

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Profil Gardu Induk**

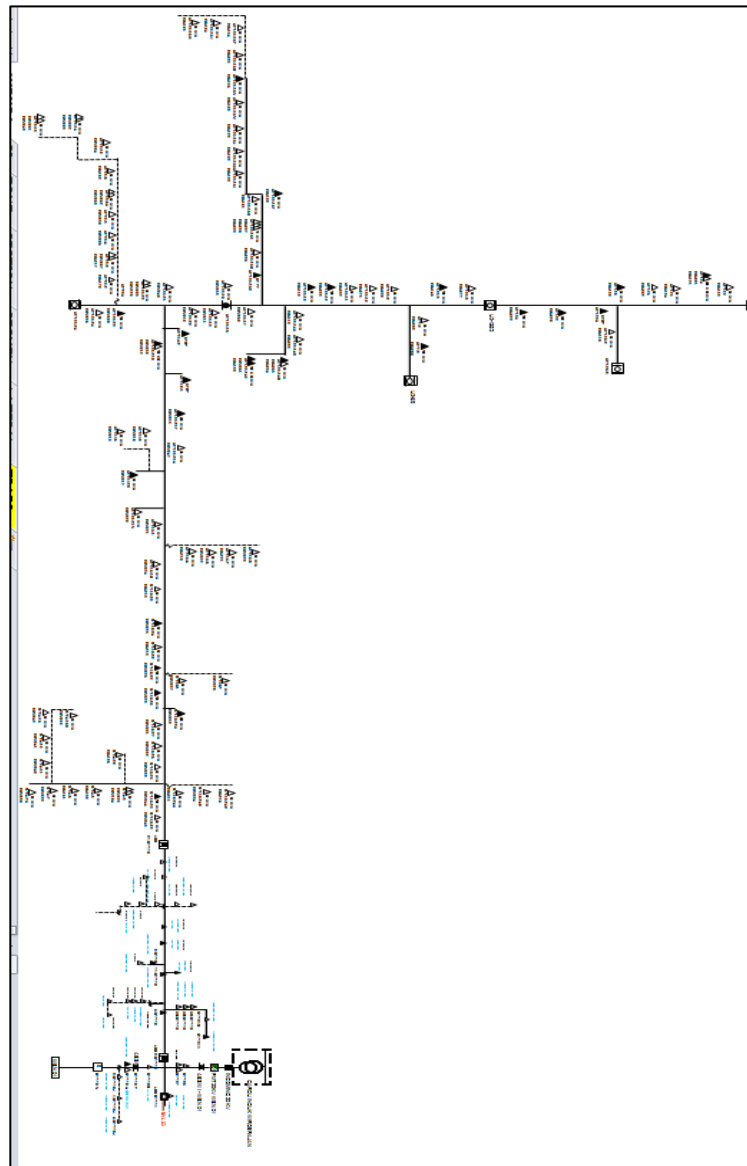
Gardu Induk Wirobrajan merupakan gardu induk tertua di Yogyakarta, karena dibangun sejak era pemerintahan Belanda pada tahun 1918 ketika sektor kelistrikan masih dikelola oleh ANIEM (*Algemeene Nederlandsche Indische Electriciteit Maatschappij*). Gardu Induk Wirobrajan menggunakan tegangan kerja 150/20 Kv, yaitu tegangan sisi primer yang diterima sebesar 150 Kv kemudian diturunkan menjadi 20 Kv.

Gardu induk Wirobrajan berlokasi di Jalan R.E Martadinata No. 01 Kota Yogyakarta dan masuk wilayah Rayon Kota Yogyakarta, Area UP3 Yogyakarta,. Gardu Induk Wirobrajan menggunakan sebuah transformator daya berkapasitas 60 MVA untuk melayani 6 penyulang, yaitu penyulang WBN-01, WBN-02, WBN-03, WBN-04, WBN-05, dan WBN-06. Penulis melakukan penelitian dengan memfokuskan pada gangguan yang terjadi pada penyulang WBN-01 selama tahun 2017. Penyulang tersebut melayani pelanggan dengan area Jalan HOS Cokroaminoto sampai dengan Jalan Kyai Mojo beserta daerah – daerah di sekitarnya.

#### **4.2 Profil Penyulang WBN-01**

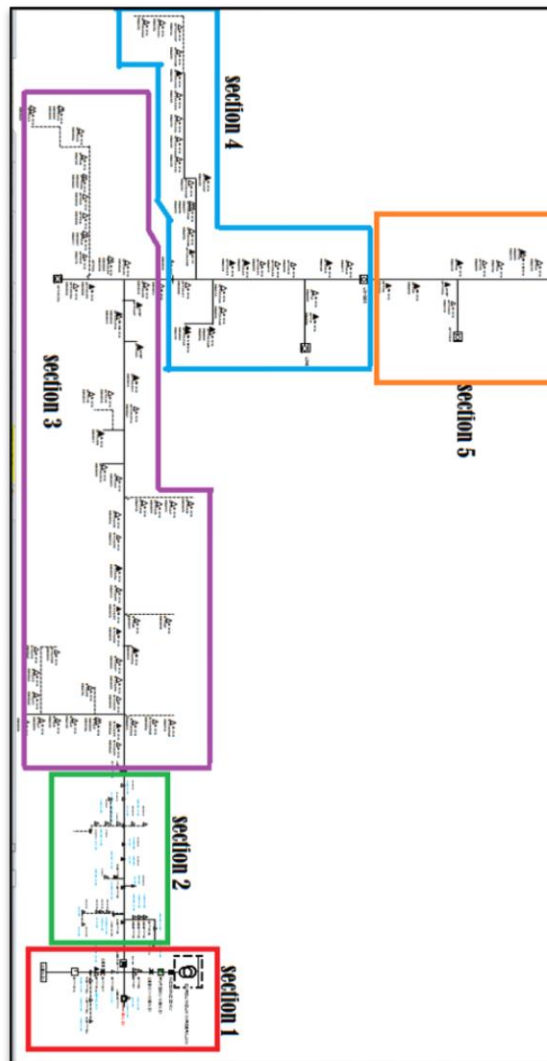
Penyulang WBN-01 merupakan salah satu penyulang yang terdapat pada Gardu Induk Wirobrajan. Penyulang ini menyuplai daerah sekitar Jalan RE Martadinata, Jalan HOS Cokroaminoto, Jalan Tentara Rakyat Mataram, Kampung Pakuncen, Bener, Gampingan, dan Trafo khusus untuk Universitas Janabadra. Penyulang WBN-01 mempunyai total pelanggan berjumlah 7861 dan jaringan utama serta cabang (lateral) sepanjang 14,55 Kms. Penyulang WBN-01 dibagi menjadi 5 *section* 1 *zone* dengan 136 titik beban atau *load point*.

Berikut merupakan gambar *single line diagram* dari penyulang WBN-01 yang dimulai dari titik PMT Gardu Induk Wirobrajan sampai dengan *load point* terakhir yang masuk bagian section 5 WBN-01 :



**Gambar 4.1** *Single Line Diagram* Keseluruhan Penyulang WBN-01

Untuk mempermudah dalam hal analisis dan perhitungan menggunakan metode *section technique*, maka penyulang dibagi menjadi beberapa *section*, dimana pembagian tersebut menjadikan jaringan lebih sederhana dan lebih mudah diamati. Pembagian *section* dilakukan dengan menggunakan pemisah berupa PMT ataupun peralatan - peralatan sectionalizer lainnya seperti ABSW dan LBS. Dibawah ini merupakan *single line diagram* dari hasil pembagian per *section* pada penyulang WBN-01 :



**Gambar 4.2** *Single Line Diagram* Hasil Pembagian per *Section*

### 4.3 Data Jumlah Pelanggan

Pengambilan data jumlah pelanggan yang dilayani oleh penyulang WBN-01 Gardu Induk Wirobrajan dilakukan di Kantor Area UP3 Yogyakarta. Data jumlah pelanggan merupakan data koefisien sesuai dengan perhitungan, dan pihak PT PLN (Persero) tidak memiliki data secara spesifik. Data jumlah pelanggan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.1** Data Pelanggan *section 1*

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>1</b>	1	SI-126	54
	2	SI-127	54
	3	SI-127	54
	4	SI-114	27
	5	SI-118C	54
	6	SI-118H	27
	7	SI-118H	270
	8	SI-118J/2	54
	9	SI-118J/4	54
	10	SI-118J/5	54
<b>Total</b>			<b>702</b>

**Tabel 4.2** Data Pelanggan *section 2*

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>2</b>	11	S1-118/5	173
	12	S1-118/5C	54
	13	S1-118/5D	54
	14	S1-118/5E	54
	15	S1-124C	54
	16	S1-124A	173
	17	S1-118/6D	27
	18	S1-118/6F	54
	19	S1-118/6H	54
	20	S1-118/6J	54
	21	S1-118/6M	54
	22	S1-118/11	680

**Tabel 4.2** Data Pelanggan *section 2* (Lanjutan)

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>2</b>	23	S1-118/11A	108
	24	S1-12/2	270
	25	S1-12/3	54
	26	S1-118/13	270
	27	S1-118/15	108
	28	S1-118/16A	54
	29	S1-118/16B	54
	30	S1-16/2	35
	31	S1-16/3B	35
	32	S1-16/3	35
	33	S1-16/4	35
	34	S1-118/8	35
	35	S1-118/20	35
	<b>Total</b>		

**Tabel 4.3** Data Pelanggan *section 3*

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>3</b>	36	S1-118/22	35
	37	S1-118/23	35
	38	S1-118/24A	35
	39	S1-118/24B	35
	40	S1-118/24C	35
	41	S1-24/2	35
	42	S1-24/2	35
	43	S1-24/2C	35
	44	S1-24/5	35
	45	S1-24/6	35
	46	S1-24/7	35
	47	S1-24/11	35
	48	S1-24/13	35
	49	S1-24/16	35
	50	S1-24/16B	35
	51	S1-24/7A	35
	52	S1-118/25	35

**Tabel 4.3** Data Pelanggan *section 3* (Lanjutan)

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>3</b>	53	S1-118/26	27
	54	S1-118/27	54
	55	S1-118/29A	138
	56	S1-118/30	69
	57	S1-118/32	69
	58	S1-25E/1	35
	59	S1-25E/7	35
	60	S1-118/33	35
	61	S1-118/34	35
	62	U2-21K/1D	35
	63	U2-21K/4	35
	64	U2-21K/6	35
	65	U2-21K/7	35
	66	U2-21K/8	35
	67	U2-21K/1	35
	68	U2-135/21N	35
	69	U2-21I/2B	35
	70	U2-21I/3	35
	71	U2-21I/6	35
	72	U2-135/21H	17
	73	U2-135/21F	172
	74	U2-135/21B	69
	75	U2-135/21B	35
	76	U2-135/21	35
	77	U2-135/22	35
	78	U2-135/22	35
	79	U2-135/23	69
	80	U2-135/24	35
	81	U2-23/2	35
	82	U2-23/3	35
	83	U2-23/3	35
	84	U2-23/4	35
	85	U2-23/5	35
	86	U2-23/6A	35
	87	U2-23/6A	35
	88	U2-23/8	35

**Tabel 4.3** Data Pelanggan *section 3* (Lanjutan)

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>3</b>	89	U2-23/10	35
	90	U2-23/14	35
	91	U2-23/14	35
	92	U2-23/19	35
	93	U2-23/19	35
	94	U2-135/20	35
	95	U2-135/19	35
<b>Total</b>			<b>2469</b>

**Tabel 4.4** Data Pelanggan *section 4*

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>4</b>	96	U2-135/18	35
	97	U2-135/17	35
	98	U2-135/16D	34
	99	U2-135/16E	7
	100	U2-135/16E	7
	101	U2-135/16E	7
	102	U2-135/16F	34
	103	U2-135/16G	34
	104	U2-135/16J	34
	105	U2-135/16K	34
	106	U2-135/16L	34
	107	U2-135/16M	34
	108	U2-135/16N	69
	109	U2-135/16O	17
	110	U2-135/16P	34
	111	U2-135/16V	34
	112	U2-135/16W	34
113	U2-135/14A	34	
114	U2-135/14B	69	
115	U2-135/14D	34	
116	U2-135/14D	34	
117	U2-135/14E	34	

**Tabel 4.4** Data Pelanggan *section 4* (Lanjutan)

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>4</b>	118	U2-135/14E	69
	119	U2-135/13	34
	120	U2-135/12	110
	121	U2-135/11	34
	122	U2-135/10	34
	123	U2-135/9	17
	124	U2-7/2	34
	125	U2-7/3	110
	126	U2-135/5	34
	127	U2-135/3	34
<b>Total</b>			<b>1232</b>

**Tabel 4.5** Data Pelanggan *section 5*

<i>Section</i>	<i>Load Point</i>	<b>Trafo</b>	<b>Jumlah Pelanggan</b>
<b>5</b>	128	U2-134	69
	129	U2-132	434
	130	U2-128	34
	131	U2-126	34
	132	U2-125	34
	133	U2-124	138
	134	U2-124	34
	135	U2-123	34
	136	U2-128/2	34
<b>Total</b>			<b>845</b>

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah pelanggan setiap *section* adalah berbeda-beda. *Section I* berjumlah 702 pelanggan, *section II* berjumlah 2613 pelanggan, *section III* berjumlah 2469 pelanggan, *section IV* berjumlah 1232 pelanggan, dan *section V* berjumlah 845 pelanggan, jadi apabila dijumlahkan maka keseluruhan pelanggan yang disuplai oleh penyulang WBN-01 berjumlah **7861** pelanggan.



#### 4.4 Data Panjang Line

Untuk menghitung panjang *line* dalam satuan Kms, digunakan cara perhitungan dari penomoran tiap tiang. Sebagai contoh kita ambil *line – line* dari *section 1*

**Tabel 4.6** Perhitungan Panjang *Line*

<i>Line</i>	Nomor Tiang		Selisih tiang	Panjang <i>Line</i> (Kms)
	Mulai	Akhir		
1	PMT	S1-126	6	0,3
2	S1-126	S1-127	1	0,05
3	S1-127	S1-114	13	0,65
4	S1-114	S1-118C	7	0,35
5	S1-118C	S1-118H	5	0,25
6	S1-118H	S1-118J/2	4	0,2
7	S1-118J/2	S1-118J/4	2	0,1
8	S1-118J/4	S1-118J/5	1	0,05

Sebagai contoh, untuk mencari panjang *line 3* yang dimulai dari tiang bernomor S1-127 sampai dengan SI-114 kita lihat selisih nomornya 127 – 114 adalah 13. Setelah didapat 13 kemudian dikalikan 50 meter. Angka 50 meter diasumsikan sebagai jarak antar tiang, baik yang memiliki trafo maupun tidak. Setelah didapatkan hasilnya, kemudian dibagi 1000 agar satuannya berubah menjadi satuan baku yaitu Kms. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$\text{Line 3} = 13 \times 50 \text{ meter} = 650 \text{ meter}$$

$$= \frac{650}{1000}$$

$$= 0,65 \text{ kms}$$

Cara yang sama digunakan juga untuk seluruh *line* di *section 1 – section 5*. Sehingga didapatkan hasil data panjang *line* seperti pada tabel :

**Tabel 4.7** Panjang Line Section 1

No	Komponen	Panjang (kms)
1	<i>Line 1</i>	0,3
2	<i>Line 2</i>	0,05
3	<i>Line 3</i>	0,65
4	<i>Line 4</i>	0,35
5	<i>Line 5</i>	0,25
6	<i>Line 6</i>	0,2
7	<i>Line 7</i>	0,1
8	<i>Line 8</i>	0,05

**Tabel 4.8** Panjang Line Section 2

No	Komponen	Panjang (kms)
9	<i>Line 9</i>	0,15
10	<i>Line 10</i>	0,05
11	<i>Line 11</i>	0,05
12	<i>Line 12</i>	0,45
13	<i>Line 13</i>	0,15
14	<i>Line 14</i>	0,5
15	<i>Line 15</i>	0,1
16	<i>Line 16</i>	0,1
17	<i>Line 17</i>	0,1
18	<i>Line 18</i>	0,15
19	<i>Line 19</i>	0,25
20	<i>Line 20</i>	0,05
21	<i>Line 21</i>	0,15
22	<i>Line 22</i>	0,05
23	<i>Line 23</i>	0,05
24	<i>Line 24</i>	0,1
25	<i>Line 25</i>	0,1
26	<i>Line 26</i>	0,05
27	<i>Line 27</i>	0,1
28	<i>Line 28</i>	0,15
29	<i>Line 29</i>	0,1
30	<i>Line 30</i>	0,05

**Tabel 4.9** Panjang *Line Section 3*

No	Komponen	Panjang (kms)
31	<i>Line 31</i>	0,05
32	<i>Line 32</i>	0,1
33	<i>Line 33</i>	0,05
34	<i>Line 34</i>	0,05
35	<i>Line 35</i>	0,15
36	<i>Line 36</i>	0,15
37	<i>Line 37</i>	0,05
38	<i>Line 38</i>	0,05
39	<i>Line 39</i>	0,2
40	<i>Line 40</i>	0,1
41	<i>Line 41</i>	0,15
42	<i>Line 42</i>	0,1
43	<i>Line 43</i>	0,5
44	<i>Line 44</i>	0,05
45	<i>Line 44</i>	0,05
46	<i>Line 45</i>	0,15
47	<i>Line 46</i>	0,05
48	<i>Line 47</i>	0,1
49	<i>Line 48</i>	0,3
50	<i>Line 49</i>	0,05
51	<i>Line 50</i>	0,2
52	<i>Line 51</i>	0,1
53	<i>Line 52</i>	0,05
54	<i>Line 53</i>	0,05
55	<i>Line 54</i>	0,35
56	<i>Line 56</i>	0,05
57	<i>Line 57</i>	0,15
58	<i>Line 58</i>	0,3
59	<i>Line 59</i>	0,1
60	<i>Line 60</i>	0,2
61	<i>Line 61</i>	0,1
62	<i>Line 62</i>	0,05
63	<i>Line 63</i>	0,05
64	<i>Line 64</i>	0,05
65	<i>Line 65</i>	0,05
66	<i>Line 66</i>	0,05

**Tabel 4.9** Panjang *Line Section 3*

67	<i>Line 67</i>	0,05
68	<i>Line 68</i>	0,1
69	<i>Line 69</i>	0,1
70	<i>Line 70</i>	0,1
71	<i>Line 71</i>	0,2
72	<i>Line 72</i>	0,25
73	<i>Line 73</i>	0,05

**Tabel 4.10** Panjang *Line Section 4*

No	Komponen	Panjang (kms)
74	<i>Line 74</i>	0,05
75	<i>Line 75</i>	0,25
76	<i>Line 76</i>	0,05
77	<i>Line 77</i>	0,05
78	<i>Line 78</i>	0,05
79	<i>Line 79</i>	0,15
80	<i>Line 80</i>	0,05
81	<i>Line 81</i>	0,05
82	<i>Line 82</i>	0,05
83	<i>Line 83</i>	0,05
84	<i>Line 84</i>	0,05
85	<i>Line 85</i>	0,05
86	<i>Line 86</i>	0,3
87	<i>Line 87</i>	0,05
88	<i>Line 88</i>	0,05
89	<i>Line 89</i>	0,1
90	<i>Line 90</i>	0,05
91	<i>Line 91</i>	0,05
92	<i>Line 92</i>	0,05
93	<i>Line 93</i>	0,05
94	<i>Line 94</i>	0,05
95	<i>Line 95</i>	0,05
96	<i>Line 96</i>	0,5
97	<i>Line 97</i>	0,05
98	<i>Line 98</i>	0,1
99	<i>Line 99</i>	0,1

**Tabel 4.11** Panjang *Line Section 5*

No	Komponen	Panjang (kms)
100	<i>Line 100</i>	0,1
101	<i>Line 101</i>	0,2
102	<i>Line 102</i>	0,2
103	<i>Line 103</i>	0,05
104	<i>Line 104</i>	0,05
105	<i>Line 105</i>	0,05
106	<i>Line 106</i>	0,35

#### 4.5 Indeks Kegagalan Peralatan

Indeks kegagalan peralatan merupakan standar maksimal atau batasan waktu dan laju kegagalan yang masih diperbolehkan oleh pihak PT PLN (Persero) apabila terjadi gangguan

**Tabel 4.12** Data Indeks Keandalan Saluran Udara

<b>Saluran Udara</b>	
<i>Sustained Failure Rate</i> ( $\alpha$ /km/yr)	0,2
<i>Repair Time</i> (jam)	3
<i>Switch Time</i> (jam)	0,15

**Tabel 4.13** Indeks Kegagalan Peralatan

Komponen	<i>Failure rate</i>	<i>Repair time</i> (jam)	<i>Switch time</i> (jam)
Trafo Distribusi	0,005/unit/tahun	10	0,15
<i>Circuit Breaker</i>	0,004/unit/tahun	10	0,15
<i>Sectionalizer</i>	0,003/unit/tahun	10	0,15

Sumber: SPLN No.59 : 1985

#### 4.6 Analisa Kegagalan dengan Metode Section

##### 4.6.1 Section 1

Langkah pertama untuk mengetahui keandalan adalah mengetahui peralatan apa saja yang terdapat dalam *section* tersebut yang memungkinkan terjadinya gangguan dan mempengaruhi kinerja seluruh jaringan, baik yang

memerlukan *repair time* maupun *switching time*. Daftar peralatan yang terdapat pada *section 1* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.14** Data Peralatan *Section 1*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	Load Point yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	CB	LP1-LP5	-
2	<i>Transformator 1</i>	LP1	-
3	<i>Transformator 2</i>	LP2	-
4	<i>Transformator 3</i>	LP3	-
5	<i>Transformator 4</i>	LP4	-
6	<i>Transformator 5</i>	LP5	-
7	<i>Transformator 6</i>	LP6	-
8	<i>Transformator 7</i>	LP7	-
9	<i>Transformator 8</i>	LP8	-
10	<i>Transformator 9</i>	LP9	-
11	<i>Transformator 10</i>	LP10	-
12	<i>Line 1</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
13	<i>Line 2</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
14	<i>Line 3</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
15	<i>Line 4</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
16	<i>Line 5</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
17	<i>Line 6</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
18	<i>Line 7</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
11	<i>Line 8</i>	LP1-LP5	LP11-LP136
12	<i>Sectionalizer 1</i>	LP1-LP5	LP11-LP136

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung frekuensi dan durasi kegagalan tiap peralatan, maka diambil 1 kasus yaitu *failure rate load point 1* ( $\lambda$  LP1). *Failure rate* ( $\lambda$  LP1) diperoleh dari penjumlahan *failure rate* peralatan yang mempengaruhi LP1 dan perkalian *failure rate* peralatan dengan panjang saluran udara. Perkalian dengan *repair time* atau *switching time* tergantung kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut harus padam atau hanya mengalami kondisi *switching time* pada saat terjadi gangguan.

Rumus untuk mendapatkan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dari LP1 ( $\lambda$  LP1) adalah :

$$\lambda \text{ LP1} = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada  $\lambda$  LP11, yaitu *Line 1*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda (\text{line 1}) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,3 = 0,06 \text{ gangguan/tahun} \end{aligned}$$

**Tabel 4.15** Perhitungan laju kegagalan *Load point 1* ( $\lambda$  LP1)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
CB	0,004	-	0,004
Transformator 1	0,005	-	0,005
Sectionalizer 1	0,003	-	0,003
Line 1	0,2	0,3	0,06
Line 2	0,2	0,05	0,01
Line 3	0,2	0,65	0,13
Line 4	0,2	0,35	0,07
Line 5	0,2	0,25	0,05
Line 6	0,2	0,2	0,04
Line 7	0,2	0,1	0,02
Line 8	0,2	0,05	0,01
<b><math>\lambda</math> LP1</b>			<b>0,402</b>

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung nilai *load point 1* berdasarkan perhitungan perkalian antara nilai *failure rate* dan data panjang saluran maka didapatkan nilai laju kegagalan untuk *load point 1* yaitu **0,402**. Nilai *failure rate* untuk *load point 2* hingga 5 adalah sama dengan jumlah *failure rate load point 1*, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.16** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point 11* ( $\alpha$  LP11)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/tahun)
CB	0,004	-	0,004
Sectionalizer 1	0,003	-	0,003
Line 1	0,2	0,3	0,06
Line 2	0,2	0,05	0,01

**Tabel 4.16** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 11 ( $\alpha$  LP11) (Lanjutan)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/tahun)
<i>Line 3</i>	0,2	0,65	0,13
<i>Line 4</i>	0,2	0,35	0,07
<i>Line 5</i>	0,2	0,25	0,05
<i>Line 6</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 7</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 8</i>	0,2	0,05	0,01
<b><math>\lambda</math> LP11</b>			<b>0,397</b>

Berdasarkan tabel diatas, untuk menghitung *load point* 11 berdasarkan perhitungan perkalian antara nilai *failure rate* dan data panjang saluran maka didapatkan nilai laju kegagalan *load point* 11 yaitu **0,397** gangguan / tahun.

Nilai *failure rate load point* 12 hingga 136 adalah sama dengan nilai *failure rate load point* 11. Hal ini terjadi karena, saat komponen dari *section* 1 mengalami gangguan maka pemisah akan membuka untuk sementara sehingga sistem akan putus untuk sementara. Setelah 0,15 jam maka WBN 01 dapat menyuplai daya kembali (*switching*) dari GI Wirobrajan ke *section* 2, 3, 4 dan 5.

Langkah dalam menentukan durasi gangguan peralatan setiap *section* yaitu:

$$\text{ULP : } \text{Failure rate Peralatan } (\lambda) \times \text{Repair Time peralatan (U)}$$

Jika diambil contoh yaitu *load point* satu (LP1) pada line 1 maka dapat dihitung durasi gangguan line 1 kaitannya terhadap panjang jaringan seperti berikut :

$$\begin{aligned} U (\text{line 1}) &= \text{Failure rate Peralatan } (\lambda) \times \text{Repair Time peralatan (U)} \\ &= 0,06 \times 3 = 0,18 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Untuk ULP1, dan seterusnya dapat dicari dengan menjumlahkan total laju kegagalan peralatan yang berpengaruh terhadap *load point* 1 atau *load point* lainnya, untuk durasi *load point* 1 dapat dilihat pada tabel berikut :



**Tabel 4.17** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point 1*

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
CB	0,005	10	0,05
Transformator	0,004	10	0,04
Sectionalizer 1	0,003	10	0,03
Line 1	0,06	3	0,18
Line 2	0,01	3	0,03
Line 3	0,13	3	0,39
Line 4	0,07	3	0,21
Line 5	0,05	3	0,15
Line 6	0,04	3	0,12
Line 7	0,02	3	0,06
Line 8	0,01	3	0,03
<b>Jumlah Total Durasi Gangguan (U)</b>			<b>1,29</b>

Perhitungan untuk mencari *load point 2* sampai 10 pada *section 1* menggunakan langkah dan cara yang sama dan hasilnya pun juga sama karena nilai *repair time* setiap trafo diasumsikan sama.

Pada *load point 1*, kondisi yang dialami semua peralatan yang ada didalamnya hanya kondisi *repair time* dan tidak ada peralatan yang mengalami kondisi *switching time*, karena bila peralatan mengalami kegagalan maka akan mengakibatkan gangguan semua sistem kecuali transformator.

**Tabel 4.18** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point 11*

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
CB	0,005	0,15	0,00075
Transformator	0,004	0,15	0,0006
Sectionalizer 1	0,003	0,15	0,00045
Line 1	0,06	0,15	0,009
Line 2	0,01	0,15	0,0015
Line 3	0,13	0,15	0,0195
Line 4	0,07	0,15	0,0105
Line 5	0,05	0,15	0,0075
Line 6	0,04	0,15	0,006
Line 7	0,02	0,15	0,003
Line 8	0,01	0,15	0,0015
<b>Jumlah Total Durasi Gangguan (U)</b>			<b>0,0603</b>

Nilai durasi gangguan untuk *load point* 12 hingga 136 adalah sama dengan nilai *load point* 11. Hal ini terjadi karena saat komponen *section* 1 mengalami gangguan sehingga sistem lain (*section* 2, 3, 4, dan 5) akan mengalami pemutusan sementara, selanjutnya *Sectionalizer* 2 akan membuka dan beban *section* 2, 3 dan 4 akan dilayani kembali oleh GI Wirobrajan melalui WBN-01.

**Tabel 4.19** Laju Kegagalan ( $\lambda$ ) dan Durasi Gangguan (U)

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
<i>Load Point</i> 1-10	0,402	1,29
<i>Load Point</i> 11 - 136	0,397	0,0603

Setelah diketahui nilai  $\lambda$  (gangguan/tahun) dan U (jam/tahun), maka kita dapat melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI. Rumus untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah sebagai berikut :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda \text{LP.N LPN}}{N_{\text{total}}} \quad \text{SAIDI LP N} = \frac{U \text{LP.N LPN}}{N_{\text{total}}}$$

Dimana :  $\lambda$  = Laju Kegagalan                      N = Jumlah Pelanggan

U = Durasi Gangguan

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIFI untuk *load point* 1 *section* 1 :

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP1} &= \frac{0,402 \times 54}{7861} \\ &= 0,002761 \text{ kali/tahun.} \end{aligned}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIDI untuk *load point* 1 *section* 1 :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP1} &= \frac{1,29 \times 54}{7861} \\ &= 0,008861 \text{ jam/tahun.} \end{aligned}$$

Pada perhitungan SAIFI dan SAIDI untuk *Load Point* 1 didapatlah nilai SAIFI 0,0027614 dan nilai SAIDI 0,008861. Untuk perhitungan *Load Point* 11 hingga *Load Point* 136 dilakukan dengan menggunakan cara yang sama.

Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan total nilai SAIFI dan SAIDI *Section* 1 untuk mengetahui nilai nilai SAIFI dan SAIDI pada *Section* 1. Berikut tabel SAIDI dan SAIFI *Section* 1.

**Tabel 4.20** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	54	0,0027614	0,008861
2	54	0,0027614	0,008861
3	54	0,0027614	0,008861
4	27	0,00138074	0,004430734
5	54	0,0027614	0,008861
6	27	0,00138074	0,004430734
7	270	0,013807404	0,0443073
8	54	0,0027614	0,008861
9	54	0,0027614	0,008861
10	54	0,0027614	0,008861
11	173	0,008736929	0,001327045
12	54	0,002727134	0,000414222
13	54	0,002727134	0,000414222
14	54	0,002727134	0,000414222
15	54	0,002727134	0,000414222
16	173	0,008736929	0,001327045
17	27	0,001363567	0,004430734
18	54	0,002727134	0,000414222
19	54	0,002727134	0,000414222
20	54	0,002727134	0,000414222
21	54	0,002727134	0,000414222
22	680	0,034341687	0,00521613
23	108	0,005454268	0,000828444
24	270	0,01363567	0,002071111

**Tabel 4.20** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
25	54	0,002727134	0,000414222
26	270	0,01363567	0,002071111
27	108	0,005454268	0,000828444
28	54	0,002727134	0,000414222
29	54	0,002727134	0,000414222
30	35	0,001767587	0,000268477
31	35	0,001767587	0,000268477
32	35	0,001767587	0,000268477
33	35	0,001767587	0,000268477
34	35	0,001767587	0,000268477
35	35	0,001767587	0,000268477
36	35	0,001767587	0,000268477
37	35	0,001767587	0,000268477
38	35	0,001767587	0,000268477
39	35	0,001767587	0,000268477
40	35	0,001767587	0,000268477
41	35	0,001767587	0,000268477
42	35	0,001767587	0,000268477
43	35	0,001767587	0,000268477
44	35	0,001767587	0,000268477
45	35	0,001767587	0,000268477
46	35	0,001767587	0,000268477
47	35	0,001767587	0,000268477
48	35	0,001767587	0,000268477
49	35	0,001767587	0,000268477
50	35	0,001767587	0,000268477
51	35	0,001767587	0,000268477
52	35	0,001767587	0,000268477
53	27	0,001363567	0,004430734
54	54	0,002727134	0,000414222
55	138	0,006969342	0,001058568
56	69	0,003484671	0,000529284
57	69	0,003484671	0,000529284
58	35	0,001767587	0,000268477

**Tabel 4.20** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
59	35	0,001767587	0,000268477
60	35	0,001767587	0,000268477
61	35	0,001767587	0,000268477
62	35	0,001767587	0,000268477
63	35	0,001767587	0,000268477
64	35	0,001767587	0,000268477
65	35	0,001767587	0,000268477
66	35	0,001767587	0,000268477
67	35	0,001767587	0,000268477
68	35	0,001767587	0,000268477
69	35	0,001767587	0,000268477
70	35	0,001767587	0,000268477
71	35	0,001767587	0,000268477
72	17	0,000858542	0,000130403
73	172	0,008686427	0,001319374
74	69	0,003484671	0,000529284
75	35	0,001767587	0,000268477
76	35	0,001767587	0,000268477
77	35	0,001767587	0,000268477
78	35	0,001767587	0,000268477
79	69	0,003484671	0,000529284
80	35	0,001767587	0,000268477
81	35	0,001767587	0,000268477
82	35	0,001767587	0,000268477
83	35	0,001767587	0,000268477
84	35	0,001767587	0,000268477
85	35	0,001767587	0,000268477
86	35	0,001767587	0,000268477
87	35	0,001767587	0,000268477
88	35	0,001767587	0,000268477
89	35	0,001767587	0,000268477
90	35	0,001767587	0,000268477
91	35	0,001767587	0,000268477
92	35	0,001767587	0,000268477
93	35	0,001767587	0,000268477

**Tabel 4.20** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
94	35	0,001767587	0,000268477
95	35	0,001767587	0,000268477
96	35	0,001767587	0,000268477
97	35	0,001767587	0,000268477
98	34	0,001717084	0,000260807
99	7	0,000353517	0,000536955
100	7	0,000353517	0,000536955
101	7	0,000353517	0,000536955
102	34	0,001717084	0,000260807
103	34	0,001717084	0,000260807
104	34	0,001717084	0,000260807
105	34	0,001717084	0,000260807
106	34	0,001717084	0,000260807
107	34	0,001717084	0,000260807
108	69	0,003484671	0,000529284
109	17	0,000858542	0,000130403
110	34	0,001717084	0,000260807
111	34	0,001717084	0,000260807
112	34	0,001717084	0,000260807
113	34	0,001717084	0,000260807
114	69	0,003484671	0,000529284
115	34	0,001717084	0,000260807
116	34	0,001717084	0,000260807
117	34	0,001717084	0,000260807
118	69	0,003484671	0,000529284
119	34	0,001717084	0,000260807
120	110	0,005555273	0,000843786
121	34	0,001717084	0,000260807
122	34	0,001717084	0,000260807
123	17	0,000858542	0,000130403
124	34	0,001717084	0,000260807
125	110	0,005555273	0,000843786
126	34	0,001717084	0,000260807
127	34	0,001717084	0,000260807
128	69	0,003484671	0,000529284

**Tabel 4.20** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
129	434	0,021918077	0,003329118
130	34	0,001717084	0,000260807
131	34	0,001717084	0,000260807
132	34	0,001717084	0,000260807
133	138	0,006969342	0,001058568
134	34	0,001717084	0,000260807
135	34	0,001717084	0,000260807
136	34	0,001717084	0,000260807
<b>TOTAL</b>		<b>0,397445943</b>	<b>0,178289645</b>

Jadi *section* 1 memiliki indeks keandalan SAIFI sebesar **0,397445943** kegagalan/tahun, dan SAIDI sebesar **0,178289645** jam/tahun.

#### 4.6.2. *Section* 2

Daftar peralatan yang terdapat pada *section* 2, yang mungkin dapat terjadi gangguan dan mempengaruhi keandalan penyulang WBN-01 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.21** Data Peralatan *Section* 2

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	Transformator 11	LP11	-
2	Transformator 12	LP12	-
3	Transformator 13	LP13	-
4	Transformator 14	LP14	-
5	Transformator 15	LP15	-
6	Transformator 16	LP16	-
7	Transformator 17	LP17	-
8	Transformator 18	LP18	-
9	Transformator 19	LP19	-
10	Transformator 20	LP20	-
11	Transformator 21	LP21	-
12	Transformator 22	LP22	-
13	Transformator 23	LP23	-

**Tabel 4.21** Data Peralatan *Section 2* (Lanjutan)

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	No. Gangguan	Komponen
14	Transformator 24	LP24	-
15	Transformator 25	LP25	-
16	Transformator 26	LP26	-
17	Transformator 27	LP27	-
18	Transformator 28	LP28	-
11	Transformator 29	LP29	-
12	Transformator 30	LP30	-
13	Transformator 31	LP31	-
14	Transformator 32	LP32	-
15	Transformator 33	LP33	-
16	Transformator 34	LP34	-
17	Transformator 35	LP35	-
18	<i>Sectionalizer 1</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
19	<i>Sectionalizer 2</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
20	<i>Line 9</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
21	<i>Line 10</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
22	<i>Line 11</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
23	<i>Line 12</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
24	<i>Line 13</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
25	<i>Line 14</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
26	<i>Line 15</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
27	<i>Line 16</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
28	<i>Line 17</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
29	<i>Line 18</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
30	<i>Line 19</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
31	<i>Line 20</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
32	<i>Line 21</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
33	<i>Line 22</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
34	<i>Line 23</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
35	<i>Line 24</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
36	<i>Line 25</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
37	<i>Line 26</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
38	<i>Line 27</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
39	<i>Line 28</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
40	<i>Line 29</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136
41	<i>Line 30</i>	LP11-LP35	LP1-10&36-136

Dengan melihat tabel diatas, maka kita dapat melakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk *section 2*, dengan cara mengambil salah satu LP dan memperhatikan peralatan apa saja yang mempengaruhinya. Dalam *section 2* ini



kita ambil kasus yaitu mencari laju kegagalan ( $\lambda$ ) dari LP11 ( $\lambda$  LP11). Penggunaan perkalian *repair time* atau *switching time* tergantung dari kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut memang harus padam (*repair time*) atau hanya mengalami kondisi *switching time*.

Rumus untuk mendapatkan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dari LP11 ( $\lambda$  LP11) adalah :

$$\lambda \text{ LP11} = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada  $\lambda$  LP11, yaitu *Line 9*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda (\text{line 9}) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,15 = 0,03 \text{ gangguan/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan  $\lambda$  LP11, perhitungannya ditampilkan pada tabel berikut :

**Tabel 4.22** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point 11* ( $\lambda$ LP11)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer 1</i>	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer 2</i>	0,003	-	0,003
Transformator 11	0,005	-	0,005
<i>Line 9</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 10</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 11</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 12</i>	0,2	0,45	0,09
<i>Line 13</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 14</i>	0,2	0,5	0,1
<i>Line 15</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 16</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 17</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 18</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 19</i>	0,2	0,25	0,05
<i>Line 20</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 21</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 22</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 23</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 24</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 25</i>	0,2	0,1	0,02

**Tabel 4.22** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point* 11 ( $\lambda$ LP11) (Lanjutan)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Line</i> 26	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 27	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 28	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 29	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 30	0,2	0,05	0,01
<b><math>\lambda</math> LP11</b>			<b>0,611</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 11 ( $\lambda$ LP11) yaitu sebesar **0,611** gangguan/tahun. Nilai laju kegagalan untuk *load point* 12 hingga 35 adalah sama dengan jumlah laju kegagalan *load point* 11, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.23** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 1 ( $\lambda$ LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer</i> 1	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer</i> 2	0,003	-	0,003
<i>Line</i> 9	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 10	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 11	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 12	0,2	0,45	0,09
<i>Line</i> 13	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 14	0,2	0,5	0,1
<i>Line</i> 15	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 16	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 17	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 18	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 19	0,2	0,25	0,05
<i>Line</i> 20	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 21	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 22	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 23	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 24	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 25	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 26	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 27	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 28	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 29	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 30	0,2	0,05	0,01
<b><math>\lambda</math> LP1</b>			<b>0,606</b>

Berdasarkan tabel 4.23, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 11 ( $\lambda_{LP11}$ ) yaitu sebesar **0,606** gangguan/tahun. Laju kegagalan *load point* 2-10 (*section* 1) dan *load point* 36-136 (*section* 3-5) adalah sama dengan laju kegagalan *load point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ ). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section* 2 maka *load point* 2-10 (*section* 1) dan *load point* 36-136 (*section* 3-5) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section* 1, 3, 4, dan 5 akan kembali normal. Langkah selanjutnya adalah mencari durasi (U) gangguan berdasarkan peralatan – peralatan yang terdapat di *load point* 11, dengan rumus sebagai berikut :

$$ULP = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada ULP11, yaitu *Line* 9. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U \text{ line } 9 &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan} \\ &= 0,06 \times 3 = 0,18 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan ULP1, perhitungannya ditampilkan pada tabel 4.24 berikut :

**Tabel 4.24** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 11

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
Transformator 11	0,005	10	0,05
<i>Sectionalizer</i> 2	0,003	10	0,03
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	10	0,03
<i>Line</i> 9	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 10	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 11	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 12	0,09	3	0,27
<i>Line</i> 13	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 14	0,1	3	0,3

**Tabel 4.24** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 11 (Lanjutan)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line</i> 15	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 16	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 17	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 18	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 19	0,05	3	0,15
<i>Line</i> 20	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 21	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 22	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 23	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 24	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 25	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 26	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 27	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 28	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 29	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 30	0,01	3	0,03
<b>U LP11</b>			<b>1,91</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari durasi (U) gangguan *load point* 11 (ULP11) yaitu sebesar **1,91** jam/tahun. Nilai durasi (U) gangguan untuk *load point* 11 hingga 35 (*section* 2) adalah sama dengan jumlah durasi (U) *load point* 11 (ULP1), karena nilai *failure rate* tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.25** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point* 1

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer</i> 2	0,005	0,15	0,00075
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	0,15	0,0045
<i>Line</i> 9	0,03	0,15	0,0015
<i>Line</i> 10	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 11	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 12	0,09	0,15	0,0135
<i>Line</i> 13	0,03	0,15	0,45
<i>Line</i> 14	0,1	0,15	0,015
<i>Line</i> 15	0,02	0,15	0,003
<i>Line</i> 16	0,02	0,15	0,003
<i>Line</i> 17	0,02	0,15	0,003
<i>Line</i> 18	0,03	0,15	0,45

**Tabel 4.25** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point 1* (Lanjutan)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line 19</i>	0,05	0,15	0,0075
<i>Line 20</i>	0,01	0,15	0,0015
<i>Line 21</i>	0,03	0,15	0,0045
<i>Line 22</i>	0,01	0,15	0,0015
<i>Line 23</i>	0,01	0,15	0,15
<i>Line 24</i>	0,02	0,15	0,003
<i>Line 25</i>	0,02	0,15	0,003
<i>Line 26</i>	0,01	0,15	0,0015
<i>Line 27</i>	0,02	0,15	0,003
<i>Line 28</i>	0,03	0,15	0,45
<i>Line 29</i>	0,02	0,15	0,003
<i>Line 30</i>	0,01	0,15	0,0015
<b>U LPI</b>			<b>1,62075</b>

Durasi gangguan (U) untuk *load point 2-10* (*section 1*) dan *load point 36-136* (*section 3 - 5*) adalah sama dengan durasi *load point 1* (ULP1). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section 2* maka *load point load point 1-10* (*section 1*) dan *load point 36 - 136* (*section 3 - 5*) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section 1, 3, 4, dan 5* pada WBN-01 akan normal.

Setelah dilakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (U) pada masing – masing *load point* berdasarkan *section 2*, maka hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.26 berikut :

**Tabel 4.26** Hasil Perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U)

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
<i>Load Point 1-10</i>	0,402	1,62
<i>Load Point 11-35</i>	0,611	1,91
<i>Load Point 36-136</i>	0,402	1,62

Setelah diketahui nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U), maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 2*. Rumus untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI adalah sebagai berikut :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda \text{LP.N LPN}}{\sum N_{total}} \qquad \text{SAIDI LP N} = \frac{U \text{LP.N LPN}}{\sum N_{total}}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIFI untuk *load point 11 section 2* :

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP11} &= \frac{\lambda \text{LP.11 LP11}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{0,611 \times 173}{7861} \\ &= 0,013446 \text{ kali/tahun.} \end{aligned}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIDI untuk *load point 11 section 2* :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP11} &= \frac{U \text{LP.1 LP1}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{1,91 \times 173}{7861} \\ &= 0,042034 \text{ jam/tahun.} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan SAIFI dan SAIDI *Load Point 1* hingga *Load Point 136* dilakukan dengan menggunakan cara yang sama. Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan, kemudian didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI *Section 2*, seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 2*

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
1	54	0,002761	0,011128
2	54	0,002761	0,011128
3	54	0,002761	0,011128
4	27	0,001380	0,005564
5	54	0,002761	0,011128

**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 2* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
6	27	0,001380	0,005564
7	270	0,013807	0,055641
8	54	0,002761	0,0111283
9	54	0,002761	0,0111283
10	54	0,002761	0,0111283
11	173	0,013446	0,042034
12	54	0,004197	0,013120
13	54	0,004197	0,013120
14	54	0,004197	0,013120
15	54	0,004197	0,013120
16	173	0,013446	0,042034
17	27	0,002098	0,006560
18	54	0,004197	0,013120
19	54	0,004197	0,013120
20	54	0,004197	0,013120
21	54	0,004197	0,013120
22	680	0,052853	0,165220
23	108	0,008394	0,026240
24	270	0,020985	0,065602
25	54	0,004197	0,013120
26	270	0,020985	0,065602
27	108	0,008394	0,026240
28	54	0,004197	0,013120
29	54	0,004197	0,013120
30	35	0,002720	0,008504
31	35	0,002720	0,008504
32	35	0,002720	0,008504
33	35	0,002720	0,008504
34	35	0,002720	0,008504
35	35	0,002720	0,008504
36	35	0,001789	0,007212
37	35	0,001789	0,007212
38	35	0,001789	0,007212
39	35	0,001789	0,007212

**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 2* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
40	35	0,001789	0,007212
41	35	0,001789	0,007212
42	35	0,001789	0,007212
43	35	0,001789	0,007212
44	35	0,001789	0,007212
45	35	0,001789	0,007212
46	35	0,001789	0,007212
47	35	0,001789	0,007212
48	35	0,001789	0,007212
49	35	0,001789	0,007212
50	35	0,001789	0,007212
51	35	0,001789	0,007212
52	35	0,001789	0,007212
53	27	0,001380	0,005564
54	54	0,002761	0,011128
55	138	0,007057	0,028439
56	69	0,003528	0,014219
57	69	0,003528	0,014219
58	35	0,001789	0,007212
59	35	0,001789	0,007212
60	35	0,001789	0,007212
61	35	0,001789	0,007212
62	35	0,001789	0,007212
63	35	0,001789	0,007212
64	35	0,001789	0,007212
65	35	0,001789	0,007212
66	35	0,001789	0,007212
67	35	0,001789	0,007212
68	35	0,001789	0,007212
69	35	0,001789	0,007212
70	35	0,001789	0,007212
71	35	0,001789	0,007212
72	17	0,000869	0,003503
73	172	0,008795	0,035445



**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 2* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
74	69	0,003528	0,014219
75	35	0,001789	0,007212
76	35	0,001789	0,007212
77	35	0,001789	0,007212
78	35	0,001789	0,007212
79	69	0,003528	0,014219
80	35	0,001789	0,007212
81	35	0,001789	0,007212
82	35	0,001789	0,007212
83	35	0,001789	0,007212
84	35	0,001789	0,007212
85	35	0,001789	0,007212
86	35	0,001789	0,007212
87	35	0,001789	0,007212
88	35	0,001789	0,007212
89	35	0,001789	0,007212
90	35	0,001789	0,007212
91	35	0,001789	0,007212
92	35	0,001789	0,007212
93	35	0,001789	0,007212
94	35	0,001789	0,007212
95	35	0,001789	0,007212
96	35	0,001789	0,007212
97	35	0,001789	0,007212
98	34	0,001738	0,007006
99	7	0,000357	0,001442
100	7	0,000357	0,001442
101	7	0,000357	0,001442
102	34	0,001738	0,007006
103	34	0,001738	0,007006
104	34	0,001738	0,007006
105	34	0,001738	0,007006
106	34	0,001738	0,007006
107	34	0,001738	0,007006

**Tabel 4.27** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 2* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
108	69	0,003528	0,014219
109	17	0,000869	0,003503
110	34	0,001738	0,007006
111	34	0,001738	0,007006
112	34	0,001738	0,007006
113	34	0,001738	0,007006
114	69	0,003528	0,014219
115	34	0,001738	0,007006
116	34	0,001738	0,007006
117	34	0,001738	0,007006
118	69	0,003528	0,014219
119	34	0,001738	0,007006
120	110	0,005625	0,022668
121	34	0,001738	0,007006
122	34	0,001738	0,007006
123	17	0,000869	0,003503
124	34	0,001738	0,007006
125	110	0,005625	0,022668
126	34	0,001738	0,007006
127	34	0,001738	0,007006
128	69	0,003528	0,014219
129	434	0,022194	0,089439
130	34	0,001738	0,007006
131	34	0,001738	0,007006
132	34	0,001738	0,007006
133	138	0,007057	0,028439
134	34	0,001738	0,007006
135	34	0,001738	0,007006
136	34	0,001738	0,007006
		<b>0,471383</b>	<b>1,716310</b>

Jadi *section 2* memiliki indeks keandalan SAIFI sebesar **0,471383** kegagalan/tahun, dan SAIDI sebesar **1,716310** jam/tahun.

### 4.6.3. Section 3

Daftar peralatan yang terdapat pada *section 3*, yang mungkin dapat terjadi gangguan dan mempengaruhi keandalan penyulang WBN-01 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.28** Data Peralatan *Section 3*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	Transformator 36	LP36	-
2	Transformator 37	LP37	-
3	Transformator 38	LP38	-
4	Transformator 39	LP39	-
5	Transformator 40	LP40	-
6	Transformator 41	LP41	-
7	Transformator 42	LP42	-
8	Transformator 43	LP43	-
9	Transformator 44	LP 44	-
10	Transformator 45	LP 45	-
11	Transformator 46	LP 46	-
12	Transformator 47	LP 47	-
13	Transformator 48	LP 48	-
14	Transformator 49	LP 49	-
15	Transformator 50	LP 50	-
16	Transformator 51	LP 51	-
17	Transformator 52	LP 52	-
18	Transformator 53	LP 53	-
11	Transformator 54	LP 54	-
12	Transformator 55	LP 55	-
13	Transformator 56	LP 56	-
14	Transformator 57	LP 57	-
15	Transformator 58	LP 58	-
16	Transformator 59	LP 59	-
17	Transformator 60	LP 60	-
18	Transformator 61	LP 61	-
19	Transformator 62	LP 62	-
20	Transformator 63	LP 63	-
21	Transformator 64	LP 64	-
22	Transformator 65	LP 65	-
23	Transformator 66	LP 66	-

**Tabel 4.28** Data Peralatan *Section 3* (Lanjutan)

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	No. Gangguan	Komponen
24	Transformator 67	LP 67	-
25	Transformator 68	LP 68	-
26	Transformator 69	LP 69	-
27	Transformator 70	LP 70	-
28	Transformator 71	LP 71	-
29	Transformator 72	LP 72	-
30	Transformator 73	LP 73	-
31	Transformator 74	LP 74	-
32	Transformator 75	LP 75	-
33	Transformator 76	LP 76	-
34	Transformator 77	LP 77	-
35	Transformator 78	LP 78	-
36	Transformator 79	LP 79	-
37	Transformator 80	LP 80	-
38	Transformator 81	LP 81	-
39	Transformator 82	LP 82	-
40	Transformator 83	LP 83	-
41	Transformator 84	LP 84	-
41	Transformator 85	LP 85	-
42	Transformator 86	LP 86	-
43	Transformator 87	LP 87	-
44	Transformator 88	LP 88	-
45	Transformator 89	LP 89	-
46	Transformator 90	LP 90	-
44	Transformator 91	LP 91	-
48	Transformator 92	LP 92	-
49	Transformator 93	LP 93	-
50	Transformator 94	LP 94	-
51	Transformator 95	LP 95	-
52	<i>Sectionalizer 2</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
53	<i>Sectionalizer 3</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
54	<i>Line 31</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
55	<i>Line 32</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
56	<i>Line 33</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
57	<i>Line 34</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
58	<i>Line 35</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
59	<i>Line 36</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
60	<i>Line 37</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
61	<i>Line 38</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
62	<i>Line 39</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
63	<i>Line 40</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136

**Tabel 4.28** Data Peralatan *Section 3* (Lanjutan)

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	No. Gangguan	Komponen
64	<i>Line 41</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
65	<i>Line 42</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
66	<i>Line 43</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
67	<i>Line 44</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
68	<i>Line 44</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
69	<i>Line 45</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
70	<i>Line 46</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
71	<i>Line 47</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
72	<i>Line 48</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
73	<i>Line 49</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
74	<i>Line 50</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
75	<i>Line 51</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
76	<i>Line 52</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
77	<i>Line 53</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
78	<i>Line 54</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
79	<i>Line 56</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
80	<i>Line 57</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
81	<i>Line 58</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
82	<i>Line 59</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
83	<i>Line 60</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
84	<i>Line 61</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
85	<i>Line 62</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
86	<i>Line 63</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
87	<i>Line 64</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
88	<i>Line 65</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
89	<i>Line 66</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
90	<i>Line 67</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
91	<i>Line 68</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
92	<i>Line 69</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
93	<i>Line 70</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
94	<i>Line 71</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
95	<i>Line 72</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136
96	<i>Line 73</i>	LP36 - LP95	LP1-35&LP96-136

Dengan melihat tabel diatas, maka kita dapat melakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk *section 3*, dengan cara mengambil salah satu LP dan memperhatikan peralatan apa saja yang mempengaruhinya. Dalam *section 3* ini kita ambil kasus yaitu mencari laju kegagalan ( $\lambda$ ) dari LP36 ( $\lambda$  LP36). Penggunaan perkalian *repair time* atau *switching time* tergantung dari kondisi

peralatan, apakah peralatan tersebut memang harus padam (*repair time*) atau hanya mengalami kondisi *switching time* .

Rumus untuk mendapatkan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dari LP36 ( $\lambda$  LP36) adalah :

$$\lambda \text{ LP36} = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada  $\lambda$  LP36, yaitu *Line 31*.

Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda (\text{line 31}) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,05 = 0,01 \text{ gangguan/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan  $\lambda$  LP36, perhitungannya ditampilkan pada tabel berikut :

**Tabel 4.29** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point 36* ( $\lambda$ LP36)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer 2</i>	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer 3</i>	0,003	-	0,003
Transformator 36	0,005	-	0,005
<i>Line 31</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 32</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 33</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 34</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 35</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 36</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 37</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 38</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 39</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 40</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 41</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 42</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 43</i>	0,2	0,5	0,1
<i>Line 44</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 44</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 45</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 46</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 47</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 48</i>	0,2	0,3	0,06

**Tabel 4.29** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point* 36 ( $\lambda$ LP36) (Lanjutan)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Line</i> 49	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 50	0,2	0,2	0,04
<i>Line</i> 51	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 52	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 53	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 54	0,2	0,35	0,07
<i>Line</i> 56	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 57	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 58	0,2	0,3	0,06
<i>Line</i> 59	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 60	0,2	0,2	0,04
<i>Line</i> 61	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 62	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 63	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 64	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 65	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 66	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 67	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 68	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 69	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 70	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 71	0,2	0,2	0,04
<i>Line</i> 72	0,2	0,25	0,05
<i>Line</i> 73	0,2	0,05	0,01
<b><math>\lambda</math>LP36</b>			<b>1,051</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 36 ( $\lambda$ LP36) yaitu sebesar **1,051** gangguan/tahun. Nilai laju kegagalan untuk *load point* 36 hingga 95 adalah sama dengan jumlah laju kegagalan *load point* 36, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.30** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 1 ( $\lambda$ LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer</i> 2	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	-	0,003
<i>Line</i> 31	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 32	0,2	0,1	0,02

**Tabel 4.30** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point 1* ( $\lambda_{LP1}$ ) (Lanjutan)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Line 33</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 34</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 35</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 36</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 37</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 38</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 39</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 40</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 41</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 42</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 43</i>	0,2	0,5	0,1
<i>Line 44</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 44</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 45</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 46</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 47</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 48</i>	0,2	0,3	0,06
<i>Line 49</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 50</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 51</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 52</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 53</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 54</i>	0,2	0,35	0,07
<i>Line 56</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 57</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 58</i>	0,2	0,3	0,06
<i>Line 59</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 60</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 61</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 62</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 63</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 64</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 65</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 66</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 67</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 68</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 69</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 70</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 71</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 72</i>	0,2	0,25	0,05
<i>Line 73</i>	0,2	0,05	0,01
$\lambda_{LP36}$			<b>1,046</b>



Berdasarkan tabel 4.30, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ ) yaitu sebesar **1,046** gangguan/tahun. Laju kegagalan *load point* 2 - 36 (*section* 1 dan *section* 2) dan *load point load point* 96-136 (*section* 4 dan *section* 5) adalah sama dengan laju kegagalan *load point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ ). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section* 3 maka *load point* 2-36 (*section* 1 dan *section* 2) dan *load point load point* 96-136 (*section* 4 dan *section* 5) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section* 1, 2, 4, dan 5 akan kembali normal.

Langkah selanjutnya adalah mencari durasi (U) gangguan berdasarkan peralatan – peralatan yang terdapat di *load point* 36, dengan rumus sebagai berikut:

$$ULP = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada ULP36, yaitu *Line* 31. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U \text{ line } 31 &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan} \\ &= 0,01 \times 3 = 0,03 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan ULP36, perhitungannya ditampilkan pada tabel 4.31 berikut :

**Tabel 4.31** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 36

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
Transformator 36	0,005	10	0,05
<i>Sectionalizer</i> 2	0,003	10	0,03
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	10	0,03
<i>Line</i> 31	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 32	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 33	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 34	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 35	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 36	0,03	3	0,09

**Tabel 4.31** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 36 (Lanjutan)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line</i> 37	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 38	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 39	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 40	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 41	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 42	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 43	0,1	3	0,3
<i>Line</i> 44	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 44	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 45	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 46	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 47	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 48	0,06	3	0,18
<i>Line</i> 49	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 50	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 51	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 52	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 53	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 54	0,07	3	0,21
<i>Line</i> 56	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 57	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 58	0,06	3	0,18
<i>Line</i> 59	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 60	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 61	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 62	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 63	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 64	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 65	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 66	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 67	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 68	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 69	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 70	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 71	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 72	0,05	3	0,15
<i>Line</i> 73	0,01	3	0,03
<b>U LP36</b>			<b>3,23</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari durasi (U) gangguan *load point* 36 (ULP36) yaitu sebesar **3,23** jam/tahun. Nilai durasi (U)

gangguan untuk load point 37 hingga 95 (*section 4*) adalah sama dengan jumlah durasi (U) *load point 11* (ULP1), karena nilai *failure rate* tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.32** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point 1*

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer 2</i>	0,003	0,15	0.00045
<i>Sectionalizer 3</i>	0,003	0,15	0.00045
<i>Line 31</i>	0,01	0,15	0.0015
<i>Line 32</i>	0,02	0,15	0.003
<i>Line 33</i>	0,01	0,15	0.0015
<i>Line 34</i>	0,01	0,15	0.0015
<i>Line 35</i>	0,03	0,15	0.0045
<i>Line 36</i>	0,03	0,15	0.0045
<i>Line 37</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 38</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 39</i>	0,04	0,15	0.0045
<i>Line 40</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 41</i>	0,03	0,15	0.0045
<i>Line 42</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 43</i>	0,1	0,15	0.0045
<i>Line 44</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 44</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 45</i>	0,03	0,15	0.0045
<i>Line 46</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 47</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 48</i>	0,06	0,15	0.0045
<i>Line 49</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 50</i>	0,04	0,15	0.0045
<i>Line 51</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 52</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 53</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 54</i>	0,07	0,15	0.0045
<i>Line 56</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 57</i>	0,03	0,15	0.0045
<i>Line 58</i>	0,06	0,15	0.0045
<i>Line 59</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 60</i>	0,04	0,15	0.0045
<i>Line 61</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 62</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 63</i>	0,01	0,15	0.0045

**Tabel 4.32** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load point 1*

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line 64</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 65</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 66</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 67</i>	0,01	0,15	0.0045
<i>Line 68</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 69</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 70</i>	0,02	0,15	0.0045
<i>Line 71</i>	0,04	0,15	0.0045
<i>Line 72</i>	0,05	0,15	0.0045
<i>Line 73</i>	0,01	0,15	0.0045
<b>U LP1</b>			<b>0,1839</b>

*Load point 2 - 36 (section 1 dan section 2)* dan *load point 96 - 136 (section 4 dan section 5)* adalah sama dengan durasi *load point 1 (ULP1)*. Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section 3 load point 2-36 (section 1 dan section 2)* dan *load point load point 96-136 (section 4 dan section 5)* akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switching*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section 1, 2, 4, dan 5* pada WBN-01 akan normal.

Setelah dilakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (U) pada masing – masing *load point* berdasarkan *section 3*, maka hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.33 berikut :

**Tabel 4.33** Hasil Perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U)

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
<i>Load Point 1-35</i>	1,046	0,1839
<i>Load Point 36 -95</i>	1,051	3,23
<i>Load Point 96 - 136</i>	1,046	0,1839

Setelah diketahui nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U), maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 3*. Rumus untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI adalah sebagai berikut :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda_{LP.N} \text{ LPN}}{\sum N_{total}}$$

$$\text{SAIDI LP N} = \frac{U_{LP.N} \text{ LPN}}{\sum N_{total}}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIFI untuk *load point 36 section 3*:

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP36} &= \frac{\lambda_{LP36} \cdot N_{LP36}}{N_{total}} \\ &= \frac{1,051 \times 35}{7861} \\ &= 0,00467943 \text{ kali/tahun.} \end{aligned}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIDI untuk *load point 36 section 3* :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP36} &= \frac{U_{LP36} \cdot N_{LP36}}{N_{total}} \\ &= \frac{3,23 \times 35}{7861} \\ &= 0,014381122 \text{ jam/tahun.} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan SAIFI dan SAIDI *Load Point 1* hingga *Load Point 136* dilakukan dengan menggunakan cara yang sama. Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan, kemudian didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI *Section 3*, seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.34** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 3*

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	54	0,007185345	0,001263274
2	54	0,007185345	0,001263274
3	54	0,007185345	0,001263274
4	27	0,003592673	0,000631637
5	54	0,007185345	0,001263274
6	27	0,003592673	0,000631637
7	270	0,035926727	0,006316372

**Tabel 4.34** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 3* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
8	54	0,007185345	0,001263274
9	54	0,007185345	0,001263274
10	54	0,007185345	0,001263274
11	173	0,023019718	0,004047157
12	54	0,007185345	0,001263274
13	54	0,007185345	0,001263274
14	54	0,007185345	0,001263274
15	54	0,007185345	0,001263274
16	173	0,023019718	0,004047157
17	27	0,003592673	0,000631637
18	54	0,007185345	0,001263274
19	54	0,007185345	0,001263274
20	54	0,007185345	0,001263274
21	54	0,007185345	0,001263274
22	680	0,090482127	0,0159079
23	108	0,014370691	0,002526549
24	270	0,035926727	0,006316372
25	54	0,007185345	0,001263274
26	270	0,035926727	0,006316372
27	108	0,014370691	0,002526549
28	54	0,007185345	0,001263274
29	54	0,007185345	0,001263274
30	35	0,004657168	0,000818789
31	35	0,004657168	0,000818789
32	35	0,004657168	0,000818789
33	35	0,004657168	0,000818789
34	35	0,004657168	0,000818789
35	35	0,004657168	0,000818789
36	35	0,00467943	0,014381122
37	35	0,00467943	0,014381122
38	35	0,00467943	0,014381122
39	35	0,00467943	0,014381122
40	35	0,00467943	0,014381122
41	35	0,00467943	0,014381122

**Tabel 4.34** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 3* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
42	35	0,00467943	0,014381122
43	35	0,00467943	0,014381122
44	35	0,00467943	0,014381122
45	35	0,00467943	0,014381122
46	35	0,00467943	0,014381122
47	35	0,00467943	0,014381122
48	35	0,00467943	0,014381122
49	35	0,00467943	0,014381122
50	35	0,00467943	0,014381122
51	35	0,00467943	0,014381122
52	35	0,00467943	0,014381122
53	27	0,003609846	0,011094008
54	54	0,007219692	0,022188017
55	138	0,018450324	0,05670271
56	69	0,009225162	0,028351355
57	69	0,009225162	0,028351355
58	35	0,00467943	0,014381122
59	35	0,00467943	0,014381122
60	35	0,00467943	0,014381122
61	35	0,00467943	0,014381122
62	35	0,00467943	0,014381122
63	35	0,00467943	0,014381122
64	35	0,00467943	0,014381122
65	35	0,00467943	0,014381122
66	35	0,00467943	0,014381122
67	35	0,00467943	0,014381122
68	35	0,00467943	0,014381122
69	35	0,00467943	0,014381122
70	35	0,00467943	0,014381122
71	35	0,00467943	0,014381122
72	17	0,002272866	0,006985116
73	172	0,022996056	0,070672942
74	69	0,009225162	0,028351355
75	35	0,00467943	0,014381122

**Tabel 4.34** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 3* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
76	35	0,00467943	0,014381122
77	35	0,00467943	0,014381122
78	35	0,00467943	0,014381122
79	69	0,009225162	0,028351355
80	35	0,00467943	0,014381122
81	35	0,00467943	0,014381122
82	35	0,00467943	0,014381122
83	35	0,00467943	0,014381122
84	35	0,00467943	0,014381122
85	35	0,00467943	0,014381122
86	35	0,00467943	0,014381122
87	35	0,00467943	0,014381122
88	35	0,00467943	0,014381122
89	35	0,00467943	0,014381122
90	35	0,00467943	0,014381122
91	35	0,00467943	0,014381122
92	35	0,00467943	0,014381122
93	35	0,00467943	0,014381122
94	35	0,00467943	0,014381122
95	35	0,00467943	0,014381122
96	35	0,004657168	0,000818789
97	35	0,004657168	0,000818789
98	34	0,004524106	0,000795395
99	7	0,000931434	0,000163758
100	7	0,000931434	0,000163758
101	7	0,000931434	0,000163758
102	34	0,004524106	0,000795395
103	34	0,004524106	0,000795395
104	34	0,004524106	0,000795395
105	34	0,004524106	0,000795395
106	34	0,004524106	0,000795395
107	34	0,004524106	0,000795395
108	69	0,009181275	0,001614184
109	17	0,002262053	0,000397697



**Tabel 4.34** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 3* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
110	34	0,004524106	0,000795395
111	34	0,004524106	0,000795395
112	34	0,004524106	0,000795395
113	34	0,004524106	0,000795395
114	69	0,009181275	0,001614184
115	34	0,004524106	0,000795395
116	34	0,004524106	0,000795395
117	34	0,004524106	0,000795395
118	69	0,009181275	0,001614184
119	34	0,004524106	0,000795395
120	110	0,014636815	0,002573337
121	34	0,004524106	0,000795395
122	34	0,004524106	0,000795395
123	17	0,002262053	0,000397697
124	34	0,004524106	0,000795395
125	110	0,014636815	0,002573337
126	34	0,004524106	0,000795395
127	34	0,004524106	0,000795395
128	69	0,009181275	0,001614184
129	434	0,057748887	0,010152983
130	34	0,004524106	0,000795395
131	34	0,004524106	0,000795395
132	34	0,004524106	0,000795395
133	138	0,018362549	0,003228368
134	34	0,004524106	0,000795395
135	34	0,004524106	0,000795395
136	34	0,004524106	0,000795395
		<b>1,047570411</b>	<b>1,140625722</b>

Jadi *section 3* memiliki indeks keandalan SAIFI sebesar **1,047570411** kegagalan/tahun, dan SAIDI sebesar **1,140625722** jam/tahun.

#### 4.6.4. Section 4

Daftar peralatan yang terdapat pada *section 4*, yang mungkin dapat terjadi gangguan dan mempengaruhi keandalan penyulang WBN-01 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.35** Data Peralatan *Section 4*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	<i>Sectionalizer 3</i>	LP96-LP127	-
2	<i>Sectionalizer 4</i>	LP96-LP127	-
3	Transformator 96	LP96	-
4	Transformator 97	LP97	-
5	Transformator 98	LP98	-
6	Transformator 99	LP99	-
7	Transformator 100	LP100	-
8	Transformator 101	LP101	-
9	Transformator 102	LP102	-
10	Transformator 103	LP103	-
11	Transformator 104	LP104	-
12	Transformator 105	LP105	-
13	Transformator 106	LP106	-
14	Transformator 107	LP107	-
15	Transformator 108	LP108	-
16	Transformator 109	LP109	-
17	Transformator 110	LP110	-
18	Transformator 111	LP111	-
11	Transformator 112	LP112	-
12	Transformator 113	LP113	-
13	Transformator 114	LP114	-
14	Transformator 115	LP115	-
15	Transformator 116	LP116	-
16	Transformator 117	LP117	-
17	Transformator 118	LP118	-
18	Transformator 119	LP119	-
19	Transformator 120	LP120	-
20	Transformator 121	LP121	-
21	Transformator 122	LP122	-
22	Transformator 123	LP123	-
23	Transformator 124	LP124	-
24	Transformator 125	LP125	-
25	Transformator 126	LP126	-

**Tabel 4.35** Data Peralatan Section 4 (Lanjutan)

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	No. Gangguan	Komponen
26	Transformator 127	LP127	-
27	Line 74	LP96-LP127	LP1-95&128-136
28	Line 75	LP96-LP127	LP1-95&128-136
29	Line 76	LP96-LP127	LP1-95&128-136
30	Line 77	LP96-LP127	LP1-95&128-136
31	Line 78	LP96-LP127	LP1-95&128-136
32	Line 79	LP96-LP127	LP1-95&128-136
33	Line 80	LP96-LP127	LP1-95&128-136
34	Line 81	LP96-LP127	LP1-95&128-136
35	Line 82	LP96-LP127	LP1-95&128-136
36	Line 83	LP96-LP127	LP1-95&128-136
37	Line 84	LP96-LP127	LP1-95&128-136
38	Line 85	LP96-LP127	LP1-95&128-136
39	Line 86	LP96-LP127	LP1-95&128-136
40	Line 87	LP96-LP127	LP1-95&128-136
41	Line 88	LP96-LP127	LP1-95&128-136
42	Line 89	LP96-LP127	LP1-95&128-136
43	Line 90	LP96-LP127	LP1-95&128-136
44	Line 91	LP96-LP127	LP1-95&128-136
45	Line 92	LP96-LP127	LP1-95&128-136
46	Line 93	LP96-LP127	LP1-95&128-136
47	Line 94	LP96-LP127	LP1-95&128-136
48	Line 95	LP96-LP127	LP1-95&128-136
49	Line 96	LP96-LP127	LP1-95&128-136
50	Line 97	LP96-LP127	LP1-95&128-136
51	Line 98	LP96-LP127	LP1-95&128-136
52	Line 99	LP96-LP127	LP1-95&128-136

Dengan melihat tabel diatas, maka kita dapat melakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk *section* 4, dengan cara mengambil salah satu LP dan memperhatikan peralatan apa saja yang mempengaruhinya. Dalam *section* 4 ini kita ambil kasus yaitu mencari laju kegagalan dari LP96 ( $\lambda$  LP96). Penggunaan perkalian *repair time* atau *switching time* tergantung dari kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut memang harus padam (*repair time*) atau hanya mengalami kondisi *switching time* .

Rumus untuk mendapatkan laju kegagalan dari LP96 ( $\lambda$  LP96) adalah :

$$\lambda \text{ LP11} = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada  $\lambda$  LP96, yaitu *Line 74*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\lambda (\text{line 74}) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,05 = 0,01 \text{ gangguan/tahun}\end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan  $\lambda$  LP96, perhitungannya ditampilkan pada tabel 4.36 berikut :

**Tabel 4.36** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point 96* ( $\lambda$ LP96)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer 3</i>	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer 4</i>	0,003	-	0,003
Transformator 96	0,005	-	0,005
<i>Line 74</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 75</i>	0,2	0,25	0,05
<i>Line 76</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 77</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 78</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 79</i>	0,2	0,15	0,03
<i>Line 80</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 81</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 82</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 83</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 84</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 85</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 86</i>	0,2	0,3	0,06
<i>Line 87</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 88</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 89</i>	0,2	0,1	0,2
<i>Line 90</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 91</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 92</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 93</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 94</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 95</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 96</i>	0,2	0,5	0,05
<i>Line 97</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 98</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 99</i>	0,2	0,1	0,02
<b><math>\lambda</math> LP96</b>			<b>0,631</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 96 ( $\lambda_{LP96}$ ) yaitu sebesar **0,631** gangguan/tahun. Nilai laju kegagalan untuk *load point* 97 hingga 127 (*section* 4) adalah sama dengan jumlah laju kegagalan *load point* 96, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.37** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ )

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	-	0,003
<i>Line</i> 74	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 75	0,2	0,25	0,05
<i>Line</i> 76	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 77	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 78	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 79	0,2	0,15	0,03
<i>Line</i> 80	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 81	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 82	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 83	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 84	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 85	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 86	0,2	0,3	0,06
<i>Line</i> 87	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 88	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 89	0,2	0,1	0,2
<i>Line</i> 90	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 91	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 92	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 93	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 94	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 95	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 96	0,2	0,5	0,05
<i>Line</i> 97	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 98	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 99	0,2	0,1	0,02
<b><math>\lambda_{LP1}</math></b>			<b>0,626</b>

Berdasarkan tabel 4.37, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ ) yaitu sebesar **0,626** gangguan/tahun. Laju

kegagalan *load point* 2 - 95 (*section* 1-3) dan *load point* 128-136 (*section* 5) adalah sama dengan laju kegagalan *load point* 1 ( $\lambda_{LP1}$ ). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section* 4 maka *load point* 1-95 (*section* 1-3) dan *load point* 128-136 (*section* 5) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section* 1, 2, 3, dan 5 akan kembali normal.

Langkah selanjutnya adalah mencari durasi (U) gangguan berdasarkan peralatan – peralatan yang terdapat di *load point* 96, dengan rumus sebagai berikut :

$$ULP = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada ULP96, yaitu *Line* 74. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U \text{ line } 74 &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan} \\ &= 0,01 \times 3 = 0,03 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan ULP96, perhitungannya ditampilkan pada tabel 4.38 berikut :

**Tabel 4.38** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 96

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	10	0,03
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	10	0,03
Transformator 96	0,005	10	0,05
<i>Line</i> 74	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 75	0,05	3	0,15
<i>Line</i> 76	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 77	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 78	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 79	0,03	3	0,09
<i>Line</i> 80	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 81	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 82	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 83	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 84	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 85	0,01	3	0,03

**Tabel 4.38** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 96 (Lanjutan)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line</i> 86	0,06	3	0,18
<i>Line</i> 87	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 88	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 89	0,2	3	0,6
<i>Line</i> 90	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 91	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 92	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 93	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 94	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 95	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 96	0,05	3	0,15
<i>Line</i> 97	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 98	0,02	3	0,06
<i>Line</i> 99	0,02	3	0,06
<b>U LP96</b>			<b>1,97</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari durasi (U) gangguan *load point* 96 (ULP96) yaitu sebesar **1,97** jam/tahun. Nilai durasi (U) gangguan untuk *load point* 97 hingga 127 (*section* 4) adalah sama dengan jumlah durasi (U) *load point* 96 (ULP96), karena nilai *failure rate* tiap - tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.39** Perhitungan Durasi Gangguan *Load point* 1 (ULP1)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer</i> 3	0,003	0,15	0,0075
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	0,15	0,0015
<i>Line</i> 74	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 75	0,05	0,15	0,0015
<i>Line</i> 76	0,01	0,15	0,0045
<i>Line</i> 77	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 78	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 79	0,03	0,15	0,0015
<i>Line</i> 80	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 81	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 82	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 83	0,01	0,15	0,009
<i>Line</i> 84	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 85	0,01	0,15	0,0015

**Tabel 4.39** Perhitungan Durasi Gangguan *Load point* 1 (ULP1) (Lanjutan)

Peralatan	$\lambda$ ( <i>fault/yr</i> )	<i>Switching</i> <i>Time</i> (jam)	U (jam/tahun)
<i>Line</i> 86	0,06	0,15	0,03
<i>Line</i> 87	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 88	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 89	0,2	0,15	0,0015
<i>Line</i> 90	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 91	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 92	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 93	0,01	0,15	0,0075
<i>Line</i> 94	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 95	0,01	0,15	0,003
<i>Line</i> 96	0,05	0,15	0,003
<i>Line</i> 97	0,01	0,15	0,0075
<i>Line</i> 98	0,02	0,15	0,0015
<i>Line</i> 99	0,02	0,15	0,0015
<b>U L P1</b>			<b>0,0939</b>

Durasi (U) pada *load point* 2 - 95 (*section* 1-3) dan *load point* 128 - 136 (*section* 5) adalah sama dengan *load point* 1 (ULP1). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section* 4 maka *load point* 1-95 (*section* 1 - 3) dan *load point* 128 - 136 (*section* 5) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section* 1, 2, 3, dan 5 akan kembali normal.

Setelah dilakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (U) pada masing – masing *load point* berdasarkan *section* 4, maka hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.40 berikut :

**Tabel 4.40** Hasil Perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U)

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
<i>Load Point</i> 1-95	0,626	0,0939
<i>Load Point</i> 96-127	0,631	1,97
<i>Load Point</i> 127-136	0,626	0,0939



Setelah diketahui nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U), maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 4*. Rumus untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI adalah sebagai berikut :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda_{LP.N} \cdot N_{LPN}}{\sum N_{total}} \qquad \text{SAIDI LP N} = \frac{U_{LP.N} \cdot N_{LPN}}{\sum N_{total}}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIFI untuk *load point 96 section 4*:

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP96} &= \frac{\lambda_{LP96} \cdot N_{LP96}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{0,631 \times 35}{7861} \\ &= 0,002809439 \text{ kali/tahun.} \end{aligned}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIDI untuk *load point 96 section 4* :

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP96} &= \frac{U_{LP96} \cdot N_{LP96}}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{1,37 \times 35}{7861} \\ &= 0,008771149 \text{ jam/tahun.} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan SAIFI dan SAIDI *Load Point 1* hingga *Load Point 136* dilakukan dengan menggunakan cara yang sama. Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan, kemudian didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI *Section 4*, seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.41** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 4*

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	54	0,004300216	0,000645032
2	54	0,004300216	0,000645032
3	54	0,004300216	0,000645032
4	27	0,002150108	0,000322516
5	54	0,004300216	0,000645032
6	27	0,002150108	0,000322516
7	270	0,021501081	0,003225162
8	54	0,004300216	0,000645032

**Tabel 4.41** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 4* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
9	54	0,004300216	0,000645032
10	54	0,004300216	0,000645032
11	173	0,013776619	0,002066493
12	54	0,004300216	0,000645032
13	54	0,004300216	0,000645032
14	54	0,004300216	0,000645032
15	54	0,004300216	0,000645032
16	173	0,013776619	0,002066493
17	27	0,002150108	0,000322516
18	54	0,004300216	0,000645032
19	54	0,004300216	0,000645032
20	54	0,004300216	0,000645032
21	54	0,004300216	0,000645032
22	680	0,054150871	0,008122631
23	108	0,008600433	0,001290065
24	270	0,021501081	0,003225162
25	54	0,004300216	0,000645032
26	270	0,021501081	0,003225162
27	108	0,008600433	0,001290065
28	54	0,004300216	0,000645032
29	54	0,004300216	0,000645032
30	35	0,002787177	0,000418077
31	35	0,002787177	0,000418077
32	35	0,002787177	0,000418077
33	35	0,002787177	0,000418077
34	35	0,002787177	0,000418077
35	35	0,002787177	0,000418077
36	35	0,002787177	0,000418077
37	35	0,002787177	0,000418077
38	35	0,002787177	0,000418077
39	35	0,002787177	0,000418077
40	35	0,002787177	0,000418077
41	35	0,002787177	0,000418077
42	35	0,002787177	0,000418077

**Tabel 4.41** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 4* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
43	35	0,002787177	0,000418077
44	35	0,002787177	0,000418077
45	35	0,002787177	0,000418077
46	35	0,002787177	0,000418077
47	35	0,002787177	0,000418077
48	35	0,002787177	0,000418077
49	35	0,002787177	0,000418077
50	35	0,002787177	0,000418077
51	35	0,002787177	0,000418077
52	35	0,002787177	0,000418077
53	27	0,002150108	0,000322516
54	54	0,004300216	0,000645032
55	138	0,010989442	0,001648416
56	69	0,005494721	0,000824208
57	69	0,005494721	0,000824208
58	35	0,002787177	0,000418077
59	35	0,002787177	0,000418077
60	35	0,002787177	0,000418077
61	35	0,002787177	0,000418077
62	35	0,002787177	0,000418077
63	35	0,002787177	0,000418077
64	35	0,002787177	0,000418077
65	35	0,002787177	0,000418077
66	35	0,002787177	0,000418077
67	35	0,002787177	0,000418077
68	35	0,002787177	0,000418077
69	35	0,002787177	0,000418077
70	35	0,002787177	0,000418077
71	35	0,002787177	0,000418077
72	17	0,001353772	0,000203066
73	172	0,013696985	0,002054548
74	69	0,005494721	0,000824208
75	35	0,002787177	0,000418077
76	35	0,002787177	0,000418077

**Tabel 4.41** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 4* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	<b>Jumlah Pelanggan</b>	<b>Indeks Keandalan</b>	
		<b>SAIFI</b>	<b>SAIDI</b>
77	35	0,002787177	0,000418077
78	35	0,002787177	0,000418077
79	69	0,005494721	0,000824208
80	35	0,002787177	0,000418077
81	35	0,002787177	0,000418077
82	35	0,002787177	0,000418077
83	35	0,002787177	0,000418077
84	35	0,002787177	0,000418077
85	35	0,002787177	0,000418077
86	35	0,002787177	0,000418077
87	35	0,002787177	0,000418077
88	35	0,002787177	0,000418077
89	35	0,002787177	0,000418077
90	35	0,002787177	0,000418077
91	35	0,002787177	0,000418077
92	35	0,002787177	0,000418077
93	35	0,002787177	0,000418077
94	35	0,002787177	0,000418077
95	35	0,002787177	0,000418077
96	35	0,002809439	0,008771149
97	35	0,002809439	0,008771149
98	34	0,002729169	0,008520544
99	7	0,000561888	0,00175423
100	7	0,000561888	0,00175423
101	7	0,000561888	0,00175423
102	34	0,002729169	0,008520544
103	34	0,002729169	0,008520544
104	34	0,002729169	0,008520544
105	34	0,002729169	0,008520544
106	34	0,002729169	0,008520544
107	34	0,002729169	0,008520544
108	69	0,005538608	0,017291693
109	17	0,001364585	0,004260272
110	34	0,002729169	0,008520544

**Tabel 4.41** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 4* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
111	34	0,002729169	0,008520544
112	34	0,002729169	0,008520544
113	34	0,002729169	0,008520544
114	69	0,005538608	0,017291693
115	34	0,002729169	0,008520544
116	34	0,002729169	0,008520544
117	34	0,002729169	0,008520544
118	69	0,005538608	0,017291693
119	34	0,002729169	0,008520544
120	110	0,008829665	0,027566467
121	34	0,002729169	0,008520544
122	34	0,002729169	0,008520544
123	17	0,001364585	0,004260272
124	34	0,002729169	0,008520544
125	110	0,008829665	0,027566467
126	34	0,002729169	0,008520544
127	34	0,002707544	0,008304287
128	69	0,005494721	0,000824208
129	434	0,034560997	0,00518415
130	34	0,002707544	0,000406132
131	34	0,002707544	0,000406132
132	34	0,002707544	0,000406132
133	138	0,010989442	0,001648416
134	34	0,002707544	0,000406132
135	34	0,002707544	0,000406132
136	34	0,002707544	0,000406132
<b>TOTAL</b>		<b>0,605811596</b>	<b>0,322304164</b>

Jadi *section 4* memiliki indeks keandalan SAIFI sebesar **0,605811596** kegagalan/tahun, dan SAIDI sebesar **0,322304164** jam/tahun.

#### 4.6.5. Section 5

Daftar peralatan yang terdapat pada *section 5*, yang mungkin dapat terjadi gangguan dan mempengaruhi keandalan penyulang WBN-01 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.42** Data Peralatan *Section 5*

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Repair Time</i>	<i>Load Point</i> yang Dipengaruhi <i>Switching Time</i>
1	<i>Sectionalizer 4</i>	LP128-LP136	-
2	<i>Sectionalizer 5</i>	LP128-LP136	-
3	Transformator 128	LP128	-
4	Transformator 129	LP129	-
5	Transformator 130	LP130	-
6	Transformator 131	LP131	-
7	Transformator 132	LP132	-
8	Transformator 133	LP133	-
9	Transformator 134	LP134	-
10	Transformator 135	LP135	-
11	Transformator 136	LP136	-
12	<i>Line 100</i>	LP128-136	LP1-127
13	<i>Line 101</i>	LP128-136	LP1-127
14	<i>Line 102</i>	LP128-136	LP1-127
15	<i>Line 103</i>	LP128-136	LP1-127
16	<i>Line 104</i>	LP128-136	LP1-127
17	<i>Line 105</i>	LP128-136	LP1-127
18	<i>Line 106</i>	LP128-136	LP1-127

Dengan melihat tabel diatas, maka kita dapat melakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) untuk *section 5* dengan cara mengambil salah satu LP dan memperhatikan peralatan apa saja yang mempengaruhinya. Dalam *section 5* ini kita ambil kasus yaitu mencari laju kegagalan dari LP128 ( $\lambda$  LP128). Penggunaan perkalian *repair time* atau *switching time* tergantung dari kondisi peralatan, apakah peralatan tersebut memang harus padam (*repair time*) atau hanya mengalami kondisi *switching time* .

Rumus untuk mendapatkan laju kegagalan dari LP128 ( $\lambda$  LP128) adalah :

$$\lambda \text{ LP128} = \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada  $\lambda$  LP128, yaitu *Line* 100. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda (\text{line } 100) &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Panjang Saluran Udara} \\ &= 0,2 \times 0,1 = 0,02 \text{ gangguan/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya seluruh peralatan yang berpengaruh dengan  $\lambda$  LP128, perhitungannya ditampilkan pada tabel 4.43 berikut :

**Tabel 4.43** Perhitungan Laju Kegagalan *Load point* 128 ( $\lambda$ LP128)

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	-	0,003
Transformator 128	0,005	-	0,005
<i>Line</i> 100	0,2	0,1	0,02
<i>Line</i> 101	0,2	0,2	0,04
<i>Line</i> 102	0,2	0,2	0,04
<i>Line</i> 103	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 104	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 105	0,2	0,05	0,01
<i>Line</i> 106	0,2	0,35	0,07
<b><math>\lambda</math> LP128</b>			<b>0,211</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point* 128 ( $\lambda$ LP128) yaitu sebesar **0,211** gangguan/tahun. Nilai laju kegagalan untuk *load point* 129 hingga 136 adalah sama dengan jumlah laju kegagalan *load point* 128, karena nilai *failure rate* tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.44** Perhitungan Laju Kegagalan *Load Point 1* ( $\lambda$ LP1)

Peralatan	<i>Failure Rate</i> Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/Th)
<i>Sectionalizer 4</i>	0,003	-	0,003
<i>Sectionalizer 4</i>	0,003	-	0,003
<i>Line 100</i>	0,2	0,1	0,02
<i>Line 101</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 102</i>	0,2	0,2	0,04
<i>Line 103</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 104</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 105</i>	0,2	0,05	0,01
<i>Line 106</i>	0,2	0,35	0,07
<b><math>\lambda</math> LP1</b>			<b>0,206</b>

Berdasarkan tabel 4.44, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari laju kegagalan *load point 1* ( $\lambda$ LP1) yaitu sebesar **0,206** gangguan/tahun. Laju kegagalan *load point 2-127* (*section 1-4*) adalah sama dengan laju kegagalan *load point 1* ( $\lambda$ LP1). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section 5* maka *load point 1-127* (*section 1-4*) akan mengalami hal yang sama, yaitu pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section 1, 2, 3, dan 4* akan kembali normal.

Langkah selanjutnya adalah mencari durasi (U) gangguan berdasarkan peralatan – peralatan yang terdapat di *load point 128*, dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{ULP} = \mathbf{Failure\ rate\ Peralatan} \times \mathbf{Repair\ Time\ peralatan}$$

Kita ambil contoh untuk menghitung salah satu peralatan yang berpengaruh pada ULP128, yaitu *Line 100*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} U \text{ line } 100 &= \text{Failure rate Peralatan} \times \text{Repair Time peralatan} \\ &= 0,01 \times 3 = 0,03 \text{ Jam/tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan durasi (U) seluruh peralatan yang berpengaruh dengan ULP128, ditampilkan pada tabel 4.45 berikut :



**Tabel 4.45** Perhitungan Durasi Gangguan (U) *Load Point* 128

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	10	0,03
<i>Sectionalizer</i> 5	0,003	10	0,03
Transformator 128	0,005	10	0,05
<i>Line</i> 100	0,02	3	0,03
<i>Line</i> 101	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 102	0,04	3	0,12
<i>Line</i> 103	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 104	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 105	0,01	3	0,03
<i>Line</i> 106	0,07	3	0,21
<b>U LP128</b>			<b>0,68</b>

Berdasarkan tabel, dapat dilihat hasil perhitungan untuk mencari durasi (U) gangguan *load point* 128 (ULP128) yaitu sebesar **0,68** jam/tahun. Nilai durasi (U) gangguan untuk *load point* 129 hingga 136 (*section* 5) adalah sama dengan jumlah durasi (U) *load point* 128 (ULP128), karena nilai *failure rate* tiap - tiap trafo diasumsikan sama.

**Tabel 4.46** Perhitungan Durasi Gangguan *Load point* 1 (ULP1)

Peralatan	$\lambda$ (fault/yr)	Repair Time (jam)	U (jam/tahun)
<i>Sectionalizer</i> 4	0,003	0,15	0,00045
<i>Sectionalizer</i> 5	0,003	0,15	0,00045
<i>Line</i> 100	0,02	0,15	0,003
<i>Line</i> 101	0,04	0,15	0,006
<i>Line</i> 102	0,04	0,15	0,006
<i>Line</i> 103	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 104	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 105	0,01	0,15	0,0015
<i>Line</i> 106	0,07	0,15	0,0105
<b>U LP1</b>			<b>0,0309</b>

Durasi (U) pada *load point* 2 - 127 (*section* 1-4) adalah sama dengan *load point* 1 (ULP1). Hal ini terjadi karena apabila terjadi gangguan di *section* 5 maka *load point* 1 - 127 (*section* 1-4) akan mengalami hal yang sama, yaitu

pemisah akan membuka untuk sementara dan terjadi *switch*. Setelah 0,15 jam maka penyaluran energi listrik *section* 1, 2, 3, dan 4 akan kembali normal.

Setelah dilakukan perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi gangguan (U) pada masing – masing *load point* berdasarkan *section* 5, maka hasil keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.47 berikut :

**Tabel 4.47** Hasil Perhitungan laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U)

<i>Load Point</i>	Indeks Keandalan	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
<i>Load Point</i> 1-127	0,206	0,0309
<i>Load Point</i> 128-136	0,211	0,68

Setelah diketahui nilai laju kegagalan ( $\lambda$ ) dan durasi (U), maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI pada *section* 5. Rumus untuk mendapatkan nilai SAIFI dan SAIDI adalah sebagai berikut :

$$\text{SAIFI LP N} = \frac{\lambda_{LP.N} \cdot LPN}{\sum N_{total}} \qquad \text{SAIDI LP N} = \frac{U_{LP.N} \cdot LPN}{\sum N_{total}}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIFI untuk *load point* 128 *section* 5

$$\begin{aligned} \text{SAIFI LP128} &= \frac{\lambda_{LP128} \cdot NLP128}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{0,211 \times 69}{7861} \\ &= 0,001808167 \text{ kali/tahun.} \end{aligned}$$

Sebagai contoh, dilakukan perhitungan nilai SAIDI untuk *load point* 128 *section* 5

$$\begin{aligned} \text{SAIDI LP128} &= \frac{U_{LP128} \cdot NLP128}{\sum N_{total}} \\ &= \frac{0,68 \times 69}{7861} \\ &= 0,000271225 \text{ jam/tahun.} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan SAIFI dan SAIDI *Load Point* 1 hingga *Load Point* 136 dilakukan dengan menggunakan cara yang sama. Setelah mendapatkan keseluruhan hasil nilai SAIFI dan SAIDI maka dilakukan penjumlahan, kemudian didapatkan nilai SAIFI dan SAIDI *Section 5*, seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.48** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 5*

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	54	0,001415087	0,000212263
2	54	0,001415087	0,000212263
3	54	0,001415087	0,000212263
4	27	0,000707544	0,000106132
5	54	0,001415087	0,000212263
6	27	0,000707544	0,000106132
7	270	0,007075436	0,001061315
8	54	0,001415087	0,000212263
9	54	0,001415087	0,000212263
10	54	0,001415087	0,000212263
11	173	0,00453352	0,000680028
12	54	0,001415087	0,000212263
13	54	0,001415087	0,000212263
14	54	0,001415087	0,000212263
15	54	0,001415087	0,000212263
16	173	0,00453352	0,000680028
17	27	0,000707544	0,000106132
18	54	0,001415087	0,000212263
19	54	0,001415087	0,000212263
20	54	0,001415087	0,000212263
21	54	0,001415087	0,000212263
22	680	0,017819616	0,002672942
23	108	0,002830174	0,000424526
24	270	0,007075436	0,001061315
25	54	0,001415087	0,000212263
26	270	0,007075436	0,001061315
27	108	0,002830174	0,000424526
28	54	0,001415087	0,000212263

**Tabel 4.48** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 5* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
29	54	0,001415087	0,000212263
30	35	0,000917186	0,000137578
31	35	0,000917186	0,000137578
32	35	0,000917186	0,000137578
33	35	0,000917186	0,000137578
34	35	0,000917186	0,000137578
35	35	0,000917186	0,000137578
36	35	0,000917186	0,000137578
37	35	0,000917186	0,000137578
38	35	0,000917186	0,000137578
39	35	0,000917186	0,000137578
40	35	0,000917186	0,000137578
41	35	0,000917186	0,000137578
42	35	0,000917186	0,000137578
43	35	0,000917186	0,000137578
44	35	0,000917186	0,000137578
45	35	0,000917186	0,000137578
46	35	0,000917186	0,000137578
47	35	0,000917186	0,000137578
48	35	0,000917186	0,000137578
49	35	0,000917186	0,000137578
50	35	0,000917186	0,000137578
51	35	0,000917186	0,000137578
52	35	0,000917186	0,000137578
53	27	0,000707544	0,000106132
54	54	0,001415087	0,000212263
55	138	0,003616334	0,00054245
56	69	0,001808167	0,000271225
57	69	0,001808167	0,000271225
58	35	0,000917186	0,000137578
59	35	0,000917186	0,000137578
60	35	0,000917186	0,000137578
61	35	0,000917186	0,000137578
62	35	0,000917186	0,000137578

**Tabel 4.48** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 5* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
63	35	0,000917186	0,000137578
64	35	0,000917186	0,000137578
65	35	0,000917186	0,000137578
66	35	0,000917186	0,000137578
67	35	0,000917186	0,000137578
68	35	0,000917186	0,000137578
69	35	0,000917186	0,000137578
70	35	0,000917186	0,000137578
71	35	0,000917186	0,000137578
72	17	0,00044549	0,000668236
73	172	0,004507315	0,000676097
74	69	0,001808167	0,000271225
75	35	0,000917186	0,000137578
76	35	0,000917186	0,000137578
77	35	0,000917186	0,000137578
78	35	0,000917186	0,000137578
79	69	0,001808167	0,000271225
80	35	0,000917186	0,000137578
81	35	0,000917186	0,000137578
82	35	0,000917186	0,000137578
83	35	0,000917186	0,000137578
84	35	0,000917186	0,000137578
85	35	0,000917186	0,000137578
86	35	0,000917186	0,000137578
87	35	0,000917186	0,000137578
88	35	0,000917186	0,000137578
89	35	0,000917186	0,000137578
90	35	0,000917186	0,000137578
91	35	0,000917186	0,000137578
92	35	0,000917186	0,000137578
93	35	0,000917186	0,000137578
94	35	0,000917186	0,000137578
95	35	0,000917186	0,000137578
96	35	0,000917186	0,000137578

**Tabel 4.48** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 5* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
97	35	0,000917186	0,000137578
98	34	0,000890981	0,000133647
99	7	0,000183437	0,000275156
100	7	0,000183437	0,000275156
101	7	0,000183437	0,000275156
102	34	0,000890981	0,000133647
103	34	0,000890981	0,000133647
104	34	0,000890981	0,000133647
105	34	0,000890981	0,000133647
106	34	0,000890981	0,000133647
107	34	0,000890981	0,000133647
108	69	0,001808167	0,000271225
109	17	0,00044549	0,000668236
110	34	0,000890981	0,000133647
111	34	0,000890981	0,000133647
112	34	0,000890981	0,000133647
113	34	0,000890981	0,000133647
114	69	0,001808167	0,000271225
115	34	0,000890981	0,000133647
116	34	0,000890981	0,000133647
117	34	0,000890981	0,000133647
118	69	0,001808167	0,000271225
119	34	0,000890981	0,000133647
120	110	0,002882585	0,000432388
121	34	0,000890981	0,000133647
122	34	0,000890981	0,000133647
123	17	0,00044549	0,000668236
124	34	0,000890981	0,000133647
125	110	0,002882585	0,000432388
126	34	0,000890981	0,000133647
127	34	0,000890981	0,000133647
128	69	0,001808167	0,000271225
129	434	0,011649154	0,037542297
130	34	0,000912607	0,002941102

**Tabel 4.48** Hasil Perhitungan SAIFI dan SAIDI *Section 5* (Lanjutan)

<i>Load Point</i>	Jumlah Pelanggan	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
131	34	0,000912607	0,002941102
132	34	0,000912607	0,002941102
133	138	0,003704109	0,011937413
134	34	0,000912607	0,002941102
135	34	0,000912607	0,002941102
136	34	0,000912607	0,002941102
<b>TOTAL</b>		<b>0,206493576</b>	<b>0,094976021</b>

Jadi *section 5* memiliki indeks keandalan SAIFI sebesar **0,206493576** kegagalan/tahun, dan SAIDI sebesar **0,094976021** jam/tahun.

#### 4.6.6. Perbandingan dengan Parameter SPLN 68-2 : 1986

Setelah dilakukan perhitungan dan pengolahan data pada keseluruhan *section* di penyulang WBN-01, maka hasil SAIFI dan SAIDI dapat dilihat pada tabel 4.49 dibawah ini :

**Tabel 4.49** SAIFI dan SAIDI Seluruh Section WBN-01

Section	SAIFI	SAIDI
1	0,39744594	0,17828964
2	0,47138345	1,71631022
3	1,04757041	1,14062572
4	0,60581159	0,32230416
5	0,20649357	0,09497602
	<b>2,72870496</b>	<b>3,45250576</b>

Dari hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada seluruh *section* di penyulang WBN-01, dapat dilihat hasil keseluruhan *section* pada penyulang WBN-01 didapatkan nilai SAIFI sebesar **2,72870496** gangguan/tahun dan nilai SAIDI sebesar **3,45250576** jam/tahun. Dari tabel 4.49 dapat dilihat bahwa *section 3* yang merupakan *section* dengan panjang *line* terpanjang merupakan *section* yang memiliki nilai SAIFI tertinggi yaitu sebesar 1,04757041 gangguan/tahun. *Section 3* juga memiliki nilai SAIDI yang tinggi yaitu sebesar

1,14062572 jam/tahun, sedikit lebih baik dibanding *section 2* yang memiliki SAIDI tertinggi yaitu 1,71631022 jam/tahun.

*Section 2* dan *section 3* merupakan 2 *section* dengan pelanggan terbanyak yaitu sejumlah 5.082 pelanggan, atau hampir 70% dari keseluruhan pelanggan penyulang WBN-01. Panjang jalur *line* pada kedua *section* ini jika digabungkan yaitu 9,1 Kms atau 65% dari panjang *line* keseluruhan. Jadi dapat diartikan bahwa banyaknya pelanggan dan panjangnya *line* berbanding lurus dengan tingginya nilai SAIFI dan SAIDI.

Langkah selanjutnya setelah menganalisis nilai SAIFI dan SAIDI per *section* adalah membandingkan dengan parameter yang sesuai dengan standar PT PLN (Persero) yaitu standar SPLN 68:2 : 1986, dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.50** Perbandingan WBN-01 dengan SPLN 68-02:1986

	<b>SAIFI (Gangguan/Tahun)</b>	<b>SAIDI (Jam/Tahun)</b>
<b>WBN-01</b>	2,72870496	3,45250576
<b>SPLN 68-2 :1986</b>	3,2	21,09

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa selama periode 2017, penyulang WBN-01 memiliki nilai SAIFI sebesar 2,7287 gangguan/tahun, yang mana hal tersebut masih dibawah batas maksimal nilai SAIFI yang ditetapkan parameter SPLN 68-2 :1986 yaitu sebesar 3,2 gangguan/tahun. Sehingga dapat dikatakan bahwa SAIFI penyulang WBN-01 **HANDAL**, sedangkan untuk nilai SAIDI penyulang WBN-01 yang bernilai 3,4525 jam/tahun masih dikatakan **HANDAL** dan masih dibawah batas maksimal SPLN 68-2 :1986 yaitu sebesar 21,09 jam/tahun.



#### 4.7 Analisis *Energy Not Supplied* dan *Average Energy Not Supplied*

Untuk mengetahui besarnya energi listrik yang tidak tersalurkan kepada pelanggan WBN-01 dalam waktu satu tahun, menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{ENS} = \text{Daya Gangguan (kW)} \times \text{Durasi (jam)}$$

Karena nilai daya gangguan belum terdapat dalam data dari PT PLN (Persero), maka kita dapat mendapatkan nilai daya gangguan dengan menggunakan rumus di bawah ini

$$\text{Daya Gangguan} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

Dimana : V = tegangan (kV)

I = Arus (Ampere)

$$\cos \varphi = 0,85$$

Setelah didapatkan hasil ENS, langkah selanjutnya adalah mencari nilai Average Energy Not Supplied (AENS) yang merupakan rata – rata energi yang tidak tersalurkan pada masing – masing pelanggan yang dilayani akibat gangguan yang terjadi selama durasi satu tahun.

Untuk lebih jelasnya akan diperlihatkan pada rumus di bawah ini :

$$\text{AENS} = \frac{\text{ENS}}{\Sigma N}$$

**Tabel 4.51** Data Gangguan WBN-01 Periode 2017

Bulan	No	Tanggal	Rayon	Jenis Jaringan	Trip	Masuk	Durasi (Menit)	Teg (kV)	Penyebab	Relay Kerja
JAN	1	05-Jan	YGK Kota	SUTM	11.39	12.17	38	21,3	I1	GFR >> HS2
	2	09-Jan	YGK Kota	SUTM	13.58	15.26	88	21,2	E2	OCR >> HS2 Ø R,S
	3	18-Jan	YGK Kota	SUTM	1.21	2.09	48	21,2	I1	OCR >> HS2 Ø R,S
FEB	1	03-Feb	YGK Kota	SUTM	2.58	4.34	96	21,2	E1	OCR >> HS2 Ø R,S
	2	07-Feb	YGK Kota	SUTM	17.14	21.19	245	21,4	I1	OCR Ø T >> HS2
	3	09-Feb	YGK Kota	SUTM	15.55	17.15	70	21,2	E2	OCR >> HS2 Ø R,S
	4	18-Feb	YGK Kota	SUTM	22.41	22.52	11	21,2	I1	OCR >> HS2 Ø R,S
MAR										
APR	1	11-Apr	YGK Kota	SUTM	20.03	22.13	130	21,2	E3	OCR GFR >> HS2
MEI										
JUN										
JUL										
AGT	1	18-Agt	YGK Kota	SUTM	9.05	9.21	16	20,9	I2	OCR GFR HS2 C
SEP	1	22-Sep	YGK Kota	SUTM	17.48	17.54	6	21,2	E3	OCR GFR >> HS2
OKT										
NOV	1	09-Nov	YGK Kota	SUTM	15.18	16.27	69	21,1	E2	OCR >> H2
	2	29-Nov	YGK Kota	SUTM	19.08	19.15	7	21	E2	OCR GFR >> HS2
DES	1	2-Des	YGK Kota	SUTM	6.21	7.29	67	21	I2	OCR Ø R,S,T >> HS2
	2	26-Des	YGK Kota	SUTM	17.51	18.03	12	21,1	E2	OCR GFR >> HS2 S
Total	14						893			

**Keterangan penyebab gangguan:**

I1 : Kurang unsur pengawasan atas kualitas pemasangan

I2 : Pelatan JTM seperti isolator, *cut out*, *pole swich*, *arrester* dimana kurang baik dalam unsur kualitas pabrikan

E1 : Pohon dan lainnya

E2 : Angin kencang, hujan lebat, banjir, tanah longsor, gempa bumi, kebakaran, dan bencana alam lainnya

E3 : Akibat pekerjaan pihak ke III atau akibat binatang dimana hal itu dapat dicegah

Sebagai contoh perhitungan ENS dan AENS, digunakan data gangguan yang terjadi pada tanggal 5 Januari 2017. Pertama, dicari dahulu nilai daya gangguan dengan rumus seperti diatas :

$$\begin{aligned} \text{Daya Gangguan} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 21,3 \times 292 \times 0,85 \\ &= 9156,49 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Setelah didapat nilai daya gangguan, kemudian dilakukan perhitungan ENS dengan cara seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya :

$$\begin{aligned} \text{ENS} &= \text{Daya Gangguan (kW)} \times \text{Durasi gangguan (jam)} \\ &= 9156,49 \text{ kWh} \times 0,63 \\ &= 5768,58 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AENS} &= \frac{\text{ENS}}{\sum N} \\ &= \frac{5429,26}{7861} \\ &= 0,73382 \text{ kWh/pelanggan} \end{aligned}$$

Pada penyulang WBN-01 terdapat 14 gangguan yang terjadi selama 2017. Langkah yang sama digunakan dalam menentukan nilai ENS dan AENS pada 13 gangguan lainnya, sehingga akan didapatkan nilai ENS dan AENS keseluruhan penyulang WBN-01 selama tahun 2017.

Perhitungan nilai ENS dan AENS pada setiap gangguan dan nilai total ENS dan AENS dari penyulang WBN-01 dapat dilihat pada tabel 4.52 berikut :

**Tabel 4.52** Data ENS dan AENS

Bulan	No	Tanggal	Rayon	Jenis Jaringan	Trip	Masuk	Durasi (Jam)	Teg (kV)	Beban (A)	DayaGangguan	ENS	AENS
JAN	1	05-Jan	YGK Kota	SUTM	11.39	12.17	0,63	21,3	292	9156,49512	5768,592	0,733824
	2	09-Jan	YGK Kota	SUTM	13.58	15.26	1,46	21,2	276	8614,13664	12576,64	1,599878
	3	18-Jan	YGK Kota	SUTM	1.21	2.09	0,8	21,2	164	5118,54496	4094,836	0,520905
FEB	1	03-Feb	YGK Kota	SUTM	2.58	4.34	1,6	21,2	151	4712,80664	7540,491	0,959228
	2	07-Feb	YGK Kota	SUTM	17.14	21.19	4,08	21,4	251	7907,77508	32263,72	4,104277
	3	09-Feb	YGK Kota	SUTM	15.55	17.15	1,16	21,2	247	7709,02808	8942,473	1,137574
	4	18-Feb	YGK Kota	SUTM	22.41	22.52	0,18	21,2	213	6647,86632	1196,616	0,152222
MAR												
APR	1	11-Apr	YGK Kota	SUTM	20.03	22.13	2,16	21,2	137	4275,85768	9235,853	1,174895
MEI												
JUN												
JUL												
AGT	1	18-Agt	YGK Kota	SUTM	9.05	9.21	0,27	20,9	246	7569,16908	2043,676	0,259977
SEP	1	22-Sep	YGK Kota	SUTM	17.48	17.54	0,1	21,2	141	4400,70024	440,07	0,055981
OKT												
NOV	1	09-Nov	YGK Kota	SUTM	15.18	16.27	1,15	21,1	184	5715,66928	6573,02	0,836156
	2	29-Nov	YGK Kota	SUTM	19.08	19.15	0,12	21	127	3926,3574	471,1629	0,059937
DES	1	2-Des	YGK Kota	SUTM	6.21	7.29	1,12	21	85	2627,877	2943,222	0,374408
	2	26-Des	YGK Kota	SUTM	17.51	18.03	0,2	21,1	269	8356,05998	1671,212	0,212595
	14									95761,58	12,18186	