17	0,9962	3,0936



**Tabel 4.11 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section I (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
18	TB18	0,9962	3,0936
19	TB19	0,9962	3,0936
20	TB20	0,9962	3,0936
21	TB21	0,9962	3,0936
22	TB22	0,9962	3,0936
23	TB23	0,9962	3,0936
24	TB24	0,9962	3,0936
25	TB25	0,9962	3,0936
26	TB26	0,9962	3,0936
27	TB27	0,9962	3,0936
28	TB28	0,9962	3,0936
29	TB29	0,9962	3,0936
30	TB30	0,9962	3,0936
31	TB31	0,9962	3,0936
32	TB32	0,9962	3,0936
33	TB33	0,9962	3,0936
34	TB34	0,9962	3,0936
35	TB35	0,9962	3,0936
36	TB36	0,9962	3,0936
37	TB37	0,9962	3,0936
38	TB38	0,9962	3,0936
39	TB39	0,9962	3,0936
40	TB40	0,9962	3,0936
41	TB41	0,9962	3,0936
42	TB42	0,9962	3,0936
43	TB43	0,9962	3,0936
44	TB44	0,9962	3,0936
45	TB45	0,9962	3,0936
46	TB46	0,9962	3,0936
47	TB47	0,9962	3,0936
48	TB48	0,9962	3,0936
49	TB49	0,9962	3,0936
50	TB50	0,9962	3,0936
51	TB51	0,9962	3,0936
52	TB52	0,9962	3,0936
53	TB53	0,9962	3,0936
54	TB54	0,9962	3,0936
55	TB55	0,9962	3,0936
56	TB56	0,9962	3,0936

**Tabel 4.12 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada Section I (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
57	TB57	0,9962	3,0936
58	TB58	0,9962	3,0936
59	TB59	0,9962	3,0936
60	TB60	0,9962	3,0936
61	TB61	0,9962	3,0936
62	TB62	0,9962	3,0936
63	TB63	0,9962	3,0936
64	TB64	0,9962	3,0936
65	TB65	0,9962	3,0936
66	TB66	0,9962	3,0936
67	TB67	0,9962	3,0936
68	TB68	0,9962	3,0936
69	TB69	0,9962	3,0936
70	TB70	0,9962	3,0936
71	TB71	0,9962	3,0936
72	TB72	0,9962	3,0936
73	TB73	0,9962	3,0936
74	TB74	0,9962	3,0936
75	TB75	0,9962	3,0936
76	TB76	0,9962	3,0936
77	TB77	0,9962	3,0936
78	TB78	0,9962	3,0936
79	TB79	0,9962	3,0936
80	TB80	0,9962	3,0936
81	TB81	0,9962	3,0936
82	TB82	0,9962	3,0936
83	TB83	0,9962	3,0936
84	TB84	0,9962	3,0936
85	TB85	0,9962	3,0936
86	TB86	0,9962	3,0936
87	TB87	0,9962	3,0936

Pada load point 1, kondisi yang dialami semua peralatan yang ada didalamnya hanya kondisi waktu pemadaman dan tidak ada peralatan yang mengalami kondisi waktu pemindahan, jadi untuk mencari durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ), kondisi yang dipergunakan yaitu kondisi waktu pemadaman. Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB 1 pada *section I* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB1 = \frac{1,0012 \times 445}{32545} = 0,013689783$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB1 pada *section I* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\bar{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB1 = \frac{3,1436 \times 445}{32545} = 0,042983623$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB1, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section I*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section I* bisa dilihat pada Tabel 4.13, 4.14 dan 4.15 :

**Tabel 4.13 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section I* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,013689783	0,042983623
2	TB2	0,012828404	0,040279035
3	TB3	3,07636E-05	9,65924E-05
4	TB4	0,029997726	0,094660562
5	TB5	0,007285162	0,022988994
6	TB6	0,019161813	0,060466849
7	TB7	0,022957444	0,072444308
8	TB8	0,006275035	0,019801444
9	TB9	0,010805303	0,034097121
10	TB10	9,18298E-05	0,000289777

**Tabel 4.14 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section I* (bagian 2)**

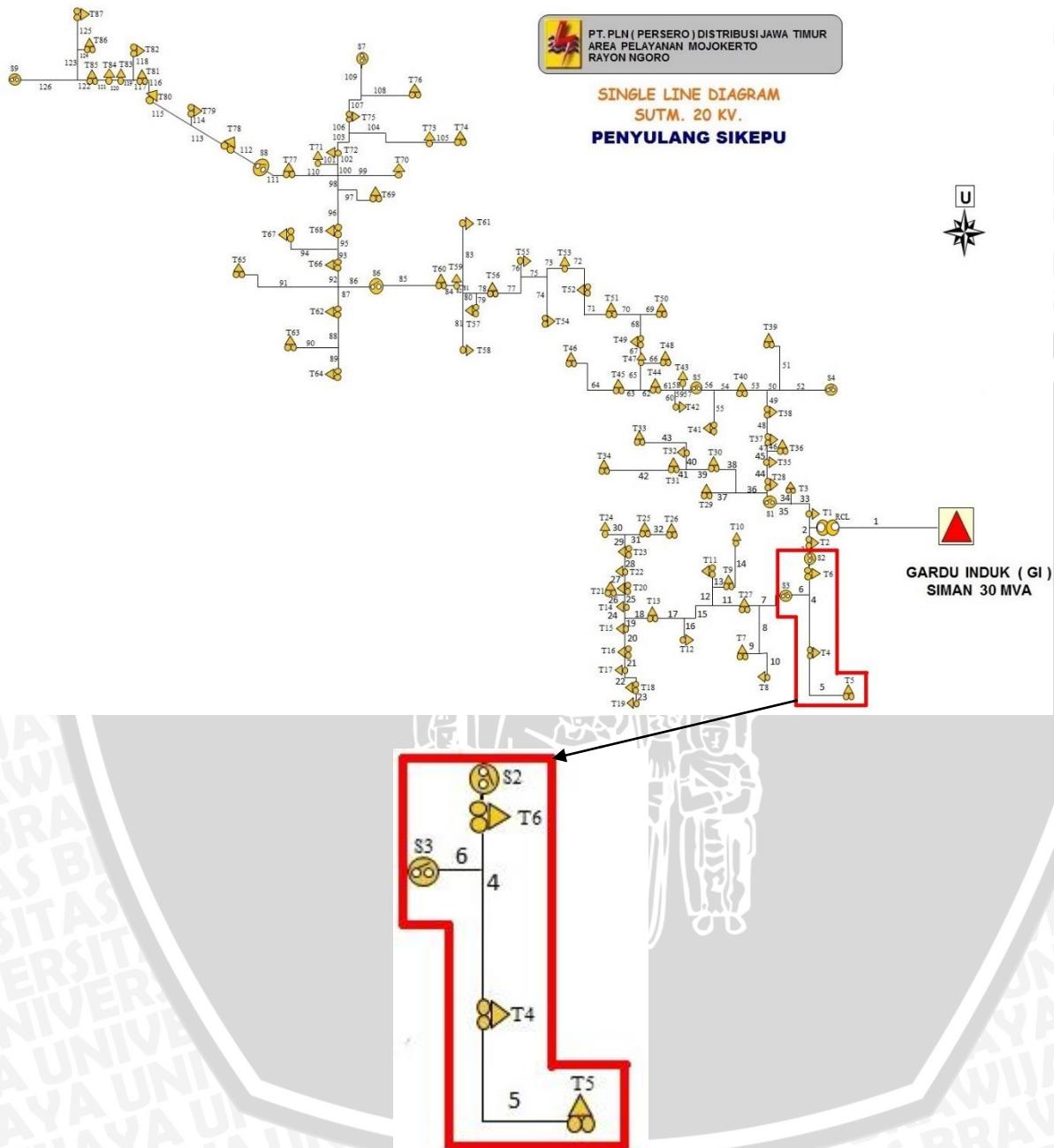
No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
11	TB11	0,01619265	0,051097385
12	TB12	0,011233842	0,035449415
13	TB13	0,016590579	0,052353086
14	TB14	0,010040055	0,031682311
15	TB15	0,007315772	0,023085586
16	TB16	0,018610834	0,058728186
17	TB17	0,015764111	0,049745091
18	TB18	0,019865841	0,062688474
19	TB19	0,010591034	0,033420974
20	TB20	0,012947998	0,04085859
21	TB21	3,06099E-05	9,65924E-05
22	TB22	3,06099E-05	9,65924E-05
23	TB23	0,001836595	0,005795545
24	TB24	3,06099E-05	9,65924E-05
25	TB25	0,018212905	0,057472484
26	TB26	0,011080793	0,034966453
27	TB27	0,010162495	0,03206868
28	TB28	0,029232478	0,092245752
29	TB29	0,02020255	0,063750991
30	TB30	0,013192878	0,041631329
31	TB31	0,009825786	0,031006164
32	TB32	0,007315772	0,023085586
33	TB33	0,023294153	0,073506824
34	TB34	0,010468594	0,033034604
35	TB35	0,011111403	0,035063045
36	TB36	3,06099E-05	9,65924E-05
37	TB37	0,016559969	0,052256494
38	TB38	0,014325445	0,045205248
39	TB39	0,013774466	0,043466585
40	TB40	0,023936961	0,075535265
41	TB41	0,022069756	0,069643128
42	TB42	0,013621417	0,042983623
43	TB43	3,06099E-05	9,65924E-05
44	TB44	0,011478722	0,036222154
45	TB45	0,020600479	0,065006692
46	TB46	0,009825786	0,031006164
47	TB47	0,006183205	0,019511667
48	TB48	0,006244425	0,019704852
49	TB49	0,006948453	0,021926477

**Tabel 4.15 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section I* (bagian 3)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
50	TB50	0,015274352	0,048199613
51	TB51	0,011539942	0,036415339
52	TB52	0,008815658	0,027818614
53	TB53	0,021151458	0,066745356
54	TB54	0,012886778	0,040665405
55	TB55	0,009397247	0,02965387
56	TB56	0,012764339	0,040279035
57	TB57	0,019008763	0,059983887
58	TB58	0,013529587	0,042693845
59	TB59	3,06099E-05	9,65924E-05
60	TB60	0,013529587	0,042693845
61	TB61	0,014264225	0,045012063
62	TB62	0,009887006	0,031199349
63	TB63	0,015427402	0,048682575
64	TB64	0,012764339	0,040279035
65	TB65	0,003520141	0,011108127
66	TB66	0,021120848	0,066648763
67	TB67	0,006275035	0,019801444
68	TB68	0,015580452	0,049165537
69	TB69	3,06099E-05	9,65924E-05
70	TB70	0,007468822	0,023568548
71	TB71	3,06099E-05	9,65924E-05
72	TB72	0,002724283	0,008596725
73	TB73	0,01224397	0,038636964
74	TB74	0,013345927	0,042114291
75	TB75	0,022590124	0,071285199
76	TB76	0,000397929	0,001255701
77	TB77	0,024855259	0,078433037
78	TB78	0,010897133	0,034386898
79	TB79	0,006336254	0,019994629
80	TB80	0,009611516	0,030330017
81	TB81	0,02448794	0,077273928
82	TB82	3,06099E-05	9,65924E-05
83	TB83	0,00394868	0,012460421
84	TB84	0,000612198	0,001931848
85	TB85	0,010101275	0,031875495
86	TB86	0,00820346	0,025886766
87	TB87	0,007713701	0,024341287
Total		0,996332586	3,1436

Berdasarkan Tabel 4.13, Tabel 4.14, dan Tabel 4.15, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section I* dengan nilai 0,996332586 kali/tahun dan 3,1436 jam/tahun.

#### 4.2.2 Section II



Gambar 4. 5 Single Line Diagram Section II

*Section II* adalah pembagian wilayah jaringan yang kedua. Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *Section I* menuju ke arah selatan hingga menuju kepada *Sectionalizer S3*. 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 laju kegagalan peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Sikepu selama satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section II* Penyulang Sikepu. *Section II* Penyulang Sikepu terdiri dari 8 peralatan distribusi yakni, tiga buah trafo distribusi T4 hingga T6, dua buah *Sectionalizer* S2 dan S3, serta tiga buah saluran udara L4 hingga L6.

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 L4, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section II* hingga *section III* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan titik beban TB1 – TB3 dan TB28 – TB87 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Sehingga pada analisis ini, semua peralatan distribusi harus didaftarkan pada mode kegagalannya masing masing. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section II* ditampilkan pada Tabel 4.16 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.16 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section II***

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer</i> S2	TB4 – TB27	TB1 – TB 3 dan TB28 – TB87
2	<i>Sectionalizer</i> S3	TB4 – TB27	TB1 – TB 3 dan TB28 – TB87
3	Titik Beban TB4	TB4	-
4	Titik Beban TB5	TB5	-
5	Titik Beban TB6	TB6	-
6	Saluran Udara L4	TB4 – TB27	TB1 – TB 3 dan TB28 – TB87
7	Saluran Udara L5	TB4 – TB27	TB1 – TB 3 dan TB28 – TB87
8	Saluran Udara L6	TB4 – TB27	TB1 – TB 3 dan TB28 – TB87

**Tabel 4.17 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section II**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadama n (jam)	Waktu Pemindaha n (jam)
1	<i>Sectionalizer S2</i>	0,003		10	0,15
2	<i>Sectionalizer S3</i>	0,003		10	0,15
3	Titik Beban TB4	0,005		10	0,15
4	Titik Beban TB5	0,005		10	0,15
5	Titik Beban TB6	0,005		10	0,15
6	Saluran Udara L4	0,2	1,517	3	0,15
7	Saluran Udara L5	0,2	1,619	3	0,15
8	Saluran Udara L6	0,2	0,405	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 :

**Tabel 4.18 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB4**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB4				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	<i>Sectionalizer S2</i>	0,003		0,003
2	<i>Sectionalizer S3</i>	0,003		0,003
3	Titik Beban TB4	0,005		0,005
4	Saluran Udara L4	0,2	1,517	0,3034
5	Saluran Udara L5	0,2	1,619	0,3238
6	Saluran Udara L6	0,2	0,405	0,081
				Total 0,7192

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan 4.20 :

**Tabel 4.19 Tabel Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) TB4 (bagian 1)**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB1					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S2	0,003	10	0,15	0,03

**Tabel 4.20 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB4 (bagian 2)**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB1					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
2	Sectionalizer S3	0,003	10	0,15	0,03
3	Titik Beban TB4	0,005	10	0,15	0,05
4	Saluran Udara L4	0,3034	3	0,15	0,9102
5	Saluran Udara L5	0,3238	3	0,15	0,9714
6	Saluran Udara L6	0,081	3	0,15	0,243
Total					2,2346

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) yang ada pada *section II* bisa dilihat pada Tabel 4.21, 4.22 dan 4.23 :

**Tabel 4.21 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada Section II (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	0,7142	0,10623
2	TB2	0,7142	0,10623
3	TB3	0,7142	0,10623
4	TB4	0,7192	2,2346
5	TB5	0,7192	2,2346
6	TB6	0,7192	2,2346
7	TB7	0,7142	2,1846
8	TB8	0,7142	2,1846
9	TB9	0,7142	2,1846
10	TB10	0,7142	2,1846
11	TB11	0,7142	2,1846
12	TB12	0,7142	2,1846
13	TB13	0,7142	2,1846
14	TB14	0,7142	2,1846
15	TB15	0,7142	2,1846
16	TB16	0,7142	2,1846
17	TB17	0,7142	2,1846
18	TB18	0,7142	2,1846
19	TB19	0,7142	2,1846
20	TB20	0,7142	2,1846
21	TB21	0,7142	2,1846
22	TB22	0,7142	2,1846

**Tabel 4.22 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section II (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
23	TB23	0,7142	2,1846
24	TB24	0,7142	2,1846
25	TB25	0,7142	2,1846
26	TB26	0,7142	2,1846
27	TB27	0,7142	2,1846
28	TB28	0,7142	0,10623
29	TB29	0,7142	0,10623
30	TB30	0,7142	0,10623
31	TB31	0,7142	0,10623
32	TB32	0,7142	0,10623
33	TB33	0,7142	0,10623
34	TB34	0,7142	0,10623
35	TB35	0,7142	0,10623
36	TB36	0,7142	0,10623
37	TB37	0,7142	0,10623
38	TB38	0,7142	0,10623
39	TB39	0,7142	0,10623
40	TB40	0,7142	0,10623
41	TB41	0,7142	0,10623
42	TB42	0,7142	0,10623
43	TB43	0,7142	0,10623
44	TB44	0,7142	0,10623
45	TB45	0,7142	0,10623
46	TB46	0,7142	0,10623
47	TB47	0,7142	0,10623
48	TB48	0,7142	0,10623
49	TB49	0,7142	0,10623
50	TB50	0,7142	0,10623
51	TB51	0,7142	0,10623
52	TB52	0,7142	0,10623
53	TB53	0,7142	0,10623
54	TB54	0,7142	0,10623
55	TB55	0,7142	0,10623
56	TB56	0,7142	0,10623
57	TB57	0,7142	0,10623
58	TB58	0,7142	0,10623
59	TB59	0,7142	0,10623
60	TB60	0,7142	0,10623
61	TB61	0,7142	0,10623



**Tabel 4.23 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section II (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
62	TB62	0,7142	0,10623
63	TB63	0,7142	0,10623
64	TB64	0,7142	0,10623
65	TB65	0,7142	0,10623
66	TB66	0,7142	0,10623
67	TB67	0,7142	0,10623
68	TB68	0,7142	0,10623
69	TB69	0,7142	0,10623
70	TB70	0,7142	0,10623
71	TB71	0,7142	0,10623
72	TB72	0,7142	0,10623
73	TB73	0,7142	0,10623
74	TB74	0,7142	0,10623
75	TB75	0,7142	0,10623
76	TB76	0,7142	0,10623
77	TB77	0,7142	0,10623
78	TB78	0,7142	0,10623
79	TB79	0,7142	0,10623
80	TB80	0,7142	0,10623
81	TB81	0,7142	0,10623
82	TB82	0,7142	0,10623
83	TB83	0,7142	0,10623
84	TB84	0,7142	0,10623
85	TB85	0,7142	0,10623
86	TB86	0,7142	0,10623
87	TB87	0,7142	0,10623

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyalang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB 4 pada *section II* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB4 = \frac{0,7192 \times 980}{32545} = 0,02165666$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyalur Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB4 pada *section II* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\ddot{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB4 = \frac{2,2346 \times 980}{32545} = 0,06728861$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB4, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section II*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section II* bisa dilihat pada Tabel 4.24, 4.25, dan 4.26 :

**Tabel 4.24 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section II* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,009765525	0,001453
2	TB2	0,009151065	0,001361
3	TB3	2,1945E-05	3,26E-06
4	TB4	0,02165666	0,067289
5	TB5	0,005259475	0,016342
6	TB6	0,013833744	0,042982
7	TB7	0,016458749	0,050344
8	TB8	0,004498725	0,013761
9	TB9	0,007746585	0,023695
10	TB10	6,5835E-05	0,000201
11	TB11	0,011608905	0,035509
12	TB12	0,008053815	0,024635
13	TB13	0,01189419	0,036382
14	TB14	0,00719796	0,022017
15	TB15	0,005244855	0,016043
16	TB16	0,01334256	0,040812
17	TB17	0,011301675	0,03457
18	TB18	0,014242305	0,043564



**Tabel 4.25 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section II* (bagian 2)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
19	TB19	0,00759297	0,023225
20	TB20	0,009282735	0,028394
21	TB21	2,1945E-05	6,71E-05
22	TB22	2,1945E-05	6,71E-05
23	TB23	0,0013167	0,004028
24	TB24	2,1945E-05	6,71E-05
25	TB25	0,013057275	0,03994
26	TB26	0,00794409	0,024299
27	TB27	0,00728574	0,022286
28	TB28	0,020957474	0,003117
29	TB29	0,014483699	0,002154
30	TB30	0,009458295	0,001407
31	TB31	0,007044345	0,001048
32	TB32	0,005244855	0,00078
33	TB33	0,016700144	0,002484
34	TB34	0,00750519	0,001116
35	TB35	0,007966035	0,001185
36	TB36	2,1945E-05	3,26E-06
37	TB37	0,011872245	0,001766
38	TB38	0,01027026	0,001528
39	TB39	0,00987525	0,001469
40	TB40	0,017160989	0,002553
41	TB41	0,015822344	0,002353
42	TB42	0,009765525	0,001453
43	TB43	2,1945E-05	3,26E-06
44	TB44	0,008229375	0,001224
45	TB45	0,014768984	0,002197
46	TB46	0,007044345	0,001048
47	TB47	0,00443289	0,000659
48	TB48	0,00447678	0,000666
49	TB49	0,004981515	0,000741
50	TB50	0,010950555	0,001629
51	TB51	0,008273265	0,001231
52	TB52	0,00632016	0,00094
53	TB53	0,015163994	0,002255
54	TB54	0,009238845	0,001374
55	TB55	0,006737115	0,001002
56	TB56	0,009151065	0,001361
57	TB57	0,013627845	0,002027

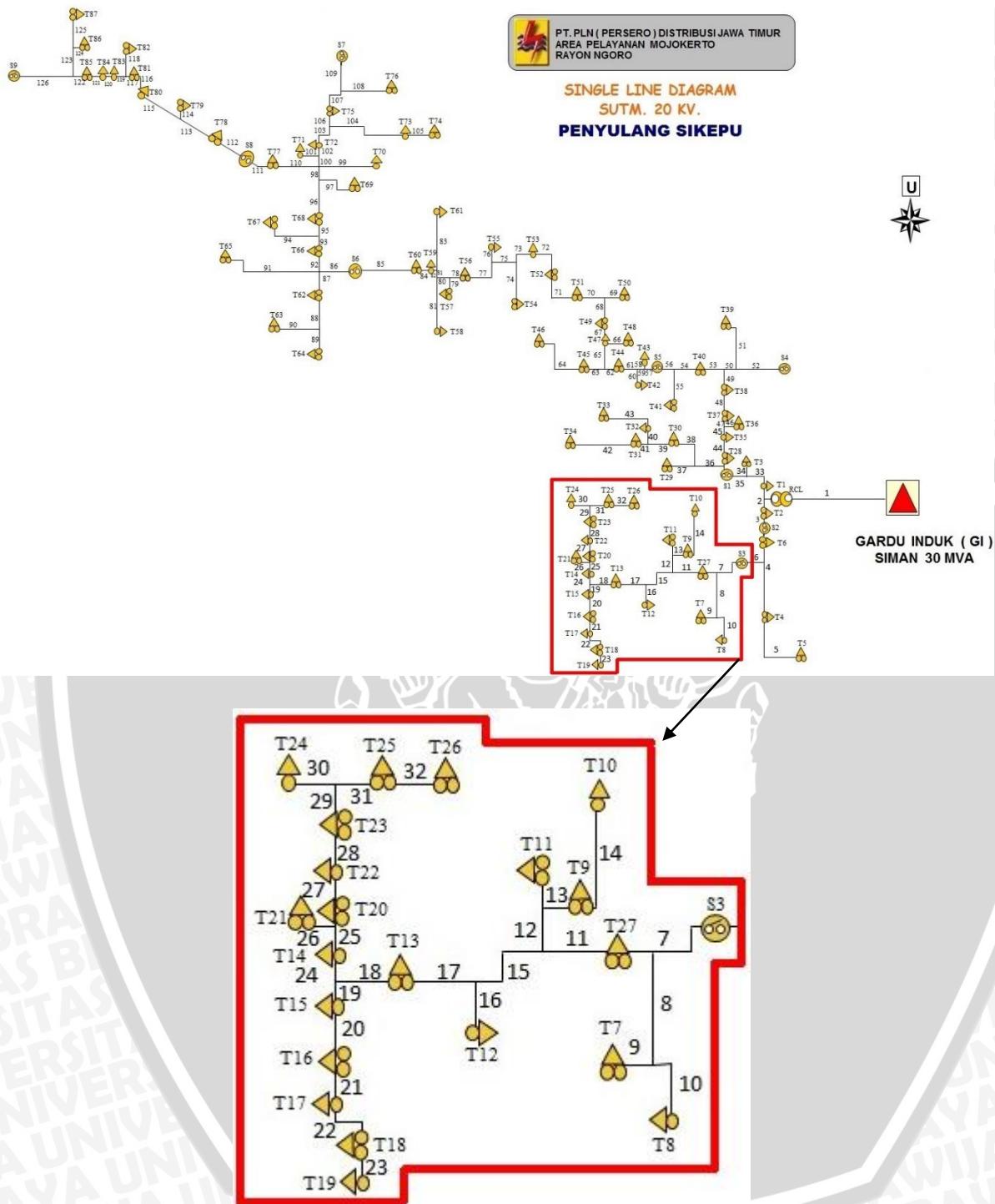
**Tabel 4.26 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section II* (bagian 3)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
58	TB58	0,00969969	0,001443
59	TB59	2,1945E-05	3,26E-06
60	TB60	0,00969969	0,001443
61	TB61	0,01022637	0,001521
62	TB62	0,007088235	0,001054
63	TB63	0,01106028	0,001645
64	TB64	0,009151065	0,001361
65	TB65	0,002523675	0,000375
66	TB66	0,015142049	0,002252
67	TB67	0,004498725	0,000669
68	TB68	0,011170005	0,001661
69	TB69	2,1945E-05	3,26E-06
70	TB70	0,00535458	0,000796
71	TB71	2,1945E-05	3,26E-06
72	TB72	0,001953105	0,000291
73	TB73	0,008778	0,001306
74	TB74	0,00956802	0,001423
75	TB75	0,016195409	0,002409
76	TB76	0,000285285	4,24E-05
77	TB77	0,017819339	0,00265
78	TB78	0,00781242	0,001162
79	TB79	0,004542615	0,000676
80	TB80	0,00689073	0,001025
81	TB81	0,017555999	0,002611
82	TB82	2,1945E-05	3,26E-06
83	TB83	0,002830905	0,000421
84	TB84	0,0004389	6,53E-05
85	TB85	0,00724185	0,001077
86	TB86	0,00588126	0,000875
87	TB87	0,00553014	0,000823
Total		0,7144833	0,6872

Berdasarkan Tabel 4.24, Tabel 4.25, dan Tabel 4.26, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section II* dengan nilai 0,7144833 kali/tahun dan 0,6872 jam/tahun.



#### 4.2.3 Section III



Gambar 4. 6 Single Line Diagram Section III

*Section III* adalah pembagian wilayah jaringan yang ketiga. Dari gambar 4.6 dapat dilihat *Sectionalizer S3* menuju ujung barat dari *Sectionalizer S3*. 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 laju kegagalan peralatan

distribusi pada *section III* Penyulang Sikepu selama satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section III* Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section III* Penyulang Sikepu. *Section III* Penyulang Sikepu terdiri dari 48 peralatan distribusi yakni, 21 buah trafo distribusi T7 hingga T27, satu buah *Sectionalizer S3*, serta 26 buah saluran udara L7 hingga L32. 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 L7, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section III* lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan titik beban TB1 – TB6 dan TB28 – TB87 hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section III* ditampilkan pada Tabel 4.27, 4.28, dan 4.29 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.30 dan 4.31.

**Tabel 4.27 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section III* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer S3</i>	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
2	Titik Beban TB7	TB7	-
3	Titik Beban TB8	TB8	-
4	Titik Beban TB9	TB9	-
5	Titik Beban TB10	TB10	-
6	Titik Beban TB11	TB11	-
7	Titik Beban TB12	TB12	-
8	Titik Beban TB13	TB13	-
9	Titik Beban TB14	TB14	-
10	Titik Beban TB15	TB15	-



**Tabel 4.28 Tabel mode kegagalan peralatan pada section III (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
11	Titik Beban TB16	TB16	-
12	Titik Beban TB17	TB17	-
13	Titik Beban TB18	TB18	-
14	Titik Beban TB19	TB19	-
15	Titik Beban TB20	TB20	-
16	Titik Beban TB21	TB21	-
17	Titik Beban TB22	TB22	-
18	Titik Beban TB23	TB23	-
19	Titik Beban TB24	TB24	-
20	Titik Beban TB25	TB25	-
21	Titik Beban TB26	TB26	-
22	Titik Beban TB27	TB27	-
23	Saluran Udara L7	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
24	Saluran Udara L8	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
25	Saluran Udara L9	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
26	Saluran Udara L10	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
27	Saluran Udara L11	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
28	Saluran Udara L12	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
29	Saluran Udara L13	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
30	Saluran Udara L14	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
31	Saluran Udara L15	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
32	Saluran Udara L16	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
33	Saluran Udara L17	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
34	Saluran Udara L18	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
35	Saluran Udara L19	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
36	Saluran Udara L20	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
37	Saluran Udara L21	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
38	Saluran Udara L22	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
39	Saluran Udara L23	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
40	Saluran Udara L24	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
41	Saluran Udara L25	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
42	Saluran Udara L26	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
43	Saluran Udara L27	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
44	Saluran Udara L28	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
45	Saluran Udara L29	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
46	Saluran Udara L30	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87

**Tabel 4.29 Tabel mode kegagalan peralatan pada section III (bagian 3)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
47	Saluran Udara L31	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87
48	Saluran Udara L32	TB7 – TB27	TB1 – TB 6 dan TB28 – TB87

**Tabel 4.30 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section III (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	<i>Sectionalizer S3</i>	0,003	-	10	0,15
2	Titik Beban TB7	0,005	-	10	0,15
3	Titik Beban TB8	0,005	-	10	0,15
4	Titik Beban TB9	0,005	-	10	0,15
5	Titik Beban TB10	0,005	-	10	0,15
6	Titik Beban TB11	0,005	-	10	0,15
7	Titik Beban TB12	0,005	-	10	0,15
8	Titik Beban TB13	0,005	-	10	0,15
9	Titik Beban TB14	0,005	-	10	0,15
10	Titik Beban TB15	0,005	-	10	0,15
11	Titik Beban TB16	0,005	-	10	0,15
12	Titik Beban TB17	0,005	-	10	0,15
13	Titik Beban TB18	0,005	-	10	0,15
14	Titik Beban TB19	0,005	-	10	0,15
15	Titik Beban TB20	0,005	-	10	0,15
16	Titik Beban TB21	0,005	-	10	0,15
17	Titik Beban TB22	0,005	-	10	0,15
18	Titik Beban TB23	0,005	-	10	0,15
19	Titik Beban TB24	0,005	-	10	0,15
20	Titik Beban TB25	0,005	-	10	0,15
21	Titik Beban TB26	0,005	-	10	0,15
22	Titik Beban TB27	0,005	-	10	0,15
23	Saluran Udara L7	0,2	0,9105	3	0,15
24	Saluran Udara L8	0,2	1,1128	3	0,15
25	Saluran Udara L9	0,2	0,4047	3	0,15
26	Saluran Udara L10	0,2	0,7081	3	0,15



**Tabel 4.31 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section III (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
27	Saluran Udara L11	0,2	0,6070	3	0,15
28	Saluran Udara L12	0,2	0,6070	3	0,15
29	Saluran Udara L13	0,2	0,3035	3	0,15
30	Saluran Udara L14	0,2	1,0116	3	0,15
31	Saluran Udara L15	0,2	0,9611	3	0,15
32	Saluran Udara L16	0,2	0,4047	3	0,15
33	Saluran Udara L17	0,2	0,6070	3	0,15
34	Saluran Udara L18	0,2	0,5058	3	0,15
35	Saluran Udara L19	0,2	0,2023	3	0,15
36	Saluran Udara L20	0,2	0,4047	3	0,15
37	Saluran Udara L21	0,2	0,3035	3	0,15
38	Saluran Udara L22	0,2	0,4047	3	0,15
39	Saluran Udara L23	0,2	0,3035	3	0,15
40	Saluran Udara L24	0,2	0,2023	3	0,15
41	Saluran Udara L25	0,2	0,3035	3	0,15
42	Saluran Udara L26	0,2	0,3035	3	0,15
43	Saluran Udara L27	0,2	0,3541	3	0,15
44	Saluran Udara L28	0,2	0,4047	3	0,15
45	Saluran Udara L29	0,2	0,4047	3	0,15
46	Saluran Udara L30	0,2	0,4047	3	0,15
47	Saluran Udara L31	0,2	0,5058	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.32 dan 4.33 :

**Tabel 4.32 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB7 (bagian 1)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB7				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	Sectionalizer S3	0,003		0,003
2	Titik Beban TB7	0,005		0,005
3	Saluran Udara L7	0,2	0,9105	0,1821
4	Saluran Udara L8	0,2	1,1128	0,2226
5	Saluran Udara L9	0,2	0,4047	0,0809

**Tabel 4.33 Tabel laju kegagalan (  $\lambda$  ) TB7 (bagian 2)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB7				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
6	Saluran Udara L10	0,2	0,7081	0,1416
7	Saluran Udara L11	0,2	0,6070	0,1214
8	Saluran Udara L12	0,2	0,6070	0,1214
9	Saluran Udara L13	0,2	0,3035	0,0607
10	Saluran Udara L14	0,2	1,0116	0,2023
11	Saluran Udara L15	0,2	0,9611	0,1922
12	Saluran Udara L16	0,2	0,4047	0,0809
13	Saluran Udara L17	0,2	0,6070	0,1214
14	Saluran Udara L18	0,2	0,5058	0,1012
15	Saluran Udara L19	0,2	0,2023	0,0405
16	Saluran Udara L20	0,2	0,4047	0,0809
17	Saluran Udara L21	0,2	0,3035	0,0607
18	Saluran Udara L22	0,2	0,4047	0,0809
19	Saluran Udara L23	0,2	0,3035	0,0607
20	Saluran Udara L24	0,2	0,2023	0,0405
21	Saluran Udara L25	0,2	0,3035	0,0607
22	Saluran Udara L26	0,2	0,3035	0,0607
23	Saluran Udara L27	0,2	0,3541	0,0708
24	Saluran Udara L28	0,2	0,4047	0,0809
25	Saluran Udara L29	0,2	0,4047	0,0809
26	Saluran Udara L30	0,2	0,4047	0,0809
27	Saluran Udara L31	0,2	0,5058	0,1012
28	Saluran Udara L32	0,2	1,1128	0,2226
				Total 2,7597

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (  $\bar{U}$  ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.34 :



**Tabel 4.34 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB7**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB7					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S3	0,003	10	0,15	0,0300
2	Titik Beban TB7	0,005	10	0,15	0,0500
3	Saluran Udara L7	0,18209	3	0,15	0,5463
4	Saluran Udara L8	0,22256	3	0,15	0,6677
5	Saluran Udara L9	0,08093	3	0,15	0,2428
6	Saluran Udara L10	0,14163	3	0,15	0,4249
7	Saluran Udara L11	0,1214	3	0,15	0,3642
8	Saluran Udara L12	0,1214	3	0,15	0,3642
9	Saluran Udara L13	0,0607	3	0,15	0,1821
10	Saluran Udara L14	0,20233	3	0,15	0,6070
11	Saluran Udara L15	0,19221	3	0,15	0,5766
12	Saluran Udara L16	0,08093	3	0,15	0,2428
13	Saluran Udara L17	0,1214	3	0,15	0,3642
14	Saluran Udara L18	0,10116	3	0,15	0,3035
15	Saluran Udara L19	0,04047	3	0,15	0,1214
16	Saluran Udara L20	0,08093	3	0,15	0,2428
17	Saluran Udara L21	0,0607	3	0,15	0,1821
18	Saluran Udara L22	0,08093	3	0,15	0,2428
19	Saluran Udara L23	0,0607	3	0,15	0,1821
20	Saluran Udara L24	0,04047	3	0,15	0,1214
21	Saluran Udara L25	0,0607	3	0,15	0,1821
22	Saluran Udara L26	0,0607	3	0,15	0,1821
23	Saluran Udara L27	0,07081	3	0,15	0,2124
24	Saluran Udara L28	0,08093	3	0,15	0,2428
25	Saluran Udara L29	0,08093	3	0,15	0,2428
26	Saluran Udara L30	0,08093	3	0,15	0,2428
27	Saluran Udara L31	0,10116	3	0,15	0,3035
28	Saluran Udara L32	0,22256	3	0,15	0,6677
Total					8,2550

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (  $\ddot{U}$  ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (  $\ddot{U}$  ) yang ada pada *section III* bisa dilihat pada Tabel 4.35, 4.36, dan 4.37 :



**Tabel 4.35 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section III (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	2,7547	0,4132
2	TB2	2,7547	0,4132
3	TB3	2,7547	0,4132
4	TB4	2,7547	0,4132
5	TB5	2,7547	0,4132
6	TB6	2,7547	0,4132
7	TB7	2,7597	8,2550
8	TB8	2,7597	8,2550
9	TB9	2,7597	8,2550
10	TB10	2,7597	8,2550
11	TB11	2,7597	8,2550
12	TB12	2,7597	8,2550
13	TB13	2,7597	8,2550
14	TB14	2,7597	8,2550
15	TB15	2,7597	8,2550
16	TB16	2,7597	8,2550
17	TB17	2,7597	8,2550
18	TB18	2,7597	8,2550
19	TB19	2,7597	8,2550
20	TB20	2,7597	8,2550
21	TB21	2,7597	8,2550
22	TB22	2,7597	8,2550
23	TB23	2,7597	8,2550
24	TB24	2,7597	8,2550
25	TB25	2,7597	8,2550
26	TB26	2,7597	8,2550
27	TB27	2,7597	8,2550
28	TB28	2,7547	0,4132
29	TB29	2,7547	0,4132
30	TB30	2,7547	0,4132
31	TB31	2,7547	0,4132
32	TB32	2,7547	0,4132
33	TB33	2,7547	0,4132
34	TB34	2,7547	0,4132
35	TB35	2,7547	0,4132

**Tabel 4.36 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section III (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
36	TB36	2,7547	0,4132
37	TB37	2,7547	0,4132
38	TB38	2,7547	0,4132
39	TB39	2,7547	0,4132
40	TB40	2,7547	0,4132
41	TB41	2,7547	0,4132
42	TB42	2,7547	0,4132
43	TB43	2,7547	0,4132
44	TB44	2,7547	0,4132
45	TB45	2,7547	0,4132
46	TB46	2,7547	0,4132
47	TB47	2,7547	0,4132
48	TB48	2,7547	0,4132
49	TB49	2,7547	0,4132
50	TB50	2,7547	0,4132
51	TB51	2,7547	0,4132
52	TB52	2,7547	0,4132
53	TB53	2,7547	0,4132
54	TB54	2,7547	0,4132
55	TB55	2,7547	0,4132
56	TB56	2,7547	0,4132
57	TB57	2,7547	0,4132
58	TB58	2,7547	0,4132
59	TB59	2,7547	0,4132
60	TB60	2,7547	0,4132
61	TB61	2,7547	0,4132
62	TB62	2,7547	0,4132
63	TB63	2,7547	0,4132
64	TB64	2,7547	0,4132
65	TB65	2,7547	0,4132
66	TB66	2,7547	0,4132
67	TB67	2,7547	0,4132
68	TB68	2,7547	0,4132
69	TB69	2,7547	0,4132
70	TB70	2,7547	0,4132
71	TB71	2,7547	0,4132

**Tabel 4.37 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section III (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
72	TB72	2,7547	0,4132
73	TB73	2,7547	0,4132
74	TB74	2,7547	0,4132
75	TB75	2,7547	0,4132
76	TB76	2,7547	0,4132
77	TB77	2,7547	0,4132
78	TB78	2,7547	0,4132
79	TB79	2,7547	0,4132
80	TB80	2,7547	0,4132
81	TB81	2,7547	0,4132
82	TB82	2,7547	0,4132
83	TB83	2,7547	0,4132
84	TB84	2,7547	0,4132
85	TB85	2,7547	0,4132
86	TB86	2,7547	0,4132
87	TB87	2,7547	0,4132

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB 7 pada *section III* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB7 = \frac{2,7597 \times 750}{32545} = 0,0635963$$

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

Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB7 pada *section III* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\bar{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB7 = \frac{8,2550 \times 750}{32545} = 0,190235706$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB7, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section III*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section III* bisa dilihat pada Tabel 4.38, 4.39 dan 4.40 :

**Tabel 4.38 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section III* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,0376654	0,005649812
2	TB2	0,0352955	0,005294318
3	TB3	8,464E-05	1,26962E-05
4	TB4	0,0829486	0,012442283
5	TB5	0,0201446	0,003021697
6	TB6	0,0529855	0,007947826
7	TB7	0,0635963	0,190235706
8	TB8	0,017383	0,05199776
9	TB9	0,0299326	0,089537606
10	TB10	0,0002544	0,000760943
11	TB11	0,0448566	0,134179585
12	TB12	0,0311198	0,093088672
13	TB13	0,0459589	0,137477004
14	TB14	0,0278128	0,083196415
15	TB15	0,020266	0,060621778
16	TB16	0,0515554	0,154217746
17	TB17	0,0436694	0,130628518
18	TB18	0,055032	0,164617298
19	TB19	0,0293391	0,087762072
20	TB20	0,0358683	0,107292938
21	TB21	8,48E-05	0,000253648
22	TB22	8,48E-05	0,000253648
23	TB23	0,0050877	0,015218856
24	TB24	8,48E-05	0,000253648

**Tabel 4.39 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section III (bagian 2)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
25	TB25	0,050453	0,150920327
26	TB26	0,0306958	0,091820434
27	TB27	0,0281519	0,084211006
28	TB28	0,0808325	0,012124878
29	TB29	0,0558633	0,008379497
30	TB30	0,0364804	0,005472065
31	TB31	0,0271699	0,004075483
32	TB32	0,0202293	0,003034394
33	TB33	0,0644121	0,009661814
34	TB34	0,0289474	0,004342103
35	TB35	0,0307248	0,004608723
36	TB36	8,464E-05	1,26962E-05
37	TB37	0,045791	0,006868648
38	TB38	0,0396122	0,005941825
39	TB39	0,0380886	0,005713293
40	TB40	0,0661896	0,009928434
41	TB41	0,0610264	0,009153966
42	TB42	0,0376654	0,005649812
43	TB43	8,464E-05	1,26962E-05
44	TB44	0,0317405	0,004761078
45	TB45	0,0569637	0,008544548
46	TB46	0,0271699	0,004075483
47	TB47	0,0170976	0,002564634
48	TB48	0,0172668	0,002590026
49	TB49	0,0192136	0,002882039
50	TB50	0,042236	0,006335407
51	TB51	0,0319098	0,00478647
52	TB52	0,0243767	0,003656508
53	TB53	0,0584872	0,008773079
54	TB54	0,035634	0,005345103
55	TB55	0,0259849	0,003897736
56	TB56	0,0352955	0,005294318
57	TB57	0,0525623	0,007884345
58	TB58	0,0374115	0,005611724
59	TB59	8,464E-05	1,26962E-05
60	TB60	0,0374115	0,005611724
61	TB61	0,0394429	0,005916433
62	TB62	0,0273392	0,004100875

**Tabel 4.40 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section III* (bagian 3)**

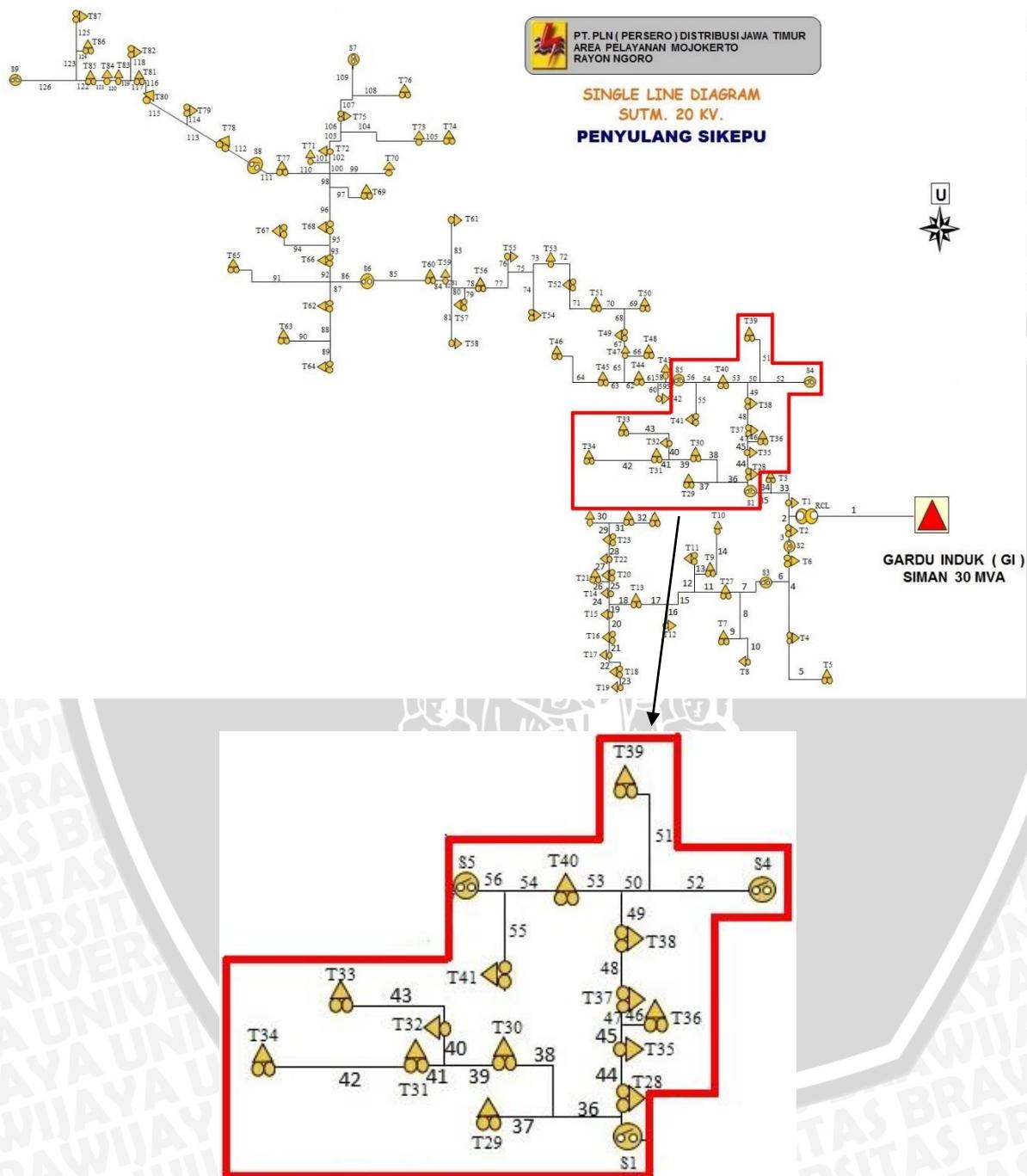
No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
63	TB63	0,0426593	0,006398889
64	TB64	0,0352955	0,005294318
65	TB65	0,0097338	0,001460064
66	TB66	0,0584026	0,008760383
67	TB67	0,0173515	0,002602723
68	TB68	0,0430825	0,00646237
69	TB69	8,464E-05	1,26962E-05
70	TB70	0,0206525	0,003097875
71	TB71	8,464E-05	1,26962E-05
72	TB72	0,0075331	0,001129962
73	TB73	0,0338566	0,005078483
74	TB74	0,0369036	0,005535546
75	TB75	0,0624653	0,009369801
76	TB76	0,0011003	0,000165051
77	TB77	0,0687288	0,01030932
78	TB78	0,0301323	0,00451985
79	TB79	0,0175208	0,002628115
80	TB80	0,0265774	0,003986609
81	TB81	0,0677131	0,010156966
82	TB82	8,464E-05	1,26962E-05
83	TB83	0,0109187	0,001637811
84	TB84	0,0016928	0,000253924
85	TB85	0,0279317	0,004189748
86	TB86	0,0226839	0,003402584
87	TB87	0,0213296	0,003199444
Total		2,7557613	2,150216717

Berdasarkan Tabel 4.38, Tabel 4.39, dan Tabel 4.40, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section III* dengan nilai 2,7557 kali/tahun dan 2,1502 jam/tahun.

#### 4.2.4 Section IV

*Section IV* adalah pembagian wilayah jaringan yang keempat. Dari gambar 4.7 dapat dilihat bahwa *Sectionalizer S1* menuju utara sampai dengan *Sectionalizer S4* dan *Sectionalizer S3*. 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 laju kegagalan peralatan distribusi pada *section IV* Penyulang Sikepu selama

satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada *section IV* Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section IV* Penyulang Sikepu.



**Gambar 4.7 Single Line Diagram Section IV**

*Section IV* Penyulang Sikepu terdiri dari 38 peralatan distribusi yakni, 14 buah trafo distribusi T28 hingga T41, tiga buah *Sectionalizer S1, S4, dan S5*, serta 21 buah saluran udara

L36 hingga L56. 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*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L36, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section IV* hingga ujung penyulang lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan titik beban sebelum *section IV* hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section IV* ditampilkan pada Tabel 4.41 dan 4.42 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.43 dan 4.44.

**Tabel 4.41 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section IV* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer S1</i>	TB28 – TB87	TB1 – TB27
2	<i>Sectionalizer S4</i>	TB28 – TB87	TB1 – TB27
3	<i>Sectionalizer S5</i>	TB28 – TB87	TB1 – TB27
4	Titik Beban TB28	TB28	-
5	Titik Beban TB29	TB29	-
6	Titik Beban TB30	TB30	-
7	Titik Beban TB31	TB31	-
8	Titik Beban TB32	TB32	-
9	Titik Beban TB33	TB33	-
10	Titik Beban TB34	TB34	-
11	Titik Beban TB35	TB35	-
12	Titik Beban TB36	TB36	-
13	Titik Beban TB37	TB37	-
14	Titik Beban TB38	TB38	-
15	Titik Beban TB39	TB39	-
16	Titik Beban TB40	TB40	-
17	Titik Beban TB41	TB41	-
18	Saluran Udara L36	TB28 – TB87	TB1 – TB27

**Tabel 4.42 Tabel mode kegagalan peralatan pada section IV (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
19	Saluran Udara L37	TB28 – TB87	TB1 – TB27
20	Saluran Udara L38	TB28 – TB87	TB1 – TB27
21	Saluran Udara L39	TB28 – TB87	TB1 – TB27
22	Saluran Udara L40	TB28 – TB87	TB1 – TB27
23	Saluran Udara L41	TB28 – TB87	TB1 – TB27
24	Saluran Udara L42	TB28 – TB87	TB1 – TB27
25	Saluran Udara L43	TB28 – TB87	TB1 – TB27
26	Saluran Udara L44	TB28 – TB87	TB1 – TB27
27	Saluran Udara L45	TB28 – TB87	TB1 – TB27
28	Saluran Udara L46	TB28 – TB87	TB1 – TB27
29	Saluran Udara L47	TB28 – TB87	TB1 – TB27
30	Saluran Udara L48	TB28 – TB87	TB1 – TB27
31	Saluran Udara L49	TB28 – TB87	TB1 – TB27
32	Saluran Udara L50	TB28 – TB87	TB1 – TB27
33	Saluran Udara L51	TB28 – TB87	TB1 – TB27
34	Saluran Udara L52	TB28 – TB87	TB1 – TB27
35	Saluran Udara L53	TB28 – TB87	TB1 – TB27
36	Saluran Udara L54	TB28 – TB87	TB1 – TB27
37	Saluran Udara L55	TB28 – TB87	TB1 – TB27
38	Saluran Udara L56	TB28 – TB87	TB1 – TB27

**Tabel 4.43 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section IV (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	Sectionalizer S1	0,003	-	10	0,15
2	Sectionalizer S4	0,003	-	10	0,15
3	Sectionalizer S5	0,003	-	10	0,15
4	Titik Beban TB28	0,005	-	10	0,15
5	Titik Beban TB29	0,005	-	10	0,15
6	Titik Beban TB30	0,005	-	10	0,15
7	Titik Beban TB31	0,005	-	10	0,15
8	Titik Beban TB32	0,005	-	10	0,15
9	Titik Beban TB33	0,005	-	10	0,15
10	Titik Beban TB34	0,005	-	10	0,15
11	Titik Beban TB35	0,005	-	10	0,15

**Tabel 4.44 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section IV (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
12	Titik Beban TB36	0,005	-	10	0,15
13	Titik Beban TB37	0,005	-	10	0,15
14	Titik Beban TB38	0,005	-	10	0,15
15	Titik Beban TB39	0,005	-	10	0,15
16	Titik Beban TB40	0,005	-	10	0,15
17	Titik Beban TB41	0,005	-	10	0,15
18	Saluran Udara L36	0,2	1,1128	3	0,15
19	Saluran Udara L37	0,2	1,1634	3	0,15
20	Saluran Udara L38	0,2	1,0116	3	0,15
21	Saluran Udara L39	0,2	0,6070	3	0,15
22	Saluran Udara L40	0,2	0,4047	3	0,15
23	Saluran Udara L41	0,2	0,2023	3	0,15
24	Saluran Udara L42	0,2	1,5175	3	0,15
25	Saluran Udara L43	0,2	1,2140	3	0,15
26	Saluran Udara L44	0,2	0,5058	3	0,15
27	Saluran Udara L45	0,2	0,2023	3	0,15
28	Saluran Udara L46	0,2	0,3541	3	0,15
29	Saluran Udara L47	0,2	0,2529	3	0,15
30	Saluran Udara L48	0,2	0,6070	3	0,15
31	Saluran Udara L49	0,2	0,5058	3	0,15
32	Saluran Udara L50	0,2	0,3035	3	0,15
33	Saluran Udara L51	0,2	1,2140	3	0,15
34	Saluran Udara L52	0,2	1,0116	3	0,15
35	Saluran Udara L53	0,2	0,5058	3	0,15
36	Saluran Udara L54	0,2	0,6070	3	0,15
37	Saluran Udara L55	0,2	0,8093	3	0,15
38	Saluran Udara L56	0,2	0,4047	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.45 :

**Tabel 4.45 Tabel laju kegagalan (  $\lambda$  ) TB28**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB28				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	Sectionalizer S1	0,003		0,0030
2	Sectionalizer S4	0,003		0,0030
3	Sectionalizer S5	0,003		0,0030
4	Titik Beban TB28	0,005		0,0050
5	Saluran Udara L36	0,2	1,1128	0,2226
6	Saluran Udara L37	0,2	1,1634	0,2327
7	Saluran Udara L38	0,2	1,0116	0,2023
8	Saluran Udara L39	0,2	0,6070	0,1214
9	Saluran Udara L40	0,2	0,4047	0,0809
10	Saluran Udara L41	0,2	0,2023	0,0405
11	Saluran Udara L42	0,2	1,5175	0,3035
12	Saluran Udara L43	0,2	1,2140	0,2428
13	Saluran Udara L44	0,2	0,5058	0,1012
14	Saluran Udara L45	0,2	0,2023	0,0405
15	Saluran Udara L46	0,2	0,3541	0,0708
16	Saluran Udara L47	0,2	0,2529	0,0506
17	Saluran Udara L48	0,2	0,6070	0,1214
18	Saluran Udara L49	0,2	0,5058	0,1012
19	Saluran Udara L50	0,2	0,3035	0,0607
20	Saluran Udara L51	0,2	1,2140	0,2428
21	Saluran Udara L52	0,2	1,0116	0,2023
22	Saluran Udara L53	0,2	0,5058	0,1012
23	Saluran Udara L54	0,2	0,6070	0,1214
24	Saluran Udara L55	0,2	0,8093	0,1619
25	Saluran Udara L56	0,2	0,4047	0,0809
Total				2,9174

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (  $\ddot{U}$  ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.46 :

**Tabel 4.46 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB28**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB7					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S1	0,003	10	0,15	0,03
2	Sectionalizer S4	0,003	10	0,15	0,03
3	Sectionalizer S5	0,003	10	0,15	0,03
4	Titik Beban TB28	0,005	10	0,15	0,05
5	Saluran Udara L36	0,223	3	0,15	0,66768
6	Saluran Udara L37	0,233	3	0,15	0,69803
7	Saluran Udara L38	0,202	3	0,15	0,60698
8	Saluran Udara L39	0,121	3	0,15	0,36419
9	Saluran Udara L40	0,081	3	0,15	0,24279
10	Saluran Udara L41	0,040	3	0,15	0,1214
11	Saluran Udara L42	0,303	3	0,15	0,91047
12	Saluran Udara L43	0,243	3	0,15	0,72838
13	Saluran Udara L44	0,101	3	0,15	0,30349
14	Saluran Udara L45	0,040	3	0,15	0,1214
15	Saluran Udara L46	0,071	3	0,15	0,21244
16	Saluran Udara L47	0,051	3	0,15	0,15175
17	Saluran Udara L48	0,121	3	0,15	0,36419
18	Saluran Udara L49	0,101	3	0,15	0,30349
19	Saluran Udara L50	0,061	3	0,15	0,18209
20	Saluran Udara L51	0,243	3	0,15	0,72838
21	Saluran Udara L52	0,202	3	0,15	0,60698
22	Saluran Udara L53	0,101	3	0,15	0,30349
23	Saluran Udara L54	0,121	3	0,15	0,36419
24	Saluran Udara L55	0,162	3	0,15	0,48559
25	Saluran Udara L56	0,081	3	0,15	0,24279
Total					8,8502

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) yang ada pada *section IV* bisa dilihat pada Tabel 4.47, 4.48, 4.49 dan 4.50 :

**Tabel 4.47 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada Section IV (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	2,9124	0,4369

**Tabel 4.48 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section IV (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
2	TB2	2,9124	0,4369
3	TB3	2,9124	0,4369
4	TB4	2,9124	0,4369
5	TB5	2,9124	0,4369
6	TB6	2,9124	0,4369
7	TB7	2,9124	0,4369
8	TB8	2,9124	0,4369
9	TB9	2,9124	0,4369
10	TB10	2,9124	0,4369
11	TB11	2,9124	0,4369
12	TB12	2,9124	0,4369
13	TB13	2,9124	0,4369
14	TB14	2,9124	0,4369
15	TB15	2,9124	0,4369
16	TB16	2,9124	0,4369
17	TB17	2,9124	0,4369
18	TB18	2,9124	0,4369
19	TB19	2,9124	0,4369
20	TB20	2,9124	0,4369
21	TB21	2,9124	0,4369
22	TB22	2,9124	0,4369
23	TB23	2,9124	0,4369
24	TB24	2,9124	0,4369
25	TB25	2,9124	0,4369
26	TB26	2,9124	0,4369
27	TB27	2,9124	0,4369
28	TB28	2,9174	8,8502
29	TB29	2,9174	8,8502
30	TB30	2,9174	8,8502
31	TB31	2,9174	8,8502
32	TB32	2,9174	8,8502
33	TB33	2,9174	8,8502
34	TB34	2,9174	8,8502
35	TB35	2,9174	8,8502
36	TB36	2,9174	8,8502
37	TB37	2,9174	8,8502
38	TB38	2,9174	8,8502

**Tabel 4.49 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section IV (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
39	TB39	2,9174	8,8502
40	TB40	2,9174	8,8502
41	TB41	2,9174	8,8502
42	TB42	2,9174	8,8502
43	TB43	2,9174	8,8502
44	TB44	2,9174	8,8502
45	TB45	2,9174	8,8502
46	TB46	2,9174	8,8502
47	TB47	2,9174	8,8502
48	TB48	2,9174	8,8502
49	TB49	2,9174	8,8502
50	TB50	2,9174	8,8502
51	TB51	2,9174	8,8502
52	TB52	2,9174	8,8502
53	TB53	2,9174	8,8502
54	TB54	2,9174	8,8502
55	TB55	2,9174	8,8502
56	TB56	2,9174	8,8502
57	TB57	2,9174	8,8502
58	TB58	2,9174	8,8502
59	TB59	2,9174	8,8502
60	TB60	2,9174	8,8502
61	TB61	2,9174	8,8502
62	TB62	2,9174	8,8502
63	TB63	2,9174	8,8502
64	TB64	2,9174	8,8502
65	TB65	2,9174	8,8502
66	TB66	2,9174	8,8502
67	TB67	2,9174	8,8502
68	TB68	2,9174	8,8502
69	TB69	2,9174	8,8502
70	TB70	2,9174	8,8502
71	TB71	2,9174	8,8502
72	TB72	2,9174	8,8502
73	TB73	2,9174	8,8502
74	TB74	2,9174	8,8502
75	TB75	2,9174	8,8502

**Tabel 4.50 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section IV (bagian 4)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
76	TB76	2,9174	8,8502
77	TB77	2,9174	8,8502
78	TB78	2,9174	8,8502
79	TB79	2,9174	8,8502
80	TB80	2,9174	8,8502
81	TB81	2,9174	8,8502
82	TB82	2,9174	8,8502
83	TB83	2,9174	8,8502
84	TB84	2,9174	8,8502
85	TB85	2,9174	8,8502
86	TB86	2,9174	8,8502
87	TB87	2,9174	8,8502

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB28 pada *section IV* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB28 = \frac{2,9174 \times 995}{32545} = 0,08560$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB28 pada *section IV* dapat dilihat di persamaan dibawah ini:

$$SAIDI = \frac{\bar{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$



$$SAIDI\ TB28 = \frac{8,8502 \times 955}{32545} = 0,2597$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB7, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section IV*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section IV* bisa dilihat pada Tabel 4.51, 4.52, dan 4.53 :

**Tabel 4.51 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section IV* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,03982233	0,00597335
2	TB2	0,037316656	0,005597498
3	TB3	8,94884E-05	1,34233E-05
4	TB4	0,087698615	0,013154792
5	TB5	0,021298235	0,003194735
6	TB6	0,056019728	0,008402959
7	TB7	0,067116287	0,010067443
8	TB8	0,018345118	0,002751768
9	TB9	0,031589399	0,00473841
10	TB10	0,000268465	4,02698E-05
11	TB11	0,047339354	0,007100903
12	TB12	0,032842236	0,004926335
13	TB13	0,048502703	0,007275406
14	TB14	0,02935219	0,004402828
15	TB15	0,021387723	0,003208159
16	TB16	0,054408937	0,008161341
17	TB17	0,046086517	0,006912978
18	TB18	0,05807796	0,008711694
19	TB19	0,03096298	0,004644447
20	TB20	0,037853586	0,005678038
21	TB21	8,94884E-05	1,34233E-05
22	TB22	8,94884E-05	1,34233E-05
23	TB23	0,005369303	0,000805395
24	TB24	8,94884E-05	1,34233E-05
25	TB25	0,053245588	0,007986838
26	TB26	0,032394795	0,004859219
27	TB27	0,029710143	0,004456521
28	TB28	0,085608125	0,259700087
29	TB29	0,059163731	0,179478594

**Tabel 4.52 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section IV (bagian 2)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
30	TB30	0,038635709	0,117204961
31	TB31	0,028775087	0,087291862
32	TB32	0,021424442	0,064993006
33	TB33	0,068217574	0,206944258
34	TB34	0,03065757	0,093002544
35	TB35	0,032540052	0,098713227
36	TB36	8,9642E-05	0,000271937
37	TB37	0,048496331	0,14711806
38	TB38	0,041952464	0,127266639
39	TB39	0,040338907	0,122371769
40	TB40	0,070100057	0,21265494
41	TB41	0,064631894	0,196066767
42	TB42	0,039890697	0,121012082
43	TB43	8,9642E-05	0,000271937
44	TB44	0,033615756	0,101976474
45	TB45	0,060329077	0,183013778
46	TB46	0,028775087	0,087291862
47	TB47	0,018107687	0,054931327
48	TB48	0,018286971	0,055475202
49	TB49	0,020348738	0,061729759
50	TB50	0,044731366	0,135696695
51	TB51	0,03379504	0,102520348
52	TB52	0,025816901	0,078317932
53	TB53	0,061942633	0,187908649
54	TB54	0,037739289	0,114485588
55	TB55	0,027520099	0,08348474
56	TB56	0,037380721	0,113397839
57	TB57	0,055667692	0,168873041
58	TB58	0,039621771	0,120196271
59	TB59	8,9642E-05	0,000271937
60	TB60	0,039621771	0,120196271
61	TB61	0,04177318	0,126722765
62	TB62	0,028954371	0,087835736
63	TB63	0,045179576	0,137056381
64	TB64	0,037380721	0,113397839
65	TB65	0,010308832	0,031272785
66	TB66	0,061852991	0,187636712
67	TB67	0,018376613	0,055747139



**Tabel 4.53 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section IV (bagian 3)**

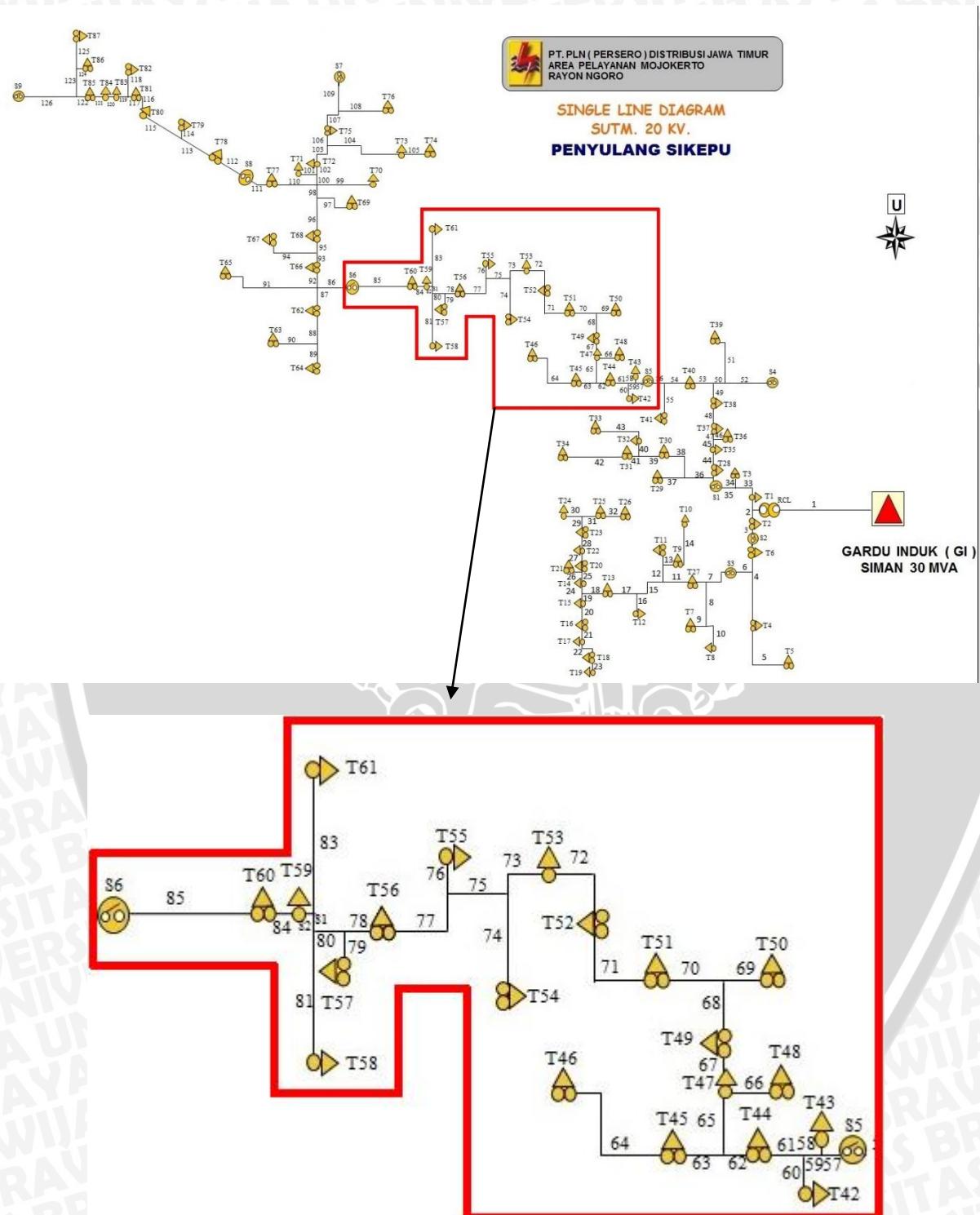
No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
68	TB68	0,045627786	0,138416067
69	TB69	8,9642E-05	0,000271937
70	TB70	0,021872652	0,066352692
71	TB71	8,9642E-05	0,000271937
72	TB72	0,007978139	0,024202416
73	TB73	0,035856806	0,108774905
74	TB74	0,039083919	0,118564647
75	TB75	0,066155808	0,200689701
76	TB76	0,001165346	0,003535184
77	TB77	0,072789317	0,220813058
78	TB78	0,031912558	0,096809666
79	TB79	0,018555897	0,056291014
80	TB80	0,028147593	0,085388301
81	TB81	0,071713613	0,217549811
82	TB82	8,9642E-05	0,000271937
83	TB83	0,01156382	0,035079907
84	TB84	0,00179284	0,005438745
85	TB85	0,029581865	0,089739297
86	TB86	0,02402406	0,072879187
87	TB87	0,022589788	0,06852819
Total		2,915875986	6,28677336

Berdasarkan Tabel 4.51, Tabel 4.52, dan Tabel 4.53, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada Section IV dengan nilai 2,91587 kali/tahun dan 6,28677 jam/tahun.

#### 4.2.5 Section V

Section V adalah pembagian wilayah jaringan yang kelima. Dari gambar 4.8 dapat dilihat bahwa Sectionalizer S5 menuju ke barat laut jaringan hingga menuju ke Sectionalizer S6. 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 laju kegagalan peralatan distribusi pada section V Penyulang Sikepu selama satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada section V Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada section V Penyulang Sikepu.

Section V Penyulang Sikepu terdiri dari 51 peralatan distribusi yakni, 20 buah trafo distribusi T42 hingga T61, dua buah *Sectionalizer* S5, dan S6, serta 29 buah saluran udara L57 hingga L85.



Gambar 4.8 Single Line Diagram Section V

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*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L57, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section V* hingga ujung penyulang lah yang mengalami waktu pemadaman. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section V* ditampilkan pada Tabel 4.54 dan 4.55 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.56, 4.57 dan 4.58.

**Tabel 4.54 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section V* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer S5</i>	TB42 – TB87	TB1 – TB41
2	<i>Sectionalizer S6</i>	TB42 – TB87	TB1 – TB41
3	Titik Beban TB42	TB42	-
4	Titik Beban TB43	TB43	-
5	Titik Beban TB44	TB44	-
6	Titik Beban TB45	TB45	-
7	Titik Beban TB46	TB46	-
8	Titik Beban TB47	TB47	-
9	Titik Beban TB48	TB48	-
10	Titik Beban TB49	TB49	-
11	Titik Beban TB50	TB50	-
12	Titik Beban TB51	TB51	-
13	Titik Beban TB52	TB52	-
14	Titik Beban TB53	TB53	-
15	Titik Beban TB54	TB54	-
16	Titik Beban TB55	TB55	-
17	Titik Beban TB56	TB56	-
18	Titik Beban TB57	TB57	-
19	Titik Beban TB58	TB58	-
20	Titik Beban TB59	TB59	-
21	Titik Beban TB60	TB60	-
22	Titik Beban TB61	TB61	-

**Tabel 4.55 Tabel mode kegagalan peralatan pada section V (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
23	Saluran Udara L57	TB42 – TB87	TB1 – TB41
24	Saluran Udara L58	TB42 – TB87	TB1 – TB41
25	Saluran Udara L59	TB42 – TB87	TB1 – TB41
26	Saluran Udara L60	TB42 – TB87	TB1 – TB41
27	Saluran Udara L61	TB42 – TB87	TB1 – TB41
28	Saluran Udara L62	TB42 – TB87	TB1 – TB41
29	Saluran Udara L63	TB42 – TB87	TB1 – TB41
30	Saluran Udara L64	TB42 – TB87	TB1 – TB41
31	Saluran Udara L65	TB42 – TB87	TB1 – TB41
32	Saluran Udara L66	TB42 – TB87	TB1 – TB41
33	Saluran Udara L67	TB42 – TB87	TB1 – TB41
34	Saluran Udara L68	TB42 – TB87	TB1 – TB41
35	Saluran Udara L69	TB42 – TB87	TB1 – TB41
36	Saluran Udara L70	TB42 – TB87	TB1 – TB41
37	Saluran Udara L71	TB42 – TB87	TB1 – TB41
38	Saluran Udara L72	TB42 – TB87	TB1 – TB41
39	Saluran Udara L73	TB42 – TB87	TB1 – TB41
40	Saluran Udara L74	TB42 – TB87	TB1 – TB41
41	Saluran Udara L75	TB42 – TB87	TB1 – TB41
42	Saluran Udara L76	TB42 – TB87	TB1 – TB41
43	Saluran Udara L77	TB42 – TB87	TB1 – TB41
44	Saluran Udara L78	TB42 – TB87	TB1 – TB41
45	Saluran Udara L79	TB42 – TB87	TB1 – TB41
46	Saluran Udara L80	TB42 – TB87	TB1 – TB41
47	Saluran Udara L81	TB42 – TB87	TB1 – TB41
48	Saluran Udara L82	TB42 – TB87	TB1 – TB41
49	Saluran Udara L83	TB42 – TB87	TB1 – TB41
50	Saluran Udara L84	TB42 – TB87	TB1 – TB41
51	Saluran Udara L85	TB42 – TB87	TB1 – TB41

**Tabel 4.56 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section V (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	<i>Sectionalizer S5</i>	0,003	-	10	0,15

**Tabel 4.57 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section V (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
2	Sectionalizer S6	0,003	-	10	0,15
3	Titik Beban TB42	0,005	-	10	0,15
4	Titik Beban TB43	0,005	-	10	0,15
5	Titik Beban TB44	0,005	-	10	0,15
6	Titik Beban TB45	0,005	-	10	0,15
7	Titik Beban TB46	0,005	-	10	0,15
8	Titik Beban TB47	0,005	-	10	0,15
9	Titik Beban TB48	0,005	-	10	0,15
10	Titik Beban TB49	0,005	-	10	0,15
11	Titik Beban TB50	0,005	-	10	0,15
12	Titik Beban TB51	0,005	-	10	0,15
13	Titik Beban TB52	0,005	-	10	0,15
14	Titik Beban TB53	0,005	-	10	0,15
15	Titik Beban TB54	0,005	-	10	0,15
16	Titik Beban TB55	0,005	-	10	0,15
17	Titik Beban TB56	0,005	-	10	0,15
18	Titik Beban TB57	0,005	-	3	0,15
19	Titik Beban TB58	0,005	-	3	0,15
20	Titik Beban TB59	0,005	-	3	0,15
21	Titik Beban TB60	0,005	-	3	0,15
22	Titik Beban TB61	0,005	-	3	0,15
23	Saluran Udara L57	0,2	0,3035	3	0,15
24	Saluran Udara L58	0,2	0,1012	3	0,15
25	Saluran Udara L59	0,2	0,2023	3	0,15
26	Saluran Udara L60	0,2	0,3035	3	0,15
27	Saluran Udara L61	0,2	0,4047	3	0,15
28	Saluran Udara L62	0,2	0,3035	3	0,15
29	Saluran Udara L63	0,2	0,5058	3	0,15
30	Saluran Udara L64	0,2	1,6186	3	0,15
31	Saluran Udara L65	0,2	0,6070	3	0,15
32	Saluran Udara L66	0,2	0,6070	3	0,15
33	Saluran Udara L67	0,2	0,3035	3	0,15
34	Saluran Udara L68	0,2	0,6070	3	0,15

**Tabel 4.58 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section V (bagian 3)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
35	Saluran Udara L69	0,2	0,5058	3	0,15
36	Saluran Udara L70	0,2	0,6070	3	0,15
37	Saluran Udara L71	0,2	1,2140	3	0,15
38	Saluran Udara L72	0,2	0,9105	3	0,15
39	Saluran Udara L73	0,2	0,6070	3	0,15
40	Saluran Udara L74	0,2	1,0116	3	0,15
41	Saluran Udara L75	0,2	0,6070	3	0,15
42	Saluran Udara L76	0,2	0,4047	3	0,15
43	Saluran Udara L77	0,2	0,9105	3	0,15
44	Saluran Udara L78	0,2	0,4047	3	0,15
45	Saluran Udara L79	0,2	0,4047	3	0,15
46	Saluran Udara L80	0,2	0,3035	3	0,15
47	Saluran Udara L81	0,2	1,6186	3	0,15
48	Saluran Udara L82	0,2	0,1012	3	0,15
49	Saluran Udara L83	0,2	1,4163	3	0,15
50	Saluran Udara L84	0,2	0,3035	3	0,15
51	Saluran Udara L85	0,2	1,5175	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.59 dan 4.60 :

**Tabel 4.59 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB42 (bagian 1)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB42				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	Sectionalizer S5	0,003	-	0,003
2	Sectionalizer S6	0,003	-	0,003
3	Titik Beban TB42	0,005	-	0,005
4	Saluran Udara L57	0,2	0,3035	0,061
5	Saluran Udara L58	0,2	0,1012	0,020
6	Saluran Udara L59	0,2	0,2023	0,040
7	Saluran Udara L60	0,2	0,3035	0,061



**Tabel 4.60 Tabel laju kegagalan (  $\lambda$  ) TB42 (bagian 2)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB42				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
8	Saluran Udara L61	0,2	0,4047	0,081
9	Saluran Udara L62	0,2	0,3035	0,061
10	Saluran Udara L63	0,2	0,5058	0,101
11	Saluran Udara L64	0,2	1,6186	0,324
12	Saluran Udara L65	0,2	0,6070	0,121
13	Saluran Udara L66	0,2	0,6070	0,121
14	Saluran Udara L67	0,2	0,3035	0,061
15	Saluran Udara L68	0,2	0,6070	0,121
16	Saluran Udara L69	0,2	0,5058	0,101
17	Saluran Udara L70	0,2	0,6070	0,121
18	Saluran Udara L71	0,2	1,2140	0,243
19	Saluran Udara L72	0,2	0,9105	0,182
20	Saluran Udara L73	0,2	0,6070	0,121
21	Saluran Udara L74	0,2	1,0116	0,202
22	Saluran Udara L75	0,2	0,6070	0,121
23	Saluran Udara L76	0,2	0,4047	0,081
24	Saluran Udara L77	0,2	0,9105	0,182
25	Saluran Udara L78	0,2	0,4047	0,081
26	Saluran Udara L79	0,2	0,4047	0,081
27	Saluran Udara L80	0,2	0,3035	0,061
28	Saluran Udara L81	0,2	1,6186	0,324
29	Saluran Udara L82	0,2	0,1012	0,020
30	Saluran Udara L83	0,2	1,4163	0,283
31	Saluran Udara L84	0,2	0,3035	0,061
32	Saluran Udara L85	0,2	1,5175	0,303
Total				3,754

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan (  $\bar{U}$  ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.61 :

**Tabel 4.61 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB42**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB42					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S5	0,003	10	0,15	0,03
2	Sectionalizer S6	0,003	10	0,15	0,03
3	Titik Beban TB42	0,005	10	0,15	0,05
4	Saluran Udara L57	0,0607	3	0,15	0,18209
5	Saluran Udara L58	0,02023	3	0,15	0,0607
6	Saluran Udara L59	0,04047	3	0,15	0,1214
7	Saluran Udara L60	0,0607	3	0,15	0,18209
8	Saluran Udara L61	0,08093	3	0,15	0,24279
9	Saluran Udara L62	0,0607	3	0,15	0,18209
10	Saluran Udara L63	0,10116	3	0,15	0,30349
11	Saluran Udara L64	0,32372	3	0,15	0,97117
12	Saluran Udara L65	0,1214	3	0,15	0,36419
13	Saluran Udara L66	0,1214	3	0,15	0,36419
14	Saluran Udara L67	0,0607	3	0,15	0,18209
15	Saluran Udara L68	0,1214	3	0,15	0,36419
16	Saluran Udara L69	0,10116	3	0,15	0,30349
17	Saluran Udara L70	0,1214	3	0,15	0,36419
18	Saluran Udara L71	0,24279	3	0,15	0,72838
19	Saluran Udara L72	0,18209	3	0,15	0,54628
20	Saluran Udara L73	0,1214	3	0,15	0,36419
21	Saluran Udara L74	0,20233	3	0,15	0,60698
22	Saluran Udara L75	0,1214	3	0,15	0,36419
23	Saluran Udara L76	0,08093	3	0,15	0,24279
24	Saluran Udara L77	0,18209	3	0,15	0,54628
25	Saluran Udara L78	0,08093	3	0,15	0,24279
26	Saluran Udara L79	0,08093	3	0,15	0,24279
27	Saluran Udara L80	0,0607	3	0,15	0,18209
28	Saluran Udara L81	0,32372	3	0,15	0,97117
29	Saluran Udara L82	0,02023	3	0,15	0,0607
30	Saluran Udara L83	0,28326	3	0,15	0,84978
31	Saluran Udara L84	0,0607	3	0,15	0,18209
32	Saluran Udara L85	0,30349	3	0,15	0,91047
					Total 11,3392

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\bar{U}$ ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\bar{U}$ ) yang ada pada section V bisa dilihat pada Tabel 4.62, 4.63, dan 4.64 :

**Tabel 4.62 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section V (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	3,7491	0,5624
2	TB2	3,7491	0,5624
3	TB3	3,7491	0,5624
4	TB4	3,7491	0,5624
5	TB5	3,7491	0,5624
6	TB6	3,7491	0,5624
7	TB7	3,7491	0,5624
8	TB8	3,7491	0,5624
9	TB9	3,7491	0,5624
10	TB10	3,7491	0,5624
11	TB11	3,7491	0,5624
12	TB12	3,7491	0,5624
13	TB13	3,7491	0,5624
14	TB14	3,7491	0,5624
15	TB15	3,7491	0,5624
16	TB16	3,7491	0,5624
17	TB17	3,7491	0,5624
18	TB18	3,7491	0,5624
19	TB19	3,7491	0,5624
20	TB20	3,7491	0,5624
21	TB21	3,7491	0,5624
22	TB22	3,7491	0,5624
23	TB23	3,7491	0,5624
24	TB24	3,7491	0,5624
25	TB25	3,7491	0,5624
26	TB26	3,7491	0,5624
27	TB27	3,7491	0,5624
28	TB28	3,7491	0,5624
29	TB29	3,7491	0,5624
30	TB30	3,7491	0,5624
31	TB31	3,7491	0,5624
32	TB32	3,7491	0,5624

**Tabel 4.63 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section V (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
33	TB33	3,7491	0,5624
34	TB34	3,7491	0,5624
35	TB35	3,7491	0,5624
36	TB36	3,7491	0,5624
37	TB37	3,7491	0,5624
38	TB38	3,7491	0,5624
39	TB39	3,7491	0,5624
40	TB40	3,7491	0,5624
41	TB41	3,7491	0,5624
42	TB42	3,7541	11,3392
43	TB43	3,7541	11,3392
44	TB44	3,7541	11,3392
45	TB45	3,7541	11,3392
46	TB46	3,7541	11,3392
47	TB47	3,7541	11,3392
48	TB48	3,7541	11,3392
49	TB49	3,7541	11,3392
50	TB50	3,7541	11,3392
51	TB51	3,7541	11,3392
52	TB52	3,7541	11,3392
53	TB53	3,7541	11,3392
54	TB54	3,7541	11,3392
55	TB55	3,7541	11,3392
56	TB56	3,7541	11,3392
57	TB57	3,7541	11,3392
58	TB58	3,7541	11,3392
59	TB59	3,7541	11,3392
60	TB60	3,7541	11,3392
61	TB61	3,7541	11,3392
62	TB62	3,7491	11,2892
63	TB63	3,7491	11,2892
64	TB64	3,7491	11,2892
65	TB65	3,7491	11,2892
66	TB66	3,7491	11,2892
67	TB67	3,7491	11,2892
68	TB68	3,7491	11,2892

**Tabel 4.64 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section V (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
69	TB69	3,7491	11,2892
70	TB70	3,7491	11,2892
71	TB71	3,7491	11,2892
72	TB72	3,7491	11,2892
73	TB73	3,7491	11,2892
74	TB74	3,7491	11,2892
75	TB75	3,7491	11,2892
76	TB76	3,7491	11,2892
77	TB77	3,7491	11,2892
78	TB78	3,7491	11,2892
79	TB79	3,7491	11,2892
80	TB80	3,7491	11,2892
81	TB81	3,7491	11,2892
82	TB82	3,7491	11,2892
83	TB83	3,7491	11,2892
84	TB84	3,7491	11,2892
85	TB85	3,7491	11,2892
86	TB86	3,7491	11,2892
87	TB87	3,7491	11,2892

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB42 pada *section* V dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB42 = \frac{2,9174 \times 445}{32545} = 0,0513$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB42 pada *section V* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\bar{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB42 = \frac{8,8502 \times 445}{32545} = 0,1550$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB7, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section V*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section V* bisa dilihat pada Tabel 4.65, 4.66, dan 4.67 :

**Tabel 4.65 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section V* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,0513	0,0077
2	TB2	0,0480	0,0072
3	TB3	0,00012	0,000017
4	TB4	0,1129	0,0169
5	TB5	0,0274	0,0041
6	TB6	0,0721	0,0108
7	TB7	0,0864	0,0130
8	TB8	0,0236	0,0035
9	TB9	0,0407	0,0061
10	TB10	0,0003	0,0001
11	TB11	0,0609	0,0091
12	TB12	0,0423	0,0063
13	TB13	0,0624	0,0094
14	TB14	0,0378	0,0057
15	TB15	0,0275	0,0041
16	TB16	0,0700	0,0105
17	TB17	0,0593	0,0089
18	TB18	0,0748	0,0112
19	TB19	0,0399	0,0060
20	TB20	0,0487	0,0073



**Tabel 4.66 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section V (bagian 2)**

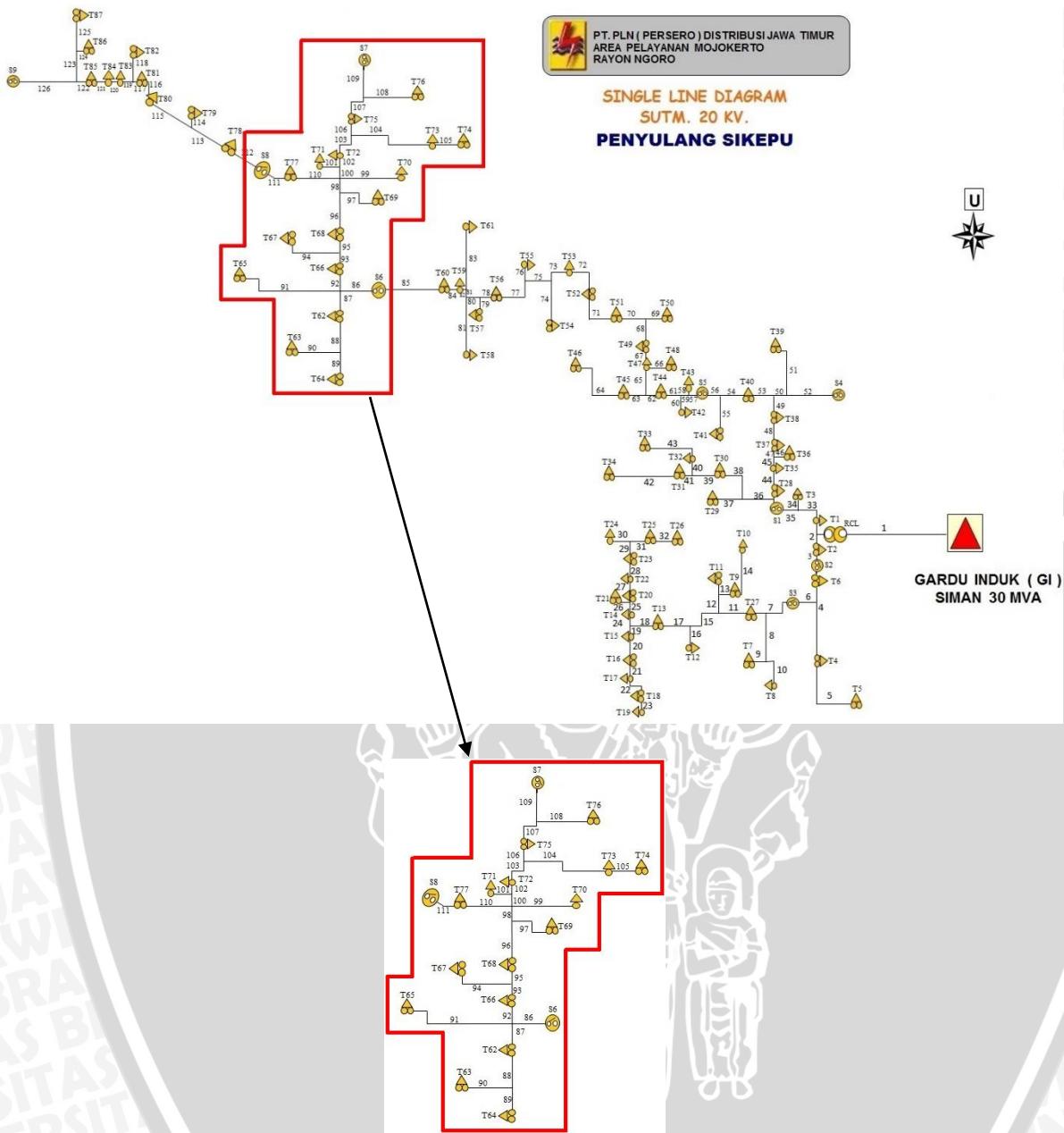
No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
21	TB21	0,0001	0,0000
22	TB22	0,0001	0,0000
23	TB23	0,0069	0,0010
24	TB24	0,0001	0,0000
25	TB25	0,0685	0,0103
26	TB26	0,0417	0,0063
27	TB27	0,0382	0,0057
28	TB28	0,1100	0,0165
29	TB29	0,0760	0,0114
30	TB30	0,0496	0,0074
31	TB31	0,0370	0,0055
32	TB32	0,0275	0,0041
33	TB33	0,0877	0,0131
34	TB34	0,0394	0,0059
35	TB35	0,0418	0,0063
36	TB36	0,000115	0,000017
37	TB37	0,0623	0,0093
38	TB38	0,0539	0,0081
39	TB39	0,0518	0,0078
40	TB40	0,0901	0,0135
41	TB41	0,0831	0,0125
42	TB42	0,0513	0,1550
43	TB43	0,0001	0,0003
44	TB44	0,0433	0,1307
45	TB45	0,0776	0,2345
46	TB46	0,0370	0,1118
47	TB47	0,0233	0,0704
48	TB48	0,0235	0,0711
49	TB49	0,0262	0,0791
50	TB50	0,0576	0,1739
51	TB51	0,0435	0,1314
52	TB52	0,0332	0,1003
53	TB53	0,0797	0,2408
54	TB54	0,0486	0,1467
55	TB55	0,0354	0,1070
56	TB56	0,0481	0,1453
57	TB57	0,0716	0,2164
58	TB58	0,0510	0,1540

**Tabel 4.67 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section V (bagian 3)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
59	TB59	0,0001	0,0003
60	TB60	0,0510	0,1540
61	TB61	0,0538	0,1624
62	TB62	0,0372	0,1120
63	TB63	0,0581	0,1748
64	TB64	0,0480	0,1446
65	TB65	0,0132	0,0399
66	TB66	0,0795	0,2393
67	TB67	0,0236	0,0711
68	TB68	0,0586	0,1766
69	TB69	0,00012	0,00035
70	TB70	0,0281	0,0846
71	TB71	0,0001	0,0003
72	TB72	0,0103	0,0309
73	TB73	0,0461	0,1388
74	TB74	0,0502	0,1512
75	TB75	0,0850	0,2560
76	TB76	0,0015	0,0045
77	TB77	0,0935	0,2817
78	TB78	0,0410	0,1235
79	TB79	0,0238	0,0718
80	TB80	0,0362	0,1089
81	TB81	0,0922	0,2775
82	TB82	0,0001	0,0003
83	TB83	0,0149	0,0447
84	TB84	0,0023	0,0069
85	TB85	0,0380	0,1145
86	TB86	0,0309	0,0930
87	TB87	0,0290	0,0874
Total		3,7502	5,7135

Berdasarkan Tabel 4.65, Tabel 4.66, dan Tabel 4.67, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada Section V dengan nilai 3,7502 kali/tahun dan 5,7135 jam/tahun.

## 4.2.6 Section VI



**Gambar 4. 9 Single Line Diagram Section VI**

*Section VI* adalah pembagian wilayah jaringan yang keenam. Dari gambar 4.9 dapat dilihat bahwa *Sectionalizer S6* menuju utara sampai dengan *Sectionalizer S7* dan *Sectionalizer S8*. 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 laju kegagalan peralatan distribusi pada *section VI*. Penyalang Sikepu selama satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu

pemindahan) peralatan distribusi pada *section VI* Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section VI* Penyulang Sikepu. *Section VI* Penyulang Sikepu terdiri dari 45 peralatan distribusi yakni, 16 buah trafo distribusi T62 hingga T77, tiga buah *Sectionalizer S6, S7* dan *S8*, serta 26 buah saluran udara L86 hingga L111.

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*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L86, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section VI* hingga ujung penyulang lah yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan titik beban sebelum *section VI* hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat dibanding waktu pemadaman atau *repair time*. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section VI* ditampilkan pada Tabel 4.68 dan 4.69 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.70 dan 4.71.

**Tabel 4.68 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section VI* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer S6</i>	TB62 – TB87	TB1 – TB61
2	<i>Sectionalizer S7</i>	TB62 – TB87	TB1 – TB61
3	<i>Sectionalizer S8</i>	TB62 – TB87	TB1 – TB61
4	Titik Beban TB62	TB62	-
5	Titik Beban TB63	TB63	-
6	Titik Beban TB64	TB64	-
7	Titik Beban TB65	TB65	-
8	Titik Beban TB66	TB66	-
9	Titik Beban TB67	TB67	-
10	Titik Beban TB68	TB68	-
11	Titik Beban TB69	TB69	-
12	Titik Beban TB70	TB70	-
13	Titik Beban TB71	TB71	-
14	Titik Beban TB72	TB72	-

**Tabel 4.69 Tabel mode kegagalan peralatan pada section VI (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
15	Titik Beban TB73	TB73	-
16	Titik Beban TB74	TB74	-
17	Titik Beban TB75	TB75	-
18	Titik Beban TB76	TB76	-
19	Titik Beban TB77	TB77	-
20	Saluran Udara L86	TB62 – TB87	TB1 – TB61
21	Saluran Udara L87	TB62 – TB87	TB1 – TB61
22	Saluran Udara L88	TB62 – TB87	TB1 – TB61
23	Saluran Udara L89	TB62 – TB87	TB1 – TB61
24	Saluran Udara L90	TB62 – TB87	TB1 – TB61
25	Saluran Udara L91	TB62 – TB87	TB1 – TB61
26	Saluran Udara L92	TB62 – TB87	TB1 – TB61
27	Saluran Udara L93	TB62 – TB87	TB1 – TB61
28	Saluran Udara L94	TB62 – TB87	TB1 – TB61
29	Saluran Udara L95	TB62 – TB87	TB1 – TB61
30	Saluran Udara L96	TB62 – TB87	TB1 – TB61
31	Saluran Udara L97	TB62 – TB87	TB1 – TB61
32	Saluran Udara L98	TB62 – TB87	TB1 – TB61
33	Saluran Udara L99	TB62 – TB87	TB1 – TB61
34	Saluran Udara L100	TB62 – TB87	TB1 – TB61
35	Saluran Udara L101	TB62 – TB87	TB1 – TB61
36	Saluran Udara L102	TB62 – TB87	TB1 – TB61
37	Saluran Udara L103	TB62 – TB87	TB1 – TB61
38	Saluran Udara L104	TB62 – TB87	TB1 – TB61
39	Saluran Udara L105	TB62 – TB87	TB1 – TB61
40	Saluran Udara L106	TB62 – TB87	TB1 – TB61
41	Saluran Udara L107	TB62 – TB87	TB1 – TB61
42	Saluran Udara L108	TB62 – TB87	TB1 – TB61
43	Saluran Udara L109	TB62 – TB87	TB1 – TB61
44	Saluran Udara L110	TB62 – TB87	TB1 – TB61
45	Saluran Udara L111	TB62 – TB87	TB1 – TB61



**Tabel 4.70 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section VI (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	<i>Sectionalizer S6</i>	0,003	-	10	0,15
2	<i>Sectionalizer S7</i>	0,003	-	10	0,15
3	<i>Sectionalizer S8</i>	0,003	-	10	0,15
4	Titik Beban TB62	0,005	-	10	0,15
5	Titik Beban TB63	0,005	-	10	0,15
6	Titik Beban TB64	0,005	-	10	0,15
7	Titik Beban TB65	0,005	-	10	0,15
8	Titik Beban TB66	0,005	-	10	0,15
9	Titik Beban TB67	0,005	-	10	0,15
10	Titik Beban TB68	0,005	-	10	0,15
11	Titik Beban TB69	0,005	-	10	0,15
12	Titik Beban TB70	0,005	-	10	0,15
13	Titik Beban TB71	0,005	-	10	0,15
14	Titik Beban TB72	0,005	-	10	0,15
15	Titik Beban TB73	0,005	-	10	0,15
16	Titik Beban TB74	0,005	-	10	0,15
17	Titik Beban TB75	0,005	-	10	0,15
18	Titik Beban TB76	0,005	-	10	0,15
19	Titik Beban TB77	0,005	-	10	0,15
20	Saluran Udara L86	0,2	0,8093	3	0,15
21	Saluran Udara L87	0,2	0,6070	3	0,15
22	Saluran Udara L88	0,2	0,8093	3	0,15
23	Saluran Udara L89	0,2	0,6070	3	0,15
24	Saluran Udara L90	0,2	1,0116	3	0,15
25	Saluran Udara L91	0,2	2,5291	3	0,15
26	Saluran Udara L92	0,2	0,4047	3	0,15
27	Saluran Udara L93	0,2	0,3035	3	0,15
28	Saluran Udara L94	0,2	1,3151	3	0,15
29	Saluran Udara L95	0,2	0,5058	3	0,15
30	Saluran Udara L96	0,2	1,0116	3	0,15
31	Saluran Udara L97	0,2	1,1128	3	0,15
32	Saluran Udara L98	0,2	0,3035	3	0,15
33	Saluran Udara L99	0,2	1,3151	3	0,15
34	Saluran Udara L100	0,2	0,2529	3	0,15
35	Saluran Udara L101	0,2	0,4047	3	0,15

**Tabel 4.71 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section VI (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
36	Saluran Udara L102	0,2	0,2023	3	0,15
37	Saluran Udara L103	0,2	0,6070	3	0,15
38	Saluran Udara L104	0,2	2,0233	3	0,15
39	Saluran Udara L105	0,2	0,7081	3	0,15
40	Saluran Udara L106	0,2	0,4047	3	0,15
41	Saluran Udara L107	0,2	0,7587	3	0,15
42	Saluran Udara L108	0,2	1,2140	3	0,15
43	Saluran Udara L109	0,2	0,9105	3	0,15
44	Saluran Udara L110	0,2	1,1128	3	0,15
45	Saluran Udara L111	0,2	0,6070	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.72 dan 4.73 :

**Tabel 4.72 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB62 (bagian 1)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB62				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	Sectionalizer S6	0,003	-	0,0030
2	Sectionalizer S7	0,003	-	0,0030
3	Sectionalizer S8	0,003	-	0,0030
4	Titik Beban TB62	0,005	-	0,0050
5	Saluran Udara L86	0,2	0,8093	0,1619
6	Saluran Udara L87	0,2	0,6070	0,1214
7	Saluran Udara L88	0,2	0,8093	0,1619
8	Saluran Udara L89	0,2	0,6070	0,1214
9	Saluran Udara L90	0,2	1,0116	0,2023
10	Saluran Udara L91	0,2	2,5291	0,5058
11	Saluran Udara L92	0,2	0,4047	0,0809
12	Saluran Udara L93	0,2	0,3035	0,0607
13	Saluran Udara L94	0,2	1,3151	0,2630
14	Saluran Udara L95	0,2	0,5058	0,1012
15	Saluran Udara L96	0,2	1,0116	0,2023
16	Saluran Udara L97	0,2	1,1128	0,2226

**Tabel 4.73 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB62 (bagian 2)**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB62				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
17	Saluran Udara L98	0,2	0,3035	0,0607
18	Saluran Udara L99	0,2	1,3151	0,2630
19	Saluran Udara L100	0,2	0,2529	0,0506
20	Saluran Udara L101	0,2	0,4047	0,0809
21	Saluran Udara L102	0,2	0,2023	0,0405
22	Saluran Udara L103	0,2	0,6070	0,1214
23	Saluran Udara L104	0,2	2,0233	0,4047
24	Saluran Udara L105	0,2	0,7081	0,1416
25	Saluran Udara L106	0,2	0,4047	0,0809
26	Saluran Udara L107	0,2	0,7587	0,1517
27	Saluran Udara L108	0,2	1,2140	0,2428
28	Saluran Udara L109	0,2	0,9105	0,1821
29	Saluran Udara L110	0,2	1,1128	0,2226
30	Saluran Udara L111	0,2	0,6070	0,1214
Total				4,3843

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan ( $\bar{U}$ ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.74 dan 4.75 :

**Tabel 4.74 Tabel Durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) TB62 (bagian 1)**

Durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) pada TB62					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S6	0,0030	10	0,15	0,0300
2	Sectionalizer S7	0,0030	10	0,15	0,0300
3	Sectionalizer S8	0,0030	10	0,15	0,0300
4	Titik Beban TB62	0,0050	10	0,15	0,0500
5	Saluran Udara L86	0,1619	3	0,15	0,4856
6	Saluran Udara L87	0,1214	3	0,15	0,3642
7	Saluran Udara L88	0,1619	3	0,15	0,4856



**Tabel 4.75 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB62 (bagian 2)**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB62					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
8	Saluran Udara L89	0,1214	3	0,15	0,3642
9	Saluran Udara L90	0,2023	3	0,15	0,6070
10	Saluran Udara L91	0,5058	3	0,15	1,5175
11	Saluran Udara L92	0,0809	3	0,15	0,2428
12	Saluran Udara L93	0,0607	3	0,15	0,1821
13	Saluran Udara L94	0,2630	3	0,15	0,7891
14	Saluran Udara L95	0,1012	3	0,15	0,3035
15	Saluran Udara L96	0,2023	3	0,15	0,6070
16	Saluran Udara L97	0,2226	3	0,15	0,6677
17	Saluran Udara L98	0,0607	3	0,15	0,1821
18	Saluran Udara L99	0,2630	3	0,15	0,7891
19	Saluran Udara L100	0,0506	3	0,15	0,1517
20	Saluran Udara L101	0,0809	3	0,15	0,2428
21	Saluran Udara L102	0,0405	3	0,15	0,1214
22	Saluran Udara L103	0,1214	3	0,15	0,3642
23	Saluran Udara L104	0,4047	3	0,15	1,2140
24	Saluran Udara L105	0,1416	3	0,15	0,4249
25	Saluran Udara L106	0,0809	3	0,15	0,2428
26	Saluran Udara L107	0,1517	3	0,15	0,4552
27	Saluran Udara L108	0,2428	3	0,15	0,7284
28	Saluran Udara L109	0,1821	3	0,15	0,5463
29	Saluran Udara L110	0,2226	3	0,15	0,6677
30	Saluran Udara L111	0,1214	3	0,15	0,3642
					Total 13,2508

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) yang ada pada section VI bisa dilihat pada Tabel 4.76, 4.77, 4.78 dan 4.79 :

**Tabel 4.76 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan (  $\ddot{U}$  ) pada Section VI (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	4,3793	0,6569
2	TB2	4,3793	0,6569
3	TB3	4,3793	0,6569

**Tabel 4.77 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section VI (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
4	TB4	4,3793	0,6569
5	TB5	4,3793	0,6569
6	TB6	4,3793	0,6569
7	TB7	4,3793	0,6569
8	TB8	4,3793	0,6569
9	TB9	4,3793	0,6569
10	TB10	4,3793	0,6569
11	TB11	4,3793	0,6569
12	TB12	4,3793	0,6569
13	TB13	4,3793	0,6569
14	TB14	4,3793	0,6569
15	TB15	4,3793	0,6569
16	TB16	4,3793	0,6569
17	TB17	4,3793	0,6569
18	TB18	4,3793	0,6569
19	TB19	4,3793	0,6569
20	TB20	4,3793	0,6569
21	TB21	4,3793	0,6569
22	TB22	4,3793	0,6569
23	TB23	4,3793	0,6569
24	TB24	4,3793	0,6569
25	TB25	4,3793	0,6569
26	TB26	4,3793	0,6569
27	TB27	4,3793	0,6569
28	TB28	4,3793	0,6569
29	TB29	4,3793	0,6569
30	TB30	4,3793	0,6569
31	TB31	4,3793	0,6569
32	TB32	4,3793	0,6569
33	TB33	4,3793	0,6569
34	TB34	4,3793	0,6569
35	TB35	4,3793	0,6569
36	TB36	4,3793	0,6569
37	TB37	4,3793	0,6569
38	TB38	4,3793	0,6569
39	TB39	4,3793	0,6569
40	TB40	4,3793	0,6569

**Tabel 4.78 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section VI (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
41	TB41	4,3793	0,6569
42	TB42	4,3793	0,6569
43	TB43	4,3793	0,6569
44	TB44	4,3793	0,6569
45	TB45	4,3793	0,6569
46	TB46	4,3793	0,6569
47	TB47	4,3793	0,6569
48	TB48	4,3793	0,6569
49	TB49	4,3793	0,6569
50	TB50	4,3793	0,6569
51	TB51	4,3793	0,6569
52	TB52	4,3793	0,6569
53	TB53	4,3793	0,6569
54	TB54	4,3793	0,6569
55	TB55	4,3793	0,6569
56	TB56	4,3793	0,6569
57	TB57	4,3793	0,6569
58	TB58	4,3793	0,6569
59	TB59	4,3793	0,6569
60	TB60	4,3793	0,6569
61	TB61	4,3793	0,6569
62	TB62	4,3843	13,2508
63	TB63	4,3843	13,2508
64	TB64	4,3843	13,2508
65	TB65	4,3843	13,2508
66	TB66	4,3843	13,2508
67	TB67	4,3843	13,2508
68	TB68	4,3843	13,2508
69	TB69	4,3843	13,2508
70	TB70	4,3843	13,2508
71	TB71	4,3843	13,2508
72	TB72	4,3843	13,2508
73	TB73	4,3843	13,2508
74	TB74	4,3843	13,2508
75	TB75	4,3843	13,2508
76	TB76	4,3843	13,2508
77	TB77	4,3843	13,2508

**Tabel 4.79 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section VI (bagian 4)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
78	TB78	4,3793	13,2008
79	TB79	4,3793	13,2008
80	TB80	4,3793	13,2008
81	TB81	4,3793	13,2008
82	TB82	4,3793	13,2008
83	TB83	4,3793	13,2008
84	TB84	4,3793	13,2008
85	TB85	4,3793	13,2008
86	TB86	4,3793	13,2008
87	TB87	4,3793	13,2008

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB62 pada *section VI* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB62 = \frac{4,3843 \times 323}{32545} = 0,0435$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan ( $\bar{U}$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB62 pada *section VI* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\bar{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB62 = \frac{13,2508 \times 323}{32545} = 0,1315$$

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB7, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section VI*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section VI* bisa dilihat pada Tabel 4.80, 4.81 dan 4.82 :

**Tabel 4.80 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section VI* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,0599	0,0090
2	TB2	0,0561	0,0084
3	TB3	0,0001	0,0000
4	TB4	0,1319	0,0198
5	TB5	0,0320	0,0048
6	TB6	0,0842	0,0126
7	TB7	0,1009	0,0151
8	TB8	0,0276	0,0041
9	TB9	0,0475	0,0071
10	TB10	0,0004	0,0001
11	TB11	0,0712	0,0107
12	TB12	0,0494	0,0074
13	TB13	0,0729	0,0109
14	TB14	0,0441	0,0066
15	TB15	0,0322	0,0048
16	TB16	0,0818	0,0123
17	TB17	0,0693	0,0104
18	TB18	0,0873	0,0131
19	TB19	0,0466	0,0070
20	TB20	0,0569	0,0085
21	TB21	0,0001	0,0000
22	TB22	0,0001	0,0000
23	TB23	0,0081	0,0012
24	TB24	0,0001	0,0000
25	TB25	0,0801	0,0120
26	TB26	0,0487	0,0073
27	TB27	0,0447	0,0067
28	TB28	0,1285	0,0193
29	TB29	0,0888	0,0133
30	TB30	0,0580	0,0087
31	TB31	0,0432	0,0065

**Tabel 4.81 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section VI (bagian 2)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
32	TB32	0,0322	0,0048
33	TB33	0,1024	0,0154
34	TB34	0,0460	0,0069
35	TB35	0,0488	0,0073
36	TB36	0,0001	0,0000
37	TB37	0,0728	0,0109
38	TB38	0,0630	0,0094
39	TB39	0,0606	0,0091
40	TB40	0,1052	0,0158
41	TB41	0,0970	0,0146
42	TB42	0,0599	0,0090
43	TB43	0,0001	0,0000
44	TB44	0,0505	0,0076
45	TB45	0,0906	0,0136
46	TB46	0,0432	0,0065
47	TB47	0,0272	0,0041
48	TB48	0,0275	0,0041
49	TB49	0,0305	0,0046
50	TB50	0,0671	0,0101
51	TB51	0,0507	0,0076
52	TB52	0,0388	0,0058
53	TB53	0,0930	0,0139
54	TB54	0,0566	0,0085
55	TB55	0,0413	0,0062
56	TB56	0,0561	0,0084
57	TB57	0,0836	0,0125
58	TB58	0,0595	0,0089
59	TB59	0,0001	0,0000
60	TB60	0,0595	0,0089
61	TB61	0,0627	0,0094
62	TB62	0,0435	0,1315
63	TB63	0,0679	0,2052
64	TB64	0,0562	0,1698
65	TB65	0,0155	0,0468
66	TB66	0,0930	0,2809
67	TB67	0,0276	0,0835
68	TB68	0,0686	0,2072
69	TB69	0,0001	0,0004

**Tabel 4.82 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section VI (bagian 3)**

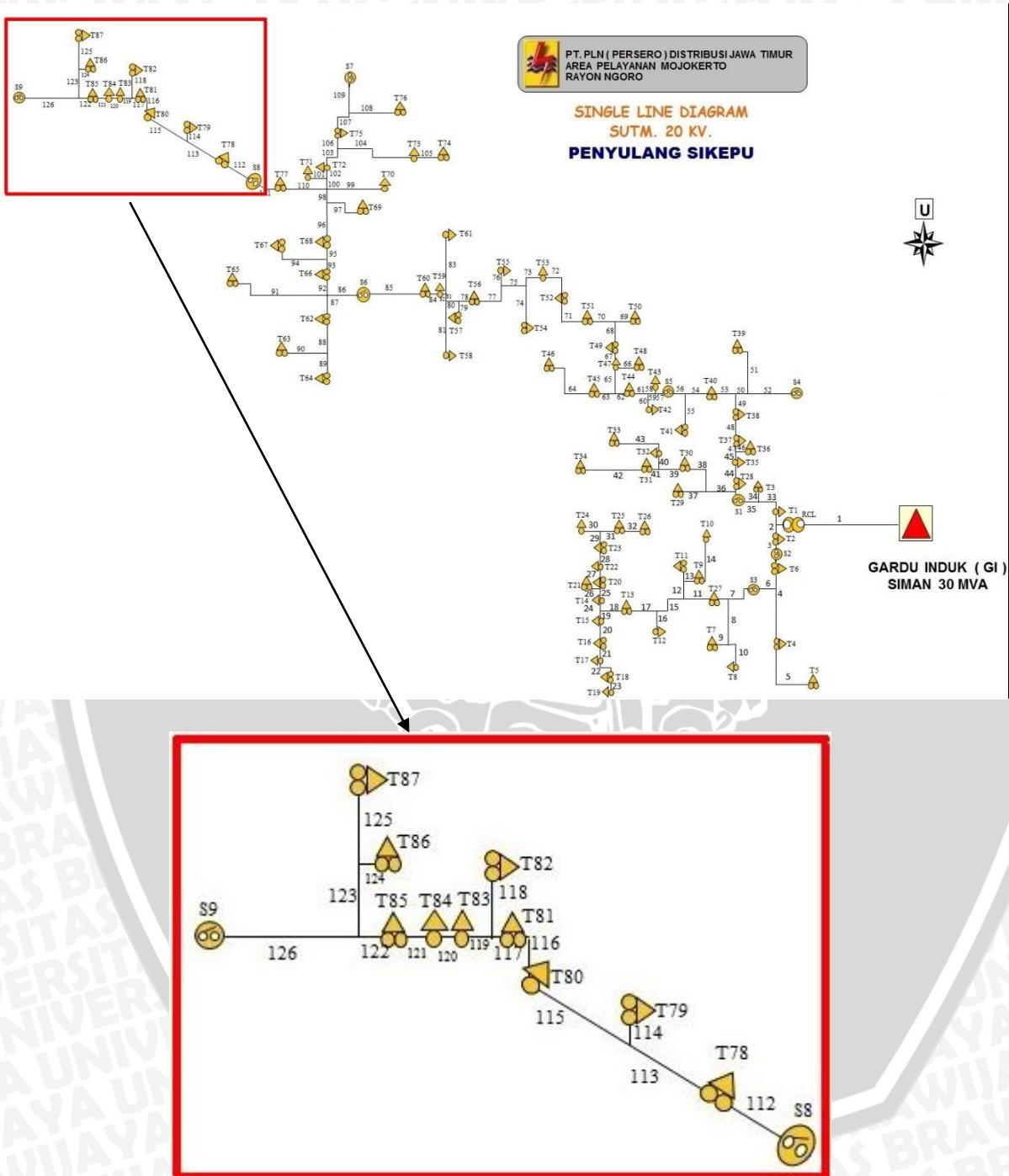
No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
70	TB70	0,0329	0,0993
71	TB71	0,0001	0,0004
72	TB72	0,0120	0,0362
73	TB73	0,0539	0,1629
74	TB74	0,0587	0,1775
75	TB75	0,0994	0,3005
76	TB76	0,0018	0,0053
77	TB77	0,1094	0,3306
78	TB78	0,0479	0,1444
79	TB79	0,0279	0,0840
80	TB80	0,0423	0,1274
81	TB81	0,1076	0,3245
82	TB82	0,0001	0,0004
83	TB83	0,0174	0,0523
84	TB84	0,0027	0,0081
85	TB85	0,0444	0,1339
86	TB86	0,0361	0,1087
87	TB87	0,0339	0,1022
Total		4,3801	3,8159

Berdasarkan Tabel 4.80, Tabel 4.81, dan Tabel 4.82, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada Section VI dengan nilai 4,3801 kali/tahun dan 3,8159 jam/tahun.

#### 4.2.7 Section VII

Section VII adalah pembagian wilayah jaringan terakhir. Dari gambar 4.10 dapat dilihat bahwa Sectionalizer S8 hingga ujung penyulang yakni Sectionalizer S9. 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 laju kegagalan peralatan distribusi pada section VII Penyulang Sikepu selama satu tahun berdasarkan aturan SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1 dan Tabel 2, akan dihitung dan ditampilkan waktu pemulihan (waktu pemadaman dan waktu pemindahan) peralatan distribusi pada section VII Penyulang Sikepu, dan akan menghitung serta menampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada section VII Penyulang Sikepu. Section VII Penyulang Sikepu terdiri dari 45 peralatan distribusi yakni, 16

buah trafo distribusi T62 hingga T77, tiga buah *Sectionalizer S6, S7* dan *S8*, serta 26 buah saluran udara L86 hingga L111.



Gambar 4. 10 Single Line Diagram Section VII

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*. Misalkan gangguan yang disebabkan oleh saluran udara L112, dapat dilihat bahwa, tidak semua peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Hal ini disebabkan hanya titik beban yang ada pada *section VII* yang mengalami waktu pemadaman. Sedangkan titik beban sebelum *section VII* hanya mengalami waktu pemindahan atau *switching time* yang waktunya relatif lebih singkat. Tabel mode kegagalan peralatan pada *section VII* ditampilkan pada Tabel 4.83 dan 4.84 dan Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan ditampilkan pada Tabel 4.86.

**Tabel 4.83 Tabel mode kegagalan peralatan pada *section VII* (bagian 1)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
1	<i>Sectionalizer S8</i>	TB78 – TB87	TB1 – TB77
2	<i>Sectionalizer S9</i>	TB78 – TB87	TB1 – TB77
3	Titik Beban TB78	TB78	
4	Titik Beban TB79	TB79	-
5	Titik Beban TB80	TB80	-
6	Titik Beban TB81	TB81	-
7	Titik Beban TB82	TB82	-
8	Titik Beban TB83	TB83	-
9	Titik Beban TB84	TB84	-
10	Titik Beban TB85	TB85	-
11	Titik Beban TB86	TB86	-
12	Titik Beban TB87	TB87	-
13	Saluran Udara L112	TB78 – TB87	TB1 – TB77
14	Saluran Udara L113	TB78 – TB87	TB1 – TB77
15	Saluran Udara L114	TB78 – TB87	TB1 – TB77
16	Saluran Udara L115	TB78 – TB87	TB1 – TB77
17	Saluran Udara L116	TB78 – TB87	TB1 – TB77
18	Saluran Udara L117	TB78 – TB87	TB1 – TB77
19	Saluran Udara L118	TB78 – TB87	TB1 – TB77
20	Saluran Udara L119	TB78 – TB87	TB1 – TB77
21	Saluran Udara L120	TB78 – TB87	TB1 – TB77
22	Saluran Udara L121	TB78 – TB87	TB1 – TB77
23	Saluran Udara L122	TB78 – TB87	TB1 – TB77
24	Saluran Udara L123	TB78 – TB87	TB1 – TB77
25	Saluran Udara L124	TB78 – TB87	TB1 – TB77

**Tabel 4.84 Tabel mode kegagalan peralatan pada section VII (bagian 2)**

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan	
		Waktu Pemadaman	Waktu Pemindahan
26	Saluran Udara L125	TB78 – TB87	TB1 – TB77
27	Saluran Udara L126	TB78 – TB87	TB1 – TB77

**Tabel 4.85 Tabel laju kegagalan dan waktu pemulihan peralatan distribusi pada section VII**

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan (kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)
1	Sectionalizer S8	0,003	-	10	0,15
2	Sectionalizer S9	0,003	-	10	0,15
3	Titik Beban TB78	0,005	-	10	0,15
4	Titik Beban TB79	0,005	-	10	0,15
5	Titik Beban TB80	0,005	-	10	0,15
6	Titik Beban TB81	0,005	-	10	0,15
7	Titik Beban TB82	0,005	-	10	0,15
8	Titik Beban TB83	0,005	-	10	0,15
9	Titik Beban TB84	0,005	-	10	0,15
10	Titik Beban TB85	0,005	-	10	0,15
11	Titik Beban TB86	0,005	-	10	0,15
12	Titik Beban TB87	0,005	-	10	0,15
13	Saluran Udara L112	0,2	0,9105	3	0,15
14	Saluran Udara L113	0,2	1,0116	3	0,15
15	Saluran Udara L114	0,2	0,3035	3	0,15
16	Saluran Udara L115	0,2	1,1128	3	0,15
17	Saluran Udara L116	0,2	0,5058	3	0,15
18	Saluran Udara L117	0,2	0,2023	3	0,15
19	Saluran Udara L118	0,2	0,7081	3	0,15
20	Saluran Udara L119	0,2	0,3035	3	0,15
21	Saluran Udara L120	0,2	0,2529	3	0,15
22	Saluran Udara L121	0,2	0,4047	3	0,15
23	Saluran Udara L122	0,2	0,3035	3	0,15
24	Saluran Udara L123	0,2	0,7081	3	0,15
25	Saluran Udara L124	0,2	0,2529	3	0,15
26	Saluran Udara L125	0,2	0,8093	3	0,15
27	Saluran Udara L126	0,2	1,4163	3	0,15

Selanjutnya adalah menghitung nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk setiap peralatan yang mempengaruhi setiap TB dan perkalian laju kegagalan saluran dengan panjang tiap salurannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.86 :

**Tabel 4.86 Tabel laju kegagalan ( $\lambda$ ) TB78**

Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) pada TB78				
No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan(kali/km/tahun dan kali/unit/tahun)	Panjang Saluran (km)	Laju kegagalan (kali/tahun)
1	<i>Sectionalizer S8</i>	0,003	-	0,003
2	<i>Sectionalizer S9</i>	0,003	-	0,003
3	Titik Beban TB78	0,005	-	0,005
4	Saluran Udara L112	0,2	0,9105	0,1821
5	Saluran Udara L113	0,2	1,0116	0,2023
6	Saluran Udara L114	0,2	0,3035	0,0607
7	Saluran Udara L115	0,2	1,1128	0,2226
8	Saluran Udara L116	0,2	0,5058	0,1012
9	Saluran Udara L117	0,2	0,2023	0,0405
10	Saluran Udara L118	0,2	0,7081	0,1416
11	Saluran Udara L119	0,2	0,3035	0,0607
12	Saluran Udara L120	0,2	0,2529	0,0506
13	Saluran Udara L121	0,2	0,4047	0,0809
14	Saluran Udara L122	0,2	0,3035	0,0607
15	Saluran Udara L123	0,2	0,7081	0,1416
16	Saluran Udara L124	0,2	0,2529	0,0506
17	Saluran Udara L125	0,2	0,8093	0,1619
18	Saluran Udara L126	0,2	1,4163	0,2833
				Total 1,8522

Sedangkan untuk menghitung durasi gangguan ( $\ddot{U}$ ) 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 dapat dilihat pada Tabel 4.87 :



**Tabel 4.87 Tabel Durasi kegagalan (  $\ddot{U}$  ) TB78**

Durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) pada TB78					
No	Nama Peralatan	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Waktu Pemadaman (jam)	Waktu Pemindahan (jam)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	Sectionalizer S8	0,003	10	0,15	0,03
2	Sectionalizer S9	0,003	10	0,15	0,03
3	Titik Beban TB78	0,005	10	0,15	0,05
4	Saluran Udara L112	0,18209	3	0,15	0,54628
5	Saluran Udara L113	0,20233	3	0,15	0,60698
6	Saluran Udara L114	0,0607	3	0,15	0,18209
7	Saluran Udara L115	0,22256	3	0,15	0,66768
8	Saluran Udara L116	0,10116	3	0,15	0,30349
9	Saluran Udara L117	0,04047	3	0,15	0,1214
10	Saluran Udara L118	0,14163	3	0,15	0,42489
11	Saluran Udara L119	0,0607	3	0,15	0,18209
12	Saluran Udara L120	0,05058	3	0,15	0,15175
13	Saluran Udara L121	0,08093	3	0,15	0,24279
14	Saluran Udara L122	0,0607	3	0,15	0,18209
15	Saluran Udara L123	0,14163	3	0,15	0,42489
16	Saluran Udara L124	0,05058	3	0,15	0,15175
17	Saluran Udara L125	0,16186	3	0,15	0,48559
18	Saluran Udara L126	0,28326	3	0,15	0,84978
					Total 5,63354

Untuk perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (  $\ddot{U}$  ) pada titik beban lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Dan data laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (  $\ddot{U}$  ) yang ada pada section VII bisa dilihat pada Tabel 4.88, 4.89, 4.90, dan 4.91 :

**Tabel 4.88 Tabel Laju Kegagalan (  $\lambda$  ) dan Durasi Gangguan (  $\ddot{U}$  ) pada Section VII (bagian 1)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
1	TB1	1,8472	0,2771
2	TB2	1,8472	0,2771
3	TB3	1,8472	0,2771
4	TB4	1,8472	0,2771
5	TB5	1,8472	0,2771
6	TB6	1,8472	0,2771
7	TB7	1,8472	0,2771
8	TB8	1,8472	0,2771

**Tabel 4.89 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section VII (bagian 2)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
9	TB9	1,8472	0,2771
10	TB10	1,8472	0,2771
11	TB11	1,8472	0,2771
12	TB12	1,8472	0,2771
13	TB13	1,8472	0,2771
14	TB14	1,8472	0,2771
15	TB15	1,8472	0,2771
16	TB16	1,8472	0,2771
17	TB17	1,8472	0,2771
18	TB18	1,8472	0,2771
19	TB19	1,8472	0,2771
20	TB20	1,8472	0,2771
21	TB21	1,8472	0,2771
22	TB22	1,8472	0,2771
23	TB23	1,8472	0,2771
24	TB24	1,8472	0,2771
25	TB25	1,8472	0,2771
26	TB26	1,8472	0,2771
27	TB27	1,8472	0,2771
28	TB28	1,8472	0,2771
29	TB29	1,8472	0,2771
30	TB30	1,8472	0,2771
31	TB31	1,8472	0,2771
32	TB32	1,8472	0,2771
33	TB33	1,8472	0,2771
34	TB34	1,8472	0,2771
35	TB35	1,8472	0,2771
36	TB36	1,8472	0,2771
37	TB37	1,8472	0,2771
38	TB38	1,8472	0,2771
39	TB39	1,8472	0,2771
40	TB40	1,8472	0,2771
41	TB41	1,8472	0,2771
42	TB42	1,8472	0,2771
43	TB43	1,8472	0,2771
44	TB44	1,8472	0,2771

**Tabel 4.90 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) pada Section VII (bagian 3)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\bar{U}$ ) (jam/tahun)
45	TB45	1,8472	0,2771
46	TB46	1,8472	0,2771
47	TB47	1,8472	0,2771
48	TB48	1,8472	0,2771
49	TB49	1,8472	0,2771
50	TB50	1,8472	0,2771
51	TB51	1,8472	0,2771
52	TB52	1,8472	0,2771
53	TB53	1,8472	0,2771
54	TB54	1,8472	0,2771
55	TB55	1,8472	0,2771
56	TB56	1,8472	0,2771
57	TB57	1,8472	0,2771
58	TB58	1,8472	0,2771
59	TB59	1,8472	0,2771
60	TB60	1,8472	0,2771
61	TB61	1,8472	0,2771
62	TB62	1,8472	0,2771
63	TB63	1,8472	0,2771
64	TB64	1,8472	0,2771
65	TB65	1,8472	0,2771
66	TB66	1,8472	0,2771
67	TB67	1,8472	0,2771
68	TB68	1,8472	0,2771
69	TB69	1,8472	0,2771
70	TB70	1,8472	0,2771
71	TB71	1,8472	0,2771
72	TB72	1,8472	0,2771
73	TB73	1,8472	0,2771
74	TB74	1,8472	0,2771
75	TB75	1,8472	0,2771
76	TB76	1,8472	0,2771
77	TB77	1,8472	0,2771
78	TB78	1,8522	5,6335
79	TB79	1,8522	5,6335
80	TB80	1,8522	5,6335

**Tabel 4.91 Tabel Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) pada Section VII (bagian 4)**

No	Titik Beban	Laju kegagalan ( $\lambda$ ) (kali/tahun)	Durasi Gangguan ( $\ddot{U}$ ) (jam/tahun)
81	TB81	1,8522	5,6335
82	TB82	1,8522	5,6335
83	TB83	1,8522	5,6335
84	TB84	1,8522	5,6335
85	TB85	1,8522	5,6335
86	TB86	1,8522	5,6335
87	TB87	1,8522	5,6335

Dengan mengetahui variabel – variabel indeks keandalan titik beban berikutnya berdasarkan persamaan (2.4) dan persamaan pada (2.6) pada 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 laju kegagalan ( $\lambda$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIFI TB78 pada *section VII* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIFI = \frac{\lambda_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.4)$$

$$SAIFI\ TB78 = \frac{1,8522 \times 356}{32545} = 0,0203$$

Sesuai dengan persamaan (2.6) didapatkan nilai SAIDI titik beban dengan cara mengalikan jumlah konsumen pada tiap-tiap titik beban dengan durasi kegagalan ( $\ddot{U}$ ) titik beban kemudian membaginya dengan total jumlah konsumen yang ada pada sistem Penyulang Sikepu. Berikut contoh perhitungan nilai SAIDI TB78 pada *section VII* dapat dilihat di persamaan dibawah ini :

$$SAIDI = \frac{\ddot{U}_{TB} \times N_{TB}}{N} \quad (2.6)$$

$$SAIDI\ TB78 = \frac{5,6335 \times 356}{32545} = 0,0616$$



Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari nilai SAIFI dan SAIDI pada TB7, maka bisa didapatkan untuk nilai – nilai SAIFI dan SAIDI pada titik beban yang lain sehingga didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section VII*. Untuk Tabel nilai SAIDI dan SAIFI semua TB pada *Section VII* bisa dilihat pada Tabel 4.92, 4.93, dan 4.94 :

**Tabel 4.92 Tabel SAIFI dan SAIDI pada *Section VII* (bagian 1)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	TB1	0,0253	0,0038
2	TB2	0,0237	0,0036
3	TB3	0,0001	0,0000
4	TB4	0,0556	0,0083
5	TB5	0,0135	0,0020
6	TB6	0,0355	0,0053
7	TB7	0,0426	0,0064
8	TB8	0,0116	0,0017
9	TB9	0,0200	0,0030
10	TB10	0,0002	0,0000
11	TB11	0,0300	0,0045
12	TB12	0,0208	0,0031
13	TB13	0,0308	0,0046
14	TB14	0,0186	0,0028
15	TB15	0,0136	0,0020
16	TB16	0,0345	0,0052
17	TB17	0,0292	0,0044
18	TB18	0,0368	0,0055
19	TB19	0,0196	0,0029
20	TB20	0,0240	0,0036
21	TB21	0,0001	0,0000
22	TB22	0,0001	0,0000
23	TB23	0,0034	0,0005
24	TB24	0,0001	0,0000
25	TB25	0,0338	0,0051
26	TB26	0,0205	0,0031
27	TB27	0,0188	0,0028
28	TB28	0,0542	0,0081
29	TB29	0,0375	0,0056
30	TB30	0,0245	0,0037
31	TB31	0,0182	0,0027
32	TB32	0,0136	0,0020



**Tabel 4.93 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section VII (bagian 2)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
33	TB33	0,0432	0,0065
34	TB34	0,0194	0,0029
35	TB35	0,0206	0,0031
36	TB36	0,0001	0,0000
37	TB37	0,0307	0,0046
38	TB38	0,0266	0,0040
39	TB39	0,0255	0,0038
40	TB40	0,0444	0,0067
41	TB41	0,0409	0,0061
42	TB42	0,0253	0,0038
43	TB43	0,0001	0,0000
44	TB44	0,0213	0,0032
45	TB45	0,0382	0,0057
46	TB46	0,0182	0,0027
47	TB47	0,0115	0,0017
48	TB48	0,0116	0,0017
49	TB49	0,0129	0,0019
50	TB50	0,0283	0,0042
51	TB51	0,0214	0,0032
52	TB52	0,0163	0,0025
53	TB53	0,0392	0,0059
54	TB54	0,0239	0,0036
55	TB55	0,0174	0,0026
56	TB56	0,0237	0,0036
57	TB57	0,0352	0,0053
58	TB58	0,0251	0,0038
59	TB59	0,0001	0,0000
60	TB60	0,0251	0,0038
61	TB61	0,0264	0,0040
62	TB62	0,0183	0,0027
63	TB63	0,0286	0,0043
64	TB64	0,0237	0,0036
65	TB65	0,0065	0,0010
66	TB66	0,0392	0,0059
67	TB67	0,0116	0,0017
68	TB68	0,0289	0,0043
69	TB69	0,0001	0,0000
70	TB70	0,0138	0,0021

**Tabel 4.94 Tabel SAIFI dan SAIDI pada Section VII (bagian 3)**

No	Titik Beban	SAIFI (kali/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
71	TB71	0,0001	0,0000
72	TB72	0,0051	0,0008
73	TB73	0,0227	0,0034
74	TB74	0,0247	0,0037
75	TB75	0,0419	0,0063
76	TB76	0,0007	0,0001
77	TB77	0,0461	0,0069
78	TB78	0,0203	0,0616
79	TB79	0,0118	0,0358
80	TB80	0,0179	0,0544
81	TB81	0,0455	0,1385
82	TB82	0,0001	0,0002
83	TB83	0,0073	0,0223
84	TB84	0,0011	0,0035
85	TB85	0,0188	0,0571
86	TB86	0,0153	0,0464
87	TB87	0,0143	0,0436
Total		1,8476	0,7177

Berdasarkan Tabel 4.92, Tabel 4.93, dan Tabel 4.94, dapat diperoleh nilai SAIFI dan SAIDI pada Section VII dengan nilai 1,8476 kali/tahun dan 0,717 jam/tahun.

#### 4.2.8 Nilai Indeks Keandalan Penyulang

Nilai indeks keandalan sistem jaringan Penyulang Sikepu dapat diketahui apabila nilai indeks keandalan tiap *section* telah dihitung dan kemudian nilai indeks keandalan tiap *section* dijumlahkan. Sehingga diperoleh nilai indeks keandalan sistem jaringan Penyulang Sikepu seperti Tabel 4.95 :

**Tabel 4.95 Tabel Indeks Keandalan Penyulang Sikepu**

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9963	3,1436
Section II	0,7145	0,6872
Section III	2,7558	2,1502
Section IV	2,9159	6,2868
Section V	3,7502	5,7135
Section VI	4,3801	3,8159
Section VII	1,8476	0,7177
Total	17,3603	22,5149

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh nilai SAIFI, dan SAIDI sistem jaringan penyulang Sikepu dengan menjumlahkan semua indeks keandalan tiap section. penyulang Sikepu ini memiliki nilai indeks keandalan SAIFI sebesar 17,3603 kali/tahun , SAIDI sebesar 22,5149 jam/tahun.

### **4.3 Perbaikan Indeks Keandalan**

Dalam melakukan peningkatan keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat dilakukan dengan beberapa cara. Sebagai contohnya adalah dengan memperkecil nilai dari laju kegagalan suatu peralatan sistem distribusi dan juga menggunakan sumber cadangan / mengkopelkan dari penyulang lain, sehingga nilai SAIDI dan SAIFI suatu sistem distribusi tenaga listrik dapat berkurang. Untuk memperkecil nilai dari laju kegagalan peralatan, langkah-langkah yang perlu dilakukan seperti melakukan pemeliharaan secara rutin terhadap peralatan distribusi tenaga listrik perlu dilakukan agar kontinuitas pasokan listrik dapat dirasakan lebih baik oleh pelanggan.

Selain dengan memperkecil laju kegagalan, cara yang kedua yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan suatu sistem distribusi adalah dengan menggunakan / mengkopelkan dengan sumber cadangan dari penyulang lain yang terhubung dengan penyulang. Penggunaan kopel 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 / padam. Adanya sumber cadangan dapat memberikan peningkatan keandalan karena area yang diberikan suplai tidak mengalami kondisi waktu pemadaman / *repair time* melainkan mengalami kondisi waktu pemindahan / *switching time* yang durasi padamnya lebih singkat dari pada waktu pemadaman / *repair time* sehingga berpengaruh pada indeks keandalan penyulang.

#### **4.3.1 Memperkecil Laju Kegagalan**

Peningkatan suatu indeks keandalan dapat dilakukan dengan cara memperkecil nilai dari laju kegagalan suatu peralatan distribusi tenaga listrik. Meskipun relatif kecil perubahannya, namun penurunan laju kegagalan sebesar 40% dapat meningkatkan indeks keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik. Nilai 40% ini diambil dari usaha PLN dalam peningkatan keandalan dan mutu pelayanan kepada masyarakat berdasarkan SPLN 68-2 : 1986 tentang Tingkat Jaminan Tenaga Listrik yang harus diperbaiki dan indeks keandalan diperkecil

sampai 60%. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 4.96, dimana laju kegagalan peralatan sistem distribusi yang ada pada Penyulang Sikepu selain saluran udara diperkecil sebesar 40%.

**Tabel 4.96 Tabel Laju Kegagalan Peralatan Baru**

Sebelum Memperkecil Laju Kegagalan		Sesudah Memperkecil Laju Kegagalan	
Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan	Nama Peralatan	Laju Kegagalan Peralatan
Trafo distribusi	0,005/unit/tahun	Trafo distribusi	0,003/unit/tahun
<i>Sectionanalyzer</i>	0,003/unit/tahun	<i>Sectionanalyzer</i>	0,0018/unit/tahun
Pemutus tenaga	0,004/unit/tahun	Pemutus tenaga	0,0024/unit/tahun
<i>Recloser</i>	0,005/unit/tahun	<i>Recloser</i>	0,003/unit/tahun

Dengan menggunakan nilai laju kegagalan yang baru, dilakukan perhitungan indeks keandalan dengan metode *section technique*. Didapatkan besar nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI penyulang sikepu yang lebih baik. Berikut Tabel perbandingan indeks keandalan setelah memperkecil nilai laju kegagalan peralatan distribusi.

**Tabel 4.97 Tabel Perbandingan Indeks Keandalan Penyulang Sikepu**

Section	Sebelum Memperkecil Laju Kegagalan		Sesudah Memperkecil Laju Kegagalan	
	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
<i>Section I</i>	0,9963	3,1436	0,9842	2,9739
<i>Section II</i>	0,7145	0,6872	0,7095	0,6717
<i>Section III</i>	2,7558	2,1502	2,7525	2,1535
<i>Section IV</i>	2,9159	6,2868	2,9054	6,0976
<i>Section V</i>	3,7502	5,7135	3,7445	5,7040
<i>Section VI</i>	4,3801	3,8159	4,3733	3,7902
<i>Section VII</i>	1,8476	0,7177	1,8425	0,7098
Total	17,3603	22,5149	17,3118	22,1007

Berdasarkan Tabel 4.97 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai SAIFI dan SAIDI pada penyulang Sikepu setelah terjadi penurunan laju kegagalan pada peralatan distribusi penyulang Sikepu selain saluran udara. Dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan peralatan yang lebih baik sehingga mampu menekan laju kegagalan sebesar 40%, nilai indeks keandalan dapat diperbaiki menjadi lebih baik. Memperkecil pada laju kegagalan dengan presentase yang lebih besar akan memberikan peningkatan keandalan yang cukup signifikan.

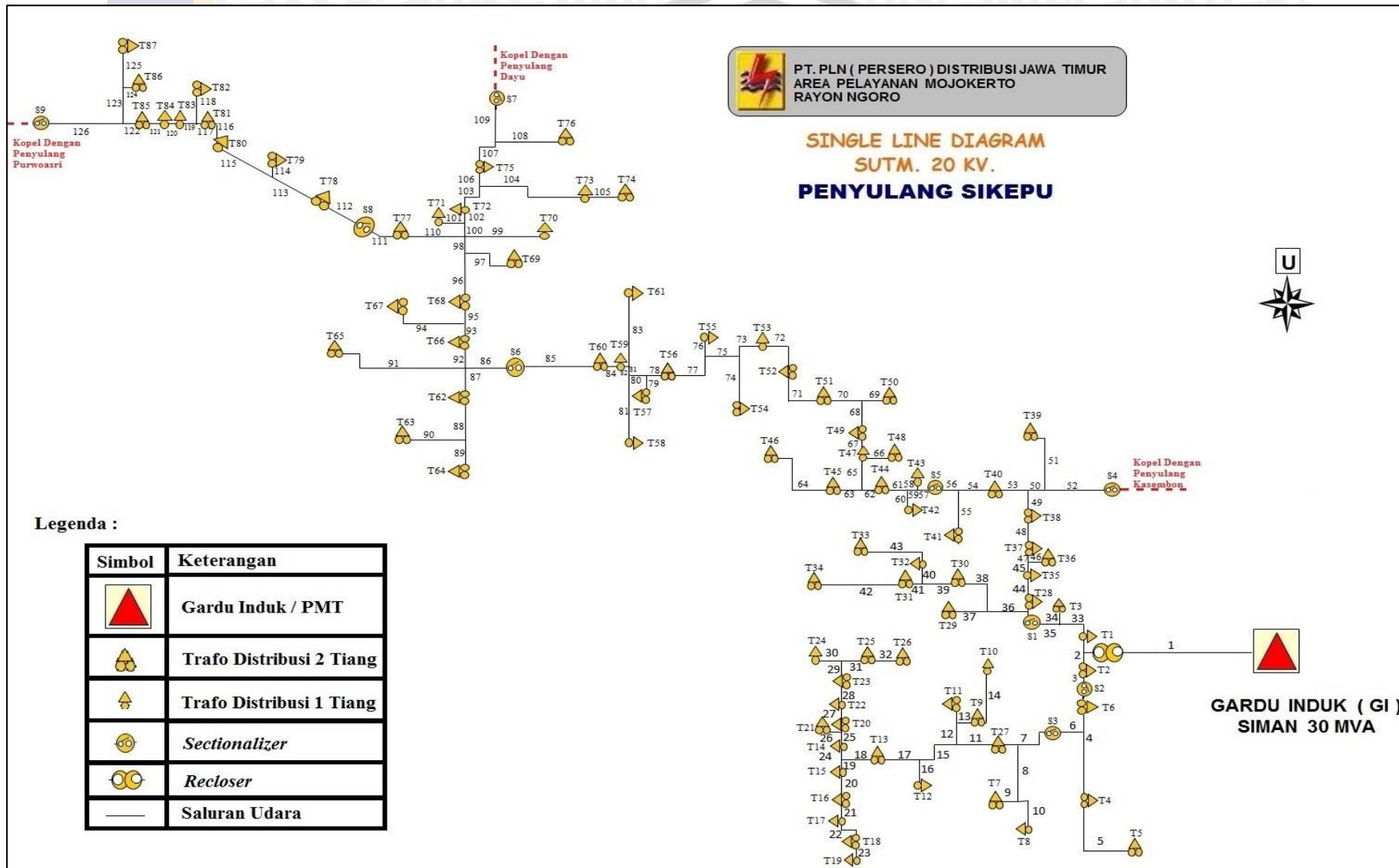


#### 4.3.2 Sumber Cadangan Dari Penyulang Lain

Dengan memberikan sumber cadangan dari penyulang lain yang terhubung melalui *Sectionalizer* dengan kondisi *normally open* atau posisi kontak terbuka pada sistem jaringan distribusi, cara ini dapat meningkatkan keandalan suatu sistem jaringan distribusi secara relatif lebih besar apabila dibandingkan dengan memperkecil laju kegagalan peralatan sistem jaringan distribusi.

Untuk itu, dilakukan penambahan sumber cadangan lain pada sistem jaringan distribusi penyulang Sikepu. Dimana penambahan sumber cadangan lain ini dihubungkan pada *section* yang tidak berhubungan secara langsung dengan sumber utama dan dari topografi jaringan yang memungkinkan untuk menghubungkan antara penyulang sikepu dengan sumber cadangan dari penyulang lain. Oleh karena itu *single line diagram* penyulang sikepu yang baru setelah penambahan sumber cadangan lain dapat dilihat pada gambar 4.11 :





Gambar 4. 11 Single Line Diagram Penyulang Sikepu Dengan Sumber Cadangan Lain

Pada pembahasan ini akan dihitung untuk indeks keandalan penyulang sikepu dengan menggunakan laju kegagalan yang sudah di perkecil sebesar 40% seperti yang sudah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Untuk mendapatkan nilai indeks keandalan yang lebih baik digunakan rekayasa jaringan dengan beberapa skenario yang sudah ditentukan. Dikarenakan penyulang sikepu terhubung langsung dengan beberapa penyulang lain seperti contohnya penyulang kasembon yang terhubung dengan penyulang Sikepu melalui *section IV*, penyulang Dayu yang terhubung dengan penyulang sikepu melalui *section VI*, dan penyulang Purwoasi yang terhubung dengan penyulang sikepu melalui *section VII*.

Dengan mempertimbangkan kemampuan suplai daya dari penyulang lain, maka untuk penggunaan sumber cadangan lain pada penyulang sikepu ini hanya diperbolehkan untuk *section* yang terhubung langsung saja. Karena apabila melebihi dari *section* yang terhubung dikhawatirkan terjadi *over-load* pada penyulang lain yang menjadi sumber cadangan sehingga mengakibatkan *trip* pada penyulang itu.;;;

Untuk pembagian skenario pada pembahasan ini sebagai berikut :

- Skenario A : Hanya terhubung oleh Penyulang Kasembon
- Skenario B : Hanya terhubung oleh Penyulang Dayu
- Skenario C : Hanya terhubung oleh Penyulang Purwoasri
- Skenario D : Terhubung dengan Penyulang Kasembon dan Penyulang Dayu
- Skenario E : Terhubung dengan Penyulang Kasembon dan Penyulang Purwoasri
- Skenario F : Terhubung dengan Penyulang Dayu dan Penyulang Purwoasri
- Skenario G : Terhubung dengan Penyulang Kasembon, Penyulang Dayu dan Penyulang Purwoasri

#### **4.3.2.1 Skenario A**

Pada skenario A ini penyulang Kasembon dihubungkan melalui *Sectionalizer S4* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S4* terdapat pada *section IV*, maka penyulang Kasembon hanya membackup energi yang ada pada *section IV* saja yakni dari Titik Beban 28 hingga Titik Beban 41. Jadi apabila pada *section I* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang

mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section IV* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Kasembon. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.98 :

**Tabel 4.98 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario A**

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	2,3629
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	6,0976
Section V	3,7445	5,7040
Section VI	4,373	3,7902
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	21,4898

#### 4.3.2.2 Skenario B

Pada skenario B ini penyulang Dayu dihubungkan melalui *Sectionalizer S7* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S7* terdapat pada *section VI*, maka penyulang Dayu hanya membackup energi yang ada pada *section VI* saja yakni dari Titik Beban 62 hingga Titik Beban 77. Jadi apabila pada *section I*, *section IV*, dan *section V* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section VI* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Dayu. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.99 :

**Tabel 4.99 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario B**

<i>Section</i>	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	2,4965
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	4,6970
Section V	3,7445	3,8921
Section VI	4,373	3,8159
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	18,4364

#### 4.3.2.3 Skenario C

Pada skenario C ini penyulang Purwoasri dihubungkan melalui *Sectionalizer S8* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S8* terdapat pada *section VII*, maka penyulang Purwoasri hanya membackup energi yang ada pada *section VII* saja yakni dari Titik Beban 78 hingga Titik Beban 87. Jadi apabila pada *section I*, *section IV*, *section V* dan *section VI* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section VII* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Purwoasri. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.100 :

**Tabel 4.100 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario C**

<i>Section</i>	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	2,7414
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	5,3869
Section V	3,7445	4,8216
Section VI	4,373	2,7643
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	19,2491

#### 4.3.2.4 Skenario D

Pada skenario D ini penyulang Kasembon yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S4* dan Penyulang Dayu yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S7* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S4* terdapat pada *section IV*, maka penyulang Kasembon hanya membackup energi yang ada pada *section IV* saja yakni dari Titik Beban 28 hingga Titik Beban 41 dan *Sectionalizer S7* terdapat pada *section VI*, maka penyulang Dayu hanya membackup energi yang ada pada *section VI* saja yakni dari Titik Beban 62 hingga Titik Beban 77. Jadi apabila pada *section I* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section IV* dan *VI* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Kasembon dan penyulang Dayu. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.101 :

Tabel 4.101 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario D

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	1,8855
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	4,6381
Section V	3,7445	3,8921
Section VI	4,373	3,7902
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	17,7410

#### 4.3.2.5 Skenario E

Pada skenario E ini penyulang Kasembon yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S4* dan Penyulang Purwoasri yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S9* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S4* terdapat pada *section IV*, maka penyulang Kasembon hanya membackup energi yang ada pada *section IV* saja yakni dari Titik Beban 28 hingga Titik Beban 41 dan *Sectionalizer S8* terdapat pada *section VII*, maka penyulang Purwoasri hanya membackup energi yang ada pada *section VII* saja yakni dari Titik Beban 78 hingga Titik Beban



87. Jadi apabila pada *section I* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section IV* dan *VII* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Kasembon dan penyulang Purwoasri. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.102 :

**Tabel 4.102 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario E**

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	2,1304
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	5,3869
Section V	3,7445	4,8216
Section VI	4,373	2,7643
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	18,6381

#### 4.3.2.6 Skenario F

Pada skenario F ini penyulang Dayu yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S7* dan Penyulang Purwoasri yang dihubungkan melalui *Sectionalizer S9* apabila penyulang Sikepu terjadi gangguan yang menyebabkan terhentinya penyaluran daya kepada pelanggan. Dikarenakan *Sectionalizer S7* terdapat pada *section VI*, maka penyulang Dayu hanya membackup energi yang ada pada *section VI* saja yakni dari Titik Beban 62 hingga Titik Beban 77 dan *Sectionalizer S8* terdapat pada *section VII*, maka penyulang Purwoasri hanya membackup energi yang ada pada *section VII* saja yakni dari Titik Beban 78 hingga Titik Beban 87. Jadi apabila pada *section I*, *section II*, *section III*, *section IV*, dan *section V* terjadi kegagalan peralatan distribusi yang mengakibatkan terhentinya penyaluran daya ke pelanggan maka tidak semua *section* di penyulang Sikepu akan mengalami waktu pemadaman / *repair time* yang rentang waktunya 3 – 10 jam, melainkan hanya *section VI* dan *VII* yang mengalami waktu pemindahan / *switching time* yang rentang waktunya 0,15 jam tujuannya untuk mengubah sumber utama penyulang Sikepu menjadi sumber cadangan yang di salurkan melalui penyulang Dayu dan penyulang Purwoasri. Dengan menggunakan metode *section technique* maka

didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.103 :

**Tabel 4.103 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario F**

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	2,2640
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	4,0149
Section V	3,7445	3,0097
Section VI	4,373	3,8159
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	16,6395

#### 4.3.2.7 Skenario G

Pada skenario G ini penyulang sikepu akan dihubungkan ke penyulang Kasembon, penyulang Dayu, dan Penyulang Purwoasri apabila terjadi gangguan di salah satu *section*nya. Sehingga diharapkan waktu pemadaman / *repair time* dapat dikurangi dan akan berubah menjadi waktu pemindahan / *switching time* agar konsumen tidak merasakan pemadaman yang lebih lama dan peningkatan tingkat kontinuitas penyaluran sumber energi ke konsumen. Dengan menggunakan metode *section technique* maka didapatkan nilai indeks keandalan penyulang Sikepu yang baru yang ditampilkan pada Tabel 4.104 :

**Tabel 4.104 Indeks keandalan Penyulang Sikepu Skenario G**

Section	SAIFI	SAIDI
Section I	0,9842	1,6530
Section II	0,7095	0,6717
Section III	2,7525	2,1535
Section IV	2,9054	4,0127
Section V	3,7445	3,0097
Section VI	4,373	2,7643
Section VII	1,8425	0,7098
Total	17,3118	14,9747

Perbedaan analisis keandalan Penyulang Sikepu dengan metode *section technique* setelah penambahan sumber cadangan melalui *Sectionalizer* yang bekerja dengan keadaan *normally open* dengan metode *section technique* sebelum penambahan sumber cadangan 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 juga dari waktu pemulihan atau pemadaman yang selama 3 jam menjadi 0,15 jam.

Data perbandingan nilai indeks keandalan peralatan distribusi Penyulang Sikepu sebelum penambahan sumber cadangan dan sesudah penambahan sumber cadangan dapat dilihat pada Tabel 4.105 ini :

**Tabel 4.105 Perbandingan Nilai Indeks Keandalan Penyulang Sikepu**

<i>Section</i>		<i>Section I</i>	<i>Section II</i>	<i>Section III</i>	<i>Section IV</i>	<i>Section V</i>	<i>Section VI</i>	<i>Section VII</i>	Total
Sebelum Penambahan Sumber Cadangan	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,974	0,672	2,153	6,098	5,704	3,790	0,71	22,101
Skenario A	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,363	0,672	2,153	6,098	5,704	3,79	0,71	21,49
Skenario B	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,496	0,672	2,153	4,697	3,892	3,816	0,71	18,436
Skenario C	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,741	0,672	2,153	5,387	4,822	2,764	0,71	19,249
Skenario D	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	1,885	0,672	2,153	4,638	3,892	3,790	0,709	17,741
Skenario E	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,130	0,672	2,153	5,386	4,821	2,7643	0,709	18,6381
Skenario F	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	2,264	0,672	2,153	4,014	3,009	3,815	0,709	16,6395
Skenario G	SAIFI	0,984	0,709	2,752	2,905	3,744	4,373	1,842	17,3118
	SAIDI	1,653	0,672	2,153	4,013	3,01	2,764	0,71	14,975

Perbedaan pada nilai indeks keandalan yang ditunjukkan pada Tabel 4.105 diatas terlihat bahwa meskipun tidak terdapat penurunan nilai SAIFI yang disebabkan oleh jumlah peralatan distribusi yang berkontribusi dalam nilai kegagalan tetap dan tidak bisa disederhanakan lagi namun dikarenakan waktu pemadaman atau *repair time* beberapa peralatan distribusi pada Penyulang Sikepu seperti trafo distribusi, saluran udara dan *sectionalizer* menjadi waktu pemindahan atau *switching time*. Sehingga, pada nilai indeks keandalan nilai SAIDI dari beberapa skenario akan mengalami penurunan. Terlihat bahwa Skenario G mempunyai nilai SAIDI yang lebih kecil yakni 14,975 jam/tahun sehingga Skenario G direkomendasikan untuk *recovering* penyulang sikepu apabila terjadi kegagalan pada salah satu peralatan distribusinya untuk menjaga agar nilai indeks keandalan dari penyulang Sikepu tetap baik.



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan pembahasan tentang analisis indeks keandalan sistem distribusi Penyulang Sikepu dengan menggunakan metode *section technique* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis indeks keandalan dengan metode *section technique* pada Penyulang Sikepu, nilai SAIFI per tahun sebesar 17,3603 kali/tahun dan nilai SAIDI per tahun sebelum memperkecil laju kegagalan dan penambahan sumber cadangan sebesar 22,5149 jam/tahun.
2. Meskipun pengaruhnya tidak begitu signifikan, memperkecil nilai laju kegagalan dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan indeks keandalan suatu sistem distribusi. Sehingga indeks keandalan penyulang Sikepu menjadi 17,3118 kali/tahun untuk nilai SAIFI dan 22,101 jam/tahun untuk nilai SAIDI.
3. Penambahan sumber cadangan lain yang disalurkan oleh penyulang lain yang terhubung ke penyulang Sikepu cukup signifikan untuk meningkatkan indeks keandalan sistem distribusi penyulang Sikepu. Terbukti dari 7 macam skenario yang ada dalam pembahasan terbukti dapat menurunkan nilai indeks SAIDI dan skenario G paling baik dalam meningkatkan indeks keandalan SAIDI dari 22,101 jam/tahun menjadi 14,975 jam/tahun.



## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan tingkat keakurasan perhitungan nilai indeks keandalan, bisa menggunakan program yang lebih sederhana.
2. Perlu dilakukan peremajaan peralatan distribusi secara berkala untuk memperkecil lagi nilai laju kegagalan peralatan sehingga akan didapatkan nilai indeks keandalan yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

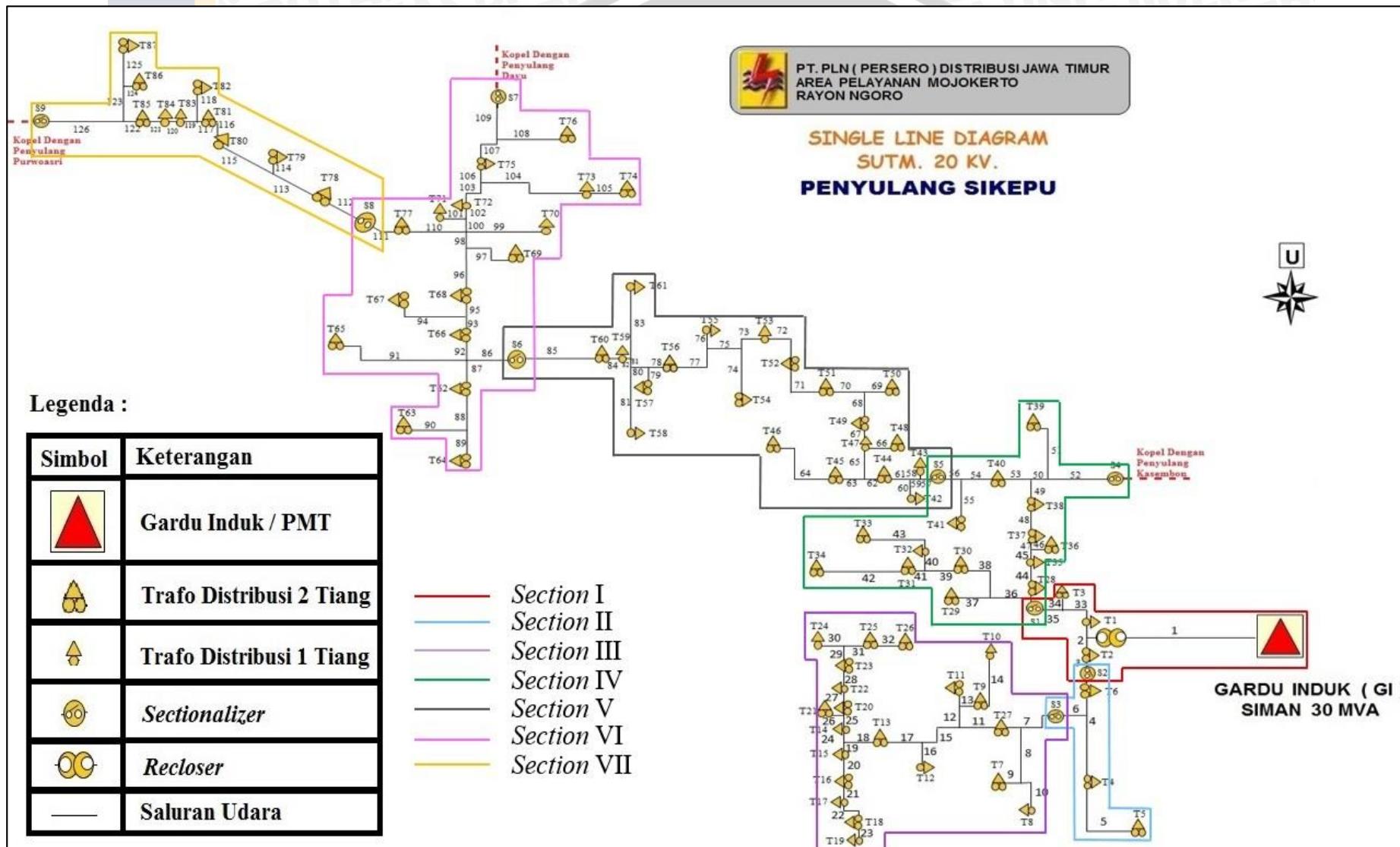
- Berahim, Hamzah. 1991. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.
- Janwardi, Tri Isra. 2013. *Klasifikasi Jaringan Distribusi*.  
<https://janwardi.wordpress.com/2013/07/26/sistem-jaringan-distribusi/> (diakses 9 Desember 2015)
- Kadir, Abdul. 2006. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Kadir, Abdul. 2006. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Pabla, A.S. 1989. *Electric Power Distribution System*. New Delhi : McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- PLN. 1985. SPLN No 59 : 1985. *Keandalan pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV*. Jakarta : PLN.
- PLN. 1986. SPLN No 68-2 : 1986. *Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua : Sistem Distribusi*. Jakarta : PLN.
- Praditama, Fery. 2014. *ANALISIS KEANDALAN DAN NILAI EKONOMIS DI PENYULANG PUJON PT. PLN (PERSERO) AREA MALANG*, Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Wicaksono, Henki P.. 2012. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.





# Lampiran



Lampiran 1. Gambar *Single Line Diagram* Penyulang Sikepu

## Lampiran 2 Data Gangguan Penyulang Sikepu

TANGGAL	PENYULANG	PMT/RECLOSER	WAKTU	PENYEBAB	CUACA
07 Januari 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	BELUM DIKETEMUKAN	HUJAN
08 Januari 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	WARGA POTONG POHON MLINJO (LEPAS LBS DHARMA WULAN) MENGENAI SUTM DI TB86 DS BALONG JERUK	CERAH
08 Januari 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	WARGA POTONG POHON MLINJO (LEPAS LBS DHARMA WULAN) MENGENAI SUTM DI TB86 DS BALONG JERUK	CERAH
09 Januari 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SHUBUH (03-06)	BELUM DIKETEMUKAN	HUJAN
08 Februari 2014	SIKEPUH	PMT	SHUBUH (03-06)	TIDAK DIKETEMUKAN	HUJAN
13 Februari 2014	SIKEPUH	PMT	SORE (15-18)	CO BRANCH JUWAH PUTUS PAHSA S,T DI KARENAKAN POHON JATI TUMBANG DI DS. KREMBANGAN	CERAH
12 April 2014	SIKEPUH	PMT	SORE (15-18)	TIDAK DIKETEMUKAN BERSAMAAN HUJAN ANGIN	HUJAN ANGIN
13 April 2014	SIKEPUH	PMT	SORE (15-18)	SUTM TERTIMPA POTONGAN BAMBU YANG MENEMPEL CROSS ARM DI DESA PUNCU	HUJAN ANGIN
16 April 2014	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	KEDAPATAN LAYANG - LAYANG MENGENAI CROSS ARM PHASE T DI TB 11 B2 DS. KAMPUNG BARU	HUJAN ANGIN
21 Mei 2014	SIKEPUH	PMT	TENGAH MALAM (21-00)	SUTM KEDAPATAN LAYANG - LAYANG DI DS. BESOWO	HUJAN ANGIN
22 Mei 2014	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	KEDAPATAN LAYANG-LAYANG MENYANGKUT SUTM DI DS. TUNGLUR	HUJAN ANGIN
02 Juni 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	HANG ISOLATOR TARIK TM.5 PHASA S BARAT RECLOSER SIMAN 1 GAWANG DEPAN TB 3 PDAM SIMAN.	CERAH
02 Juni 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	BELUM DIKETEMUKAN	HUJAN
02 Juni 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	BELUM DIKETEMUKAN	HUJAN

TANGGAL	PENYULANG	PMT/RECLOSER	WAKTU	PENYEBAB	CUACA
18 Juni 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	LAYANG LAYANG MENEMPEL PADA KONDUKTOR PHASA R,S DI TB 8 DSN. KEBONREJO	HUJAN ANGIN
28 Juni 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	ORANG POTONG POHON BAMBU MENIMPA SUTM DI TB 63 B2 DS. GONDANG SEKOTO PARE	HUJAN ANGIN
14 Juli 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	ANTENA TELEVISI MENGENAI SUTM DI TB 9 DS MULYOREJO KAMPUNG BARU	HUJAN ANGIN
18 Juli 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	KEDAPATAN BENANG ( TALI TAMPAR ) LAYANG - LAYANG SOWANGAN MENGENAI SUTM DI TB 53 DESA KARANG TENGAH	HUJAN ANGIN
27 Agustus 2014	SIKEPUH	RECLOSER	MALAM (18-21)	BERSAMAAN DENGAN MEMASUKAN CO TRAFO DI TB 66 PHASE T DESA TUNGLUR	CERAH
01 September 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	KEDAPATAN TUPAI MENGENAI BASING PRIMER TRAFO DI TB 67 DAN CO TRAFO PUTUS PHASE R,S	CERAH
05 September 2014	SIKEPUH	RECLOSER	TENGAH MALAM (21-00)	BELUM DI KETEMUKN	HUJAN
01 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	KEDAPATAN LAYANG-LAYANG SAWANGAN MENEMPEL DI CROSS ARM B1 C5 B8 DS. KRECEK	HUJAN ANGIN
08 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	KEDAPATAN RANTING POHON DI PIN ISOLATOR DI TB 80 DS. TEGALREJO	HUJAN ANGIN
10 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	KEDAPATAN CO LINE PLUMPUNG PUTUS PHASE T DAN CO LINE JARAN PUTUS PHASE S,T. UNTUK SEBAB PUTUSNYA BELUM DIKETEMUKN	CERAH
20 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	BELUM DIKETEMUKN	HUJAN
26 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SHUBUH (03-06)	BELUM DIKETEMUKN	HUJAN

TANGGAL	PENYULANG	PMT/RECLOSER	WAKTU	PENYEBAB	CUACA
26 November 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BELUM DIKEREMUKAN, CUACA HUJAN LEBAT	HUJAN
01 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	KEDAPATAN CO TRAFO PUTUS PHASA S,T DI KARENAKAN ADA 2 EKOR BURUNG GEREJA MENGENAI BUSHING PRIMER DI TB 72 DS. BADAS	CERAH
14 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	MALAM (18-21)	KEDAPATAN RUMAH CO TRAFO TB42 PECAH DI DESA KEMIRAHAN	CERAH
23 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	BELUM DIKETEMUKN	HUJAN
27 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	DINI HARI (00-03)	KEDAPATAN BENANG TEBAL MELILIT PADA SUTM DAN PIN ISOLATOR DI DS. BESOWO	HUJAN ANGIN
27 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	MALAM (18-21)	BELUM DIKETEMUKN	HUJAN PETIR
28 Desember 2014	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BELUM DIKETEMUKN	HUJAN
14 Januari 2015	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	KEDAPATAN POHON PETE TUMBANG MENIMPA SUTM, DIKARENAKAN ANGIN KENCANG DI TB 7 DESA KEBON REJO	CERAH ANGIN KENCANG
23 Januari 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BERSAMAAN DENGAN HUJAN DISERTAI PETIR DI TB44 DS. KELING	HUJAN PETIR
25 Januari 2015	SIKEPUH	PMT	PAGI (06-09)	BELUM DIKETEMUKN, BERSAMAAN DENGAN HUJAN DISERTAI PETIR	HUJAN PETIR
25 Januari 2015	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	BELUM DIKETEMUKN, BERSAMAAN DENGAN HUJAN DISERTAI PETIR	HUJAN PETIR
27 Januari 2015	SIKEPUH	RECLOSER	MALAM (18-21)	SETELAH DI LINE DARI PANGKAL SAMPAI UJUNG JARINGAN, PENYEBAB BELUM DIKETEMUKN	HUJAN
31 Januari 2015	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	KEDAPATAN POHON BAMBU ROBOH MENIMPA SUTM BERSAMAAN HUJAN DISERTAI ANGIN DI DESA KARANGAN	HUJAN ANGIN

TANGGAL	PENYULANG	PMT/RECLOSER	WAKTU	PENYEBAB	CUACA
24 Februari 2015	SIKEPUH	RECLOSER	DINI HARI (00-03)	KEDAPATAN POHON WARU ROBOH MENGENAI SUTM DI DESA KUWIK KUNJANG	CERAH
03 Maret 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	KEDAPATAN CO TRAFO PUTUS PHASA T DI TB 70 DESA BADAS	HUJAN PETIR
10 Maret 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	OVERLOAD BEBAN DIKARENAKAN MANUVER JARINGAN	HUJAN PETIR
11 Maret 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BELUM DIKETEMUKAN	HUJAN PETIR
28 Maret 2015	SIKEPUH	RECLOSER	MALAM (18-21)	KEDAPATAN BATANG BAMBU BEKAS BENDERA DI TB85 DESA BALONG JERUK MENGENAI SUTM BERSAMAAN HUJAN LEBAT DISERTAI PETIR	HUJAN PETIR
29 Maret 2015	SIKEPUH	PMT	SORE (15-18)	KEDAPATAN LAYANG-LAYANG MENGENAI SUTM DI DESA WONOREJO	MENDUNG
11 April 2015	SIKEPUH	RECLOSER	TENGAH MALAM (21-00)	BELUM DIKETEMUKAN	CERAH
02 Mei 2015	SIKEPUH	PMT	SIANG (09-15)	BELUM DIKETEMUKAN, BESAMAAN SAMBARAN PETIR DI DESA WONOREJO	HUJAN PETIR
09 Mei 2015	SIKEPUH	RECLOSER	TENGAH MALAM (21-00)	BELUM DIKETEMUKAN	CERAH
18 Mei 2015	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	KEDAPATAN HANG ISOLATOR LEPAS DI DESA DAMAR WULAN	CERAH
14 Juni 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	BELUM DIKETEMUKAN	CERAH
26 Juni 2015	SIKEPUH	RECLOSER	PAGI (06-09)	KEDAPATAN WARGA POTONG POHON MENGENAI SUTM DI T.96 DESA KEBON DUREN	CERAH
27 Juni 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SIANG (09-15)	KEDAPATAN CO TRAFO PUTUS PHASA R,S DI TB 71 UD. LARPUMA, DI KARENAKAN BURUNG GEREJA JATUH MENGENAI BUSHING PRIMER TB 71 DS. BADAS	CERAH
12 Juli 2015	SIKEPUH	PMT	DINI HARI (00-03)	KEDAPATAN KABEL OUTGOING FLASH OVER PHASA S DI DALAM GI SIMAN	CERAH ANGIN KENCANG

TANGGAL	PENYULANG	PMT/RECLOSER	WAKTU	PENYEBAB	CUACA
18 Agustus 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	KEDAPATAN LAYANGAN BESAR MENGENAI SUTM DI TB 27 DESA KEBON AGUNG	MENDUNG
12 September 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	KEDAPATAN RANTING POHON TERBANG MENGENAI SUTM DI TB23 DESA ASMORO BANGUN	CERAH
13 Oktober 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BELUM DIKETEMUKAN	CERAH
22 Oktober 2015	SIKEPUH	RECLOSER	SORE (15-18)	BELUM DIKETEMUKAN	CERAH

## Lampiran 3 SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 1

SPLN 59: 1985

**Tabel I**  
**Perkiraan Angka Keluar**  
**Kompon Sistem Distribusi**

Komponen	Angka Keluar <sup>*)</sup>
Saluran udara	0,2/km/tahun
Kabel saluran bawah tanah	0,07/km/tahun
Pemutus tenaga	0,004/unit/tahun
Sakelar beban	0,003/unit/tahun
Sakelar pisah	0,003/unit/tahun
Penutup balik	0,005/unit/tahun
Penyambung kabel	0,001/unit/tahun
Trafo distribusi	0,005/unit/tahun
Pelindung jaringan	0,005/unit/tahun
Rel tegangan rendah (untuk sistem spot network)	0,001/unit/tahun

\*)

Satuan dalam kali/km/tahun atau kali/unit/tahun.

## Lampiran 4 SPLN No 59 : 1985 Pasal 4 Tabel 2

SPLN 59: 1985

Tabel II  
Contoh Waktu Operasi Kerja dan Pemulihan Pelayanan

Operasi kerja	Waktu/jam
A Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke G.I.	0,5
A Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke alat penutup kembali	1,0
B Waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya	0,16
B Waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya untuk sistem spot network	0,2
C Waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa indikator gangguan (hanya untuk sistem spindle)	0,083
D Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup pemutus tenaga atau penutup kembali	0,25
E Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup sakelar beban atau sakelar pisah	0,15
F Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kawat penghantar udara	3
G Waktu yang dibutuhkan untuk mencari lokasi gangguan pada kabel bawah tanah	5
H Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kabel saluran bawah tanah	10
I Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti/memperbaiki pemutus tenaga, sakelar beban, penutup kembali atau sakelar pisah	10
J Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti penyambung kabel (bulusan) untuk kabel yang berisolasikan kertas	15
K Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti trafo distribusi	10
L Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti pelindung jaringan	10
M Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti/memperbaiki bus tegangan rendah	10