

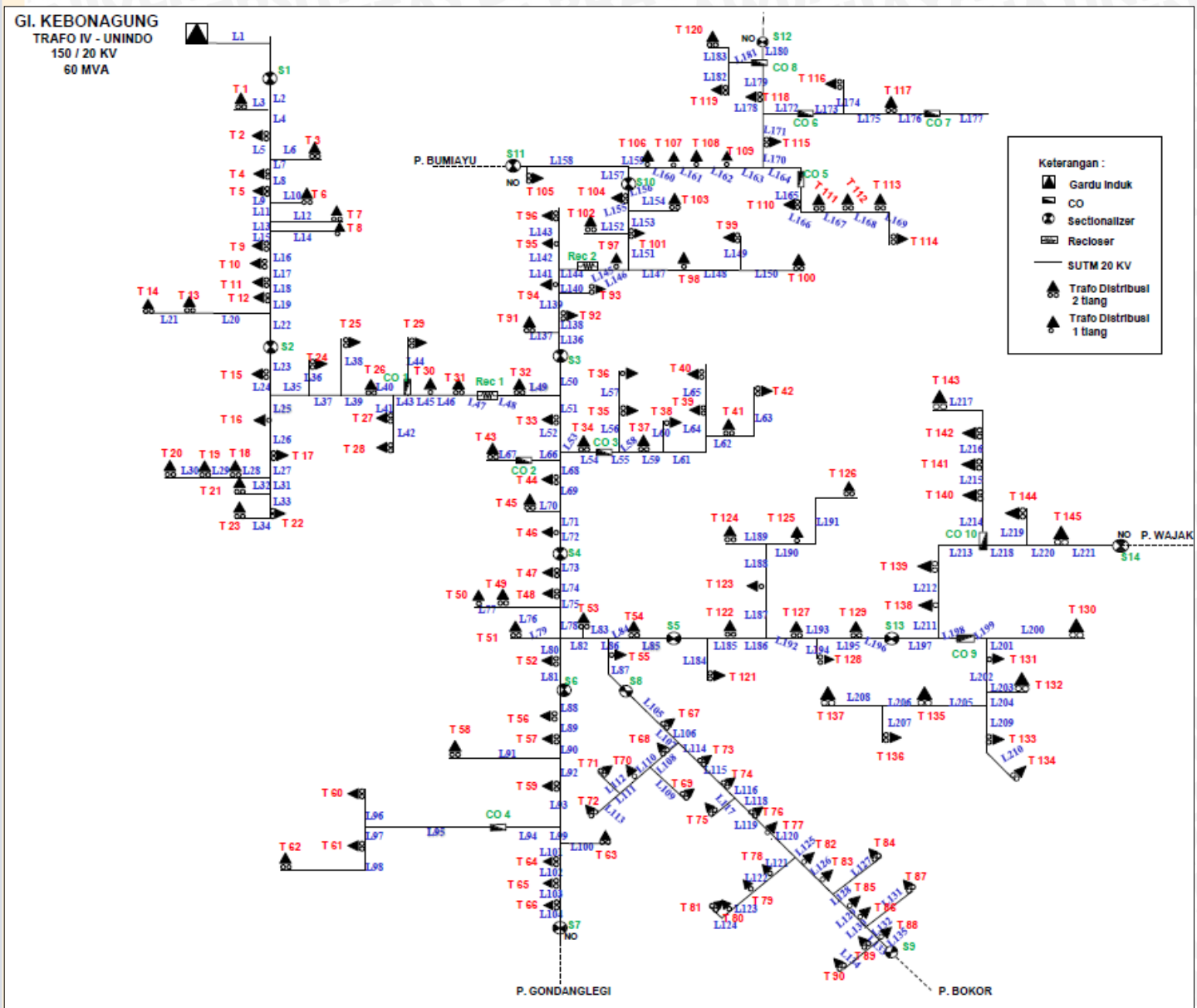
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pokok bahasan yang akan dibahas adalah analisis keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 dan standar ANSI/IEEE 439-1980. Indeks keandalan yang akan dianalisis adalah penyulang kolonel sugiono sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan jaringan.

4.1 Penyulang Kolonel Sugiono

Penyulang Kolonel Sugiono merupakan salah satu penyulang di wilayah PT. PLN (PERSERO Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Malang. Penyulang Kolonel Sugiono merupakan jaringan distribusi primer yang disuplai oleh Gardu Induk Kebon Agung pada Trafo IV. Penyulang ini memiliki panjang mencapai 90,013 kms (kilometer-saluran) yang memiliki total trafo distribusi sejumlah 145 buah. Penyulang Kolonel Sugiono menyuplai pelanggan sebanyak 40.659 pelanggan. Penyulang Kolonel Sugiono juga terhubung dengan beberapa penyulang lain yaitu, penyulang Bumiayu, penyulang Gondanglegi, penyulang Bokor, dan penyulang Wajak.

Sesuai dengan catatan data gangguan penyulang di wilayah PLN APJ Malang, Penyulang Kolonel Sugiono sudah mengalami gangguan sebanyak 11 kal sepanjang tahun 2014. Jumlah pelanggan yang sangat banyak yang disuplai oleh penyulang Kolonel Sugiono, akan sangat merugikan pelanggan apabila penyulang Kolonel Sugiono sering kali mengalami gangguan. Oleh karena itu, penyulang Kolonel Sugiono dijadikan sebagai obyek penelitian dan akan dibahas indeks keandalannya. Untuk mengurangi tingginya gangguan pada penyulang Kolonel Sugiono, PLN APJ Malang berencana untuk melakukan perubahan jaringan pada penyulang Kolonel Sugiono. Sebagian beban pada penyulang akan dikurangi dan dialihkan ke penyulang lain yaitu penyulang Tlogowaru. Pada gambar 4.1 berikut ini adalah *single line* penyulang Kolonel Sugiono sebelum dilakukan perubahan jaringan.



Gambar 4.1 *Single line* penyulang Kolonel Sugiono sebelum dilakukan perubahan jaringan

Dengan alasan-alasan yang telah diuraikan diatas, penyulang Kolonel Sugiono sebagai obyek penelitian akan dianalisis indeks keandalannya dengan menggunakan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 dan standar ANSI/IEEE 439-1980. Indeks keandalan yang akan dianalisis adalah penyulang kolonel sugiono sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan jaringan. Analisis keandalan akan didasarkan pada konfigurasi jaringan, panjang saluran, jumlah pelanggan, dan letak-letak peralatan pengaman utama pada jaringan tegangan menengah.

4.1.1 Data Jumlah Pelanggan Tiap Load Point Penyulang Kolonel Sugiono

Seperti yang tampak pada gambar 3.5, *single Line* penyulang Kolonel Sugiono memiliki 145 *load point* dengan total pelanggan berjumlah 40.659 pelanggan. Data jumlah pelanggan penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut ini:

Tabel 4.1 Jumlah pelanggan penyulang Kolonel Sugiono (bagian 1)

No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan	No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan
1	LP 001	253	37	LP 037	636
2	LP 002	675	38	LP 038	309
3	LP 003	306	39	LP 039	165
4	LP 004	2	40	LP 040	163
5	LP 005	415	41	LP 041	824
6	LP 006	1	42	LP 042	273
7	LP 007	1	43	LP 043	255
8	LP 008	1	44	LP 044	630
9	LP 009	222	45	LP 045	235
10	LP 010	516	46	LP 046	293
11	LP 011	310	47	LP 047	354
12	LP 012	487	48	LP 048	370
13	LP 013	499	49	LP 049	298
14	LP 014	1	50	LP 050	402
15	LP 015	322	51	LP 051	223
16	LP 016	163	52	LP 052	413
17	LP 017	266	53	LP 053	33
18	LP 018	740	54	LP 054	315
19	LP 019	288	55	LP 055	464
20	LP 020	309	56	LP 056	1
21	LP 021	2	57	LP 057	471
22	LP 022	176	58	LP 058	444
23	LP 023	298	59	LP 059	420
24	LP 024	161	60	LP 060	405
25	LP 025	649	61	LP 061	465
26	LP 026	303	62	LP 062	248
27	LP 027	219	63	LP 063	1
28	LP 028	117	64	LP 064	465
29	LP 029	48	65	LP 065	281
30	LP 030	376	66	LP 066	413
31	LP 031	53	67	LP 067	347
32	LP 032	236	68	LP 068	1
33	LP 033	227	69	LP 069	1
34	LP 034	337	70	LP 070	2
35	LP 035	1	71	LP 071	1
36	LP 036	1	72	LP 072	569

Tabel 4.2 Jumlah pelanggan penyulang Kolonel Sugiono (bagian 2)

No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan	No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan
73	LP 073	135	110	LP 110	502
74	LP 074	1	111	LP 111	495
75	LP 075	55	112	LP 112	408
76	LP 076	530	113	LP 113	564
77	LP 077	164	114	LP 114	510
78	LP 078	87	115	LP 115	600
79	LP 079	400	116	LP 116	209
80	LP 080	1	117	LP 117	661
81	LP 081	131	118	LP 118	467
82	LP 082	304	119	LP 119	229
83	LP 083	233	120	LP 120	421
84	LP 084	213	121	LP 121	1
85	LP 085	7	122	LP 122	298
86	LP 086	290	123	LP 123	199
87	LP 087	319	124	LP 124	233
88	LP 088	98	125	LP 125	516
89	LP 089	10	126	LP 126	176
90	LP 090	2	127	LP 127	415
91	LP 091	200	128	LP 128	1
92	LP 092	341	129	LP 129	208
93	LP 093	152	130	LP 130	499
94	LP 094	237	131	LP 131	124
95	LP 095	331	132	LP 132	1
96	LP 096	1	133	LP 133	128
97	LP 097	584	134	LP 134	1
98	LP 098	346	135	LP 135	494
99	LP 099	566	136	LP 136	1
100	LP 100	1	137	LP 137	1
101	LP 101	686	138	LP 138	275
102	LP 102	522	139	LP 139	487
103	LP 103	242	140	LP 140	1
104	LP 104	466	141	LP 141	152
105	LP 105	1	142	LP 142	686
106	LP 106	1	143	LP 143	475
107	LP 107	186	144	LP 144	532
108	LP 108	362	145	LP 145	740
109	LP 109	573		Total	40659

Sumber : PT. PLN (PERSERO) APJ Area Malang Rayon Bululawang

Pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa jumlah pelanggan terbanyak berjumlah 824 pelanggan yang terdapat pada *load point* 41 sedangkan jumlah pelanggan paling

sedikit berjumlah satu pelanggan yang terdapat pada beberapa *load point*. Trafo yang hanya menyuplai satu pelanggan ini menggunakan trafo distribusi khusus.

4.1.2 Data Panjang Saluran (*line*) Penyulang Kolonel Sugiono

Penyulang Kolonel Sugiono merupakan penyulang yang dikelola oleh PLN APJ Malang Rayon Bululawang yang memiliki *line* sebanyak 221 *Line* dengan total panjang saluran sebesar 90,013 kms. Data panjang saluran penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada tabel 4.3, tabel 4.4, dan tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.3 Panjang saluran (*line*) penyulang Kolonel Sugiono (bagian 1)

<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor	<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor
<i>Line 1</i>	1,781	AAAC 3x70 mm	<i>Line 32</i>	0,036	AAAC 3x70 mm
<i>Line 2</i>	0,295	AAAC 3x70 mm	<i>Line 33</i>	0,051	AAAC 3x70 mm
<i>Line 3</i>	0,156	AAAC 3x70 mm	<i>Line 34</i>	0,114	AAAC 3x70 mm
<i>Line 4</i>	0,416	AAAC 3x70 mm	<i>Line 35</i>	0,686	AAAC 3x70 mm
<i>Line 5</i>	0,397	AAAC 3x70 mm	<i>Line 36</i>	0,168	AAAC 3x55 mm
<i>Line 6</i>	0,274	AAAC 3x70 mm	<i>Line 37</i>	0,156	AAAC 3x70 mm
<i>Line 7</i>	0,258	AAAC 3x70 mm	<i>Line 38</i>	0,625	AAAC 3x35 mm
<i>Line 8</i>	0,094	AAAC 3x70 mm	<i>Line 39</i>	0,365	AAAC 3x70 mm
<i>Line 9</i>	0,169	AAAC 3x70 mm	<i>Line 40</i>	0,091	AAAC 3x70 mm
<i>Line 10</i>	0,040	AAAC 3x70 mm	<i>Line 41</i>	0,345	AAAC 3x70 mm
<i>Line 11</i>	0,046	AAAC 3x70 mm	<i>Line 42</i>	0,184	AAAC 3x150 mm
<i>Line 12</i>	0,058	AAAC 3x70 mm	<i>Line 43</i>	0,173	AAAC 3x70 mm
<i>Line 13</i>	0,050	AAAC 3x70 mm	<i>Line 44</i>	0,296	AAAC 3x150 mm
<i>Line 14</i>	0,024	AAAC 3x70 mm	<i>Line 45</i>	0,432	AAAC 3x70 mm
<i>Line 15</i>	0,026	AAAC 3x70 mm	<i>Line 46</i>	0,400	AAAC 3x70 mm
<i>Line 16</i>	0,096	AAAC 3x70 mm	<i>Line 47</i>	0,051	AAAC 3x70 mm
<i>Line 17</i>	0,065	AAAC 3x70 mm	<i>Line 48</i>	0,221	AAAC 3x70 mm
<i>Line 18</i>	0,030	AAAC 3x70 mm	<i>Line 49</i>	0,140	AAAC 3x70 mm
<i>Line 19</i>	0,250	AAAC 3x70 mm	<i>Line 50</i>	0,163	AAAC 3x150 mm
<i>Line 20</i>	0,191	AAAC 3x55 mm	<i>Line 51</i>	0,088	AAAC 3x70 mm
<i>Line 21</i>	0,373	AAAC 3x70 mm	<i>Line 52</i>	0,526	AAAC 3x70 mm
<i>Line 22</i>	0,051	AAAC 3x70 mm	<i>Line 53</i>	0,093	AAAC 3x50 mm
<i>Line 23</i>	0,197	AAAC 3x70 mm	<i>Line 54</i>	0,037	AAAC 3x50 mm
<i>Line 24</i>	0,211	AAAC 3x70 mm	<i>Line 55</i>	0,379	AAAC 3x50 mm
<i>Line 25</i>	0,152	AAAC 3x70 mm	<i>Line 56</i>	0,122	AAAC 3x70 mm
<i>Line 26</i>	0,381	AAAC 3x70 mm	<i>Line 57</i>	0,035	AAAC 3x70 mm
<i>Line 27</i>	0,051	AAAC 3x70 mm	<i>Line 58</i>	0,062	AAAC 3x70 mm
<i>Line 28</i>	0,345	AAAC 3x35 mm	<i>Line 59</i>	0,209	AAAC 3x70 mm
<i>Line 29</i>	0,330	AAAC 3x35 mm	<i>Line 60</i>	0,126	AAAC 3x70 mm
<i>Line 30</i>	0,366	AAAC 3x35 mm	<i>Line 61</i>	0,580	AAAC 3x70 mm
<i>Line 31</i>	0,197	AAAC 3x70 mm	<i>Line 62</i>	0,574	AAAC 3x70 mm

Tabel 4.4 Panjang saluran (line) penyulang Kolonel Sugiono (bagian 2)

<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor	<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor
<i>Line 63</i>	0,776	AAAC 3x70 mm	<i>Line 102</i>	0,195	AAAC 3x150 mm
<i>Line 64</i>	0,218	AAAC 3x70 mm	<i>Line 103</i>	0,291	AAAC 3x150 mm
<i>Line 65</i>	0,537	AAAC 3x70 mm	<i>Line 104</i>	0,110	AAAC 3x150 mm
<i>Line 66</i>	0,122	AAAC 3x70 mm	<i>Line 105</i>	0,025	AAAC 3x150 mm
<i>Line 67</i>	0,689	AAAC 3x50 mm	<i>Line 106</i>	0,393	AAAC 3x150 mm
<i>Line 68</i>	0,033	AAAC 3x50 mm	<i>Line 107</i>	0,150	AAAC 3x70 mm
<i>Line 69</i>	0,300	AAAC 3x70 mm	<i>Line 108</i>	0,039	AAAC 3x70 mm
<i>Line 70</i>	0,346	AAAC 3x70 mm	<i>Line 109</i>	0,080	AAAC 3x70 mm
<i>Line 71</i>	0,058	AAAC 3x70 mm	<i>Line 110</i>	0,030	AAAC 3x70 mm
<i>Line 72</i>	0,045	AAAC 3x70 mm	<i>Line 111</i>	0,035	AAAC 3x70 mm
<i>Line 73</i>	0,467	AAAC 3x70 mm	<i>Line 112</i>	0,020	AAAC 3x150 mm
<i>Line 74</i>	0,366	AAAC 3x70 mm	<i>Line 113</i>	0,160	AAAC 3x150 mm
<i>Line 75</i>	0,037	AAAC 3x70 mm	<i>Line 114</i>	0,844	AAAC 3x70 mm
<i>Line 76</i>	0,673	AAAC 3x70 mm	<i>Line 115</i>	0,166	AAAC 3x70 mm
<i>Line 77</i>	0,504	AAAC 3x70 mm	<i>Line 116</i>	0,250	AAAC 3x70 mm
<i>Line 78</i>	0,277	AAAC 3x70 mm	<i>Line 117</i>	0,642	AAAC 3x50 mm
<i>Line 79</i>	0,083	AAAC 3x70 mm	<i>Line 118</i>	0,472	AAAC 3x70 mm
<i>Line 80</i>	0,049	AAAC 3x70 mm	<i>Line 119</i>	0,447	AAAC 3x70 mm
<i>Line 81</i>	0,045	AAAC 3x70 mm	<i>Line 120</i>	0,040	AAAC 3x70 mm
<i>Line 82</i>	0,556	AAAC 3x150 mm	<i>Line 121</i>	1,221	AAAC 3x55 mm
<i>Line 83</i>	0,309	AAAC 3x150 mm	<i>Line 122</i>	0,244	AAAC 3x55 mm
<i>Line 84</i>	0,077	AAAC 3x150 mm	<i>Line 123</i>	1,672	AAAC 3x50 mm
<i>Line 85</i>	0,134	AAAC 3x150 mm	<i>Line 124</i>	0,589	AAAC 3x50 mm
<i>Line 86</i>	0,260	AAAC 3x150 mm	<i>Line 125</i>	0,528	AAAC 3x70 mm
<i>Line 87</i>	0,195	AAAC 3x150 mm	<i>Line 126</i>	1,062	AAAC 3x70 mm
<i>Line 88</i>	0,434	AAAC 3x70 mm	<i>Line 127</i>	0,428	AAAC 3x150 mm
<i>Line 89</i>	0,167	AAAC 3x70 mm	<i>Line 128</i>	0,146	AAAC 3x150 mm
<i>Line 90</i>	0,591	AAAC 3x70 mm	<i>Line 129</i>	0,288	AAAC 3x150 mm
<i>Line 91</i>	0,166	AAAC 3x70 mm	<i>Line 130</i>	0,198	AAAC 3x150 mm
<i>Line 92</i>	0,150	AAAC 3x70 mm	<i>Line 131</i>	0,345	AAAC 3x50 mm
<i>Line 93</i>	0,060	AAAC 3x70 mm	<i>Line 132</i>	0,137	AAAC 3x150 mm
<i>Line 94</i>	0,468	AAAC 3x150 mm	<i>Line 133</i>	0,112	AAAC 3x150 mm
<i>Line 95</i>	1,821	AAAC 3x150 mm	<i>Line 134</i>	0,427	AAAC 3x50 mm
<i>Line 96</i>	0,314	AAAC 3x70 mm	<i>Line 135</i>	0,049	AAAC 3x150 mm
<i>Line 97</i>	1,506	AAAC 3x70 mm	<i>Line 136</i>	0,627	AAAC 3x150 mm
<i>Line 98</i>	0,690	AAAC 3x70 mm	<i>Line 137</i>	0,287	AAAC 3x70 mm
<i>Line 99</i>	0,186	AAAC 3x70 mm	<i>Line 138</i>	0,214	AAAC 3x150 mm
<i>Line 100</i>	0,076	AAAC 3x55 mm	<i>Line 139</i>	0,355	AAAC 3x150 mm
<i>Line 101</i>	0,588	AAAC 3x150 mm	<i>Line 140</i>	0,025	AAAC 3x150 mm

Tabel 4.5 Panjang saluran (line) penyulang Kolonel Sugiono (bagian 3)

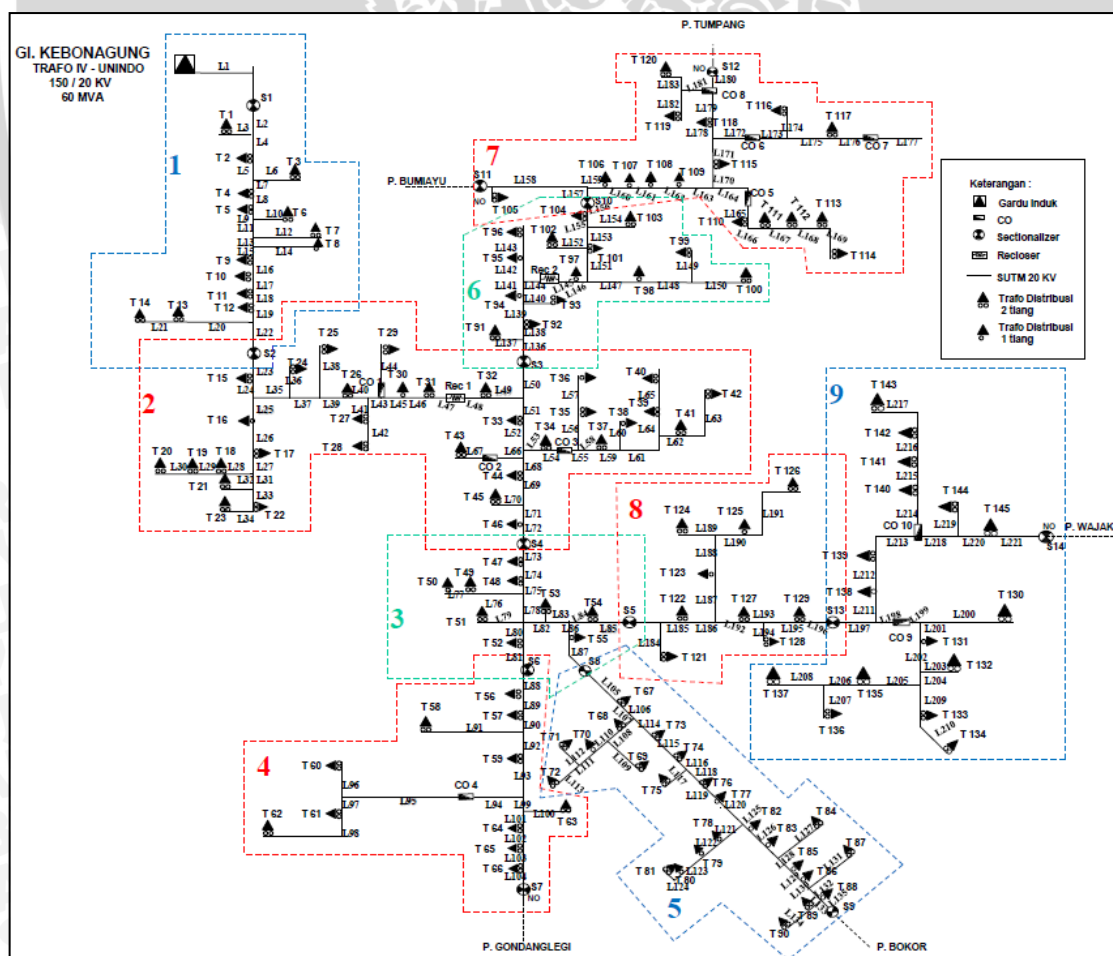
<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor	<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor
<i>Line</i> 141	0,216	AAAC 3x150 mm	<i>Line</i> 182	0,114	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 142	0,533	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 183	1,194	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 143	0,510	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 184	0,200	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 144	0,381	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 185	0,856	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 145	1,014	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 186	1,458	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 146	0,398	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 187	0,395	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 147	1,166	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 188	0,707	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 148	0,224	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 189	0,778	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 149	0,548	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 190	0,117	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 150	0,917	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 191	1,589	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 151	0,569	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 192	0,057	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 152	0,760	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 193	0,449	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 153	0,340	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 194	0,033	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 154	0,817	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 195	0,413	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 155	0,583	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 196	0,385	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 156	0,542	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 197	0,300	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 157	0,468	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 198	0,229	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 158	0,243	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 199	0,052	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 159	0,252	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 200	1,095	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 160	0,152	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 201	0,671	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 161	0,157	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 202	0,106	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 162	0,811	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 203	0,288	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 163	1,325	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 204	0,734	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 164	0,046	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 205	0,049	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 165	0,109	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 206	0,058	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 166	0,867	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 207	0,287	AAAC 3x55 mm
<i>Line</i> 167	1,534	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 208	0,542	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 168	0,874	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 209	0,758	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 169	0,614	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 210	0,418	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 170	0,145	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 211	0,144	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 171	0,811	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 212	0,417	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 172	0,369	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 213	1,243	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 173	1,131	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 214	0,211	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 174	0,406	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 215	0,786	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 175	0,069	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 216	1,247	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 176	0,300	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 217	1,169	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 177	2,035	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 218	0,950	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 178	0,217	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 219	1,205	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 179	0,477	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 220	0,267	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 180	0,580	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 221	0,684	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 181	1,234	AAAC 3x70 mm	Total	90,013	

Sumber : PT. PLN (PERSERO) APJ Area Malang

Pada tabel 4.3, tabel 4.4, dan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa *line* yang paling panjang adalah *line* 95 dengan panjang 1,821 kms sedangkan *line* paling pendek adalah *line* 112 dengan panjang 0,02 kms. Semua *line* pada penyulang Kolonel Sugiono menggunakan konduktor tipe AAAC (*Alluminium Alloy Conductor*) dengan diameter *line* yang berbeda-beda.

4.2 Analisis Indeks Keandalan Penyulang Kolonel Sugiono Sebelum Perubahan Jaringan

Metode yang digunakan dalam menghitung indeks keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono adalah dengan menggunakan metode *section technique*. Metode *section technique* adalah sebuah metode yang merupakan pengembangan dari konsep FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Langkah awal dalam metode ini adalah membagi penyulang Kolonel Sugiono menjadi beberapa *section* sesuai dengan *sectionalizer* yang terpasang pada penyulang Kolonel Sugiono. Pada gambar 4.2 berikut ini dapat dilihat *single line* penyulang Kolonel Sugiono yang telah dibagi menjadi sembilan *section*:



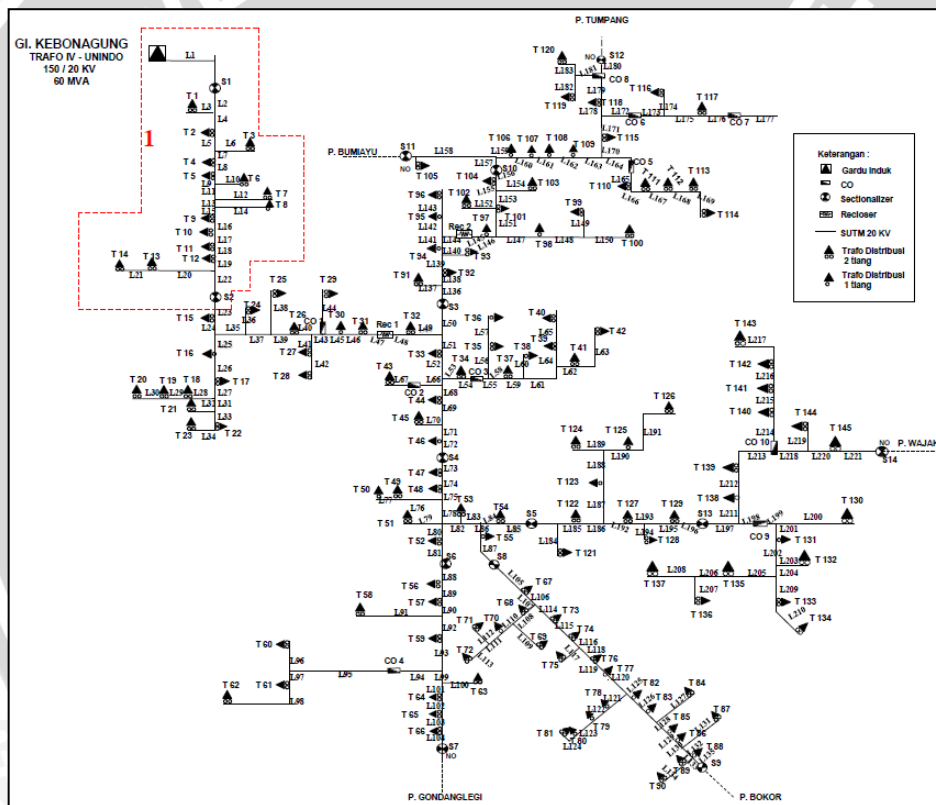
Gambar 4.2 Pembagian section Penyulang Kolonel Sugiono

4.2.1 Berdasarkan Standar SPLN 59 : 1985

Dalam menentukan indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono, diperlukan nilai-nilai indeks kegagalan peralatan distribusi seperti laju kegagalan dan waktu pemulihan. Pada perhitungan kali ini akan digunakan standar SPLN 59 tahun 1985, untuk nilai-nilai setiap peralatan pada standar SPLN 59 yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

4.2.1.1 Section 1

Section 1 adalah wilayah pembagian pertama dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 1* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3 Penyulang Kolonel Sugiono section 1

Section 1 terdiri dari sebuah *Circuit Breaker*, dua buah *sectionalizer*, 22 line, dan 14 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 1* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 1* selama satu tahun berdasarkan SPLN

No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section* I Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section* 1 mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *Circuit Breaker* akan mengakibatkan seluruh *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time*. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section* 1 selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section* 1 yang ditampilkan pada tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Daftar mode kegagalan peralatan section 1

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Circuit Breaker</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
2	<i>Sectionalizer 1</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
3	<i>Sectionalizer 2</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
4	<i>Line 1</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
5	<i>Line 2</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
6	<i>Line 3</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
7	<i>Line 4</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
8	<i>Line 5</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
9	<i>Line 6</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
10	<i>Line 7</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
11	<i>Line 8</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
12	<i>Line 9</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
13	<i>Line 10</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
14	<i>Line 11</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
15	<i>Line 12</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
16	<i>Line 13</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
17	<i>Line 14</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
18	<i>Line 15</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
19	<i>Line 16</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
20	<i>Line 17</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-
21	<i>Line 18</i>	<i>Load Point</i> LP1 – LP145	-

22	Line 19	Load Point LP1 – LP145	-
23	Line 20	Load Point LP1 – LP145	-
24	Line 21	Load Point LP1 – LP145	-
25	Line 22	Load Point LP1 – LP145	-
26	Transformer 1	Load Point LP1	-
27	Transformer 2	Load Point LP2	-
28	Transformer 3	Load Point LP3	-
29	Transformer 4	Load Point LP4	-
30	Transformer 5	Load Point LP5	-
31	Transformer 6	Load Point LP6	-
32	Transformer 7	Load Point LP7	-
33	Transformer 8	Load Point LP8	-
34	Transformer 9	Load Point LP9	-
35	Transformer 10	Load Point LP10	-
36	Transformer 11	Load Point LP11	-
37	Transformer 12	Load Point LP12	-
38	Transformer 13	Load Point LP13	-
39	Transformer 14	Load Point LP14	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada section 1 sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap line dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap line. Pada tabel 4.7 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada section 1 :

Tabel 4.7 Frekuensi kegagalan (λ) peralatan section 1 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang line (km)	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)		(kali gangguan/tahun)
1	Circuit Breaker	0,004	-	0,0040
2	Sectionalizer 1	0,003	-	0,0030
3	Sectionalizer 2	0,003	-	0,0030
4	Line 1	0,200	1,781	0,3562
5	Line 2	0,200	0,295	0,0590
6	Line 3	0,200	0,156	0,0312
7	Line 4	0,200	0,416	0,0832
8	Line 5	0,200	0,397	0,0794
9	Line 6	0,200	0,274	0,0548
10	Line 7	0,200	0,258	0,0516
11	Line 8	0,200	0,094	0,0188
12	Line 9	0,200	0,169	0,0338
13	Line 10	0,200	0,040	0,0080
14	Line 11	0,200	0,046	0,0092
15	Line 12	0,200	0,058	0,0116
16	Line 13	0,200	0,050	0,0100

17	Line 14	0,200	0,024	0,0048
18	Line 15	0,200	0,026	0,0052
19	Line 16	0,200	0,096	0,0192
20	Line 17	0,200	0,065	0,0130
21	Line 18	0,200	0,030	0,0060
22	Line 19	0,200	0,250	0,0500
23	Line 20	0,200	0,191	0,0382
24	Line 21	0,200	0,373	0,0746
25	Line 22	0,200	0,051	0,0102
26	Transformer 1	0,005	-	0,0050
27	Transformer 2	0,005	-	0,0050
28	Transformer 3	0,005	-	0,0050
29	Transformer 4	0,005	-	0,0050
30	Transformer 5	0,005	-	0,0050
31	Transformer 6	0,005	-	0,0050
32	Transformer 7	0,005	-	0,0050
33	Transformer 8	0,005	-	0,0050
34	Transformer 9	0,005	-	0,0050
35	Transformer 10	0,005	-	0,0050
36	Transformer 11	0,005	-	0,0050
37	Transformer 12	0,005	-	0,0050
38	Transformer 13	0,005	-	0,0050
39	Transformer 14	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 1* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *Circuit Breaker* akan menyebabkan seluruh *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga 145 *load point* akan mendapat waktu pemadaman dan tidak ada *load point* yang mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *circuit breaker* :

$$r = \frac{10,75 \times 145 + 0,15 \times 0}{145} = 10,75 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 10,75 \times 0,004 = 0,043 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.8 Berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 1*.

Tabel 4.8 Durasi gangguan (U) peralatan section 1 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	<i>Circuit Breaker</i>	10,75	0,15	10,75	0,043000
2	<i>Sectionalizer 1</i>	10,66	0,15	10,66	0,031980
3	<i>Sectionalizer 2</i>	10,66	0,15	10,66	0,031980
4	<i>Line 1</i>	3,66	0,15	3,66	1,303692
5	<i>Line 2</i>	3,66	0,15	3,66	0,215940
6	<i>Line 3</i>	3,66	0,15	3,66	0,114192
7	<i>Line 4</i>	3,66	0,15	3,66	0,304512
8	<i>Line 5</i>	3,66	0,15	3,66	0,290604
9	<i>Line 6</i>	3,66	0,15	3,66	0,200568
10	<i>Line 7</i>	3,66	0,15	3,66	0,188856
11	<i>Line 8</i>	3,66	0,15	3,66	0,068808
12	<i>Line 9</i>	3,66	0,15	3,66	0,123708
13	<i>Line 10</i>	3,66	0,15	3,66	0,029280
14	<i>Line 11</i>	3,66	0,15	3,66	0,033672
15	<i>Line 12</i>	3,66	0,15	3,66	0,042456
16	<i>Line 13</i>	3,66	0,15	3,66	0,036600
17	<i>Line 14</i>	3,66	0,15	3,66	0,017568
18	<i>Line 15</i>	3,66	0,15	3,66	0,019032
19	<i>Line 16</i>	3,66	0,15	3,66	0,070272
20	<i>Line 17</i>	3,66	0,15	3,66	0,047580
21	<i>Line 18</i>	3,66	0,15	3,66	0,021960
22	<i>Line 19</i>	3,66	0,15	3,66	0,183000
23	<i>Line 20</i>	3,66	0,15	3,66	0,139812
24	<i>Line 21</i>	3,66	0,15	3,66	0,273036
25	<i>Line 22</i>	3,66	0,15	3,66	0,037332
26	<i>Transformer 1</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
27	<i>Transformer 2</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
28	<i>Transformer 3</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
29	<i>Transformer 4</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
30	<i>Transformer 5</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
31	<i>Transformer 6</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
32	<i>Transformer 7</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
33	<i>Transformer 8</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
34	<i>Transformer 9</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
35	<i>Transformer 10</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
36	<i>Transformer 11</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
37	<i>Transformer 12</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
38	<i>Transformer 13</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000
39	<i>Transformer 14</i>	10,00	0,15	10,00	0,050000

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 1* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 1* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T1} = \frac{\sum N_{LP1} \times \lambda_{LP1}}{N} = \frac{253 \times 0,005}{40659} = 3,11124 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T1} = \frac{\sum N_{LP1} \times U_{LP1}}{N} = \frac{253 \times 0,05}{40659} = 3,11124 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 1* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut ini :

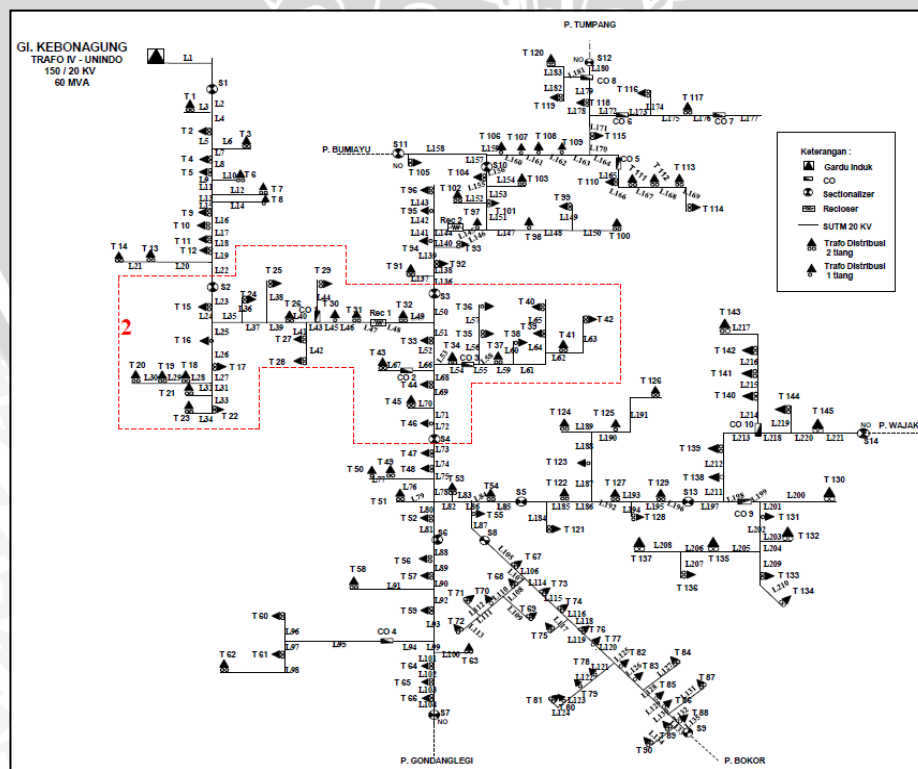
Tabel 4.9 Indeks keandalan peralatan *section 1* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Circuit Breaker</i>	0,0040	0,043000
2	<i>Sectionalizer S1</i>	0,0030	0,031980
3	<i>Sectionalizer S2</i>	0,0030	0,031980
4	<i>Line 1</i>	0,3562	1,303692
5	<i>Line 2</i>	0,0590	0,215940
6	<i>Line 3</i>	0,0312	0,114192
7	<i>Line 4</i>	0,0832	0,304512
8	<i>Line 5</i>	0,0794	0,290604
9	<i>Line 6</i>	0,0548	0,200568
10	<i>Line 7</i>	0,0516	0,188856
11	<i>Line 8</i>	0,0188	0,068808
12	<i>Line 9</i>	0,0338	0,123708
13	<i>Line 10</i>	0,0080	0,029280
14	<i>Line 11</i>	0,0092	0,033672
15	<i>Line 12</i>	0,0116	0,042456
16	<i>Line 13</i>	0,0100	0,036600
17	<i>Line 14</i>	0,0048	0,017568
18	<i>Line 15</i>	0,0052	0,019032
19	<i>Line 16</i>	0,0192	0,070272
20	<i>Line 17</i>	0,0130	0,047580
21	<i>Line 18</i>	0,0060	0,021960
22	<i>Line 19</i>	0,0500	0,183000

23	Line 20	0,0382	0,139812000
24	Line 21	0,0746	0,273036000
25	Line 22	0,0102	0,037332000
26	Transformer 1	$3,11124 \times 10^{-5}$	0,000311124
27	Transformer 2	$8,30075 \times 10^{-5}$	0,000830075
28	Transformer 3	$3,763 \times 10^{-5}$	0,000376300
29	Transformer 4	$2,45948 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
30	Transformer 5	$5,10342 \times 10^{-5}$	0,000510342
31	Transformer 6	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
32	Transformer 7	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
33	Transformer 8	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
34	Transformer 9	$2,73002 \times 10^{-5}$	0,000273002
35	Transformer 10	$6,34546 \times 10^{-5}$	0,000634546
36	Transformer 11	$3,81219 \times 10^{-5}$	0,000381219
37	Transformer 12	$5,98883 \times 10^{-5}$	0,000598883
38	Transformer 13	$6,1364 \times 10^{-5}$	0,00061364
39	Transformer 14	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
TOTAL		1,038453651	3,873976511

4.2.1.2 Section 2

Section 2 adalah wilayah pembagian kedua dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 2* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.4 berikut ini :



Gambar 4.4 Penyulang Kolonel Sugiono section 2

Section 2 terdiri dari tiga buah *sectionalizer*, tiga buah *Cut Out*, sebuah *recloser*, 50 *line*, dan 32 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 2* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 2* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 2* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 2* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 23* akan mengakibatkan sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 2* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 2* yang ditampilkan pada tabel 4.10 :

Tabel 4.10 Daftar mode kegagalan peralatan section 2

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Sectionalizer 2</i>	<i>Load Point LP1 – LP145</i>	-
2	<i>Sectionalizer 3</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
3	<i>Sectionalizer 4</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
4	CO 1	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
5	CO 2	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
6	CO 3	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
7	<i>Recloser 1</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
8	<i>Line 23</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
9	<i>Line 24</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
10	<i>Line 25</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
11	<i>Line 26</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
12	<i>Line 27</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>

13	<i>Line 28</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
14	<i>Line 29</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
15	<i>Line 30</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
16	<i>Line 31</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
17	<i>Line 32</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
18	<i>Line 33</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
19	<i>Line 34</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
20	<i>Line 35</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
21	<i>Line 36</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
22	<i>Line 37</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
23	<i>Line 38</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
24	<i>Line 39</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
25	<i>Line 40</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
26	<i>Line 41</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
27	<i>Line 42</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
28	<i>Line 43</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
29	<i>Line 44</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
30	<i>Line 45</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
31	<i>Line 46</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
32	<i>Line 47</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
33	<i>Line 48</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
34	<i>Line 49</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
35	<i>Line 50</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
36	<i>Line 51</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
37	<i>Line 52</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
38	<i>Line 53</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
39	<i>Line 54</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
40	<i>Line 55</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
41	<i>Line 56</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
42	<i>Line 57</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
43	<i>Line 58</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
44	<i>Line 59</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
45	<i>Line 60</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
46	<i>Line 61</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
47	<i>Line 62</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
48	<i>Line 63</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
49	<i>Line 64</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
50	<i>Line 65</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
51	<i>Line 66</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
52	<i>Line 67</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
53	<i>Line 68</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
54	<i>Line 69</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
55	<i>Line 70</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
56	<i>Line 71</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>
57	<i>Line 72</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP14</i>

58	Transformer 15	Load Point LP15	-
59	Transformer 16	Load Point LP16	-
60	Transformer 17	Load Point LP17	-
61	Transformer 18	Load Point LP18	-
62	Transformer 19	Load Point LP19	-
63	Transformer 20	Load Point LP20	-
64	Transformer 21	Load Point LP21	-
65	Transformer 22	Load Point LP22	-
66	Transformer 23	Load Point LP23	-
67	Transformer 24	Load Point LP24	-
68	Transformer 25	Load Point LP25	-
69	Transformer 26	Load Point LP26	-
70	Transformer 27	Load Point LP27	-
71	Transformer 28	Load Point LP28	-
72	Transformer 29	Load Point LP29	-
73	Transformer 30	Load Point LP30	-
74	Transformer 31	Load Point LP31	-
75	Transformer 32	Load Point LP32	-
76	Transformer 33	Load Point LP33	-
77	Transformer 34	Load Point LP34	-
78	Transformer 35	Load Point LP35	-
79	Transformer 36	Load Point LP36	-
80	Transformer 37	Load Point LP37	-
81	Transformer 38	Load Point LP38	-
82	Transformer 39	Load Point LP39	-
83	Transformer 40	Load Point LP40	-
84	Transformer 41	Load Point LP41	-
85	Transformer 42	Load Point LP42	-
86	Transformer 43	Load Point LP43	-
87	Transformer 44	Load Point LP44	-
88	Transformer 45	Load Point LP45	-
89	Transformer 46	Load Point LP46	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 2* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.11 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 2* :

Tabel 4.11 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan section 2 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)	tiap line (km)	(kali kegagalan/tahun)
1	Sectionalizer 2	0,003	-	0,0030
2	Sectionalizer 3	0,003	-	0,0030
3	Sectionalizer 4	0,003	-	0,0030
4	CO 1	0,003	-	0,0030
5	CO 2	0,003	-	0,0030
6	CO 3	0,003	-	0,0030
7	Recloser 1	0,005	-	0,0050
8	Line 23	0,200	0,197	0,0394
9	Line 24	0,200	0,211	0,0422
10	Line 25	0,200	0,152	0,0304
11	Line 26	0,200	0,381	0,0762
12	Line 27	0,200	0,051	0,0102
13	Line 28	0,200	0,345	0,0690
14	Line 29	0,200	0,330	0,0660
15	Line 30	0,200	0,366	0,0732
16	Line 31	0,200	0,197	0,0394
17	Line 32	0,200	0,036	0,0072
18	Line 33	0,200	0,051	0,0102
19	Line 34	0,200	0,114	0,0228
20	Line 35	0,200	0,686	0,1372
21	Line 36	0,200	0,168	0,0336
22	Line 37	0,200	0,156	0,0312
23	Line 38	0,200	0,625	0,1250
24	Line 39	0,200	0,365	0,0730
25	Line 40	0,200	0,091	0,0182
26	Line 41	0,200	0,345	0,0690
27	Line 42	0,200	0,184	0,0368
28	Line 43	0,200	0,173	0,0346
29	Line 44	0,200	0,296	0,0592
30	Line 45	0,200	0,432	0,0864
31	Line 46	0,200	0,400	0,0800
32	Line 47	0,200	0,051	0,0102
33	Line 48	0,200	0,221	0,0442
34	Line 49	0,200	0,140	0,0280
35	Line 50	0,200	0,163	0,0326
36	Line 51	0,200	0,088	0,0176
37	Line 52	0,200	0,526	0,1052
38	Line 53	0,200	0,093	0,0186
39	Line 54	0,200	0,037	0,0074
40	Line 55	0,200	0,379	0,0758
41	Line 56	0,200	0,122	0,0244

42	<i>Line 57</i>	0,200	0,035	0,0070
43	<i>Line 58</i>	0,200	0,062	0,0124
44	<i>Line 59</i>	0,200	0,209	0,0418
45	<i>Line 60</i>	0,200	0,126	0,0252
46	<i>Line 61</i>	0,200	0,580	0,1160
47	<i>Line 62</i>	0,200	0,574	0,1148
48	<i>Line 63</i>	0,200	0,776	0,1552
49	<i>Line 64</i>	0,200	0,218	0,0436
50	<i>Line 65</i>	0,200	0,537	0,1074
51	<i>Line 66</i>	0,200	0,122	0,0244
52	<i>Line 67</i>	0,200	0,689	0,1378
53	<i>Line 68</i>	0,200	0,033	0,0066
54	<i>Line 69</i>	0,200	0,300	0,0600
55	<i>Line 70</i>	0,200	0,346	0,0692
56	<i>Line 71</i>	0,200	0,058	0,0116
57	<i>Line 72</i>	0,200	0,045	0,0090
58	<i>Transformer 15</i>	0,005	-	0,0050
59	<i>Transformer 16</i>	0,005	-	0,0050
60	<i>Transformer 17</i>	0,005	-	0,0050
61	<i>Transformer 18</i>	0,005	-	0,0050
62	<i>Transformer 19</i>	0,005	-	0,0050
63	<i>Transformer 20</i>	0,005	-	0,0050
64	<i>Transformer 21</i>	0,005	-	0,0050
65	<i>Transformer 22</i>	0,005	-	0,0050
66	<i>Transformer 23</i>	0,005	-	0,0050
67	<i>Transformer 24</i>	0,005	-	0,0050
68	<i>Transformer 25</i>	0,005	-	0,0050
69	<i>Transformer 26</i>	0,005	-	0,0050
70	<i>Transformer 27</i>	0,005	-	0,0050
71	<i>Transformer 28</i>	0,005	-	0,0050
72	<i>Transformer 29</i>	0,005	-	0,0050
73	<i>Transformer 30</i>	0,005	-	0,0050
74	<i>Transformer 31</i>	0,005	-	0,0050
75	<i>Transformer 32</i>	0,005	-	0,0050
76	<i>Transformer 33</i>	0,005	-	0,0050
77	<i>Transformer 34</i>	0,005	-	0,0050
78	<i>Transformer 35</i>	0,005	-	0,0050
79	<i>Transformer 36</i>	0,005	-	0,0050
80	<i>Transformer 37</i>	0,005	-	0,0050
81	<i>Transformer 38</i>	0,005	-	0,0050
82	<i>Transformer 39</i>	0,005	-	0,0050
83	<i>Transformer 40</i>	0,005	-	0,0050
84	<i>Transformer 41</i>	0,005	-	0,0050
85	<i>Transformer 42</i>	0,005	-	0,0050
86	<i>Transformer 43</i>	0,005	-	0,0050

87	Transformer 44	0,005	-	0,0050
88	Transformer 45	0,005	-	0,0050
89	Transformer 46	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 2* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 23* akan menyebabkan 131 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 14 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line 23* :

$$r = \frac{3,66 \times 131 + 0,15 \times 14}{145} = 3,321103448 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 3,321103448 \times 0,0394 = 0,130851476 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.12 Berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 2*:

Tabel 4.12 Durasi gangguan (U) peralatan *section 2* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	Sectionalizer 2	10,66	0,15	10,66	0,03198
2	Sectionalizer 3	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
3	Sectionalizer 4	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
4	CO 1	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
5	CO 2	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
6	CO 3	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
7	Recloser 1	10,66	0,15	9,645241379	0,048226207
8	Line 23	3,66	0,15	3,321103448	0,130851476
9	Line 24	3,66	0,15	3,321103448	0,140150566
10	Line 25	3,66	0,15	3,321103448	0,100961545
11	Line 26	3,66	0,15	3,321103448	0,253068083
12	Line 27	3,66	0,15	3,321103448	0,033875255
13	Line 28	3,66	0,15	3,321103448	0,229156138
14	Line 29	3,66	0,15	3,321103448	0,219192828
15	Line 30	3,66	0,15	3,321103448	0,243104772
16	Line 31	3,66	0,15	3,321103448	0,130851476
17	Line 32	3,66	0,15	3,321103448	0,023911945
18	Line 33	3,66	0,15	3,321103448	0,033875255
19	Line 34	3,66	0,15	3,321103448	0,075721159

20	Line 35	3,66	0,15	3,321103448	0,455655393
21	Line 36	3,66	0,15	3,321103448	0,111589076
22	Line 37	3,66	0,15	3,321103448	0,103618428
23	Line 38	3,66	0,15	3,321103448	0,415137931
24	Line 39	3,66	0,15	3,321103448	0,242440552
25	Line 40	3,66	0,15	3,321103448	0,060444083
26	Line 41	3,66	0,15	3,321103448	0,229156138
27	Line 42	3,66	0,15	3,321103448	0,122216607
28	Line 43	3,66	0,15	3,321103448	0,114910179
29	Line 44	3,66	0,15	3,321103448	0,196609324
30	Line 45	3,66	0,15	3,321103448	0,286943338
31	Line 46	3,66	0,15	3,321103448	0,265688276
32	Line 47	3,66	0,15	3,321103448	0,033875255
33	Line 48	3,66	0,15	3,321103448	0,146792772
34	Line 49	3,66	0,15	3,321103448	0,092990897
35	Line 50	3,66	0,15	3,321103448	0,108267972
36	Line 51	3,66	0,15	3,321103448	0,058451421
37	Line 52	3,66	0,15	3,321103448	0,349380083
38	Line 53	3,66	0,15	3,321103448	0,061772524
39	Line 54	3,66	0,15	3,321103448	0,024576166
40	Line 55	3,66	0,15	3,321103448	0,251739641
41	Line 56	3,66	0,15	3,321103448	0,081034924
42	Line 57	3,66	0,15	3,321103448	0,023247724
43	Line 58	3,66	0,15	3,321103448	0,041181683
44	Line 59	3,66	0,15	3,321103448	0,138822124
45	Line 60	3,66	0,15	3,321103448	0,083691807
46	Line 61	3,66	0,15	3,321103448	0,385248000
47	Line 62	3,66	0,15	3,321103448	0,381262676
48	Line 63	3,66	0,15	3,321103448	0,515435255
49	Line 64	3,66	0,15	3,321103448	0,144800110
50	Line 65	3,66	0,15	3,321103448	0,356686510
51	Line 66	3,66	0,15	3,321103448	0,081034924
52	Line 67	3,66	0,15	3,321103448	0,457648055
53	Line 68	3,66	0,15	3,321103448	0,021919283
54	Line 69	3,66	0,15	3,321103448	0,199266207
55	Line 70	3,66	0,15	3,321103448	0,229820359
56	Line 71	3,66	0,15	3,321103448	0,038524800
57	Line 72	3,66	0,15	3,321103448	0,029889931
58	Transformer 15	10,00	0,15	10,00	0,05
59	Transformer 16	10,00	0,15	10,00	0,05
60	Transformer 17	10,00	0,15	10,00	0,05
61	Transformer 18	10,00	0,15	10,00	0,05
62	Transformer 19	10,00	0,15	10,00	0,05
63	Transformer 20	10,00	0,15	10,00	0,05
64	Transformer 21	10,00	0,15	10,00	0,05

65	Transformer 22	10,00	0,15	10,00	0,05
66	Transformer 23	10,00	0,15	10,00	0,05
67	Transformer 24	10,00	0,15	10,00	0,05
68	Transformer 25	10,00	0,15	10,00	0,05
69	Transformer 26	10,00	0,15	10,00	0,05
70	Transformer 27	10,00	0,15	10,00	0,05
71	Transformer 28	10,00	0,15	10,00	0,05
72	Transformer 29	10,00	0,15	10,00	0,05
73	Transformer 30	10,00	0,15	10,00	0,05
74	Transformer 31	10,00	0,15	10,00	0,05
75	Transformer 32	10,00	0,15	10,00	0,05
76	Transformer 33	10,00	0,15	10,00	0,05
77	Transformer 34	10,00	0,15	10,00	0,05
78	Transformer 35	10,00	0,15	10,00	0,05
79	Transformer 36	10,00	0,15	10,00	0,05
80	Transformer 37	10,00	0,15	10,00	0,05
81	Transformer 38	10,00	0,15	10,00	0,05
82	Transformer 39	10,00	0,15	10,00	0,05
83	Transformer 40	10,00	0,15	10,00	0,05
84	Transformer 41	10,00	0,15	10,00	0,05
85	Transformer 42	10,00	0,15	10,00	0,05
86	Transformer 43	10,00	0,15	10,00	0,05
87	Transformer 44	10,00	0,15	10,00	0,05
88	Transformer 45	10,00	0,15	10,00	0,05
89	Transformer 46	10,00	0,15	10,00	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 2* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 2* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T15} = \frac{\sum N_{LP15} \times \lambda_{LP15}}{N} = \frac{322 \times 0,005}{40659} = 4,35488 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T15} = \frac{\sum N_{LP15} \times U_{LP15}}{N} = \frac{322 \times 0,05}{40659} = 4,35488 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 2* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini :

Tabel 4.13 Indeks keandalan peralatan section 2 standar SPLN

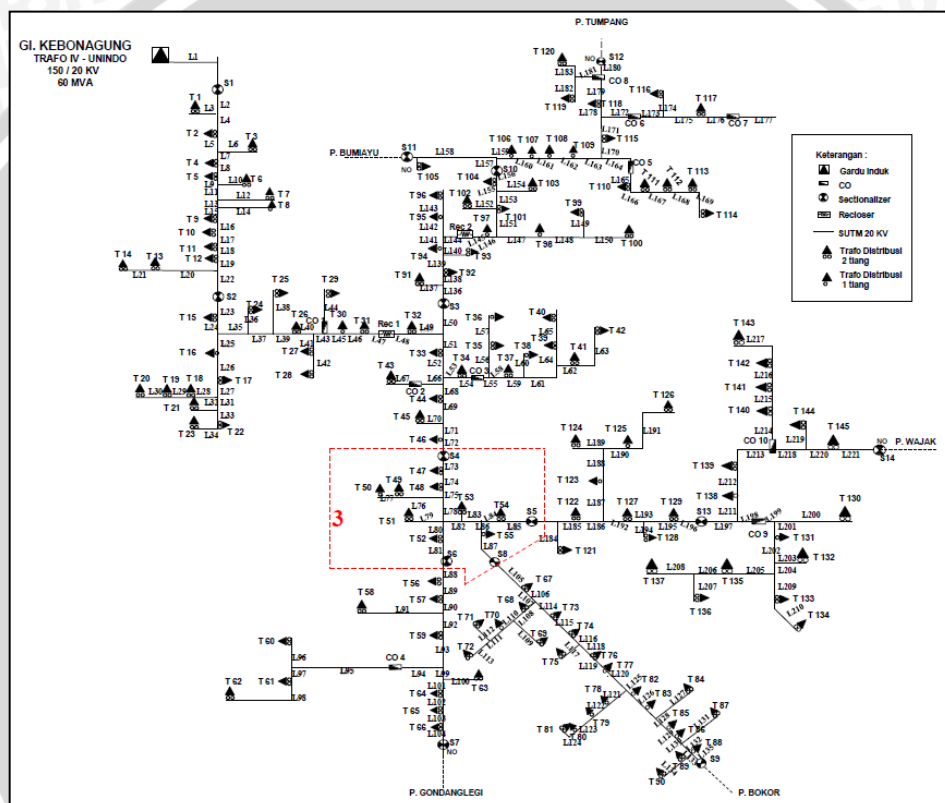
No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer 2</i>	0,003000000	0,030000000
2	<i>Sectionalizer 3</i>	0,002727809	0,026310380
3	<i>Sectionalizer 4</i>	0,002727809	0,026310380
4	CO 1	0,002727809	0,026310380
5	CO 2	0,002727809	0,026310380
6	CO 3	0,002727809	0,026310380
7	<i>Recloser 1</i>	0,004546349	0,043850633
8	<i>Line 23</i>	0,035825229	0,118979293
9	<i>Line 24</i>	0,038371185	0,127434674
10	<i>Line 25</i>	0,027641801	0,091801282
11	<i>Line 26</i>	0,069286357	0,230107160
12	<i>Line 27</i>	0,009274552	0,030801746
13	<i>Line 28</i>	0,062739615	0,208364751
14	<i>Line 29</i>	0,060011806	0,199305414
15	<i>Line 30</i>	0,066558548	0,221047823
16	<i>Line 31</i>	0,035825229	0,118979293
17	<i>Line 32</i>	0,006546742	0,021742409
18	<i>Line 33</i>	0,009274552	0,030801746
19	<i>Line 34</i>	0,020731351	0,068850961
20	<i>Line 35</i>	0,124751814	0,414313679
21	<i>Line 36</i>	0,030551465	0,101464575
22	<i>Line 37</i>	0,028369217	0,094217105
23	<i>Line 38</i>	0,113658723	0,377472375
24	<i>Line 39</i>	0,066376694	0,220443867
25	<i>Line 40</i>	0,01654871	0,054959978
26	<i>Line 41</i>	0,062739615	0,208364751
27	<i>Line 42</i>	0,033461128	0,111127867
28	<i>Line 43</i>	0,031460734	0,104484354
29	<i>Line 44</i>	0,053828771	0,178770917
30	<i>Line 45</i>	0,078560909	0,260908906
31	<i>Line 46</i>	0,072741582	0,241582320
32	<i>Line 47</i>	0,009274552	0,030801746
33	<i>Line 48</i>	0,040189724	0,133474232
34	<i>Line 49</i>	0,025459554	0,084553812
35	<i>Line 50</i>	0,029642195	0,098444795
36	<i>Line 51</i>	0,016003148	0,053148110
37	<i>Line 52</i>	0,095655181	0,317680751
38	<i>Line 53</i>	0,016912418	0,056167889
39	<i>Line 54</i>	0,006728596	0,022346365
40	<i>Line 55</i>	0,068922649	0,228899248
41	<i>Line 56</i>	0,022186183	0,073682608

42	<i>Line 57</i>	0,006364888	0,021138453
43	<i>Line 58</i>	0,011274945	0,037445260
44	<i>Line 59</i>	0,038007477	0,126226762
45	<i>Line 60</i>	0,022913598	0,076098431
46	<i>Line 61</i>	0,105475295	0,350294364
47	<i>Line 62</i>	0,104384171	0,346670630
48	<i>Line 63</i>	0,14111867	0,468669701
49	<i>Line 64</i>	0,039644162	0,131662365
50	<i>Line 65</i>	0,097655574	0,324324265
51	<i>Line 66</i>	0,022186183	0,073682608
52	<i>Line 67</i>	0,125297376	0,416125547
53	<i>Line 68</i>	0,006001181	0,019930541
54	<i>Line 69</i>	0,054556187	0,181186740
55	<i>Line 70</i>	0,062921469	0,208968707
56	<i>Line 71</i>	0,010547529	0,035029436
57	<i>Line 72</i>	0,008183428	0,027178011
58	<i>Transformer 15</i>	$4,35488 \times 10^{-5}$	0,000395976
59	<i>Transformer 16</i>	$2,20449 \times 10^{-5}$	0,000200448
60	<i>Transformer 17</i>	$3,59751 \times 10^{-5}$	0,000327111
61	<i>Transformer 18</i>	0,000100081	0,000910008
62	<i>Transformer 19</i>	$3,89505 \times 10^{-5}$	0,000354165
63	<i>Transformer 20</i>	$4,17906 \times 10^{-5}$	0,000379990
64	<i>Transformer 21</i>	$2,7049 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
65	<i>Transformer 22</i>	$2,38031 \times 10^{-5}$	0,000216434
66	<i>Transformer 23</i>	$4,03029 \times 10^{-5}$	0,000366463
67	<i>Transformer 24</i>	$2,17744 \times 10^{-5}$	0,000197988
68	<i>Transformer 25</i>	$8,77739 \times 10^{-5}$	0,000798101
69	<i>Transformer 26</i>	$4,09792 \times 10^{-5}$	0,000372611
70	<i>Transformer 27</i>	$2,96186 \times 10^{-5}$	0,000269313
71	<i>Transformer 28</i>	$1,58236 \times 10^{-5}$	0,000143880
72	<i>Transformer 29</i>	$6,49175 \times 10^{-6}$	$5,90275 \times 10^{-5}$
73	<i>Transformer 30</i>	$5,0852 \times 10^{-5}$	0,000462382
74	<i>Transformer 31</i>	$7,16797 \times 10^{-6}$	$6,51762 \times 10^{-5}$
75	<i>Transformer 32</i>	$3,19178 \times 10^{-5}$	0,000290219
76	<i>Transformer 33</i>	$3,07006 \times 10^{-5}$	0,000279151
77	<i>Transformer 34</i>	$4,55775 \times 10^{-5}$	0,000414422
78	<i>Transformer 35</i>	$1,35245 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
79	<i>Transformer 36</i>	$1,35245 \times 10^{-5}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
80	<i>Transformer 37</i>	$8,60157 \times 10^{-5}$	0,000782115
81	<i>Transformer 38</i>	$4,17906 \times 10^{-5}$	0,000379990
82	<i>Transformer 39</i>	$2,23154 \times 10^{-5}$	0,000202907
83	<i>Transformer 40</i>	$2,20449 \times 10^{-5}$	0,000200448
84	<i>Transformer 41</i>	0,0001114420	0,001013306
85	<i>Transformer 42</i>	$3,69218 \times 10^{-5}$	0,000335719
86	<i>Transformer 43</i>	$3,44874 \times 10^{-5}$	0,000313584

87	Transformer 44	$8,52042 \times 10^{-5}$	0,000774736
88	Transformer 45	$3,17825 \times 10^{-5}$	0,000288989
89	Transformer 46	$3,96267 \times 10^{-5}$	0,000360314
TOTAL		2,365055404	7,996721044

4.2.1.3 Section 3

Section 3 adalah wilayah pembagian ketiga dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 3* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.5 berikut ini :



Gambar 4.5 Penyulang Kolonel Sugiono section 3

Section 3 terdiri dari empat buah *sectionalizer*, 15 *line*, dan 9 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 3* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 3* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 3* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 3* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 73* akan mengakibatkan sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 3* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 3* yang ditampilkan pada tabel 4.14 :

Tabel 4.14 Daftar mode kegagalan peralatan section 3

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Sectionalizer 4</i>	<i>Load Point LP15 – LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
2	<i>Sectionalizer 5</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
3	<i>Sectionalizer 6</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
4	<i>Sectionalizer 8</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
5	<i>Line 73</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
6	<i>Line 74</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
7	<i>Line 75</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
8	<i>Line 76</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
9	<i>Line 77</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
10	<i>Line 78</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
11	<i>Line 79</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
12	<i>Line 80</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
13	<i>Line 81</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
14	<i>Line 82</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>

15	Line 83	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
16	Line 84	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
17	Line 85	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
18	Line 86	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
19	Line 87	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
20	Transformer 47	Load Point LP47	-
21	Transformer 48	Load Point LP48	-
22	Transformer 49	Load Point LP49	-
23	Transformer 50	Load Point LP50	-
24	Transformer 51	Load Point LP51	-
25	Transformer 52	Load Point LP52	-
26	Transformer 53	Load Point LP53	-
27	Transformer 54	Load Point LP54	-
28	Transformer 55	Load Point LP55	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada section 3 sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap line dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap line. Pada tabel 4.15 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada section 3 :

Tabel 4.15 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan section 3 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang tiap line (km)	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)		(kali kegagalan/tahun)
1	Sectionalizer 4	0,003	-	0,003
2	Sectionalizer 5	0,003	-	0,003
3	Sectionalizer 6	0,003	-	0,003
4	Sectionalizer 8	0,003	-	0,003
5	Line 73	0,200	0,467	0,0934
6	Line 74	0,200	0,366	0,0732
7	Line 75	0,200	0,037	0,0074
8	Line 76	0,200	0,673	0,1346
9	Line 77	0,200	0,504	0,1008
10	Line 78	0,200	0,277	0,0554
11	Line 79	0,200	0,083	0,0166
12	Line 80	0,200	0,049	0,0098
13	Line 81	0,200	0,045	0,0090
14	Line 82	0,200	0,556	0,1112
15	Line 83	0,200	0,309	0,0618
16	Line 84	0,200	0,077	0,0154
17	Line 85	0,002	0,134	0,0268

18	Line 86	0,200	0,260	0,052
19	Line 87	0,200	0,195	0,039
20	Transformer 47	0,005	-	0,005
21	Transformer 48	0,005	-	0,005
22	Transformer 49	0,005	-	0,005
23	Transformer 50	0,005	-	0,005
24	Transformer 51	0,005	-	0,005
25	Transformer 52	0,005	-	0,005
26	Transformer 53	0,005	-	0,005
27	Transformer 54	0,005	-	0,005
28	Transformer 55	0,005	-	0,005

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 3* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 73* akan menyebabkan 69 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 76 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line 73* :

$$r = \frac{3,66 \times 69 + 0,15 \times 76}{145} = 1,820275862 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 1,820275862 \times 0,0934 = 0,170013766 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.16 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 3*:

Tabel 4.16 Durasi gangguan (U) peralatan *section 3* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	Sectionalizer 4	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
2	Sectionalizer 5	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
3	Sectionalizer 6	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
4	Sectionalizer 8	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
5	Line 73	3,66	0,15	1,820275862	0,170013766
6	Line 74	3,66	0,15	1,820275862	0,133244193
7	Line 75	3,66	0,15	1,820275862	0,013470041
8	Line 76	3,66	0,15	1,820275862	0,245009131
9	Line 77	3,66	0,15	1,820275862	0,183483807
10	Line 78	3,66	0,15	1,820275862	0,100843283
11	Line 79	3,66	0,15	1,820275862	0,030216579

12	Line 80	3,66	0,15	1,820275862	0,017838703
13	Line 81	3,66	0,15	1,820275862	0,016382483
14	Line 82	3,66	0,15	1,820275862	0,202414676
15	Line 83	3,66	0,15	1,820275862	0,112493048
16	Line 84	3,66	0,15	1,820275862	0,028032248
17	Line 85	3,66	0,15	1,820275862	0,048783393
18	Line 86	3,66	0,15	1,820275862	0,094654345
19	Line 87	3,66	0,15	1,820275862	0,070990759
20	Transformer 47	10,00	0,15	10	0,05
21	Transformer 48	10,00	0,15	10	0,05
22	Transformer 49	10,00	0,15	10	0,05
23	Transformer 50	10,00	0,15	10	0,05
24	Transformer 51	10,00	0,15	10	0,05
25	Transformer 52	10,00	0,15	10	0,05
26	Transformer 53	10,00	0,15	10	0,05
27	Transformer 54	10,00	0,15	10	0,05
28	Transformer 55	10,00	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 3* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 3* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T47} = \frac{\sum N_{LP47} \times \lambda_{LP47}}{N} = \frac{354 \times 0,005}{40659} = 4,35328 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T47} = \frac{\sum N_{LP47} \times U_{LP47}}{N} = \frac{354 \times 0,05}{40659} = 4,35328 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 3* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut ini :

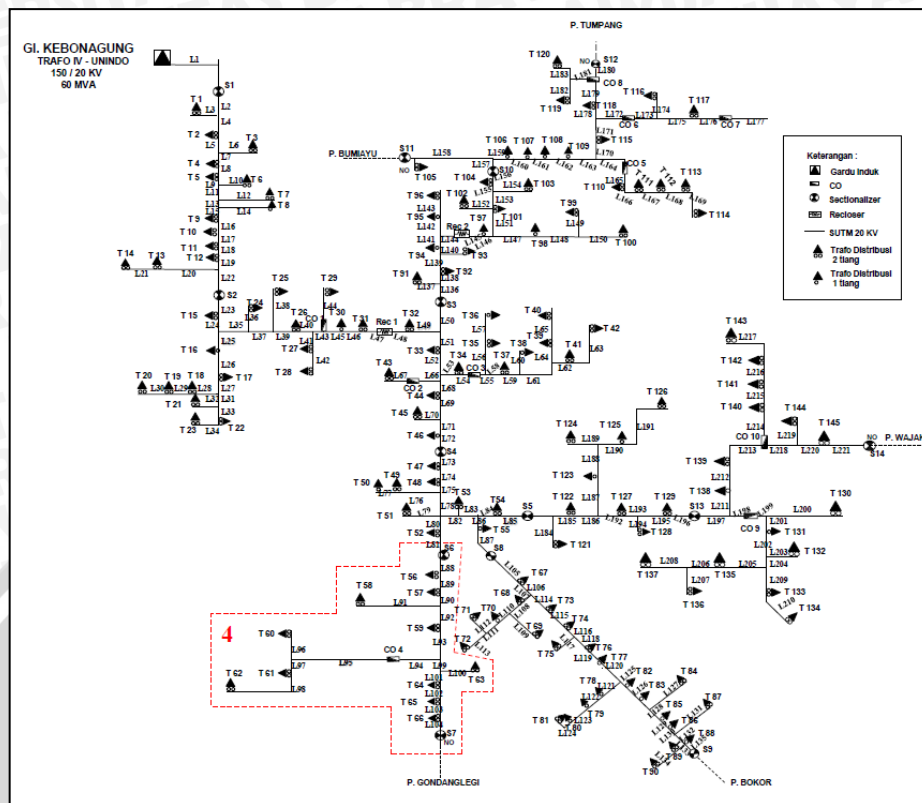
Tabel 4.17 Indeks keandalan peralatan *section 3* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer 4</i>	0,002727809	0,024683853
2	<i>Sectionalizer 5</i>	0,001256622	0,006473251
3	<i>Sectionalizer 6</i>	0,001256622	0,006473251
4	<i>Sectionalizer 8</i>	0,001256622	0,006473251

5	Line 73	0,039122836	0,071214355
6	Line 74	0,030661580	0,055812535
7	Line 75	0,003099668	0,005642251
8	Line 76	0,056380447	0,102627967
9	Line 77	0,042222504	0,076856605
10	Line 78	0,023205622	0,042240634
11	Line 79	0,006953309	0,012656941
12	Line 80	0,004104966	0,007472170
13	Line 81	0,003769866	0,006862197
14	Line 82	0,046578794	0,084786255
15	Line 83	0,025886416	0,047120419
16	Line 84	0,006450660	0,011741981
17	Line 85	0,011225825	0,020434097
18	Line 86	0,021781451	0,039648249
19	Line 87	0,016336088	0,029736187
20	Transformer 47	$4,35328 \times 10^{-5}$	0,000435328
21	Transformer 48	$4,55004 \times 10^{-5}$	0,000455004
22	Transformer 49	$3,66463 \times 10^{-5}$	0,000366463
23	Transformer 50	$4,94355 \times 10^{-5}$	0,000494355
24	Transformer 51	$2,74232 \times 10^{-5}$	0,000274232
25	Transformer 52	$5,07883 \times 10^{-5}$	0,000507883
26	Transformer 53	$4,05814 \times 10^{-6}$	$4,05814 \times 10^{-5}$
27	Transformer 54	$3,87368 \times 10^{-5}$	0,000387368
28	Transformer 55	$5,70599 \times 10^{-5}$	0,000570599
TOTAL		0,344630891	0,662488261

4.2.1.4 Section 4

Section 4 adalah wilayah pembagian keempat dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. *Section 4* terdiri dari dua buah *sectionalizer*, sebuah *Cut Out*, 17 *line*, dan 11 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 4* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 4* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 4* Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 4* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.6 Penyulang Kolonel Sugiono section 4

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 4* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 88* akan mengakibatkan sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 4* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 4* yang ditampilkan pada tabel 4.18 :

Tabel 4.18 Daftar mode kegagalan peralatan section 4

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Sectionalizer 6</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
2	<i>Sectionalizer 7</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
3	CO 4	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
4	<i>Line 88</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
5	<i>Line 89</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
6	<i>Line 90</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
7	<i>Line 91</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
8	<i>Line 92</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
9	<i>Line 93</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
10	<i>Line 94</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
11	<i>Line 95</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
12	<i>Line 96</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
13	<i>Line 97</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
14	<i>Line 98</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
15	<i>Line 99</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
16	<i>Line 100</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
17	<i>Line 101</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
18	<i>Line 102</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
19	<i>Line 103</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
20	<i>Line 104</i>	<i>Load Point LP56 – L66</i>	<i>Load Point LP1 - LP55 dan LP 68 - 145</i>
21	<i>Transformer 56</i>	<i>Load Point LP56</i>	-
22	<i>Transformer 57</i>	<i>Load Point LP57</i>	-
23	<i>Transformer 58</i>	<i>Load Point LP58</i>	-
24	<i>Transformer 59</i>	<i>Load Point LP59</i>	-
25	<i>Transformer 60</i>	<i>Load Point LP60</i>	-
26	<i>Transformer 61</i>	<i>Load Point LP61</i>	-
27	<i>Transformer 62</i>	<i>Load Point LP62</i>	-
28	<i>Transformer 63</i>	<i>Load Point LP63</i>	-
29	<i>Transformer 64</i>	<i>Load Point LP64</i>	-
30	<i>Transformer 65</i>	<i>Load Point LP65</i>	-
31	<i>Transformer 66</i>	<i>Load Point LP66</i>	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada section 4 sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap line dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap line. Pada tabel 4.19 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada section 4 :

Tabel 4.19 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan section 4 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)	tiap <i>line</i> (km)	(kali kegagalan/tahun)
1	<i>Sectionalizer 6</i>	0,003	-	0,0030
2	<i>Sectionalizer 7</i>	0,003	-	0,0030
3	CO 4	0,003	-	0,0030
4	<i>Line 88</i>	0,200	0,434	0,0868
5	<i>Line 89</i>	0,200	0,167	0,0334
6	<i>Line 90</i>	0,200	0,591	0,1182
7	<i>Line 91</i>	0,200	0,166	0,0332
8	<i>Line 92</i>	0,200	0,150	0,0300
9	<i>Line 93</i>	0,200	0,060	0,0120
10	<i>Line 94</i>	0,200	0,468	0,0936
11	<i>Line 95</i>	0,200	1,821	0,3642
12	<i>Line 96</i>	0,200	0,314	0,0628
13	<i>Line 97</i>	0,200	1,506	0,3012
14	<i>Line 98</i>	0,200	0,690	0,1380
15	<i>Line 99</i>	0,200	0,186	0,0372
16	<i>Line 100</i>	0,200	0,076	0,0152
17	<i>Line 101</i>	0,200	0,588	0,1176
18	<i>Line 102</i>	0,200	0,195	0,0390
19	<i>Line 103</i>	0,200	0,291	0,0582
20	<i>Line 104</i>	0,200	0,110	0,0220
21	<i>Transformer 56</i>	0,005	-	0,0050
22	<i>Transformer 57</i>	0,005	-	0,0050
23	<i>Transformer 58</i>	0,005	-	0,0050
24	<i>Transformer 59</i>	0,005	-	0,0050
25	<i>Transformer 60</i>	0,005	-	0,0050
26	<i>Transformer 61</i>	0,005	-	0,0050
27	<i>Transformer 62</i>	0,005	-	0,0050
28	<i>Transformer 63</i>	0,005	-	0,0050
29	<i>Transformer 64</i>	0,005	-	0,0050
30	<i>Transformer 65</i>	0,005	-	0,0050
31	<i>Transformer 66</i>	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 4* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 88* akan menyebabkan 11 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 134 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk

menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line* 88 :

$$r = \frac{3,66 \times 11 + 0,15 \times 134}{145} = 0,416275862 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,416275862 \times 0,0868 = 0,036132745 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.20 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section* 4:

Tabel 4.20 Durasi gangguan (U) peralatan *section* 4 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	<i>Sectionalizer</i> 6	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
2	<i>Sectionalizer</i> 7	10,66	0,15	0,947310345	0,002841931
3	CO 4	10,66	0,15	0,947310345	0,002841931
4	<i>Line</i> 88	3,66	0,15	0,416275862	0,036132745
5	<i>Line</i> 89	3,66	0,15	0,416275862	0,013903614
6	<i>Line</i> 90	3,66	0,15	0,416275862	0,049203807
7	<i>Line</i> 91	3,66	0,15	0,416275862	0,013820359
8	<i>Line</i> 92	3,66	0,15	0,416275862	0,012488276
9	<i>Line</i> 93	3,66	0,15	0,416275862	0,004995310
10	<i>Line</i> 94	3,66	0,15	0,416275862	0,038963421
11	<i>Line</i> 95	3,66	0,15	0,416275862	0,151607669
12	<i>Line</i> 96	3,66	0,15	0,416275862	0,026142124
13	<i>Line</i> 97	3,66	0,15	0,416275862	0,125382290
14	<i>Line</i> 98	3,66	0,15	0,416275862	0,057446069
15	<i>Line</i> 99	3,66	0,15	0,416275862	0,015485462
16	<i>Line</i> 100	3,66	0,15	0,416275862	0,006327393
17	<i>Line</i> 101	3,66	0,15	0,416275862	0,048954041
18	<i>Line</i> 102	3,66	0,15	0,416275862	0,016234759
19	<i>Line</i> 103	3,66	0,15	0,416275862	0,024227255
20	<i>Line</i> 104	3,66	0,15	0,416275862	0,009158069
21	<i>Transformer</i> 56	10	0,15	10	0,05
22	<i>Transformer</i> 57	10	0,15	10	0,05
23	<i>Transformer</i> 58	10	0,15	10	0,05
24	<i>Transformer</i> 59	10	0,15	10	0,05
25	<i>Transformer</i> 60	10	0,15	10	0,05
26	<i>Transformer</i> 61	10	0,15	10	0,05
27	<i>Transformer</i> 62	10	0,15	10	0,05
28	<i>Transformer</i> 63	10	0,15	10	0,05
29	<i>Transformer</i> 64	10	0,15	10	0,05
30	<i>Transformer</i> 65	10	0,15	10	0,05
31	<i>Transformer</i> 66	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 4* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 4* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T57} = \frac{\sum N_{LP57} \times \lambda_{LP57}}{N} = \frac{471 \times 0,005}{40659} = 5,79208 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T57} = \frac{\sum N_{LP57} \times U_{LP57}}{N} = \frac{471 \times 0,05}{40659} = 5,79208 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 4* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut ini :

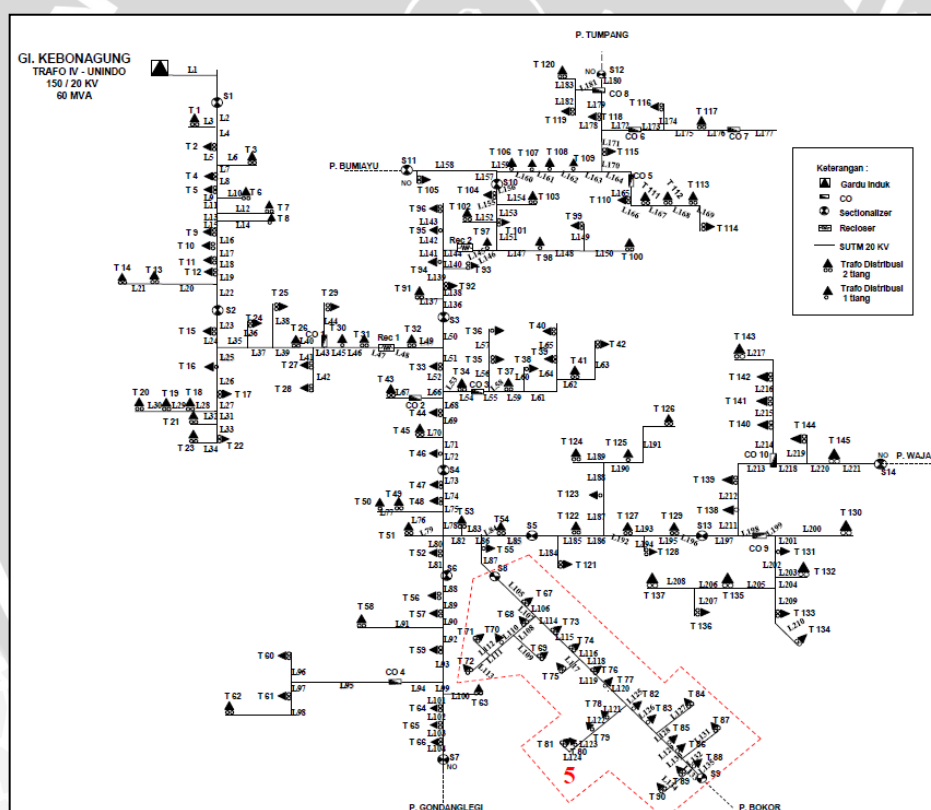
Tabel 4.21 Indeks keandalan peralatan *section 4* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer 6</i>	0,001256622	0,006078585
2	<i>Sectionalizer 7</i>	0,000266657	0,000252607
3	CO 4	0,000266657	0,000252607
4	<i>Line 88</i>	0,007715271	0,003211681
5	<i>Line 89</i>	0,002968779	0,001235831
6	<i>Line 90</i>	0,010506279	0,004373510
7	<i>Line 91</i>	0,002951002	0,001228431
8	<i>Line 92</i>	0,002666568	0,001110028
9	<i>Line 93</i>	0,001066627	0,000444011
10	<i>Line 94</i>	0,008319693	0,003463287
11	<i>Line 95</i>	0,032372139	0,013475740
12	<i>Line 96</i>	0,005582016	0,002323659
13	<i>Line 97</i>	0,026772346	0,011144681
14	<i>Line 98</i>	0,012266214	0,005106129
15	<i>Line 99</i>	0,003306545	0,001376435
16	<i>Line 100</i>	0,001351061	0,000562414
17	<i>Line 101</i>	0,010452948	0,004351310
18	<i>Line 102</i>	0,003466539	0,001443036
19	<i>Line 103</i>	0,005173142	0,002153454
20	<i>Line 104</i>	0,001955483	0,000814021
21	<i>Transformer 56</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
22	<i>Transformer 57</i>	$5,79208 \times 10^{-5}$	0,000579208

23	Transformer 58	$5,46005 \times 10^{-5}$	0,000546005
24	Transformer 59	$5,16491 \times 10^{-5}$	0,000516491
25	Transformer 60	$4,98045 \times 10^{-5}$	0,000498045
26	Transformer 61	$5,71829 \times 10^{-5}$	0,000571829
27	Transformer 62	$3,04976 \times 10^{-5}$	0,000304976
28	Transformer 63	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
29	Transformer 64	$5,71829 \times 10^{-5}$	0,000571829
30	Transformer 65	$3,45557 \times 10^{-5}$	0,000345557
31	Transformer 66	$5,07883 \times 10^{-5}$	0,000507883
TOTAL		0,141127017	0,068845738

4.2.1.5 Section 5

Section 5 adalah wilayah pembagian ke-lima dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 5* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.7 berikut ini :



Gambar 4.7 Penyulang Kolonel Sugiono section 5

Section 5 terdiri dari dua buah *sectionalizer*, 31 *line*, dan 24 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 5* dan dihitung pula durasi waktu

setiap peralatan pada *section 5* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 5* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 5* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 105* akan mengakibatkan sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 5* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 5* yang ditampilkan pada tabel 4.22 :

Tabel 4.22 Daftar mode kegagalan peralatan section 5

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Sectionalizer 8</i>	<i>Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120</i>
2	<i>Sectionalizer 9</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
3	<i>Line 105</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
4	<i>Line 106</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
5	<i>Line 107</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
6	<i>Line 108</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
7	<i>Line 109</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
8	<i>Line 110</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
9	<i>Line 111</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
10	<i>Line 112</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
11	<i>Line 113</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
12	<i>Line 114</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
13	<i>Line 115</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
14	<i>Line 116</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
15	<i>Line 117</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
16	<i>Line 118</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
17	<i>Line 119</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
18	<i>Line 120</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>
19	<i>Line 121</i>	<i>Load Point LP67 – LP90</i>	<i>Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145</i>

20	Line 122	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
21	Line 123	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
22	Line 124	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
23	Line 125	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
24	Line 126	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
25	Line 127	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
26	Line 128	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
27	Line 129	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
28	Line 130	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
29	Line 131	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
30	Line 132	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
31	Line 133	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
32	Line 134	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
33	Line 135	Load Point LP67 – LP90	Load Point LP1 - LP66 dan LP91 - LP145
34	Transformer 67	Load Point LP67	-
35	Transformer 68	Load Point LP68	-
36	Transformer 69	Load Point LP69	-
37	Transformer 70	Load Point LP70	-
38	Transformer 71	Load Point LP71	-
39	Transformer 72	Load Point LP72	-
40	Transformer 73	Load Point LP73	-
41	Transformer 74	Load Point LP74	-
42	Transformer 75	Load Point LP75	-
43	Transformer 76	Load Point LP76	-
44	Transformer 77	Load Point LP77	-
45	Transformer 78	Load Point LP78	-
46	Transformer 79	Load Point LP79	-
47	Transformer 80	Load Point LP80	-
48	Transformer 81	Load Point LP81	-
49	Transformer 82	Load Point LP82	-
50	Transformer 83	Load Point LP83	-
51	Transformer 84	Load Point LP84	-
52	Transformer 85	Load Point LP85	-
53	Transformer 86	Load Point LP86	-
54	Transformer 87	Load Point LP87	-
55	Transformer 88	Load Point LP88	-
56	Transformer 89	Load Point LP89	-
57	Transformer 90	Load Point LP90	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 5* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.23 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 5* :

Tabel 4.23 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan section 5 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)	tiap <i>line</i> (km)	(kali kegagalan/tahun)
1	<i>Sectionalizer 8</i>	0,003	-	0,0030
2	<i>Sectionalizer 9</i>	0,003	-	0,0030
3	<i>Line 105</i>	0,200	0,025	0,0050
4	<i>Line 106</i>	0,200	0,393	0,0786
5	<i>Line 107</i>	0,200	0,150	0,0300
6	<i>Line 108</i>	0,200	0,039	0,0078
7	<i>Line 109</i>	0,200	0,080	0,0160
8	<i>Line 110</i>	0,200	0,030	0,0060
9	<i>Line 111</i>	0,200	0,035	0,0070
10	<i>Line 112</i>	0,200	0,020	0,0040
11	<i>Line 113</i>	0,200	0,160	0,0320
12	<i>Line 114</i>	0,200	0,844	0,1688
13	<i>Line 115</i>	0,200	0,166	0,0332
14	<i>Line 116</i>	0,200	0,250	0,050
15	<i>Line 117</i>	0,200	0,642	0,1284
16	<i>Line 118</i>	0,200	0,472	0,0944
17	<i>Line 119</i>	0,200	0,447	0,0894
18	<i>Line 120</i>	0,200	0,040	0,0080
19	<i>Line 121</i>	0,200	1,221	0,2442
20	<i>Line 122</i>	0,200	0,244	0,0488
21	<i>Line 123</i>	0,200	1,672	0,3344
22	<i>Line 124</i>	0,200	0,589	0,1178
23	<i>Line 125</i>	0,200	0,528	0,1056
24	<i>Line 126</i>	0,200	1,062	0,2124
25	<i>Line 127</i>	0,200	0,428	0,0856
26	<i>Line 128</i>	0,200	0,146	0,0292
27	<i>Line 129</i>	0,200	0,288	0,0576
28	<i>Line 130</i>	0,200	0,198	0,0396
29	<i>Line 131</i>	0,200	0,345	0,0690
30	<i>Line 132</i>	0,200	0,137	0,0274
31	<i>Line 133</i>	0,200	0,112	0,0224
32	<i>Line 134</i>	0,200	0,427	0,0854
33	<i>Line 135</i>	0,200	0,049	0,0098
34	<i>Transformer 67</i>	0,005	-	0,0050
35	<i>Transformer 68</i>	0,005	-	0,0050
36	<i>Transformer 69</i>	0,005	-	0,0050
37	<i>Transformer 70</i>	0,005	-	0,0050
38	<i>Transformer 71</i>	0,005	-	0,0050
39	<i>Transformer 72</i>	0,005	-	0,0050

40	Transformer 73	0,005	-	0,0050
41	Transformer 74	0,005	-	0,0050
42	Transformer 75	0,005	-	0,0050
43	Transformer 76	0,005	-	0,1176
44	Transformer 77	0,005	-	0,0390
45	Transformer 78	0,005	-	0,0582
46	Transformer 79	0,005	-	0,0220
47	Transformer 80	0,005	-	0,0050
48	Transformer 81	0,005	-	0,0050
49	Transformer 82	0,005	-	0,0050
50	Transformer 83	0,005	-	0,0050
51	Transformer 84	0,005	-	0,0050
52	Transformer 85	0,005	-	0,0050
53	Transformer 86	0,005	-	0,0050
54	Transformer 87	0,005	-	0,0050
55	Transformer 88	0,005	-	0,0050
56	Transformer 89	0,005	-	0,0050
57	Transformer 90	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 5* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 105* akan menyebabkan 24 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 121 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line 105* :

$$r = \frac{3,66 \times 24 + 0,15 \times 121}{145} = 0,730965517 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,730965517 \times 0,005 = 0,003654828 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.24 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 5*:

Tabel 4.24 Durasi gangguan (U) peralatan *section 5* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	Sectionalizer 8	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
2	Sectionalizer 9	10,66	0,15	1,889586207	0,005668759
3	Line 105	3,66	0,15	0,730965517	0,003654828
4	Line 106	3,66	0,15	0,730965517	0,05745389

5	Line 107	3,66	0,15	0,730965517	0,021928966
6	Line 108	3,66	0,15	0,730965517	0,005701531
7	Line 109	3,66	0,15	0,730965517	0,011695448
8	Line 110	3,66	0,15	0,730965517	0,004385793
9	Line 111	3,66	0,15	0,730965517	0,005116759
10	Line 112	3,66	0,15	0,730965517	0,002923862
11	Line 113	3,66	0,15	0,730965517	0,023390897
12	Line 114	3,66	0,15	0,730965517	0,123386979
13	Line 115	3,66	0,15	0,730965517	0,024268055
14	Line 116	3,66	0,15	0,730965517	0,036548276
15	Line 117	3,66	0,15	0,730965517	0,093855972
16	Line 118	3,66	0,15	0,730965517	0,069003145
17	Line 119	3,66	0,15	0,730965517	0,065348317
18	Line 120	3,66	0,15	0,730965517	0,005847724
19	Line 121	3,66	0,15	0,730965517	0,178501779
20	Line 122	3,66	0,15	0,730965517	0,035671117
21	Line 123	3,66	0,15	0,730965517	0,244434869
22	Line 124	3,66	0,15	0,730965517	0,086107738
23	Line 125	3,66	0,15	0,730965517	0,077189959
24	Line 126	3,66	0,15	0,730965517	0,155257076
25	Line 127	3,66	0,15	0,730965517	0,062570648
26	Line 128	3,66	0,15	0,730965517	0,021344193
27	Line 129	3,66	0,15	0,730965517	0,042103614
28	Line 130	3,66	0,15	0,730965517	0,028946234
29	Line 131	3,66	0,15	0,730965517	0,050436621
30	Line 132	3,66	0,15	0,730965517	0,020028455
31	Line 133	3,66	0,15	0,730965517	0,016373628
32	Line 134	3,66	0,15	0,730965517	0,062424455
33	Line 135	3,66	0,15	0,730965517	0,007163462
34	Transformer 67	10	0,15	10	0,05
35	Transformer 68	10	0,15	10	0,05
36	Transformer 69	10	0,15	10	0,05
37	Transformer 70	10	0,15	10	0,05
38	Transformer 71	10	0,15	10	0,05
39	Transformer 72	10	0,15	10	0,05
40	Transformer 73	10	0,15	10	0,05
41	Transformer 74	10	0,15	10	0,05
42	Transformer 75	10	0,15	10	0,05
43	Transformer 76	10	0,15	10	0,05
44	Transformer 77	10	0,15	10	0,05
45	Transformer 78	10	0,15	10	0,05
46	Transformer 79	10	0,15	10	0,05
47	Transformer 80	10	0,15	10	0,05
48	Transformer 81	10	0,15	10	0,05
49	Transformer 82	10	0,15	10	0,05

50	Transformer 83	10	0,15	10	0,05
51	Transformer 84	10	0,15	10	0,05
52	Transformer 85	10	0,15	10	0,05
53	Transformer 86	10	0,15	10	0,05
54	Transformer 87	10	0,15	10	0,05
55	Transformer 88	10	0,15	10	0,05
56	Transformer 89	10	0,15	10	0,05
57	Transformer 90	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 5* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 5* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T67} = \frac{\sum N_{LP67} \times \lambda_{LP67}}{N} = \frac{347 \times 0,005}{40659} = 4,2672 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T67} = \frac{\sum N_{LP67} \times U_{LP67}}{N} = \frac{347 \times 0,05}{40659} = 4,2672 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 5* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.25 berikut ini :

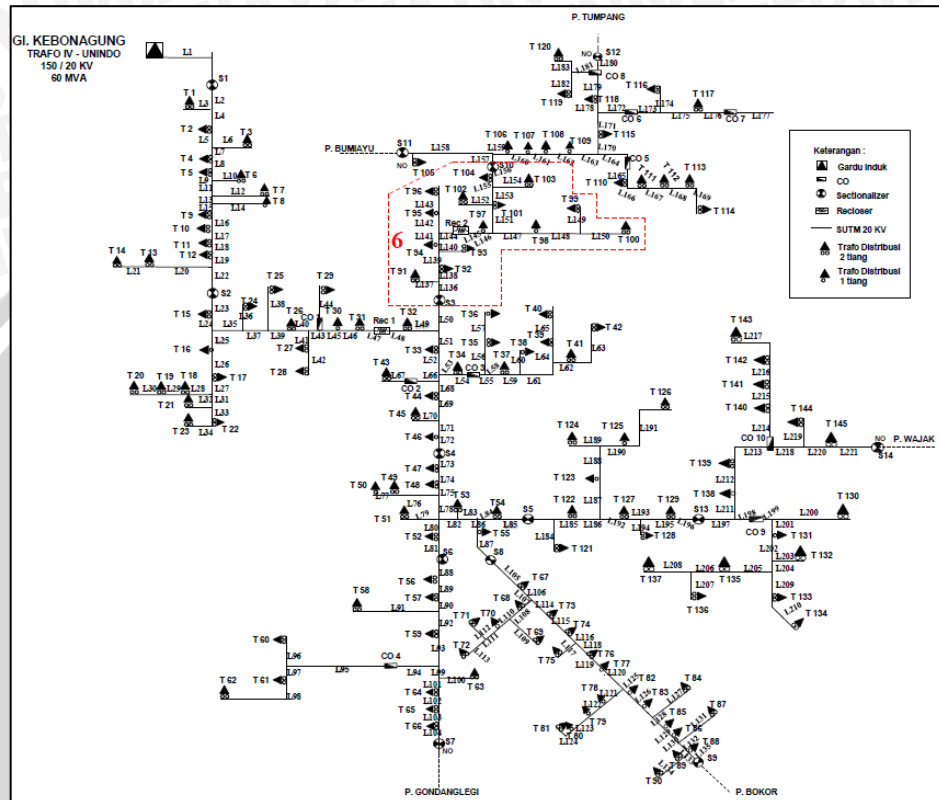
Tabel 4.25 Indeks keandalan peralatan *section 5* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer 8</i>	0,001256622	0,006078585
2	<i>Sectionalizer 9</i>	0,000287833	0,000543885
3	<i>Line 105</i>	0,000479722	0,000350660
4	<i>Line 106</i>	0,007541223	0,005512374
5	<i>Line 107</i>	0,002878330	0,002103960
6	<i>Line 108</i>	0,000748366	0,000547030
7	<i>Line 109</i>	0,001535109	0,001122112
8	<i>Line 110</i>	0,000575666	0,000420792
9	<i>Line 111</i>	0,000671610	0,000490924
10	<i>Line 112</i>	0,000383777	0,000280528
11	<i>Line 113</i>	0,003070218	0,002244224
12	<i>Line 114</i>	0,016195401	0,011838280
13	<i>Line 115</i>	0,003185351	0,002328382

14	<i>Line 116</i>	0,004797216	0,003506599
15	<i>Line 117</i>	0,012319250	0,009004947
16	<i>Line 118</i>	0,009057144	0,006620460
17	<i>Line 119</i>	0,008577422	0,006269800
18	<i>Line 120</i>	0,000767555	0,000561056
19	<i>Line 121</i>	0,023429602	0,017126231
20	<i>Line 122</i>	0,004682083	0,003422441
21	<i>Line 123</i>	0,032083780	0,023452137
22	<i>Line 124</i>	0,011302241	0,008261548
23	<i>Line 125</i>	0,010131720	0,007405938
24	<i>Line 126</i>	0,020378573	0,014896034
25	<i>Line 127</i>	0,008212834	0,006003298
26	<i>Line 128</i>	0,002801574	0,002047854
27	<i>Line 129</i>	0,005526393	0,004039602
28	<i>Line 130</i>	0,003799395	0,002777227
29	<i>Line 131</i>	0,006620158	0,004839107
30	<i>Line 132</i>	0,002628874	0,001921616
31	<i>Line 133</i>	0,002149153	0,001570957
32	<i>Line 134</i>	0,008193645	0,005989272
33	<i>Line 135</i>	0,000940254	0,000687293
34	<i>Transformer 67</i>	$4,2672 \times 10^{-5}$	0,000426720
35	<i>Transformer 68</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
36	<i>Transformer 69</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	<i>Transformer 70</i>	$2,45948 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
38	<i>Transformer 71</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
39	<i>Transformer 72</i>	$6,99722 \times 10^{-7}$	0,000699722
40	<i>Transformer 73</i>	$1,66015 \times 10^{-5}$	0,000166015
41	<i>Transformer 74</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
42	<i>Transformer 75</i>	$6,76357 \times 10^{-5}$	$6,76357 \times 10^{-6}$
43	<i>Transformer 76</i>	$6,51762 \times 10^{-5}$	0,000651762
44	<i>Transformer 77</i>	$2,01677 \times 10^{-5}$	0,000201677
45	<i>Transformer 78</i>	$1,06987 \times 10^{-5}$	0,000106987
46	<i>Transformer 79</i>	$4,91896 \times 10^{-5}$	0,000491896
47	<i>Transformer 80</i>	$1,22974 \times 10^{-5}$	1,22974E-06
48	<i>Transformer 81</i>	$1,61096 \times 10^{-5}$	0,000161096
49	<i>Transformer 82</i>	$3,73841 \times 10^{-5}$	0,000373841
50	<i>Transformer 83</i>	$2,86529 \times 10^{-5}$	0,000286529
51	<i>Transformer 84</i>	$2,61935 \times 10^{-5}$	0,000261935
52	<i>Transformer 85</i>	$8,60818 \times 10^{-5}$	$8,60818 \times 10^{-6}$
53	<i>Transformer 86</i>	$3,56625 \times 10^{-5}$	0,000356625
54	<i>Transformer 87</i>	$3,92287 \times 10^{-5}$	0,000392287
55	<i>Transformer 88</i>	$1,20515 \times 10^{-5}$	0,000120515
56	<i>Transformer 89</i>	$1,22974 \times 10^{-6}$	$1,22974 \times 10^{-5}$
57	<i>Transformer 90</i>	$2,45948 \times 10^{-5}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
TOTAL		0,217687813	0,169062367

4.2.1.6 Section 6

Section 6 adalah wilayah pembagian ke-enam dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 6* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.8 berikut ini :



Gambar 4.8 Penyulang Kolonel Sugiono section 6

Section 6 terdiri dari dua buah *sectionalizer*, sebuah *recloser*, 21 *line*, dan 14 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 6* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 6* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 6* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 6* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 136* akan mengakibatkan

sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 6* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 6* yang ditampilkan pada tabel 4.26 :

Tabel 4.26 Daftar mode kegagalan peralatan section 6

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	Sectionalizer 3	Load Point LP15 – LP145	Load Point LP1 - LP14
2	Sectionalizer 10	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
3	Recloser 2	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
4	Line 136	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
5	Line 137	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
6	Line 138	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
7	Line 139	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
8	Line 140	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
9	Line 141	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
10	Line 142	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
11	Line 143	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
12	Line 144	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
13	Line 145	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
14	Line 146	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
15	Line 147	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
16	Line 148	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
17	Line 149	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
18	Line 150	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
19	Line 151	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
20	Line 152	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
21	Line 153	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
22	Line 154	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
23	Line 155	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
24	Line 156	Load Point LP91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
25	Transformer 91	Load Point LP91	-
26	Transformer 92	Load Point LP92	-
27	Transformer 93	Load Point LP93	-
28	Transformer 94	Load Point LP94	-
29	Transformer 95	Load Point LP95	-
30	Transformer 96	Load Point LP96	-
31	Transformer 97	Load Point LP97	-

32	Transformer 98	Load Point LP98	-
33	Transformer 99	Load Point LP99	-
34	Transformer 100	Load Point LP100	-
35	Transformer 101	Load Point LP101	-
36	Transformer 102	Load Point LP102	-
37	Transformer 103	Load Point LP103	-
38	Transformer 104	Load Point LP104	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 6* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.27 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 6* :

Tabel 4.27 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan *section 6* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang tiap <i>line</i> (km)	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)		(kali kegagalan/tahun)
1	Sectionalizer 3	0,003	-	0,003
2	Sectionalizer 10	0,003	-	0,003
3	Recloser 2	0,005	-	0,005
4	Line 136	0,2	0,627	0,1254
5	Line 137	0,2	0,287	0,0574
6	Line 138	0,2	0,214	0,0428
7	Line 139	0,2	0,355	0,0710
8	Line 140	0,2	0,025	0,0050
9	Line 141	0,2	0,216	0,0432
10	Line 142	0,2	0,533	0,1066
11	Line 143	0,2	0,51	0,1020
12	Line 144	0,2	0,381	0,0762
13	Line 145	0,2	1,014	0,2028
14	Line 146	0,2	0,398	0,0796
15	Line 147	0,2	1,166	0,2332
16	Line 148	0,2	0,224	0,0448
17	Line 149	0,2	0,548	0,1096
18	Line 150	0,2	0,917	0,1834
19	Line 151	0,2	0,569	0,1138
20	Line 152	0,2	0,76	0,1520
21	Line 153	0,2	0,34	0,0680
22	Line 154	0,2	0,817	0,1634
23	Line 155	0,2	0,583	0,1166
24	Line 156	0,2	0,542	0,1084
25	Transformer 91	0,005	-	0,0050
26	Transformer 92	0,005	-	0,0050
27	Transformer 93	0,005	-	0,0050

28	Transformer 94	0,005	-	0,0050
29	Transformer 95	0,005	-	0,0050
30	Transformer 96	0,005	-	0,0050
31	Transformer 97	0,005	-	0,0050
32	Transformer 98	0,005	-	0,0050
33	Transformer 99	0,005	-	0,0050
34	Transformer 100	0,005	-	0,0050
35	Transformer 101	0,005	-	0,0050
36	Transformer 102	0,005	-	0,0050
37	Transformer 103	0,005	-	0,0050
38	Transformer 104	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 6* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 136* akan menyebabkan 30 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 115 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line 136* :

$$r = \frac{3,66 \times 30 + 0,15 \times 115}{145} = 0,876206897 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,876206897 \times 0,1254 = 0,109876345 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.28 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 6*:

Tabel 4.28 Durasi gangguan (U) peralatan *section 6* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	Sectionalizer 3	10,66	0,15	9,645241379	0,028935724
2	Sectionalizer 10	10,66	0,15	2,324482759	0,006973448
3	Recloser 2	10,66	0,15	2,324482759	0,011622414
4	Line 136	3,66	0,15	0,876206897	0,109876345
5	Line 137	3,66	0,15	0,876206897	0,050294276
6	Line 138	3,66	0,15	0,876206897	0,037501655
7	Line 139	3,66	0,15	0,876206897	0,06221069
8	Line 140	3,66	0,15	0,876206897	0,004381034
9	Line 141	3,66	0,15	0,876206897	0,037852138
10	Line 142	3,66	0,15	0,876206897	0,093403655
11	Line 143	3,66	0,15	0,876206897	0,089373103

12	Line 144	3,66	0,15	0,876206897	0,066766966
13	Line 145	3,66	0,15	0,876206897	0,177694759
14	Line 146	3,66	0,15	0,876206897	0,069746069
15	Line 147	3,66	0,15	0,876206897	0,204331448
16	Line 148	3,66	0,15	0,876206897	0,039254069
17	Line 149	3,66	0,15	0,876206897	0,096032276
18	Line 150	3,66	0,15	0,876206897	0,160696345
19	Line 151	3,66	0,15	0,876206897	0,099712345
20	Line 152	3,66	0,15	0,876206897	0,133183448
21	Line 153	3,66	0,15	0,876206897	0,059582069
22	Line 154	3,66	0,15	0,876206897	0,143172207
23	Line 155	3,66	0,15	0,876206897	0,102165724
24	Line 156	3,66	0,15	0,876206897	0,094980828
25	Transformer 91	10	0,15	10	0,05
26	Transformer 92	10	0,15	10	0,05
27	Transformer 93	10	0,15	10	0,05
28	Transformer 94	10	0,15	10	0,05
29	Transformer 95	10	0,15	10	0,05
30	Transformer 96	10	0,15	10	0,05
31	Transformer 97	10	0,15	10	0,05
32	Transformer 98	10	0,15	10	0,05
33	Transformer 99	10	0,15	10	0,05
34	Transformer 100	10	0,15	10	0,05
35	Transformer 101	10	0,15	10	0,05
36	Transformer 102	10	0,15	10	0,05
37	Transformer 103	10	0,15	10	0,05
38	Transformer 104	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 6* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 6* dapat dilihat di bawah ini :

$$SAIFI_{T91} = \frac{\sum N_{LP91} \times \lambda_{LP91}}{N} = \frac{200 \times 0,005}{40659} = 2,45948 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$SAIDI_{T91} = \frac{\sum N_{LP91} \times U_{LP91}}{N} = \frac{200 \times 0,05}{40659} = 2,45948 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

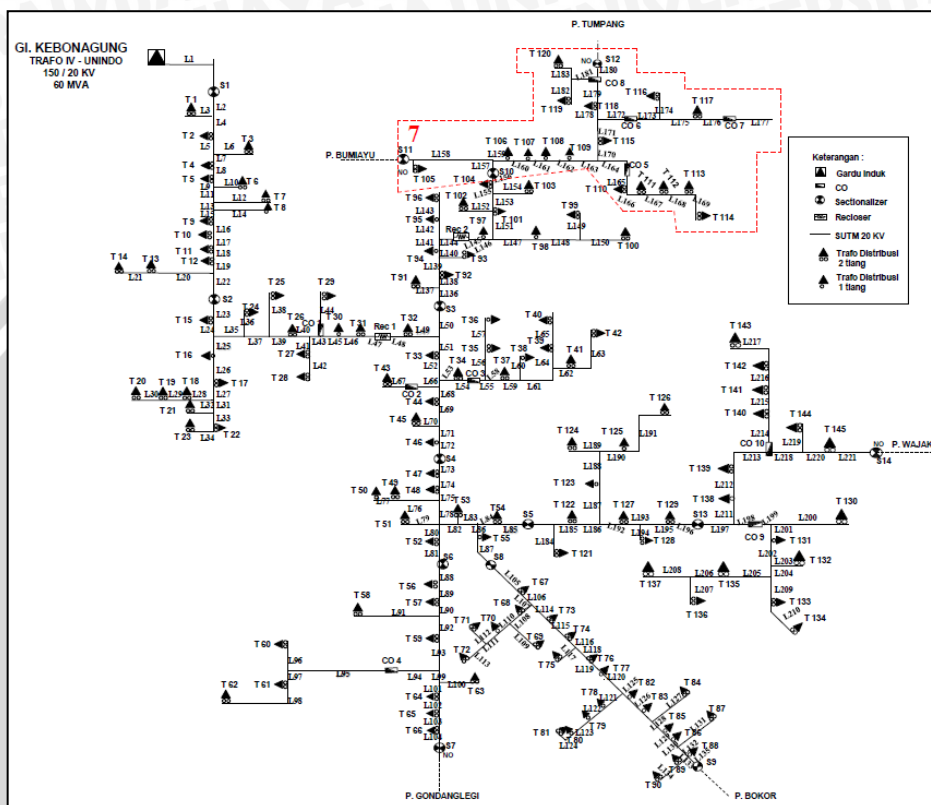
Untuk tabel indeks keandalan *section* 6 menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.29 berikut ini :

Tabel 4.29 Indeks keandalan peralatan *section* 6 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer</i> 3	0,002727809	0,024683853
2	<i>Sectionalizer</i> 10	0,000344942	0,000801812
3	<i>Recloser</i> 2	0,000574903	0,001336353
4	<i>Line</i> 136	0,014418579	0,012633658
5	<i>Line</i> 137	0,006599892	0,005782871
6	<i>Line</i> 138	0,004921174	0,004311966
7	<i>Line</i> 139	0,008163629	0,007153028
8	<i>Line</i> 140	0,000574903	0,000503734
9	<i>Line</i> 141	0,004967166	0,004352265
10	<i>Line</i> 142	0,012256942	0,010739617
11	<i>Line</i> 143	0,011728031	0,010276181
12	<i>Line</i> 144	0,008761529	0,007676912
13	<i>Line</i> 145	0,023318085	0,020431467
14	<i>Line</i> 146	0,009152463	0,008019451
15	<i>Line</i> 147	0,026813498	0,023494172
16	<i>Line</i> 148	0,005151135	0,004513460
17	<i>Line</i> 149	0,012601884	0,011041858
18	<i>Line</i> 150	0,021087459	0,018476977
19	<i>Line</i> 151	0,013084803	0,011464995
20	<i>Line</i> 152	0,017477065	0,015313525
21	<i>Line</i> 153	0,007818687	0,006850788
22	<i>Line</i> 154	0,018787845	0,016462040
23	<i>Line</i> 155	0,013406749	0,011747086
24	<i>Line</i> 156	0,012463907	0,010920961
25	<i>Transformer</i> 91	$2,45948 \times 10^{-5}$	0,000245948
26	<i>Transformer</i> 92	$4,19341 \times 10^{-5}$	0,000419341
27	<i>Transformer</i> 93	$1,8692 \times 10^{-5}$	0,000186920
28	<i>Transformer</i> 94	$2,91448 \times 10^{-5}$	0,000291448
29	<i>Transformer</i> 95	$4,07044 \times 10^{-5}$	0,000407044
30	<i>Transformer</i> 96	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
31	<i>Transformer</i> 97	$7,18168 \times 10^{-5}$	0,000718168
32	<i>Transformer</i> 98	$4,2549 \times 10^{-5}$	0,000425490
33	<i>Transformer</i> 99	$6,96033 \times 10^{-5}$	0,000696033
34	<i>Transformer</i> 100	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
35	<i>Transformer</i> 101	$8,43602 \times 10^{-5}$	0,000843602
36	<i>Transformer</i> 102	$6,41924 \times 10^{-5}$	0,000641924
37	<i>Transformer</i> 103	$2,97597 \times 10^{-5}$	0,000297597
38	<i>Transformer</i> 104	$5,73059 \times 10^{-5}$	0,000573059
TOTAL		0,257777983	0,254738064

4.2.1.7 Section 7

Section 7 adalah wilayah pembagian ke-tujuh dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 7* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.9 berikut ini :



Gambar 4.9 Penyulang Kolonel Sugiono section 7

Section 7 terdiri dari tiga buah *sectionalizer*, empat buah *Cut Out*, 27 *line*, dan 16 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 7* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 7* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 7* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 7* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 157* akan mengakibatkan

sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 7* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 7* yang ditampilkan pada tabel 4.30 :

Tabel 4.30 Daftar mode kegagalan peralatan section 7

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	Sectionalizer 10	Load Point L91 – LP104	Load Point LP1 - LP90 dan LP121 - LP145
2	Sectionalizer 11	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
3	Sectionalizer 12	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
4	CO5	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
5	CO6	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
6	CO7	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
7	CO8	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
8	Line 157	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
9	Line 158	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
10	Line 159	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
11	Line 160	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
12	Line 161	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
13	Line 162	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
14	Line 163	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
15	Line 164	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
16	Line 165	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
17	Line 166	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
18	Line 167	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
19	Line 168	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
20	Line 169	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
21	Line 170	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
22	Line 171	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
23	Line 172	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
24	Line 173	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
25	Line 174	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
26	Line 175	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
27	Line 176	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
28	Line 177	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
29	Line 178	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
30	Line 179	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
31	Line 180	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145

32	Line 181	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
33	Line 182	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
34	Line 183	Load Point LP105 – LP120	Load Point LP1 - LP104 dan LP121 - LP145
35	Transformer 105	Load Point LP105	-
36	Transformer 106	Load Point LP106	-
37	Transformer 107	Load Point LP107	-
38	Transformer 108	Load Point LP108	-
39	Transformer 109	Load Point LP109	-
40	Transformer 110	Load Point LP110	-
41	Transformer 111	Load Point LP111	-
42	Transformer 112	Load Point LP112	-
43	Transformer 113	Load Point LP113	-
44	Transformer 114	Load Point LP114	-
45	Transformer 115	Load Point LP115	-
46	Transformer 116	Load Point LP116	-
47	Transformer 117	Load Point LP117	-
48	Transformer 118	Load Point LP118	-
49	Transformer 119	Load Point LP119	-
50	Transformer 120	Load Point LP120	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 7* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.31 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 7* :

Tabel 4.31 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan *section 7* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang tiap <i>line</i>	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)	(km)	(kali kegagalan/tahun)
1	Sectionalizer 10	0,003	-	0,003
2	Sectionalizer 11	0,003	-	0,003
3	Sectionalizer 12	0,003	-	0,003
4	CO5	0,003	-	0,003
5	CO6	0,003	-	0,003
6	CO7	0,003	-	0,003
7	CO8	0,003	-	0,003
8	Line 157	0,200	0,468	0,0936
9	Line 158	0,200	0,243	0,0486
10	Line 159	0,200	0,252	0,0504
11	Line 160	0,200	0,152	0,0304
12	Line 161	0,200	0,157	0,0314
13	Line 162	0,200	0,811	0,1622
14	Line 163	0,200	1,325	0,2650
15	Line 164	0,200	0,046	0,0092

16	Line 165	0,200	0,109	0,0218
17	Line 166	0,200	0,867	0,1734
18	Line 167	0,200	1,534	0,3068
19	Line 168	0,200	0,874	0,1748
20	Line 169	0,200	0,614	0,1228
21	Line 170	0,200	0,145	0,0290
22	Line 171	0,200	0,811	0,1622
23	Line 172	0,200	0,369	0,0738
24	Line 173	0,200	1,131	0,2262
25	Line 174	0,200	0,406	0,0812
26	Line 175	0,200	0,069	0,0138
27	Line 176	0,200	0,300	0,0600
28	Line 177	0,200	2,035	0,4070
29	Line 178	0,200	0,217	0,0434
30	Line 179	0,200	0,477	0,0954
31	Line 180	0,200	0,580	0,1160
32	Line 181	0,200	1,234	0,2468
33	Line 182	0,200	0,114	0,0228
34	Line 183	0,200	1,194	0,2388
35	Transformer 105	0,005	-	0,0050
36	Transformer 106	0,005	-	0,0050
37	Transformer 107	0,005	-	0,0050
38	Transformer 108	0,005	-	0,0050
39	Transformer 109	0,005	-	0,0050
40	Transformer 110	0,005	-	0,0050
41	Transformer 111	0,005	-	0,0050
42	Transformer 112	0,005	-	0,0050
43	Transformer 113	0,005	-	0,0050
44	Transformer 114	0,005	-	0,0050
45	Transformer 115	0,005	-	0,0050
46	Transformer 116	0,005	-	0,0050
47	Transformer 117	0,005	-	0,0050
48	Transformer 118	0,005	-	0,0050
49	Transformer 119	0,005	-	0,0050
50	Transformer 120	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 7* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 157* akan menyebabkan 16 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 129 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk

menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line* 157 :

$$r = \frac{3,66 \times 16 + 0,15 \times 129}{145} = 0,537310345 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,537310345 \times 0,0936 = 0,050292248 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.32 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section* 7:

Tabel 4.32 Durasi gangguan (U) peralatan *section* 7 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	<i>Sectionalizer</i> 10	10,66	0,15	2,324482759	0,006973448
2	<i>Sectionalizer</i> 11	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
3	<i>Sectionalizer</i> 12	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
4	CO5	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
5	CO6	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
6	CO7	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
7	CO8	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
8	<i>Line</i> 157	3,66	0,15	0,537310345	0,050292248
9	<i>Line</i> 158	3,66	0,15	0,537310345	0,026113283
10	<i>Line</i> 159	3,66	0,15	0,537310345	0,027080441
11	<i>Line</i> 160	3,66	0,15	0,537310345	0,016334234
12	<i>Line</i> 161	3,66	0,15	0,537310345	0,016871545
13	<i>Line</i> 162	3,66	0,15	0,537310345	0,087151738
14	<i>Line</i> 163	3,66	0,15	0,537310345	0,142387241
15	<i>Line</i> 164	3,66	0,15	0,537310345	0,004943255
16	<i>Line</i> 165	3,66	0,15	0,537310345	0,011713366
17	<i>Line</i> 166	3,66	0,15	0,537310345	0,093169614
18	<i>Line</i> 167	3,66	0,15	0,537310345	0,164846814
19	<i>Line</i> 168	3,66	0,15	0,537310345	0,093921848
20	<i>Line</i> 169	3,66	0,15	0,537310345	0,065981710
21	<i>Line</i> 170	3,66	0,15	0,537310345	0,015582000
22	<i>Line</i> 171	3,66	0,15	0,537310345	0,087151738
23	<i>Line</i> 172	3,66	0,15	0,537310345	0,039653503
24	<i>Line</i> 173	3,66	0,15	0,537310345	0,121539600
25	<i>Line</i> 174	3,66	0,15	0,537310345	0,043629600
26	<i>Line</i> 175	3,66	0,15	0,537310345	0,007414883
27	<i>Line</i> 176	3,66	0,15	0,537310345	0,032238621
28	<i>Line</i> 177	3,66	0,15	0,537310345	0,218685310
29	<i>Line</i> 178	3,66	0,15	0,537310345	0,023319269
30	<i>Line</i> 179	3,66	0,15	0,537310345	0,051259407
31	<i>Line</i> 180	3,66	0,15	0,537310345	0,062328000
32	<i>Line</i> 181	3,66	0,15	0,537310345	0,132608193

33	Line 182	3,66	0,15	0,537310345	0,012250676
34	Line 183	3,66	0,15	0,537310345	0,12830971
35	Transformer 105	10	0,15	10	0,05
36	Transformer 106	10	0,15	10	0,05
37	Transformer 107	10	0,15	10	0,05
38	Transformer 108	10	0,15	10	0,05
39	Transformer 109	10	0,15	10	0,05
40	Transformer 110	10	0,15	10	0,05
41	Transformer 111	10	0,15	10	0,05
42	Transformer 112	10	0,15	10	0,05
43	Transformer 113	10	0,15	10	0,05
44	Transformer 114	10	0,15	10	0,05
45	Transformer 115	10	0,15	10	0,05
46	Transformer 116	10	0,15	10	0,05
47	Transformer 117	10	0,15	10	0,05
48	Transformer 118	10	0,15	10	0,05
49	Transformer 119	10	0,15	10	0,05
50	Transformer 120	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 7* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 7* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T107} = \frac{\sum N_{LP107} \times \lambda_{LP107}}{N} = \frac{186 \times 0,005}{40659} = 2,28732 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T107} = \frac{\sum N_{LP107} \times U_{LP107}}{N} = \frac{186 \times 0,05}{40659} = 2,28732 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 7* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.33 berikut ini :

Tabel 4.33 Indeks keandalan peralatan *section 7* standar SPLN

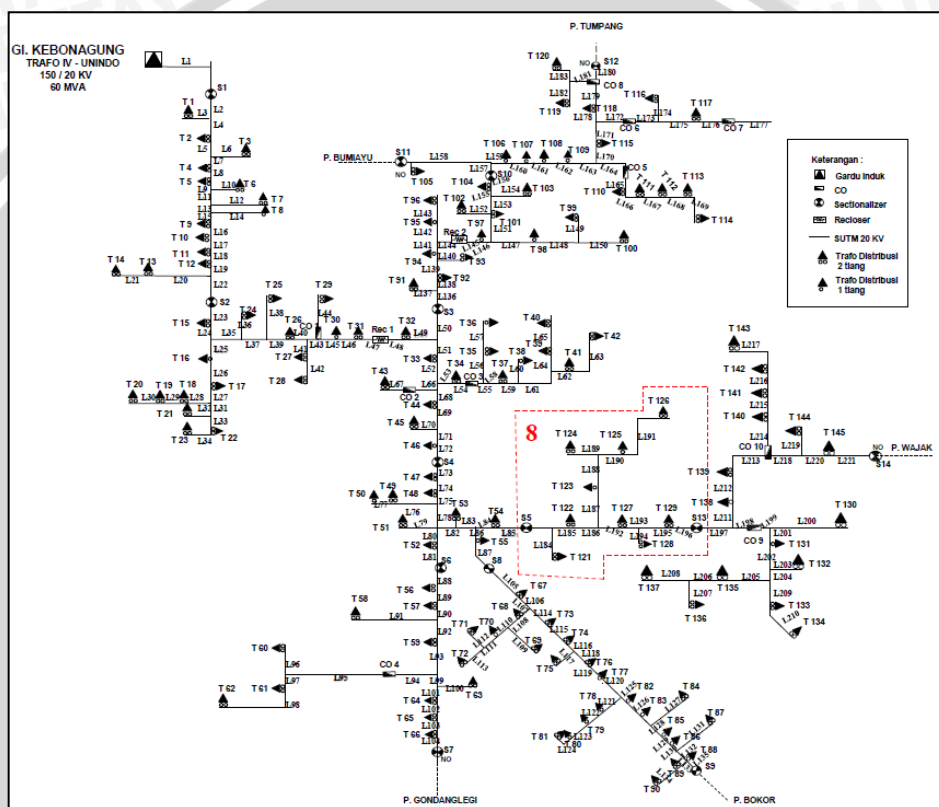
No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 10	0,000344942	0,000754709
2	Sectionalizer 11	0,000456652	0,000598088
3	Sectionalizer 12	0,000456652	0,000598088

4	CO5	0,000456652	0,000598088
5	CO6	0,000456652	0,000598088
6	CO7	0,000456652	0,000598088
7	CO8	0,000456652	0,000598088
8	Line 157	0,014247532	0,007655346
9	Line 158	0,007397757	0,003974891
10	Line 159	0,007671748	0,004122110
11	Line 160	0,004627404	0,002486352
12	Line 161	0,004779621	0,002568140
13	Line 162	0,024689633	0,013265995
14	Line 163	0,040337564	0,021673790
15	Line 164	0,001400398	0,000752449
16	Line 165	0,003318335	0,001782976
17	Line 166	0,026394466	0,014182020
18	Line 167	0,046700243	0,025092524
19	Line 168	0,026607570	0,014296523
20	Line 169	0,018692275	0,010043553
21	Line 170	0,004414299	0,002371849
22	Line 171	0,024689633	0,013265995
23	Line 172	0,011233631	0,006035946
24	Line 173	0,034431535	0,018500420
25	Line 174	0,012360038	0,006641176
26	Line 175	0,002100598	0,001128673
27	Line 176	0,009133033	0,004907273
28	Line 177	0,061952409	0,033287670
29	Line 178	0,006606227	0,003549594
30	Line 179	0,014521523	0,007802564
31	Line 180	0,017657198	0,009487395
32	Line 181	0,037567210	0,020185251
33	Line 182	0,003470553	0,001864764
34	Line 183	0,036349472	0,019530948
35	Transformer 105	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
36	Transformer 106	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	Transformer 107	$2,28732 \times 10^{-5}$	0,000228732
38	Transformer 108	$4,45166 \times 10^{-5}$	0,000445166
39	Transformer 109	$7,04641 \times 10^{-5}$	0,000704641
40	Transformer 110	$6,17329 \times 10^{-5}$	0,000617329
41	Transformer 111	$6,08721 \times 10^{-5}$	0,000608721
42	Transformer 112	$5,01734 \times 10^{-5}$	0,000501734
43	Transformer 113	$6,93573 \times 10^{-5}$	0,000693573
44	Transformer 114	$6,27167 \times 10^{-5}$	0,000627167
45	Transformer 115	$7,37844 \times 10^{-5}$	0,000737844
46	Transformer 116	$2,57016 \times 10^{-5}$	0,000257016
47	Transformer 117	$8,12858 \times 10^{-5}$	0,000812858
48	Transformer 118	$5,74289 \times 10^{-5}$	0,000574289

49	Transformer 119	$2,8161 \times 10^{-5}$	0,000281610
50	Transformer 120	$5,17721 \times 10^{-5}$	0,000517721
TOTAL		0,507197845	0,282410284

4.2.1.8 Section 8

Section 8 adalah wilayah pembagian ke-delapan dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 8* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.10 berikut ini :



Gambar 4.10 Penyulang Kolonel Sugiono section 8

Section 8 terdiri dari dua buah *sectionalizer*, 13 *line*, dan 9 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 8* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 8* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 8* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan

peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 8* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 184* akan mengakibatkan sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 8* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 8* yang ditampilkan pada tabel 4.34 :

Tabel 4.34 Daftar mode kegagalan peralatan section 8

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	Sectionalizer 5	Load Point LP47 - LP90 dan LP 121 - LP145	Load Point LP1 - LP46 dan LP91 - LP120
2	Sectionalizer 13	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
3	Line 184	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
4	Line 185	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
5	Line 186	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
6	Line 187	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
7	Line 188	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
8	Line 189	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
9	Line 190	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
10	Line 191	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
11	Line 192	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
12	Line 193	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
13	Line 194	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
14	Line 195	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
15	Line 196	Load Point LP121 - LP145	Load Point LP1 - LP120
16	Transformer 121	Load Point LP121	-
17	Transformer 122	Load Point LP122	-
18	Transformer 123	Load Point LP123	-
19	Transformer 124	Load Point LP124	-
20	Transformer 125	Load Point LP125	-
21	Transformer 126	Load Point LP126	-
22	Transformer 127	Load Point LP127	-
23	Transformer 128	Load Point LP128	-
24	Transformer 129	Load Point LP129	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 8* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.35 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 8* :

Tabel 4.35 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan *section 8* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)	tiap <i>line</i> (km)	(kali kegagalan/tahun)
1	<i>Sectionalizer 5</i>	0,003	-	0,0030
2	<i>Sectionalizer 13</i>	0,003	-	0,0030
3	<i>Line 184</i>	0,200	0,200	0,0400
4	<i>Line 185</i>	0,200	0,856	0,1712
5	<i>Line 186</i>	0,200	1,458	0,2916
6	<i>Line 187</i>	0,200	0,395	0,0790
7	<i>Line 188</i>	0,200	0,707	0,1414
8	<i>Line 189</i>	0,200	0,778	0,1556
9	<i>Line 190</i>	0,200	0,117	0,0234
10	<i>Line 191</i>	0,200	1,589	0,3178
11	<i>Line 192</i>	0,200	0,057	0,0114
12	<i>Line 193</i>	0,200	0,449	0,0898
13	<i>Line 194</i>	0,200	0,033	0,0066
14	<i>Line 195</i>	0,200	0,413	0,0826
15	<i>Line 196</i>	0,200	0,385	0,0770
16	<i>Transformer 121</i>	0,005	-	0,0050
17	<i>Transformer 122</i>	0,005	-	0,0050
18	<i>Transformer 123</i>	0,005	-	0,0050
19	<i>Transformer 124</i>	0,005	-	0,0050
20	<i>Transformer 125</i>	0,005	-	0,0050
21	<i>Transformer 126</i>	0,005	-	0,0050
22	<i>Transformer 127</i>	0,005	-	0,0050
23	<i>Transformer 128</i>	0,005	-	0,0050
24	<i>Transformer 129</i>	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 8* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 184* akan menyebabkan 25 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 120 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk

menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line* 184 :

$$r = \frac{3,66 \times 25 + 0,15 \times 120}{145} = 0,755172414 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,755172414 \times 0,04 = 0,030206897 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.36 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section* 8:

Tabel 4.36 Durasi gangguan (U) peralatan *section* 8 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	<i>Sectionalizer</i> 5	10,66	0,15	5,151310345	0,015453931
2	<i>Sectionalizer</i> 13	10,66	0,15	1,962068966	0,005886207
3	<i>Line</i> 184	3,66	0,15	0,755172414	0,030206897
4	<i>Line</i> 185	3,66	0,15	0,755172414	0,129285517
5	<i>Line</i> 186	3,66	0,15	0,755172414	0,220208276
6	<i>Line</i> 187	3,66	0,15	0,755172414	0,059658621
7	<i>Line</i> 188	3,66	0,15	0,755172414	0,106781379
8	<i>Line</i> 189	3,66	0,15	0,755172414	0,117504828
9	<i>Line</i> 190	3,66	0,15	0,755172414	0,017671034
10	<i>Line</i> 191	3,66	0,15	0,755172414	0,239993793
11	<i>Line</i> 192	3,66	0,15	0,755172414	0,008608966
12	<i>Line</i> 193	3,66	0,15	0,755172414	0,067814483
13	<i>Line</i> 194	3,66	0,15	0,755172414	0,004984138
14	<i>Line</i> 195	3,66	0,15	0,755172414	0,062377241
15	<i>Line</i> 196	3,66	0,15	0,755172414	0,058148276
16	<i>Transformer</i> 121	10	0,15	10	0,05
17	<i>Transformer</i> 122	10	0,15	10	0,05
18	<i>Transformer</i> 123	10	0,15	10	0,05
19	<i>Transformer</i> 124	10	0,15	10	0,05
20	<i>Transformer</i> 125	10	0,15	10	0,05
21	<i>Transformer</i> 126	10	0,15	10	0,05
22	<i>Transformer</i> 127	10	0,15	10	0,05
23	<i>Transformer</i> 128	10	0,15	10	0,05
24	<i>Transformer</i> 129	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section* 8 berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI

adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 8* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T122} = \frac{\sum N_{LP122} \times \lambda_{LP122}}{N} = \frac{298 \times 0,005}{40659} = 3,66463 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T122} = \frac{\sum N_{LP122} \times U_{LP122}}{N} = \frac{298 \times 0,05}{40659} = 3,66463 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

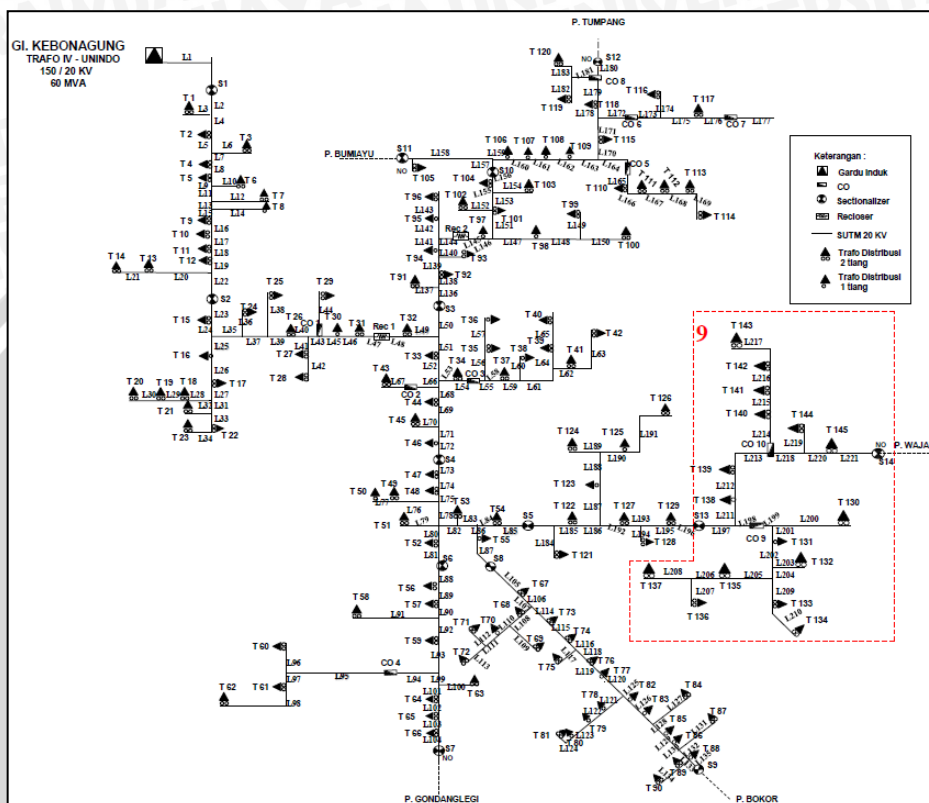
Untuk tabel indeks keandalan *section 8* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.37 berikut ini :

Tabel 4.37 Indeks keandalan peralatan *section 8* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer 5</i>	0,001256622	0,006078585
2	<i>Sectionalizer 13</i>	0,000151037	0,000296489
3	<i>Line 184</i>	0,002013822	0,001521526
4	<i>Line 185</i>	0,008619159	0,006512131
5	<i>Line 186</i>	0,014680764	0,011091924
6	<i>Line 187</i>	0,003977299	0,003005014
7	<i>Line 188</i>	0,007118862	0,005378594
8	<i>Line 189</i>	0,007833769	0,005918736
9	<i>Line 190</i>	0,001178086	0,000890093
10	<i>Line 191</i>	0,015999818	0,012088524
11	<i>Line 192</i>	0,000573939	0,000433635
12	<i>Line 193</i>	0,004521031	0,003415826
13	<i>Line 194</i>	0,000332281	0,000251052
14	<i>Line 195</i>	0,004158543	0,003141951
15	<i>Line 196</i>	0,003876608	0,002928937
16	<i>Transformer 121</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
17	<i>Transformer 122</i>	$3,66463 \times 10^{-5}$	0,000366463
18	<i>Transformer 123</i>	$2,44718 \times 10^{-5}$	0,000244718
19	<i>Transformer 124</i>	$2,86529 \times 10^{-5}$	0,000286529
20	<i>Transformer 125</i>	$6,34546 \times 10^{-5}$	0,000634546
21	<i>Transformer 126</i>	$2,16434 \times 10^{-5}$	0,000216434
22	<i>Transformer 127</i>	$5,10342 \times 10^{-5}$	0,000510342
23	<i>Transformer 128</i>	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
24	<i>Transformer 129</i>	$2,55786 \times 10^{-5}$	0,000255786
TOTAL		0,076543368	0,065470295

4.2.1.9 Section 9

Section 9 adalah wilayah pembagian ke-sembilan dalam metode *section technique* pada Penyulang Kolonel Sugiono. Bagian dari penyulang Kolonel Sugiono yang termasuk dalam *section 9* adalah yang diberi tanda garis merah pada gambar 4.11 berikut ini :



Gambar 4.11 Penyulang Kolonel Sugiono section 9

Section 9 terdiri dari dua buah *sectionalizer*, dua buah *Cut Out*, 25 *line*, dan 16 buah trafo distribusi. Setiap peralatan akan ditampilkan daftar mode kegagalan ketika mengalami gangguan, setelah itu ditentukan rata-rata waktu pemulihan yang terdiri dari waktu pemadaman dan waktu pemindahan, kemudian akan dihitung dan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan distribusi pada *section 9* dan dihitung pula durasi waktu setiap peralatan pada *section 9* selama satu tahun berdasarkan SPLN No 59 : 1985, dan yang terakhir akan dihitung serta ditampilkan nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI peralatan distribusi pada *section 9* Penyulang Kolonel Sugiono.

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 9* mengalami gangguan. Contohnya gangguan yang disebabkan oleh *line 197* akan mengakibatkan

sebagian *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono akan mengalami waktu pemadaman atau *repair time* dan sebagian lagi akan mengalami waktu pemindahan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, maka dapat diasumsikan semua peralatan distribusi yang ada pada *section 9* selain trafo distribusi memiliki waktu pemulihan yang sama. Karena trafo distribusi adalah *load point* maka pengaruhnya hanya pada *load point* tersebut. Berikut ini adalah daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 9* yang ditampilkan pada tabel 4.38 :

Tabel 4.38 Daftar mode kegagalan peralatan section 9

No	Nama Peralatan	Waktu Pemulihan Sistem	
		Waktu pemadaman LP	Waktu pemindahan LP
1	<i>Sectionalizer 13</i>	<i>Load Point LP121 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP120</i>
2	<i>Sectionalizer 14</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
3	<i>CO9</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
4	<i>CO10</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
5	<i>Line 197</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
6	<i>Line 198</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
7	<i>Line 199</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
8	<i>Line 200</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
9	<i>Line 201</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
10	<i>Line 202</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
11	<i>Line 203</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
12	<i>Line 204</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
13	<i>Line 205</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
14	<i>Line 206</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
15	<i>Line 207</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
16	<i>Line 208</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
17	<i>Line 209</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
18	<i>Line 210</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
19	<i>Line 211</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
20	<i>Line 212</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
21	<i>Line 213</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
22	<i>Line 214</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
23	<i>Line 215</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
24	<i>Line 216</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
25	<i>Line 217</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
26	<i>Line 218</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
27	<i>Line 219</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
28	<i>Line 220</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
29	<i>Line 221</i>	<i>Load Point LP130 - LP145</i>	<i>Load Point LP1 - LP129</i>
30	<i>Transformer 130</i>	<i>Load Point LP130</i>	-
31	<i>Transformer 131</i>	<i>Load Point LP131</i>	-

32	Transformer 132	Load Point LP132	-
33	Transformer 133	Load Point LP133	-
34	Transformer 134	Load Point LP134	-
35	Transformer 135	Load Point LP135	-
36	Transformer 136	Load Point LP136	-
37	Transformer 137	Load Point LP137	-
38	Transformer 138	Load Point LP138	-
39	Transformer 139	Load Point LP139	-
40	Transformer 140	Load Point LP140	-
41	Transformer 141	Load Point LP141	-
42	Transformer 142	Load Point LP142	-
43	Transformer 143	Load Point LP143	-
44	Transformer 144	Load Point LP144	-
45	Transformer 145	Load Point LP145	-

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 9* sesuai dengan SPLN 59. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Pada tabel 4.39 Berikut ini akan ditampilkan frekuensi kegagalan setiap peralatan pada *section 9* :

Tabel 4.39 Nilai Frekuensi kegagalan (λ) peralatan *section 9* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang tiap <i>line</i> (km)	Frekuensi kegagalan (λ)
		(kali/km/tahun atau kali/unit/tahun)		(kali kegagalan/tahun)
1	Sectionalizer 13	0,003	-	0,0030
2	Sectionalizer 14	0,003	-	0,0030
3	CO9	0,003	-	0,0030
4	CO10	0,003	-	0,0030
5	Line 197	0,200	0,300	0,0600
6	Line 198	0,200	0,229	0,0458
7	Line 199	0,200	0,052	0,0104
8	Line 200	0,200	1,095	0,2190
9	Line 201	0,200	0,671	0,1342
10	Line 202	0,200	0,106	0,0212
11	Line 203	0,200	0,288	0,0576
12	Line 204	0,200	0,734	0,1468
13	Line 205	0,200	0,049	0,0098
14	Line 206	0,200	0,058	0,0116
15	Line 207	0,200	0,287	0,0574
16	Line 208	0,200	0,542	0,1084
17	Line 209	0,200	0,758	0,1516
18	Line 210	0,200	0,418	0,0836
19	Line 211	0,200	0,144	0,0288
20	Line 212	0,200	0,417	0,0834

21	Line 213	0,200	1,243	0,2486
22	Line 214	0,200	0,211	0,0422
23	Line 215	0,200	0,786	0,1572
24	Line 216	0,200	1,247	0,2494
25	Line 217	0,200	1,169	0,2338
26	Line 218	0,200	0,950	0,1900
27	Line 219	0,200	1,205	0,2410
28	Line 220	0,200	0,267	0,0534
29	Line 221	0,200	0,684	0,1368
30	Transformer 130	0,005	-	0,0050
31	Transformer 131	0,005	-	0,0050
32	Transformer 132	0,005	-	0,0050
33	Transformer 133	0,005	-	0,0050
34	Transformer 134	0,005	-	0,0050
35	Transformer 135	0,005	-	0,0050
36	Transformer 136	0,005	-	0,0050
37	Transformer 137	0,005	-	0,0050
38	Transformer 138	0,005	-	0,0050
39	Transformer 139	0,005	-	0,0050
40	Transformer 140	0,005	-	0,0050
41	Transformer 141	0,005	-	0,0050
42	Transformer 142	0,005	-	0,0050
43	Transformer 143	0,005	-	0,0050
44	Transformer 144	0,005	-	0,0050
45	Transformer 145	0,005	-	0,0050

Selanjutnya menentukan waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap peralatan pada *section 9* sesuai dengan standar SPLN 59 :1985. Contohnya, gangguan yang disebabkan oleh *line 197* akan menyebabkan 16 *load point* pada penyulang Kolonel Sugiono mengalami pemadaman sehingga mengalami waktu pemadaman dan 129 *load point* yang lain mendapat waktu pemindahan. Waktu pemulihan dapat dihitung dengan mencari rata-rata waktu pemadaman dan waktu pemindahan setiap *load point*. Khusus untuk trafo distribusi, waktu pemadaman sama dengan waktu pemulihan. Untuk menghitung durasi gangguan sesuai dengan persamaan (2.1) pada bab II. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemulihan dan durasi gangguan untuk *line 197* :

$$r = \frac{3,66 \times 16 + 0,15 \times 129}{145} = 0,537310345 \text{ jam/gangguan}$$

$$U = r \times \lambda = 0,537310345 \times 0,06 = 0,032238621 \text{ jam/tahun}$$

Pada tabel 4.40 berikut ini adalah nilai waktu pemulihan dan durasi gangguan pada *section 9*:

Tabel 4.40 Durasi gangguan (U) peralatan section 9 standar SPLN

No	Nama Peralatan	Waktu pemadaman (jam/gangguan)	Waktu pemindahan (jam/gangguan)	Waktu pemulihan (r) (jam/gangguan)	Durasi Gangguan (U) (jam /tahun)
1	Sectionalizer 13	10,66	0,15	1,962068966	0,005886207
2	Sectionalizer 14	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
3	CO9	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
4	CO10	10,66	0,15	1,309724138	0,003929172
5	Line 197	3,66	0,15	0,537310345	0,032238621
6	Line 198	3,66	0,15	0,537310345	0,024608814
7	Line 199	3,66	0,15	0,537310345	0,005588028
8	Line 200	3,66	0,15	0,537310345	0,117670966
9	Line 201	3,66	0,15	0,537310345	0,072107048
10	Line 202	3,66	0,15	0,537310345	0,011390979
11	Line 203	3,66	0,15	0,537310345	0,030949076
12	Line 204	3,66	0,15	0,537310345	0,078877159
13	Line 205	3,66	0,15	0,537310345	0,005265641
14	Line 206	3,66	0,15	0,537310345	0,00623280
15	Line 207	3,66	0,15	0,537310345	0,030841614
16	Line 208	3,66	0,15	0,537310345	0,058244441
17	Line 209	3,66	0,15	0,537310345	0,081456248
18	Line 210	3,66	0,15	0,537310345	0,044919145
19	Line 211	3,66	0,15	0,537310345	0,015474538
20	Line 212	3,66	0,15	0,537310345	0,044811683
21	Line 213	3,66	0,15	0,537310345	0,133575352
22	Line 214	3,66	0,15	0,537310345	0,022674497
23	Line 215	3,66	0,15	0,537310345	0,084465186
24	Line 216	3,66	0,15	0,537310345	0,134005200
25	Line 217	3,66	0,15	0,537310345	0,125623159
26	Line 218	3,66	0,15	0,537310345	0,102088966
27	Line 219	3,66	0,15	0,537310345	0,129491793
28	Line 220	3,66	0,15	0,537310345	0,028692372
29	Line 221	3,66	0,15	0,537310345	0,073504055
30	Transformer 130	10	0,15	10	0,05
31	Transformer 131	10	0,15	10	0,05
32	Transformer 132	10	0,15	10	0,05
33	Transformer 133	10	0,15	10	0,05
34	Transformer 134	10	0,15	10	0,05
35	Transformer 135	10	0,15	10	0,05
36	Transformer 136	10	0,15	10	0,05
37	Transformer 137	10	0,15	10	0,05
38	Transformer 138	10	0,15	10	0,05
39	Transformer 139	10	0,15	10	0,05
40	Transformer 140	10	0,15	10	0,05
41	Transformer 141	10	0,15	10	0,05

42	Transformer 142	10	0,15	10	0,05
43	Transformer 143	10	0,15	10	0,05
44	Transformer 144	10	0,15	10	0,05
45	Transformer 145	10	0,15	10	0,05

Selanjutnya akan dihitung nilai indeks keandalan SAIFI dan SAIDI setiap peralatan pada *section 9* berdasarkan *load point* sesuai persamaan (2.2) dan (2.3) pada bab II. Untuk mendapatkan nilai SAIFI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen pada tiap *load point* dengan frekuensi gangguan (λ) kemudian membaginya dengan total pelanggan yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Untuk mendapatkan nilai SAIDI adalah dengan mengkalikan jumlah konsumen setiap *load point* dengan durasi gangguan (U) kemudian membaginya dengan total konsumen yang ada pada penyulang Kolonel Sugiono. Contoh perhitungan untuk nilai SAIFI dan SAIDI pada *section 9* dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{SAIFI T130} = \frac{\sum N_{LP130} \times \lambda_{LP130}}{N} = \frac{499 \times 0,005}{40659} = 6,1364 \times 10^{-5} \text{ kali /tahun}$$

$$\text{SAIDI T130} = \frac{\sum N_{LP130} \times U_{LP130}}{N} = \frac{499 \times 0,05}{40659} = 6,1364 \times 10^{-4} \text{ jam/tahun}$$

Untuk tabel indeks keandalan *section 9* menggunakan standar SPLN dapat dilihat pada tabel 4.41 berikut ini :

Tabel 4.41 Indeks keandalan peralatan *section 9* standar SPLN

No	Nama Peralatan	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
		SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 13	0,000151037	0,000279294
2	Sectionalizer 14	0,000337859	0,000444241
3	CO9	0,000337859	0,000444241
4	CO10	0,000337859	0,000444241
5	Line 197	0,006757176	0,003644973
6	Line 198	0,005157977	0,002782329
7	Line 199	0,001171244	0,000631795
8	Line 200	0,024663691	0,013304150
9	Line 201	0,015113549	0,008152589
10	Line 202	0,002387535	0,001287890
11	Line 203	0,006486889	0,003499174
12	Line 204	0,016532556	0,008918033
13	Line 205	0,001103672	0,000595346
14	Line 206	0,001306387	0,000704695
15	Line 207	0,006464365	0,003487024
16	Line 208	0,012207964	0,006585250
17	Line 209	0,017073130	0,009209631

18	Line 210	0,009414998	0,005078662
19	Line 211	0,003243444	0,001749587
20	Line 212	0,009392474	0,005066512
21	Line 213	0,027997231	0,015102336
22	Line 214	0,004752547	0,002563631
23	Line 215	0,017703800	0,009549828
24	Line 216	0,028087326	0,015150936
25	Line 217	0,026330461	0,014203243
26	Line 218	0,021397723	0,011542413
27	Line 219	0,027141322	0,014640640
28	Line 220	0,006013886	0,003244026
29	Line 221	0,015406360	0,008310537
30	Transformer 130	$6,1364 \times 10^{-5}$	0,000613640
31	Transformer 131	$1,52488 \times 10^{-5}$	0,000152488
32	Transformer 132	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
33	Transformer 133	$1,57407 \times 10^{-5}$	0,000157407
34	Transformer 134	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
35	Transformer 135	$6,07492 \times 10^{-5}$	0,000607492
36	Transformer 136	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	Transformer 137	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
38	Transformer 138	$3,38179 \times 10^{-5}$	0,000338179
39	Transformer 139	$5,98883 \times 10^{-5}$	0,000598883
40	Transformer 140	$1,22974 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
41	Transformer 141	$1,8692 \times 10^{-5}$	0,00018692
42	Transformer 142	$8,43602 \times 10^{-5}$	0,000843602
43	Transformer 143	$5,84127 \times 10^{-5}$	0,000584127
44	Transformer 144	$6,54222 \times 10^{-5}$	0,000654222
45	Transformer 145	$9,10008 \times 10^{-5}$	0,000910008
TOTAL		0,31503763	0,17627036

Pada *section* 9 ini diperoleh nilai indeks keandalan untuk SAIFI adalah 0,3150376 kali per tahun dan untuk SAIDI adalah 0,17627036 jam per tahun. Karena penyulang Kolonel Sugiono terbagi menjadi 9 *section*, maka perhitungan hanya sampai pada *section* ini.

4.2.1.10 Indeks Keandalan Penyulang Kolonel Sugiono Standar SPLN 59 : 1985

Nilai indeks keandalan Penyulang Kolonel Sugiono dihitung dengan menjumlahkan indeks keandalan setiap *section* pada penyulang Kolonel Sugiono. Setelah memperoleh indeks SAIFI dan SAIDI, nilai CAIDI dapat diperoleh pula. Pada tabel 4.42 berikut ini adalah nilai indeks keandalan setiap *section* dengan standar SPLN 59 :

Tabel 4.42 Indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono standar SPLN

No	Section	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	Section 1	1,038453651	3,873976511
2	Section 2	2,365055404	7,996721044
3	Section 3	0,344630891	0,662488261
4	Section 4	0,141127017	0,068845738
5	Section 5	0,217687813	0,169062367
6	Section 6	0,257777983	0,254738064
7	Section 7	0,507197845	0,282410284
8	Section 8	0,076543368	0,065470295
9	Section 9	0,31503763	0,17627036
Total		5,263511603	13,54998292

Setelah memperoleh indeks keandalan SAIFI dan SAIDI, indeks keandalan CAIDI dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.5) pada bab II . Berikut ini adalah perhitungan untuk nilai CAIDI :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{13,54998292}{5,263511603} = 2,574324 \text{ jam/gangguan}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 sebelum dilakukan perubahan jaringan adalah untuk SAIFI sebesar 5,263511603 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 13,54998292 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 2,574324 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan standar SPLN 68-2 : 1986 yaitu SAIFI adalah 12 kali/tahun dan SAIDI adalah 63,8 jam/tahun maka nilai indeks keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono sudah memenuhi standar PLN. Akan tetapi nilai ini masih jauh dari Target PLN berdasarkan *world Class Service* yaitu SAIFI adalah 3,77 kali/tahun dan SAIDI adalah 3,33 jam/tahun.

4.2.2 Berdasarkan Standar ANSI/IEEE std 439-1980

Selain melakukan perhitungan dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985, juga akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan standar dari ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk metode yang digunakan sama dengan metode sebelumnya yaitu metode *section technique* dan obyek yang digunakan juga sama yaitu penyulang Kolonel Sugiono. Yang membedakan pada perhitungan ini adalah nilai frekuensi kegagalan dan waktu perbaikan setiap peralatan yang disesuaikan dengan ANSI/IEEE std 439-1980 yang dapat dilihat pada tabel 2.2 pada bab II.

4.2.2.1 Section 1

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section* 1 penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.3 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section* 1 mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section* 1 sama seperti pada tabel 4.6 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section* 1 sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada tiap *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.42 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section* 1 dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.43 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 1 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r) (jam)
				(kali gangguan/tahun)	
1	<i>Circuit Breaker</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 1</i>	0,014	-	0,014	4
3	<i>Sectionalizer 2</i>	0,014	-	0,014	4
4	<i>Line 1</i>	0,16	1,106001	0,17696016	4
5	<i>Line 2</i>	0,16	0,183195	0,02931120	4
6	<i>Line 3</i>	0,16	0,096876	0,01550016	4
7	<i>Line 4</i>	0,16	0,258336	0,04133376	4
8	<i>Line 5</i>	0,16	0,246537	0,03944592	4
9	<i>Line 6</i>	0,16	0,170154	0,02722464	4
10	<i>Line 7</i>	0,16	0,160218	0,02563488	4
11	<i>Line 8</i>	0,16	0,058374	0,00933984	4
12	<i>Line 9</i>	0,16	0,104949	0,01679184	4
13	<i>Line 10</i>	0,16	0,024840	0,00397440	4
14	<i>Line 11</i>	0,16	0,028566	0,00457056	4

15	Line 12	0,16	0,036018	0,00576288	4
16	Line 13	0,16	0,031050	0,00496800	4
17	Line 14	0,16	0,014904	0,00238464	4
18	Line 15	0,16	0,016146	0,00258336	4
19	Line 16	0,16	0,059616	0,00953856	4
20	Line 17	0,16	0,040365	0,00645840	4
21	Line 18	0,16	0,018630	0,00298080	4
22	Line 19	0,16	0,155250	0,02484000	4
23	Line 20	0,16	0,118611	0,01897776	4
24	Line 21	0,16	0,231633	0,03706128	4
25	Line 22	0,16	0,031671	0,00506736	4
26	Transformer 1	0,01	-	0,01	5
27	Transformer 2	0,01	-	0,01	5
28	Transformer 3	0,01	-	0,01	5
29	Transformer 4	0,01	-	0,01	5
30	Transformer 5	0,01	-	0,01	5
31	Transformer 6	0,01	-	0,01	5
32	Transformer 7	0,01	-	0,01	5
33	Transformer 8	0,01	-	0,01	5
34	Transformer 9	0,01	-	0,01	5
35	Transformer 10	0,01	-	0,01	5
36	Transformer 11	0,01	-	0,01	5
37	Transformer 12	0,01	-	0,01	5
38	Transformer 13	0,01	-	0,01	5
39	Transformer 14	0,01	-	0,01	5

Pada tabel 4.44 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section 1* dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.44 Indeks keandalan peralatan *section 1* ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Circuit Breaker	0,014	0,056	0,014	0,056
2	Sectionalizer 1	0,014	0,056	0,014	0,056
3	Sectionalizer 2	0,014	0,056	0,014	0,056
4	Line 1	0,17696016	0,70784064	0,17696016	0,70784064
5	Line 2	0,02931120	0,11724480	0,02931120	0,11724480
6	Line 3	0,01550016	0,06200064	0,01550016	0,06200064
7	Line 4	0,04133376	0,16533504	0,04133376	0,16533504
8	Line 5	0,03944592	0,15778368	0,03944592	0,15778368
9	Line 6	0,02722464	0,10889856	0,02722464	0,10889856
10	Line 7	0,02563488	0,10253952	0,02563488	0,10253952
11	Line 8	0,00933984	0,03735936	0,00933984	0,03735936
12	Line 9	0,01679184	0,06716736	0,01679184	0,06716736
13	Line 10	0,00397440	0,01589760	0,00397440	0,01589760

14	Line 11	0,00457056	0,01828224	0,00457056	0,01828224
15	Line 12	0,00576288	0,02305152	0,00576288	0,02305152
16	Line 13	0,00496800	0,01987200	0,00496800	0,01987200
17	Line 14	0,00238464	0,00953856	0,00238464	0,00953856
18	Line 15	0,00258336	0,01033344	0,00258336	0,01033344
19	Line 16	0,00953856	0,03815424	0,00953856	0,03815424
20	Line 17	0,00645840	0,02583360	0,00645840	0,02583360
21	Line 18	0,00298080	0,01192320	0,00298080	0,01192320
22	Line 19	0,02484000	0,09936000	0,02484000	0,09936000
23	Line 20	0,01897776	0,07591104	0,01897776	0,07591104
24	Line 21	0,03706128	0,14824512	0,03706128	0,14824512
25	Line 22	0,00506736	0,02026944	0,00506736	0,02026944
26	Transformer 1	0,01	0,05	$6,22248 \times 10^{-5}$	0,000311124
27	Transformer 2	0,01	0,05	0,000166015	0,000830075
28	Transformer 3	0,01	0,05	$7,52601 \times 10^{-5}$	0,000376300
29	Transformer 4	0,01	0,05	$4,91896 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
30	Transformer 5	0,01	0,05	0,000102068	0,000510342
31	Transformer 6	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
32	Transformer 7	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
33	Transformer 8	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
34	Transformer 9	0,01	0,05	$5,46005 \times 10^{-5}$	0,000273002
35	Transformer 10	0,01	0,05	0,000126909	0,000634546
36	Transformer 11	0,01	0,05	$7,62439 \times 10^{-5}$	0,000381219
37	Transformer 12	0,01	0,05	0,000119777	0,000598883
38	Transformer 13	0,01	0,05	0,000122728	0,000613640
39	Transformer 14	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
TOTAL				0,553617702	2,215378111

4.2.2.2 Section 2

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 2* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.4 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 2* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 2* sama seperti pada tabel 4.10 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 2* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral*

tap. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.45 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 2* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.45 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 2 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r) (jam)
				(kali gangguan/tahun)	
1	<i>Sectionalizer 2</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 3</i>	0,014	-	0,014	4
3	<i>Sectionalizer 4</i>	0,014	-	0,014	4
4	CO 1	0,009	-	0,009	2
5	CO 2	0,009	-	0,009	2
6	CO 3	0,009	-	0,009	2
7	<i>Recloser 1</i>	0,015	-	0,015	4
8	<i>Line 23</i>	0,160	0,122337	0,01957392	4
9	<i>Line 24</i>	0,160	0,131031	0,02096496	4
10	<i>Line 25</i>	0,160	0,094392	0,01510272	4
11	<i>Line 26</i>	0,1600	0,236601	0,03785616	4
12	<i>Line 27</i>	0,160	0,031671	0,00506736	4
13	<i>Line 28</i>	0,160	0,214245	0,03427920	4
14	<i>Line 29</i>	0,160	0,20493	0,03278880	4
15	<i>Line 30</i>	0,160	0,227286	0,03636576	4
16	<i>Line 31</i>	0,160	0,122337	0,01957392	4
17	<i>Line 32</i>	0,160	0,022356	0,00357696	4
18	<i>Line 33</i>	0,160	0,031671	0,00506736	4
19	<i>Line 34</i>	0,160	0,070794	0,01132704	4
20	<i>Line 35</i>	0,160	0,426006	0,06816096	4
21	<i>Line 36</i>	0,160	0,104328	0,01669248	4
22	<i>Line 37</i>	0,160	0,096876	0,01550016	4
23	<i>Line 38</i>	0,160	0,388125	0,06210000	4
24	<i>Line 39</i>	0,160	0,226665	0,03626640	4
25	<i>Line 40</i>	0,160	0,056511	0,00904176	4
26	<i>Line 41</i>	0,160	0,214245	0,03427920	4
27	<i>Line 42</i>	0,100	0,114264	0,01142640	4
28	<i>Line 43</i>	0,160	0,107433	0,01718928	4
29	<i>Line 44</i>	0,100	0,183816	0,01838160	4
30	<i>Line 45</i>	0,160	0,268272	0,04292352	4
31	<i>Line 46</i>	0,160	0,2484	0,03974400	4

32	<i>Line 47</i>	0,160	0,031671	0,00506736	4
33	<i>Line 48</i>	0,160	0,137241	0,02195856	4
34	<i>Line 49</i>	0,160	0,08694	0,01391040	4
35	<i>Line 50</i>	0,100	0,101223	0,01012230	4
36	<i>Line 51</i>	0,160	0,054648	0,00874368	4
37	<i>Line 52</i>	0,160	0,326646	0,05226336	4
38	<i>Line 53</i>	0,160	0,057753	0,00924048	4
39	<i>Line 54</i>	0,160	0,022977	0,00367632	4
40	<i>Line 55</i>	0,160	0,235359	0,03765744	4
41	<i>Line 56</i>	0,160	0,075762	0,01212192	4
42	<i>Line 57</i>	0,160	0,021735	0,00347760	4
43	<i>Line 58</i>	0,160	0,038502	0,00616032	4
44	<i>Line 59</i>	0,160	0,129789	0,02076624	4
45	<i>Line 60</i>	0,160	0,078246	0,01251936	4
46	<i>Line 61</i>	0,160	0,36018	0,05762880	4
47	<i>Line 62</i>	0,160	0,356454	0,05703264	4
48	<i>Line 63</i>	0,160	0,481896	0,07710336	4
49	<i>Line 64</i>	0,160	0,135378	0,02166048	4
50	<i>Line 65</i>	0,160	0,333477	0,05335632	4
51	<i>Line 66</i>	0,160	0,075762	0,01212192	4
52	<i>Line 67</i>	0,160	0,427869	0,06845904	4
53	<i>Line 68</i>	0,160	0,020493	0,00327888	4
54	<i>Line 69</i>	0,160	0,1863	0,02980800	4
55	<i>Line 70</i>	0,160	0,214866	0,03437856	4
56	<i>Line 71</i>	0,160	0,036018	0,00576288	4
57	<i>Line 72</i>	0,160	0,027945	0,00447120	4
58	<i>Transformer 15</i>	0,010	-	0,01	5
59	<i>Transformer 16</i>	0,010	-	0,01	5
60	<i>Transformer 17</i>	0,010	-	0,01	5
61	<i>Transformer 18</i>	0,010	-	0,01	5
62	<i>Transformer 19</i>	0,010	-	0,01	5
63	<i>Transformer 20</i>	0,010	-	0,01	5
64	<i>Transformer 21</i>	0,010	-	0,01	5
65	<i>Transformer 22</i>	0,010	-	0,01	5
66	<i>Transformer 23</i>	0,010	-	0,01	5
67	<i>Transformer 24</i>	0,010	-	0,01	5
68	<i>Transformer 25</i>	0,010	-	0,01	5
69	<i>Transformer 26</i>	0,010	-	0,01	5
70	<i>Transformer 27</i>	0,010	-	0,01	5
71	<i>Transformer 28</i>	0,010	-	0,01	5
72	<i>Transformer 29</i>	0,010	-	0,01	5
73	<i>Transformer 30</i>	0,010	-	0,01	5
74	<i>Transformer 31</i>	0,010	-	0,01	5
75	<i>Transformer 32</i>	0,010	-	0,01	5
76	<i>Transformer 33</i>	0,010	-	0,01	5

77	Transformer 34	0,010	-	0,01	5
78	Transformer 35	0,010	-	0,01	5
79	Transformer 36	0,010	-	0,01	5
80	Transformer 37	0,010	-	0,01	5
81	Transformer 38	0,010	-	0,01	5
82	Transformer 39	0,010	-	0,01	5
83	Transformer 40	0,010	-	0,01	5
84	Transformer 41	0,010	-	0,01	5
85	Transformer 42	0,010	-	0,01	5
86	Transformer 43	0,010	-	0,01	5
87	Transformer 44	0,010	-	0,01	5
88	Transformer 45	0,010	-	0,01	5
89	Transformer 46	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.46 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section 2* dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.46 Indeks keandalan peralatan *section 2* ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 2	0,014	0,056	0,014	0,056
2	Sectionalizer 3	0,014	0,050795862	0,012729777	0,046187142
3	Sectionalizer 4	0,014	0,050795862	0,012729777	0,046187142
4	CO 1	0,009	0,016392414	0,008183428	0,014905126
5	CO 2	0,009	0,016392414	0,008183428	0,014905126
6	CO 3	0,009	0,016392414	0,008183428	0,014905126
7	Recloser 1	0,015	0,054424138	0,013639047	0,049486224
8	Line 23	0,01957392	0,071019581	0,017797974	0,064575959
9	Line 24	0,02096496	0,076066658	0,019062805	0,069165114
10	Line 25	0,01510272	0,054796834	0,013732447	0,049825106
11	Line 26	0,03785616	0,137352592	0,034421462	0,124890561
12	Line 27	0,00506736	0,018385780	0,004607597	0,016717634
13	Line 28	0,03427920	0,124374394	0,031169041	0,113089878
14	Line 29	0,03278880	0,118966812	0,029813865	0,108172927
15	Line 30	0,03636576	0,131945009	0,033066287	0,11997361
16	Line 31	0,01957392	0,071019581	0,017797974	0,064575959
17	Line 32	0,00357696	0,012978198	0,003252422	0,011800683
18	Line 33	0,00506736	0,018385780	0,004607597	0,016717634
19	Line 34	0,01132704	0,041097626	0,010299335	0,037368829
20	Line 35	0,06816096	0,247306766	0,061976701	0,224868569
21	Line 36	0,01669248	0,060564922	0,015177968	0,055069854
22	Line 37	0,01550016	0,056238856	0,014093827	0,051136293
23	Line 38	0,06210000	0,225315931	0,056465653	0,204872967
24	Line 39	0,03626640	0,131584504	0,032975942	0,119645813
25	Line 40	0,00904176	0,032806000	0,008221399	0,029829504

26	<i>Line 41</i>	0,03427920	0,124374394	0,031169041	0,113089878
27	<i>Line 42</i>	0,01142640	0,041458131	0,01038968	0,037696626
28	<i>Line 43</i>	0,01718928	0,062367450	0,015629693	0,056708837
29	<i>Line 44</i>	0,01838160	0,066693516	0,016713833	0,060642398
30	<i>Line 45</i>	0,04292352	0,155738372	0,03902906	0,141608195
31	<i>Line 46</i>	0,03974400	0,144202196	0,036138018	0,131118699
32	<i>Line 47</i>	0,00506736	0,018385780	0,004607597	0,016717634
33	<i>Line 48</i>	0,02195856	0,079671713	0,019966255	0,072443081
34	<i>Line 49</i>	0,01391040	0,050470769	0,012648306	0,045891545
35	<i>Line 50</i>	0,01012230	0,036726497	0,009203901	0,033394294
36	<i>Line 51</i>	0,00874368	0,031724483	0,007950364	0,028846114
37	<i>Line 52</i>	0,05226336	0,189625888	0,047521494	0,172421089
38	<i>Line 53</i>	0,00924048	0,033527011	0,008402089	0,030485098
39	<i>Line 54</i>	0,00367632	0,013338703	0,003342767	0,01212848
40	<i>Line 55</i>	0,03765744	0,136631581	0,034240772	0,124234967
41	<i>Line 56</i>	0,01212192	0,043981670	0,011022096	0,039991203
42	<i>Line 57</i>	0,00347760	0,012617692	0,003162077	0,011472886
43	<i>Line 58</i>	0,00616032	0,022351340	0,005601393	0,020323398
44	<i>Line 59</i>	0,02076624	0,075345647	0,018882114	0,06850952
45	<i>Line 60</i>	0,01251936	0,045423692	0,011383476	0,04130239
46	<i>Line 61</i>	0,05762880	0,209093184	0,052400126	0,190122113
47	<i>Line 62</i>	0,05703264	0,206930151	0,051858056	0,188155333
48	<i>Line 63</i>	0,07710336	0,279752260	0,070107755	0,254370276
49	<i>Line 64</i>	0,02166048	0,078590197	0,01969522	0,071459691
50	<i>Line 65</i>	0,05335632	0,193591448	0,048515289	0,176026853
51	<i>Line 66</i>	0,01212192	0,043981670	0,011022096	0,039991203
52	<i>Line 67</i>	0,06845904	0,248388282	0,062247736	0,225851959
53	<i>Line 68</i>	0,00327888	0,011896681	0,002981386	0,010817293
54	<i>Line 69</i>	0,02980800	0,108151647	0,027103514	0,098339024
55	<i>Line 70</i>	0,03437856	0,124734899	0,031259386	0,113417675
56	<i>Line 71</i>	0,00576288	0,020909318	0,005240013	0,019012211
57	<i>Line 72</i>	0,0044712	0,016222747	0,004065527	0,014750854
58	<i>Transformer 15</i>	0,01	0,05	$8,70976 \times 10^{-5}$	0,000395976
59	<i>Transformer 16</i>	0,01	0,05	$4,40898 \times 10^{-5}$	0,000200448
60	<i>Transformer 17</i>	0,01	0,05	$7,19502 \times 10^{-5}$	0,000327111
61	<i>Transformer 18</i>	0,01	0,05	0,000200162	0,000910008
62	<i>Transformer 19</i>	0,01	0,05	$7,7901 \times 10^{-5}$	0,000354165
63	<i>Transformer 20</i>	0,01	0,05	$8,35813 \times 10^{-5}$	0,00037999
64	<i>Transformer 21</i>	0,01	0,05	$5,40979 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-7}$
65	<i>Transformer 22</i>	0,01	0,05	$4,76062 \times 10^{-5}$	0,000216434
66	<i>Transformer 23</i>	0,01	0,05	$8,06059 \times 10^{-5}$	0,000366463
67	<i>Transformer 24</i>	0,01	0,05	$4,35488 \times 10^{-5}$	0,000197988
68	<i>Transformer 25</i>	0,01	0,05	0,000175548	0,000798101
69	<i>Transformer 26</i>	0,01	0,05	$8,19583 \times 10^{-5}$	0,000372611
70	<i>Transformer 27</i>	0,01	0,05	$5,92372 \times 10^{-5}$	0,000269313

71	Transformer 28	0,01	0,05	$3,16473 \times 10^{-5}$	0,00014388
72	Transformer 29	0,01	0,05	$1,29835 \times 10^{-5}$	$5,90275 \times 10^{-5}$
73	Transformer 30	0,01	0,05	0,000101704	0,000462382
74	Transformer 31	0,01	0,05	$1,43359 \times 10^{-5}$	$6,51762 \times 10^{-5}$
75	Transformer 32	0,01	0,05	$6,38355 \times 10^{-5}$	0,000290219
76	Transformer 33	0,01	0,05	$6,14011 \times 10^{-5}$	0,000279151
77	Transformer 34	0,01	0,05	$9,1155 \times 10^{-5}$	0,000414422
78	Transformer 35	0,01	0,05	$2,7049 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
79	Transformer 36	0,01	0,05	$2,7049 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
80	Transformer 37	0,01	0,05	0,000172031	0,000782115
81	Transformer 38	0,01	0,05	$8,35813 \times 10^{-5}$	0,00037999
82	Transformer 39	0,01	0,05	$4,46308 \times 10^{-5}$	0,000202907
83	Transformer 40	0,01	0,05	$4,40898 \times 10^{-5}$	0,000200448
84	Transformer 41	0,01	0,05	0,000222883	0,001013306
85	Transformer 42	0,01	0,05	$7,38437 \times 10^{-5}$	0,000335719
86	Transformer 43	0,01	0,05	$6,89748 \times 10^{-5}$	0,000313584
87	Transformer 44	0,01	0,05	0,000170408	0,000774736
88	Transformer 45	0,01	0,05	$6,35651 \times 10^{-5}$	0,000288989
89	Transformer 46	0,01	0,05	$7,92534 \times 10^{-5}$	0,000360314
TOTAL				1,222144003	4,397373488

4.2.2.3 Section 3

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 3* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.5 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 3* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 3* sama seperti pada tabel 4.14 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 3* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan $1 \text{ km} = 0,621 \text{ mil}$. Pada tabel 4.47 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan

(λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section* 3 dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.47 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan *section* 3 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang line (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r)
				(kali gangguan/tahun)	(jam)
1	Sectionalizer 4	0,014	-	0,014	4
2	Sectionalizer 5	0,014	-	0,014	4
3	Sectionalizer 6	0,014	-	0,014	4
4	Sectionalizer 8	0,014	-	0,014	4
5	Line 73	0,160	0,290007	0,04640112	4
6	Line 74	0,160	0,227286	0,03636576	4
7	Line 75	0,160	0,022977	0,00367632	4
8	Line 76	0,160	0,417933	0,06686928	4
9	Line 77	0,1600	0,312984	0,05007744	4
10	Line 78	0,160	0,172017	0,02752272	4
11	Line 79	0,160	0,051543	0,00824688	4
12	Line 80	0,160	0,030429	0,00486864	4
13	Line 81	0,160	0,027945	0,00447120	4
14	Line 82	0,100	0,345276	0,03452760	4
15	Line 83	0,100	0,191889	0,01918890	4
16	Line 84	0,100	0,047817	0,00478170	4
17	Line 85	0,100	0,083214	0,00832140	4
18	Line 86	0,100	0,161460	0,01614600	4
19	Line 87	0,100	0,121095	0,01210950	4
20	Transformer 47	0,010	-	0,01	5
21	Transformer 48	0,010	-	0,01	5
22	Transformer 49	0,010	-	0,01	5
23	Transformer 50	0,010	-	0,01	5
24	Transformer 51	0,010	-	0,01	5
25	Transformer 52	0,010	-	0,01	5
26	Transformer 53	0,010	-	0,01	5
27	Transformer 54	0,010	-	0,01	5
28	Transformer 55	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.48 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section* 3 dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.48 Indeks keandalan peralatan *section* 3 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 4	0,014	0,050795862	0,012729777	0,046187142
2	Sectionalizer 5	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322
3	Sectionalizer 6	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322

4	<i>Sectionalizer 8</i>	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322
5	<i>Line 73</i>	0,04640112	0,091970220	0,019436225	0,038523938
6	<i>Line 74</i>	0,03636576	0,072079444	0,015232673	0,030192209
7	<i>Line 75</i>	0,00367632	0,007286720	0,001539915	0,003052218
8	<i>Line 76</i>	0,06686928	0,132539525	0,028009806	0,055517367
9	<i>Line 77</i>	0,05007744	0,099256940	0,020976140	0,041576156
10	<i>Line 78</i>	0,02752272	0,054551929	0,011528553	0,022850388
11	<i>Line 79</i>	0,00824688	0,016345885	0,003454404	0,006846867
12	<i>Line 80</i>	0,00486864	0,009649980	0,002039347	0,004042126
13	<i>Line 81</i>	0,00447120	0,008862227	0,001872870	0,003712157
14	<i>Line 82</i>	0,03452760	0,068436084	0,014462716	0,028666100
15	<i>Line 83</i>	0,01918890	0,038033723	0,008037732	0,015931340
16	<i>Line 84</i>	0,00478170	0,009477659	0,002002930	0,003969945
17	<i>Line 85</i>	0,00832140	0,016493589	0,003485619	0,006908736
18	<i>Line 86</i>	0,01614600	0,032002486	0,006763140	0,013405011
19	<i>Line 87</i>	0,01210950	0,024001864	0,005072355	0,010053758
20	<i>Transformer 47</i>	0,01	0,05	$8,70656 \times 10^{-5}$	0,000435328
21	<i>Transformer 48</i>	0,01	0,05	$9,10008 \times 10^{-5}$	0,000455004
22	<i>Transformer 49</i>	0,01	0,05	$7,32925 \times 10^{-5}$	0,000366463
23	<i>Transformer 50</i>	0,01	0,05	$9,88711 \times 10^{-5}$	0,000494355
24	<i>Transformer 51</i>	0,01	0,05	$5,48464 \times 10^{-5}$	0,000274232
25	<i>Transformer 52</i>	0,01	0,05	0,000101577	0,000507883
26	<i>Transformer 53</i>	0,01	0,05	$8,11628 \times 10^{-6}$	$4,05814 \times 10^{-5}$
27	<i>Transformer 54</i>	0,01	0,05	$7,74736 \times 10^{-5}$	0,000387368
28	<i>Transformer 55</i>	0,01	0,05	0,00011412	0,000570599
TOTAL				0,174943275	0,369837237

4.2.2.4 Section 4

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 4* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.6 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 4* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 4* sama seperti pada tabel 4.18 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 4* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar

akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan $1 \text{ km} = 0,621 \text{ mil}$. Pada tabel 4.49 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 4* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.49 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 4 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r)
				(kali gangguan/tahun)	(jam)
1	<i>Sectionalizer 6</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 7</i>	0,014	-	0,014	4
3	CO 4	0,009	-	0,009	2
4	<i>Line 88</i>	0,160	0,269514	0,04312224	4
5	<i>Line 89</i>	0,160	0,103707	0,01659312	4
6	<i>Line 90</i>	0,160	0,367011	0,05872176	4
7	<i>Line 91</i>	0,160	0,103086	0,01649376	4
8	<i>Line 92</i>	0,160	0,09315	0,01490400	4
9	<i>Line 93</i>	0,160	0,03726	0,00596160	4
10	<i>Line 94</i>	0,100	0,290628	0,02906280	4
11	<i>Line 95</i>	0,100	1,130841	0,11308410	4
12	<i>Line 96</i>	0,160	0,194994	0,03119904	4
13	<i>Line 97</i>	0,160	0,935226	0,14963616	4
14	<i>Line 98</i>	0,160	0,42849	0,06855840	4
15	<i>Line 99</i>	0,160	0,115506	0,01848096	4
16	<i>Line 100</i>	0,160	0,047196	0,00755136	4
17	<i>Line 101</i>	0,100	0,365148	0,03651480	4
18	<i>Line 102</i>	0,100	0,121095	0,01210950	4
19	<i>Line 103</i>	0,100	0,180711	0,01807110	4
20	<i>Line 104</i>	0,100	0,06831	0,00683100	4
21	<i>Transformer 56</i>	0,010	-	0,01	5
22	<i>Transformer 57</i>	0,010	-	0,01	5
23	<i>Transformer 58</i>	0,010	-	0,01	5
24	<i>Transformer 59</i>	0,010	-	0,01	5
25	<i>Transformer 60</i>	0,010	-	0,01	5
26	<i>Transformer 61</i>	0,010	-	0,01	5
27	<i>Transformer 62</i>	0,010	-	0,01	5
28	<i>Transformer 63</i>	0,010	-	0,01	5
29	<i>Transformer 64</i>	0,010	-	0,01	5
30	<i>Transformer 65</i>	0,010	-	0,01	5
31	<i>Transformer 66</i>	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.50 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section* 4 dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.50 Indeks keandalan peralatan *section* 4 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	<i>Sectionalizer</i> 6	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322
2	<i>Sectionalizer</i> 7	0,014	0,006188966	0,001244399	0,00055011
3	CO 4	0,009	0,002613103	0,000799970	0,000232267
4	<i>Line</i> 88	0,04312224	0,019063004	0,003832947	0,001694427
5	<i>Line</i> 89	0,01659312	0,007335303	0,001474890	0,000652003
6	<i>Line</i> 90	0,05872176	0,025959068	0,005219519	0,002307388
7	<i>Line</i> 91	0,01649376	0,007291379	0,001466058	0,000648099
8	<i>Line</i> 92	0,01490400	0,006588596	0,001324751	0,000585631
9	<i>Line</i> 93	0,00596160	0,002635438	0,000529900	0,000234253
10	<i>Line</i> 94	0,02906280	0,012847762	0,002583265	0,001141981
11	<i>Line</i> 95	0,11308410	0,049990971	0,010051549	0,004443478
12	<i>Line</i> 96	0,03119904	0,013792127	0,002773146	0,001225922
13	<i>Line</i> 97	0,14963616	0,066149502	0,013300501	0,005879739
14	<i>Line</i> 98	0,06855840	0,030307541	0,006093855	0,002693904
15	<i>Line</i> 99	0,01848096	0,008169859	0,001642691	0,000726183
16	<i>Line</i> 100	0,00755136	0,003338222	0,000671207	0,00029672
17	<i>Line</i> 101	0,03651480	0,016142060	0,003245640	0,001434797
18	<i>Line</i> 102	0,01210950	0,005353234	0,001076360	0,000475825
19	<i>Line</i> 103	0,01807110	0,007988672	0,001606261	0,000710078
20	<i>Line</i> 104	0,00683100	0,003019773	0,000607178	0,000268414
21	<i>Transformer</i> 56	0,01	0,05	2,45948E-07	1,22974E-06
22	<i>Transformer</i> 57	0,01	0,05	0,000115842	0,000579208
23	<i>Transformer</i> 58	0,01	0,05	0,000109201	0,000546005
24	<i>Transformer</i> 59	0,01	0,05	0,000103298	0,000516491
25	<i>Transformer</i> 60	0,01	0,05	9,96089E-05	0,000498045
26	<i>Transformer</i> 61	0,01	0,05	0,000114366	0,000571829
27	<i>Transformer</i> 62	0,01	0,05	6,09951E-05	0,000304976
28	<i>Transformer</i> 63	0,01	0,05	2,45948E-07	1,22974E-06
29	<i>Transformer</i> 64	0,01	0,05	0,000114366	0,000571829
30	<i>Transformer</i> 65	0,01	0,05	6,91114E-05	0,000345557
31	<i>Transformer</i> 66	0,01	0,05	0,000101577	0,000507883
TOTAL				0,06629718	0,04226882

4.2.2.5 *Section* 5

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section* 5 penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.7 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana

pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 5* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 5* sama seperti pada tabel 4.22 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 5* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.51 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 5* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.51 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 5 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang line (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r)
				(kali gangguan/tahun)	(jam)
1	Sectionalizer 8	0,014	-	0,014	4
2	Sectionalizer 9	0,014	-	0,014	4
3	Line 105	0,100	0,015525	0,00155250	4
4	Line 106	0,100	0,244053	0,02440530	4
5	Line 107	0,160	0,09315	0,01490400	4
6	Line 108	0,160	0,024219	0,00387504	4
7	Line 109	0,160	0,04968	0,00794880	4
8	Line 110	0,160	0,01863	0,00298080	4
9	Line 111	0,160	0,021735	0,00347760	4
10	Line 112	0,100	0,01242	0,00124200	4
11	Line 113	0,100	0,09936	0,00993600	4
12	Line 114	0,160	0,524124	0,08385984	4
13	Line 115	0,160	0,103086	0,01649376	4
14	Line 116	0,160	0,15525	0,02484000	4
15	Line 117	0,160	0,398682	0,06378912	4
16	Line 118	0,160	0,293112	0,04689792	4
17	Line 119	0,160	0,277587	0,04441392	4
18	Line 120	0,160	0,02484	0,00397440	4
19	Line 121	0,160	0,758241	0,12131856	4
20	Line 122	0,160	0,151524	0,02424384	4
21	Line 123	0,160	1,038312	0,16612992	4

22	Line 124	0,160	0,365769	0,05852304	4
23	Line 125	0,160	0,327888	0,05246208	4
24	Line 126	0,160	0,659502	0,10552032	4
25	Line 127	0,100	0,265788	0,02657880	4
26	Line 128	0,100	0,090666	0,00906660	4
27	Line 129	0,100	0,178848	0,01788480	4
28	Line 130	0,100	0,122958	0,01229580	4
29	Line 131	0,160	0,214245	0,03427920	4
30	Line 132	0,100	0,085077	0,00850770	4
31	Line 133	0,100	0,069552	0,00695520	4
32	Line 134	0,160	0,265167	0,04242672	4
33	Line 135	0,100	0,030429	0,00304290	4
34	Transformer 67	0,010	-	0,01	5
35	Transformer 68	0,010	-	0,01	5
36	Transformer 69	0,010	-	0,01	5
37	Transformer 70	0,010	-	0,01	5
38	Transformer 71	0,010	-	0,01	5
39	Transformer 72	0,010	-	0,01	5
40	Transformer 73	0,010	-	0,01	5
41	Transformer 74	0,010	-	0,01	5
42	Transformer 75	0,010	-	0,01	5
43	Transformer 76	0,010	-	0,01	5
44	Transformer 77	0,010	-	0,01	5
45	Transformer 78	0,010	-	0,01	5
46	Transformer 79	0,010	-	0,01	5
47	Transformer 80	0,010	-	0,01	5
48	Transformer 81	0,010	-	0,01	5
49	Transformer 82	0,010	-	0,01	5
50	Transformer 83	0,010	-	0,01	5
51	Transformer 84	0,010	-	0,01	5
52	Transformer 85	0,010	-	0,01	5
53	Transformer 86	0,010	-	0,01	5
54	Transformer 87	0,010	-	0,01	5
55	Transformer 88	0,010	-	0,01	5
56	Transformer 89	0,010	-	0,01	5
57	Transformer 90	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.52 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section* 5 dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.52 Indeks keandalan peralatan *section* 5 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 8	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322
2	Sectionalizer 9	0,014	0,011021379	0,001343220	0,001057439

3	Line 105	0,00155250	0,001222192	0,000148954	0,000117262
4	Line 106	0,02440530	0,019212862	0,002341550	0,001843365
5	Line 107	0,01490400	0,011733046	0,001429954	0,001125719
6	Line 108	0,00387504	0,003050592	0,000371788	0,000292687
7	Line 109	0,00794880	0,006257624	0,000762642	0,000600383
8	Line 110	0,00298080	0,002346609	0,000285991	0,000225144
9	Line 111	0,00347760	0,002737711	0,000333656	0,000262668
10	Line 112	0,00124200	0,000977754	0,000119163	9,38099E-05
11	Line 113	0,00993600	0,007822030	0,000953303	0,000750479
12	Line 114	0,08385984	0,066017936	0,008045875	0,006334046
13	Line 115	0,01649376	0,012984570	0,001582483	0,001245796
14	Line 116	0,02484000	0,019555076	0,002383257	0,001876198
15	Line 117	0,06378912	0,050217435	0,006120204	0,004818078
16	Line 118	0,04689792	0,036919983	0,004499589	0,003542263
17	Line 119	0,04441392	0,034964476	0,004261263	0,003354643
18	Line 120	0,00397440	0,003128812	0,000381321	0,000300192
19	Line 121	0,12131856	0,095506991	0,011639826	0,009163353
20	Line 122	0,02424384	0,019085754	0,002326059	0,001831170
21	Line 123	0,16612992	0,130784347	0,015939222	0,012548015
22	Line 124	0,05852304	0,046071759	0,005614953	0,004420323
23	Line 125	0,05246208	0,041300320	0,005033438	0,003962531
24	Line 126	0,10552032	0,083069962	0,010124075	0,007970091
25	Line 127	0,02657880	0,020923931	0,002550085	0,002007532
26	Line 128	0,00906660	0,007137603	0,000869889	0,000684812
27	Line 129	0,01788480	0,014079655	0,001715945	0,001350863
28	Line 130	0,01229580	0,009679763	0,001179712	0,000928718
29	Line 131	0,03427920	0,026986005	0,003288894	0,002589154
30	Line 132	0,00850770	0,006697613	0,000816265	0,000642598
31	Line 133	0,00695520	0,005475421	0,000667312	0,000525336
32	Line 134	0,04242672	0,033400070	0,004070603	0,003204547
33	Line 135	0,00304290	0,002395497	0,000291949	0,000229834
34	Transformer 67	0,01	0,05	$8,5344 \times 10^{-5}$	0,00042672
35	Transformer 68	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
36	Transformer 69	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	Transformer 70	0,01	0,05	$4,91896 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
38	Transformer 71	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
39	Transformer 72	0,01	0,05	0,000139944	0,000699722
40	Transformer 73	0,01	0,05	$3,3203 \times 10^{-5}$	0,000166015
41	Transformer 74	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
42	Transformer 75	0,01	0,05	$1,35271 \times 10^{-5}$	$6,76357 \times 10^{-5}$
43	Transformer 76	0,01	0,05	0,000130352	0,000651762
44	Transformer 77	0,01	0,05	$4,03355 \times 10^{-5}$	0,000201677
45	Transformer 78	0,01	0,05	$2,13975 \times 10^{-5}$	0,000106987
46	Transformer 79	0,01	0,05	$9,83792 \times 10^{-5}$	0,000491896
47	Transformer 80	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$

48	<i>Transformer</i> 81	0,01	0,05	$3,22192 \times 10^{-5}$	0,000161096
49	<i>Transformer</i> 82	0,01	0,05	$7,47682 \times 10^{-5}$	0,000373841
50	<i>Transformer</i> 83	0,01	0,05	$5,73059 \times 10^{-5}$	0,000286529
51	<i>Transformer</i> 84	0,01	0,05	$5,23869 \times 10^{-5}$	0,000261935
52	<i>Transformer</i> 85	0,01	0,05	$1,72164 \times 10^{-6}$	$8,60818 \times 10^{-6}$
53	<i>Transformer</i> 86	0,01	0,05	$7,13249 \times 10^{-5}$	0,000356625
54	<i>Transformer</i> 87	0,01	0,05	$7,84574 \times 10^{-5}$	0,000392287
55	<i>Transformer</i> 88	0,01	0,05	$2,41029 \times 10^{-5}$	0,000120515
56	<i>Transformer</i> 89	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-6}$	$1,22974 \times 10^{-5}$
57	<i>Transformer</i> 90	0,01	0,05	$4,91896 \times 10^{-7}$	$2,45948 \times 10^{-6}$
TOTAL				0,108316119	0,096319586

4.2.2.6 Section 6

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section* 6 penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.8 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section* 6 mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section* 6 sama seperti pada tabel 4.26 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section* 6 sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan $1 \text{ km} = 0,621 \text{ mil}$. Pada tabel 4.53 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section* 6 dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.53 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 6 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r)
				(kali gangguan/tahun)	(jam)
1	<i>Sectionalizer</i> 3	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer</i> 10	0,014	-	0,014	4
3	<i>Recloser</i> 2	0,005	-	0,005	4

4	Line 136	0,100	0,389367	0,03893670	4
5	Line 137	0,160	0,178227	0,02851632	4
6	Line 138	0,100	0,132894	0,01328940	4
7	Line 139	0,100	0,220455	0,02204550	4
8	Line 140	0,100	0,015525	0,00155250	4
9	Line 141	0,100	0,134136	0,01341360	4
10	Line 142	0,160	0,330993	0,05295888	4
11	Line 143	0,160	0,316710	0,05067360	4
12	Line 144	0,160	0,236601	0,03785616	4
13	Line 145	0,160	0,629694	0,10075104	4
14	Line 146	0,160	0,247158	0,03954528	4
15	Line 147	0,160	0,724086	0,11585376	4
16	Line 148	0,160	0,139104	0,02225664	4
17	Line 149	0,160	0,340308	0,05444928	4
18	Line 150	0,160	0,569457	0,09111312	4
19	Line 151	0,160	0,353349	0,05653584	4
20	Line 152	0,160	0,471960	0,07551360	4
21	Line 153	0,160	0,211140	0,03378240	4
22	Line 154	0,160	0,507357	0,08117712	4
23	Line 155	0,160	0,362043	0,05792688	4
24	Line 156	0,160	0,336582	0,05385312	4
25	Transformer 91	0,010	-	0,01	5
26	Transformer 92	0,010	-	0,01	5
27	Transformer 93	0,010	-	0,01	5
28	Transformer 94	0,010	-	0,01	5
29	Transformer 95	0,010	-	0,01	5
30	Transformer 96	0,010	-	0,01	5
31	Transformer 97	0,010	-	0,01	5
32	Transformer 98	0,010	-	0,01	5
33	Transformer 99	0,010	-	0,01	5
34	Transformer 100	0,010	-	0,01	5
35	Transformer 101	0,010	-	0,01	5
36	Transformer 102	0,010	-	0,01	5
37	Transformer 103	0,010	-	0,01	5
38	Transformer 104	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.54 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section* 6 dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.54 Indeks keandalan peralatan *section* 6 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 3	0,014	0,050795862	0,012729777	0,046187142
2	Sectionalizer 10	0,014	0,013251724	0,001609730	0,001523692
3	Recloser 2	0,005	0,004732759	0,000574903	0,000544176

4	Line 136	0,03893670	0,036855601	0,004476969	0,004237682
5	Line 137	0,02851632	0,026992172	0,003278826	0,003103579
6	Line 138	0,01328940	0,012579104	0,001528024	0,001446354
7	Line 139	0,02204550	0,020867206	0,002534807	0,002399326
8	Line 140	0,00155250	0,001469522	0,000178508	0,000168967
9	Line 141	0,01341360	0,012696666	0,001542305	0,001459871
10	Line 142	0,05295888	0,050128319	0,006089249	0,005763789
11	Line 143	0,05067360	0,047965183	0,005826486	0,005515070
12	Line 144	0,03785616	0,035832814	0,004352728	0,004120082
13	Line 145	0,10075104	0,095366071	0,011584424	0,010965257
14	Line 146	0,03954528	0,037431653	0,004546944	0,004303917
15	Line 147	0,11585376	0,109661576	0,013320946	0,012608964
16	Line 148	0,02225664	0,021067061	0,002559084	0,002422305
17	Line 149	0,05444928	0,051539060	0,006260616	0,005925997
18	Line 150	0,09111312	0,086243281	0,010476250	0,009916312
19	Line 151	0,05653584	0,053514097	0,006500530	0,006153088
20	Line 152	0,07551360	0,071477528	0,008682606	0,008218536
21	Line 153	0,03378240	0,031976789	0,003884324	0,003676713
22	Line 154	0,08117712	0,076838343	0,009333802	0,008834926
23	Line 155	0,05792688	0,054830788	0,006660473	0,006304482
24	Line 156	0,05385312	0,050974764	0,006192069	0,005861114
25	Transformer 91	0,01	0,05	0,000264901	0,000245948
26	Transformer 92	0,01	0,05	$8,38683 \times 10^{-5}$	0,000419341
27	Transformer 93	0,01	0,05	$3,73841 \times 10^{-5}$	0,00018692
28	Transformer 94	0,01	0,05	$5,82897 \times 10^{-5}$	0,000291448
29	Transformer 95	0,01	0,05	$8,14088 \times 10^{-5}$	0,000407044
30	Transformer 96	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
31	Transformer 97	0,01	0,05	0,000143634	0,000718168
32	Transformer 98	0,01	0,05	$8,5098 \times 10^{-5}$	0,00042549
33	Transformer 99	0,01	0,05	0,000139207	0,000696033
34	Transformer 100	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
35	Transformer 101	0,01	0,05	0,00016872	0,000843602
36	Transformer 102	0,01	0,05	0,000128385	0,000641924
37	Transformer 103	0,01	0,05	$5,95194 \times 10^{-5}$	0,000297597
38	Transformer 104	0,01	0,05	0,000114612	0,000573059
TOTAL				0,136089896	0,167410376

4.2.2.7 Section 7

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 7* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.9 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat

diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 7* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 7* sama seperti pada tabel 4.30 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 7* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.55 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 7* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.55 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan *section 7* ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r) (jam)
				(kali gangguan/tahun)	
1	<i>Sectionalizer 10</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 11</i>	0,014	-	0,014	4
3	<i>Sectionalizer 12</i>	0,014	-	0,014	4
4	<i>CO5</i>	0,009	-	0,009	2
5	<i>CO6</i>	0,009	-	0,009	2
6	<i>CO7</i>	0,009	-	0,009	2
7	<i>CO8</i>	0,009	-	0,009	2
8	<i>Line 157</i>	0,160	0,290628	0,04650048	4
9	<i>Line 158</i>	0,160	0,150903	0,02414448	4
10	<i>Line 159</i>	0,160	0,156492	0,02503872	4
11	<i>Line 160</i>	0,160	0,094392	0,01510272	4
12	<i>Line 161</i>	0,160	0,097497	0,01559952	4
13	<i>Line 162</i>	0,160	0,503631	0,08058096	4
14	<i>Line 163</i>	0,160	0,822825	0,13165200	4
15	<i>Line 164</i>	0,16	0,028566	0,00457056	4
16	<i>Line 165</i>	0,160	0,067689	0,01083024	4
17	<i>Line 166</i>	0,160	0,538407	0,08614512	4
18	<i>Line 167</i>	0,160	0,952614	0,15241824	4
19	<i>Line 168</i>	0,160	0,542754	0,08684064	4
20	<i>Line 169</i>	0,160	0,381294	0,06100704	4
21	<i>Line 170</i>	0,160	0,090045	0,01440720	4
22	<i>Line 171</i>	0,160	0,503631	0,08058096	4

23	Line 172	0,160	0,229149	0,03666384	4
24	Line 173	0,160	0,702351	0,11237616	4
25	Line 174	0,160	0,252126	0,04034016	4
26	Line 175	0,160	0,042849	0,00685584	4
27	Line 176	0,160	0,18630	0,02980800	4
28	Line 177	0,160	1,263735	0,20219760	4
29	Line 178	0,160	0,134757	0,02156112	4
30	Line 179	0,160	0,296217	0,04739472	4
31	Line 180	0,160	0,360180	0,05762880	4
32	Line 181	0,160	0,766314	0,12261024	4
33	Line 182	0,160	0,070794	0,01132704	4
34	Line 183	0,160	0,741474	0,11863584	4
35	Transformer 105	0,010	-	0,01	5
36	Transformer 106	0,010	-	0,01	5
37	Transformer 107	0,010	-	0,01	5
38	Transformer 108	0,010	-	0,01	5
39	Transformer 109	0,010	-	0,01	5
40	Transformer 110	0,010	-	0,01	5
41	Transformer 111	0,010	-	0,01	5
42	Transformer 112	0,010	-	0,01	5
43	Transformer 113	0,010	-	0,01	5
44	Transformer 114	0,010	-	0,01	5
45	Transformer 115	0,010	-	0,01	5
46	Transformer 116	0,010	-	0,01	5
47	Transformer 117	0,010	-	0,01	5
48	Transformer 118	0,010	-	0,01	5
49	Transformer 119	0,010	-	0,01	5
50	Transformer 120	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.56 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section 7* dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.56 Indeks keandalan peralatan *section 7* ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 10	0,014	0,013251724	0,001609730	0,001523692
2	Sectionalizer 11	0,014	0,008047586	0,002131041	0,001224981
3	Sectionalizer 12	0,014	0,008047586	0,002131041	0,001224981
4	CO5	0,009	0,003187241	0,001369955	0,000485153
5	CO6	0,009	0,003187241	0,001369955	0,000485153
6	CO7	0,009	0,003187241	0,001369955	0,000485153
7	CO8	0,009	0,003187241	0,001369955	0,000485153
8	Line 157	0,04650048	0,026729759	0,007078174	0,004068730
9	Line 158	0,02414448	0,013878913	0,003675206	0,002112610
10	Line 159	0,02503872	0,014392947	0,003811324	0,002190854

11	Line 160	0,01510272	0,008681460	0,002298894	0,001321468
12	Line 161	0,01559952	0,008967034	0,002374516	0,001364937
13	Line 162	0,08058096	0,046320159	0,012265810	0,007050726
14	Line 163	0,13165200	0,075677201	0,020039702	0,011519373
15	Line 164	0,00457056	0,002627284	0,000695718	0,000399918
16	Line 165	0,01083024	0,006225521	0,001648549	0,000947631
17	Line 166	0,08614512	0,049518591	0,013112771	0,007537582
18	Line 167	0,15241824	0,087614209	0,023200681	0,013336391
19	Line 168	0,08684064	0,049918395	0,013218641	0,007598439
20	Line 169	0,06100704	0,035068530	0,009286322	0,005338034
21	Line 170	0,01440720	0,008281656	0,002193024	0,001260611
22	Line 171	0,08058096	0,046320159	0,012265810	0,007050726
23	Line 172	0,03666384	0,021075387	0,005580868	0,003208037
24	Line 173	0,11237616	0,064596917	0,017105587	0,009832763
25	Line 174	0,04034016	0,023188637	0,006140467	0,003529710
26	Line 175	0,00685584	0,003940926	0,001043577	0,000599877
27	Line 176	0,02980800	0,017134461	0,004537291	0,002608160
28	Line 177	0,20219760	0,116228758	0,030777957	0,017692019
29	Line 178	0,02156112	0,012393927	0,003281974	0,001886569
30	Line 179	0,04739472	0,027243792	0,007214293	0,004146974
31	Line 180	0,05762880	0,033126624	0,008772096	0,005042443
32	Line 181	0,12261024	0,070479748	0,018663390	0,010728231
33	Line 182	0,01132704	0,006511095	0,001724171	0,000991101
34	Line 183	0,11863584	0,068195154	0,018058418	0,010380477
35	Transformer 105	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
36	Transformer 106	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	Transformer 107	0,01	0,05	$4,57463 \times 10^{-7}$	0,000228732
38	Transformer 108	0,01	0,05	$8,90332 \times 10^{-5}$	0,000445166
39	Transformer 109	0,01	0,05	0,000140928	0,000704641
40	Transformer 110	0,01	0,05	0,000123466	0,000617329
41	Transformer 111	0,01	0,05	0,000121744	0,000608721
42	Transformer 112	0,01	0,05	0,000100347	0,000501734
43	Transformer 113	0,01	0,05	0,000138715	0,000693573
44	Transformer 114	0,01	0,05	0,000125433	0,000627167
45	Transformer 115	0,01	0,05	0,000147569	0,000737844
46	Transformer 116	0,01	0,05	$5,14031 \times 10^{-5}$	0,000257016
47	Transformer 117	0,01	0,05	0,000162572	0,000812858
48	Transformer 118	0,01	0,05	0,000114858	0,000574289
49	Transformer 119	0,01	0,05	$5,63221 \times 10^{-5}$	0,000281610
50	Transformer 120	0,01	0,05	0,000103544	0,000517721
TOTAL				0,262939032	0,157269519

4.2.2.8 Section 8

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 8* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.10 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 8* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 8* sama seperti pada tabel 4.34 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 8* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.57 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 8* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.57 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 8 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r) (jam)
				(kali gangguan/tahun)	
1	<i>Sectionalizer 5</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 13</i>	0,014	-	0,014	4
3	<i>Line 184</i>	0,100	0,1242	0,01242000	4
4	<i>Line 185</i>	0,100	0,531576	0,05315760	4
5	<i>Line 186</i>	0,100	0,905418	0,09054180	4
6	<i>Line 187</i>	0,160	0,245295	0,03924720	4
7	<i>Line 188</i>	0,160	0,439047	0,07024752	4
8	<i>Line 189</i>	0,160	0,483138	0,07730208	4
9	<i>Line 190</i>	0,160	0,072657	0,01162512	4
10	<i>Line 191</i>	0,160	0,986769	0,15788304	4
11	<i>Line 192</i>	0,100	0,035397	0,00353970	4
12	<i>Line 193</i>	0,100	0,278829	0,02788290	4
13	<i>Line 194</i>	0,160	0,020493	0,00327888	4
14	<i>Line 195</i>	0,100	0,256473	0,02564730	4

15	Line 196	0,100	0,239085	0,02390850	4
16	Transformer 121	0,010	-	0,01	5
17	Transformer 122	0,010	-	0,01	5
18	Transformer 123	0,010	-	0,01	5
19	Transformer 124	0,010	-	0,01	5
20	Transformer 125	0,010	-	0,01	5
21	Transformer 126	0,010	-	0,01	5
22	Transformer 127	0,010	-	0,01	5
23	Transformer 128	0,010	-	0,01	5
24	Transformer 129	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.58 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section* 8 dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.58 Indeks keandalan peralatan *section* 8 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 5	0,014	0,027748966	0,005864237	0,011623322
2	Sectionalizer 13	0,014	0,011393103	0,000704838	0,000573872
3	Line 184	0,01242000	0,010107310	0,000625292	0,000509107
4	Line 185	0,05315760	0,043259288	0,002676249	0,002178977
5	Line 186	0,09054180	0,073682292	0,004558377	0,003711388
6	Line 187	0,03924720	0,031939101	0,001975922	0,001608777
7	Line 188	0,07024752	0,057166947	0,003536651	0,002879508
8	Line 189	0,07730208	0,062907900	0,003891816	0,003168680
9	Line 190	0,01162512	0,009460442	0,000585273	0,000476524
10	Line 191	0,15788304	0,128484129	0,007948710	0,006471765
11	Line 192	0,00353970	0,002880583	0,000178208	0,000145095
12	Line 193	0,02788290	0,022690912	0,001403780	0,001142945
13	Line 194	0,00327888	0,002668330	0,000165077	0,000134404
14	Line 195	0,02564730	0,020871596	0,001291228	0,001051305
15	Line 196	0,02390850	0,019456572	0,001203687	0,000980031
16	Transformer 121	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
17	Transformer 122	0,01	0,05	$7,32925 \times 10^{-5}$	0,000366463
18	Transformer 123	0,01	0,05	$4,89437 \times 10^{-5}$	0,000244718
19	Transformer 124	0,01	0,05	$5,73059 \times 10^{-5}$	0,000286529
20	Transformer 125	0,01	0,05	0,000126909	0,000634546
21	Transformer 126	0,01	0,05	$4,32868 \times 10^{-5}$	0,000216434
22	Transformer 127	0,01	0,05	0,000102068	0,000510342
23	Transformer 128	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
24	Transformer 129	0,01	0,05	$5,11572 \times 10^{-5}$	0,000255786
TOTAL				0,0371128	0,039172979

4.2.2.9 Section 9

Untuk pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono sama seperti yang digunakan pada standar SPLN 59 : 1985. *Section 9* penyulang Kolonel Sugiono dapat dilihat pada gambar 4.11 sebelumnya. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika peralatan pada *section 9* mengalami gangguan. Untuk daftar mode kegagalan yang terdapat pada *section 9* sama seperti pada tabel 4.38 sebelumnya.

Selanjutnya menentukan nilai frekuensi kegagalan (λ) setiap peralatan pada *section 9* sesuai dengan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk nilai frekuensi kegagalan pada tiap *line* dikalikan terlebih dahulu dengan panjang tiap *line*. Untuk nilai frekuensi kegagalan (λ) pada *line* akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *primary trunk* dan *lateral tap*. Untuk membedakannya, maka untuk *line* dengan diameter 150 mm atau lebih besar akan digolongkan *primary trunk* dan untuk *line* dengan diameter kurang dari 150 mm akan digolongkan pada *lateral tap*. Karena untuk panjang *line* menggunakan satuan per mil, maka panjang *line* harus dikonversi terlebih dahulu dari satuan km menjadi mil dengan 1 km = 0,621 mil. Pada tabel 4.59 berikut ini adalah nilai frekuensi kegagalan (λ) dan waktu perbaikan setiap peralatan pada *section 9* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.59 Nilai λ dan waktu perbaikan peralatan section 9 ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Laju Kegagalan peralatan	Panjang <i>line</i> (mil)	Frekuensi kegagalan (λ)	Waktu perbaikan (r) (jam)
				(kali gangguan/tahun)	
1	<i>Sectionalizer 13</i>	0,014	-	0,014	4
2	<i>Sectionalizer 14</i>	0,014	-	0,014	4
3	<i>CO9</i>	0,009	-	0,009	2
4	<i>CO10</i>	0,009	-	0,009	2
5	<i>Line 197</i>	0,160	0,186300	0,02980800	4
6	<i>Line 198</i>	0,160	0,142209	0,02275344	4
7	<i>Line 199</i>	0,160	0,032292	0,00516672	4
8	<i>Line 200</i>	0,160	0,679995	0,10879920	4
9	<i>Line 201</i>	0,160	0,416691	0,06667056	4
10	<i>Line 202</i>	0,160	0,065826	0,01053216	4
11	<i>Line 203</i>	0,160	0,178848	0,02861568	4
12	<i>Line 204</i>	0,160	0,455814	0,07293024	4
13	<i>Line 205</i>	0,160	0,030429	0,00486864	4
14	<i>Line 206</i>	0,160	0,036018	0,00576288	4

15	Line 207	0,160	0,178227	0,02851632	4
16	Line 208	0,160	0,336582	0,05385312	4
17	Line 209	0,160	0,470718	0,07531488	4
18	Line 210	0,160	0,259578	0,04153248	4
19	Line 211	0,100	0,089424	0,00894240	4
20	Line 212	0,100	0,258957	0,02589570	4
21	Line 213	0,100	0,771903	0,07719030	4
22	Line 214	0,160	0,131031	0,02096496	4
23	Line 215	0,160	0,488106	0,07809696	4
24	Line 216	0,160	0,774387	0,12390192	4
25	Line 217	0,160	0,725949	0,11615184	4
26	Line 218	0,100	0,589950	0,05899500	4
27	Line 219	0,160	0,748305	0,11972880	4
28	Line 220	0,100	0,165807	0,01658070	4
29	Line 221	0,100	0,424764	0,04247640	4
30	Transformer 130	0,010	-	0,01	5
31	Transformer 131	0,010	-	0,01	5
32	Transformer 132	0,010	-	0,01	5
33	Transformer 133	0,010	-	0,01	5
34	Transformer 134	0,010	-	0,01	5
35	Transformer 135	0,010	-	0,01	5
36	Transformer 136	0,010	-	0,01	5
37	Transformer 137	0,010	-	0,01	5
38	Transformer 138	0,010	-	0,01	5
39	Transformer 139	0,010	-	0,01	5
40	Transformer 140	0,010	-	0,01	5
41	Transformer 141	0,010	-	0,01	5
42	Transformer 142	0,010	-	0,01	5
43	Transformer 143	0,010	-	0,01	5
44	Transformer 144	0,010	-	0,01	5
45	Transformer 145	0,010	-	0,01	5

Pada tabel 4.60 berikut ini adalah nilai indeks keandalan *section 9* dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.60 Indeks keandalan peralatan *section 9* ANSI/IEEE std 439-1980

No	Nama Peralatan	Frekuensi kegagalan (λ)	Durasi Gangguan (U)	Indeks Keandalan <i>Section</i>	
				SAIFI	SAIDI
1	Sectionalizer 13	0,014	0,011393103	0,000704838	0,000573872
2	Sectionalizer 14	0,014	0,008047586	0,001576674	0,000909879
3	CO9	0,009	0,003187241	0,001013576	0,000360357
4	CO10	0,009	0,003187241	0,001013576	0,000360357
5	Line 197	0,02980800	0,017134461	0,003356965	0,001937262
6	Line 198	0,02275344	0,013079305	0,002562483	0,001478776
7	Line 199	0,00516672	0,002969973	0,000581874	0,000335792

8	Line 200	0,10879920	0,062540782	0,012252922	0,007071005
9	Line 201	0,06667056	0,038324077	0,007508411	0,004333008
10	Line 202	0,01053216	0,006054176	0,001186128	0,000684499
11	Line 203	0,02861568	0,016449082	0,003222686	0,001859771
12	Line 204	0,07293024	0,041922314	0,008213374	0,004739833
13	Line 205	0,00486864	0,002798629	0,000548304	0,000316419
14	Line 206	0,00576288	0,003312662	0,000649013	0,000374537
15	Line 207	0,02851632	0,016391967	0,003211496	0,001853314
16	Line 208	0,05385312	0,030956259	0,006064916	0,003499986
17	Line 209	0,07531488	0,043293071	0,008481931	0,004894814
18	Line 210	0,04153248	0,023874015	0,004677371	0,002699251
19	Line 211	0,00894240	0,005140338	0,001007089	0,000581178
20	Line 212	0,02589570	0,014885563	0,002916363	0,001682996
21	Line 213	0,07719030	0,044371114	0,008693140	0,005016700
22	Line 214	0,02096496	0,012051237	0,002361065	0,001362541
23	Line 215	0,07809696	0,044892287	0,008795248	0,005075625
24	Line 216	0,12390192	0,071222242	0,013953784	0,008052550
25	Line 217	0,11615184	0,066767282	0,013080973	0,007548862
26	Line 218	0,05899500	0,033911953	0,006643993	0,003834163
27	Line 219	0,11972880	0,068823417	0,013483809	0,007781334
28	Line 220	0,01658070	0,009531044	0,001867312	0,001077602
29	Line 221	0,04247640	0,024416606	0,004783675	0,002760598
30	Transformer 130	0,01	0,05	0,000122728	0,00061364
31	Transformer 131	0,01	0,05	$3,04976 \times 10^{-5}$	0,000152488
32	Transformer 132	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
33	Transformer 133	0,01	0,05	$3,14813 \times 10^{-5}$	0,000157407
34	Transformer 134	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
35	Transformer 135	0,01	0,05	0,000121498	0,000607492
36	Transformer 136	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
37	Transformer 137	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
38	Transformer 138	0,01	0,05	$6,76357 \times 10^{-5}$	0,000338179
39	Transformer 139	0,01	0,05	0,000119777	0,000598883
40	Transformer 140	0,01	0,05	$2,45948 \times 10^{-7}$	$1,22974 \times 10^{-6}$
41	Transformer 141	0,01	0,05	$3,73841 \times 10^{-5}$	0,00018692
42	Transformer 142	0,01	0,05	0,00016872	0,000843602
43	Transformer 143	0,01	0,05	0,000116825	0,000584127
44	Transformer 144	0,01	0,05	0,000130844	0,000654222
45	Transformer 145	0,01	0,05	0,000182002	0,000910008
TOTAL				0,145543613	0,088709996

4.2.2.10 Indeks Keandalan Penyulang Kolonel Sugiono ANSI/IEEE std 439-1980

Nilai indeks keandalan Penyulang Kolonel Sugiono dihitung dengan menjumlahkan indeks keandalan setiap *section* pada penyulang Kolonel Sugiono. Pada

tabel 4.61 berikut ini adalah nilai indeks keandalan setiap *section* dengan ANSI/IEEE std 439-1980 :

Tabel 4.61 Indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono ANSI/IEEE std 439-1980

No	Section	Indeks Keandalan	
		SAIFI	SAIDI
1	Section 1	0,553618	2,215378
2	Section 2	1,222144	4,397373
3	Section 3	0,174943	0,369837
4	Section 4	0,066297	0,042269
5	Section 5	0,108316	0,096320
6	Section 6	0,136090	0,167410
7	Section 7	0,262939	0,157270
8	Section 8	0,037113	0,039173
9	Section 9	0,145544	0,088710
Total		2,707004	7,573740

Setelah memperoleh indeks keandalan SAIFI dan SAIDI, indeks keandalan CAIDI dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.5) pada bab II . Berikut ini adalah perhitungan untuk nilai CAIDI :

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} = \frac{7,57374}{2,707004} = 2,797832 \text{ jam/gangguan}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980 sebelum dilakukan perubahan jaringan adalah untuk SAIFI sebesar 2,707004 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 7,57374 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 2,797832 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan IEEE std.1366-2000, nilai standar untuk SAIFI adalah 1,45 kali/tahun dan untuk SAIDI adalah 2,3 jam/tahun, maka nilai indeks keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono sebelum dilakukan perubahan jaringan masih belum memenuhi standar IEEE.

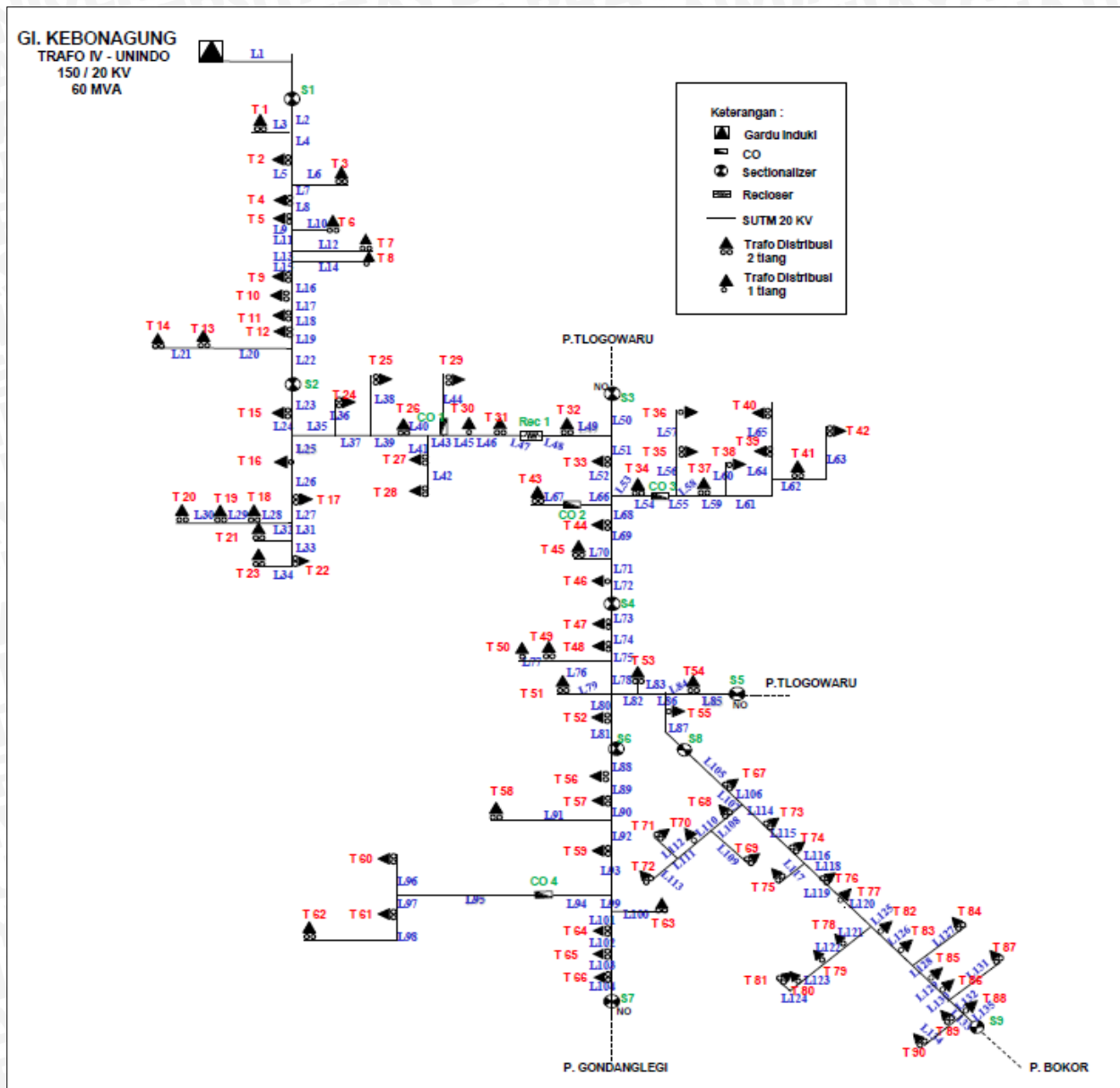
Pada tabel 4.62 berikut ini adalah perbandingan nilai indeks keandalan dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980. Dari tabel 4.62 terdapat perbedaan nilai indeks keandalan baik SAIDI, SAIFI, maupun CAIDI dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980. Untuk SPLN 59 : 1985 diperoleh nilai SAIFI 5,264 gangguan/tahun, SAIDI 13,55 jam/tahun, dan CAIDI 2,574 jam/gangguan sedangkan dengan ANSI/IEEE std 439-1980 diperoleh nilai SAIFI 2,707 gangguan/tahun, SAIDI 7,573 jam/tahun, dan CAIDI 2,798 jam/gangguan. Perbedaan ini disebabkan karena nilai frekuensi kegagalan dari masing-masing standar memiliki perbedaan.

Tabel 4.62 Indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono dengan Standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980

No	Section	Indeks Keandalan			
		SPLN 59 : 1985		ANSI/IEEE std 439-1980	
		SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
1	Section 1	1,038453651	3,873976511	0,553618	2,215378
2	Section 2	2,365055404	7,996721044	1,222144	4,397373
3	Section 3	0,344630891	0,662488261	0,174943	0,369837
4	Section 4	0,141127017	0,068845738	0,066297	0,042269
5	Section 5	0,217687813	0,169062367	0,108316	0,096320
6	Section 6	0,257777983	0,254738064	0,136090	0,167410
7	Section 7	0,507197845	0,282410284	0,262939	0,157270
8	Section 8	0,076543368	0,065470295	0,037113	0,039173
9	Section 9	0,315037630	0,176270360	0,145544	0,088710
Total		5,263511603	13,54998292	2,707004	7,573740
		CAIDI = 2,574324		CAIDI = 2,797832	

4.3 Analisis Indeks Keandalan Penyulang Kolonel Sugiono dan Penyulang Tlogowaru Sesudah Perubahan Jaringan

Untuk meningkatkan keandalan, salah satu caranya adalah dengan melakukan rekonfigurasi jaringan pada penyulang Kolonel Sugiono. Perubahan jaringan pada penyulang Kolonel Sugiono berdasarkan pada rencana PT. PLN (PERSERO) Distribusi Jawa Timur Area Malang Raya. APJ (Area Pengatur Jaringan) Malang selaku pemasok energi listrik wilayah Malang raya berencana untuk melakukan penambahan penyulang yaitu penyulang Tlogowaru. Dengan rencana tersebut, maka beberapa pelanggan pada penyulang Kolonel Sugiono akan dialihkan pada penyulang tlogowaru sehingga beban yang dipikul oleh penyulang kolonel sugiono berkurang dan ukuran panjang penyulang pun berubah. Oleh karena itu akan terjadi perubahan *single line* pada penyulang Kolonel Sugiono yang akan berpengaruh pada keandalan sistem. Untuk data dan metode yang digunakan sama seperti sebelum dilakukan rekonfigurasi yang nantinya akan dibandingkan nilai keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono sebelum dan sesudah dilakukan perubahan jaringan. Sebagian beban pada penyulang akan dikurangi dan dialihkan ke penyulang lain yaitu penyulang Tlogowaru. Dengan menganalisis indeks keandalan sebelum dan sesudah dilakukan perubahan jaringan, akan diketahui apakah setelah dilakukan perubahan jaringan, keandalannya akan lebih baik atau tidak. Untuk gambar *single line* dari penyulang Kolonel Sugiono dan penyulang Tlogowaru dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Single line* penyulang Kolonel Sugiono setelah dilakukan perubahan jaringan

4.3.1 Indeks Keandalan Penyulang Kolonel Sugiono Sesudah Perubahan Jaringan

Metode yang digunakan dalam menghitung indeks keandalan penyulang sama seperti sebelumnya yaitu dengan menggunakan metode *section technique* dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980. Pada tabel 4.63 berikut ini adalah jumlah pelanggan dari penyulang Kolonel Sugiono yang baru:

Tabel 4.63 Jumlah pelanggan penyulang Kolonel Sugiono yang baru

No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan	No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan
1	LP 001	253	46	LP 046	293
2	LP 002	675	47	LP 047	354
3	LP 003	306	48	LP 048	370
4	LP 004	2	49	LP 049	298
5	LP 005	415	50	LP 050	402
6	LP 006	1	51	LP 051	223
7	LP 007	1	52	LP 052	413
8	LP 008	1	53	LP 053	33
9	LP 009	222	54	LP 054	315
10	LP 010	516	55	LP 055	464
11	LP 011	310	56	LP 056	1
12	LP 012	487	57	LP 057	471
13	LP 013	499	58	LP 058	444
14	LP 014	1	59	LP 059	420
15	LP 015	322	60	LP 060	405
16	LP 016	163	61	LP 061	465
17	LP 017	266	62	LP 062	248
18	LP 018	740	63	LP 063	1
19	LP 019	288	64	LP 064	465
20	LP 020	309	65	LP 065	281
21	LP 021	2	66	LP 066	413
22	LP 022	176	67	LP 067	347
23	LP 023	298	68	LP 068	1
24	LP 024	161	69	LP 069	1
25	LP 025	649	70	LP 070	2
26	LP 026	303	71	LP 071	1
27	LP 027	219	72	LP 072	569
28	LP 028	117	73	LP 073	135
29	LP 029	48	74	LP 074	1
30	LP 030	376	75	LP 075	55
31	LP 031	53	76	LP 076	530
32	LP 032	236	77	LP 077	164
33	LP 033	227	78	LP 078	87
34	LP 034	337	79	LP 079	400
35	LP 035	1	80	LP 080	1
36	LP 036	1	81	LP 081	131
37	LP 037	636	82	LP 082	304
38	LP 038	309	83	LP 083	233
39	LP 039	165	84	LP 084	213
40	LP 040	163	85	LP 085	7
41	LP 041	824	86	LP 086	290
42	LP 042	273	87	LP 087	319

43	LP 043	255	88	LP 088	98
44	LP 044	630	89	LP 089	10
45	LP 045	235	90	LP 090	2
				Total	23151

Setelah dilakukan perubahan jaringan, total pelanggan yang disuplai oleh penyulang Kolonel Sugiono menjadi 23151 dengan trafo distribusi berjumlah 90. Pada tabel 4.64 berikut ini adalah panjang saluran penyulang Kolonel Sugiono yang baru.

Tabel 4.64 Panjang saluran (line) penyulang Kolonel Sugiono yang baru

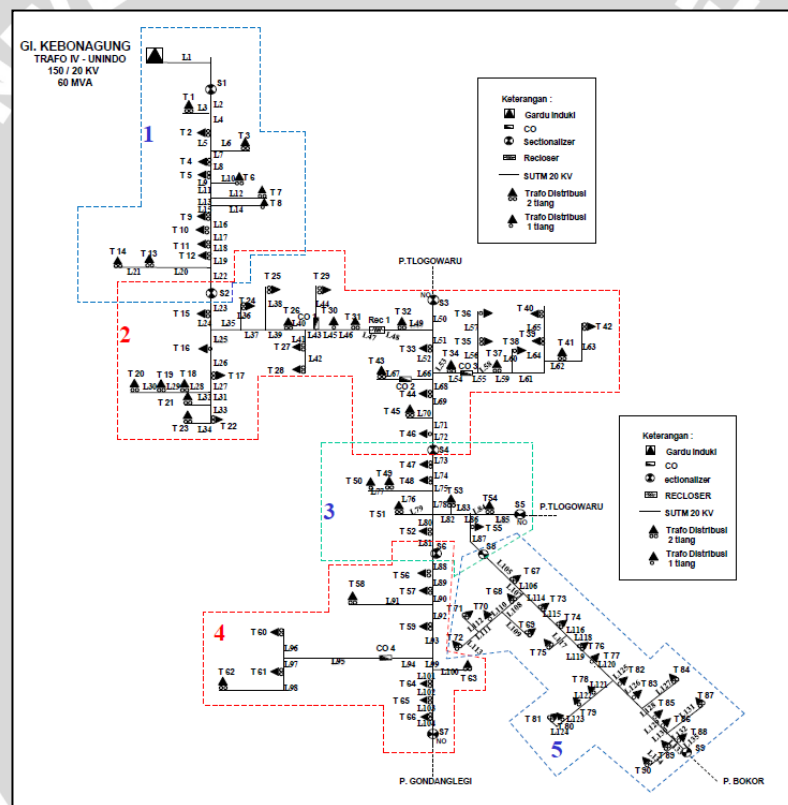
<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor	<i>Line</i>	Panjang (km)	Jenis Konduktor
<i>Line 1</i>	1,781	AAAC 3x70 mm	<i>Line 73</i>	0,467	AAAC 3x70 mm
<i>Line 2</i>	0,295	AAAC 3x70 mm	<i>Line 74</i>	0,366	AAAC 3x70 mm
<i>Line 3</i>	0,156	AAAC 3x70 mm	<i>Line 75</i>	0,037	AAAC 3x70 mm
<i>Line 4</i>	0,416	AAAC 3x70 mm	<i>Line 76</i>	0,673	AAAC 3x70 mm
<i>Line 5</i>	0,397	AAAC 3x70 mm	<i>Line 77</i>	0,504	AAAC 3x70 mm
<i>Line 6</i>	0,274	AAAC 3x70 mm	<i>Line 78</i>	0,277	AAAC 3x70 mm
<i>Line 7</i>	0,258	AAAC 3x70 mm	<i>Line 79</i>	0,083	AAAC 3x70 mm
<i>Line 8</i>	0,094	AAAC 3x70 mm	<i>Line 80</i>	0,049	AAAC 3x70 mm
<i>Line 9</i>	0,169	AAAC 3x70 mm	<i>Line 81</i>	0,045	AAAC 3x70 mm
<i>Line 10</i>	0,040	AAAC 3x70 mm	<i>Line 82</i>	0,556	AAAC 3x150 mm
<i>Line 11</i>	0,046	AAAC 3x70 mm	<i>Line 83</i>	0,309	AAAC 3x150 mm
<i>Line 12</i>	0,058	AAAC 3x70 mm	<i>Line 84</i>	0,077	AAAC 3x150 mm
<i>Line 13</i>	0,050	AAAC 3x70 mm	<i>Line 85</i>	0,134	AAAC 3x150 mm
<i>Line 14</i>	0,024	AAAC 3x70 mm	<i>Line 86</i>	0,260	AAAC 3x150 mm
<i>Line 15</i>	0,026	AAAC 3x70 mm	<i>Line 87</i>	0,195	AAAC 3x150 mm
<i>Line 16</i>	0,096	AAAC 3x70 mm	<i>Line 88</i>	0,434	AAAC 3x70 mm
<i>Line 17</i>	0,065	AAAC 3x70 mm	<i>Line 89</i>	0,167	AAAC 3x70 mm
<i>Line 18</i>	0,030	AAAC 3x70 mm	<i>Line 90</i>	0,591	AAAC 3x70 mm
<i>Line 19</i>	0,250	AAAC 3x70 mm	<i>Line 91</i>	0,166	AAAC 3x70 mm
<i>Line 20</i>	0,191	AAAC 3x55 mm	<i>Line 92</i>	0,150	AAAC 3x70 mm
<i>Line 21</i>	0,373	AAAC 3x70 mm	<i>Line 93</i>	0,060	AAAC 3x70 mm
<i>Line 22</i>	0,051	AAAC 3x70 mm	<i>Line 94</i>	0,468	AAAC 3x150 mm
<i>Line 23</i>	0,197	AAAC 3x70 mm	<i>Line 95</i>	1,821	AAAC 3x150 mm
<i>Line 24</i>	0,211	AAAC 3x70 mm	<i>Line 96</i>	0,314	AAAC 3x70 mm
<i>Line 25</i>	0,152	AAAC 3x70 mm	<i>Line 97</i>	1,506	AAAC 3x70 mm
<i>Line 26</i>	0,381	AAAC 3x70 mm	<i>Line 98</i>	0,690	AAAC 3x70 mm
<i>Line 27</i>	0,051	AAAC 3x70 mm	<i>Line 99</i>	0,186	AAAC 3x70 mm
<i>Line 28</i>	0,345	AAAC 3x35 mm	<i>Line 100</i>	0,076	AAAC 3x55 mm
<i>Line 29</i>	0,330	AAAC 3x35 mm	<i>Line 101</i>	0,588	AAAC 3x150 mm
<i>Line 30</i>	0,366	AAAC 3x35 mm	<i>Line 102</i>	0,195	AAAC 3x150 mm
<i>Line 31</i>	0,197	AAAC 3x70 mm	<i>Line 103</i>	0,291	AAAC 3x150 mm
<i>Line 32</i>	0,036	AAAC 3x70 mm	<i>Line 104</i>	0,110	AAAC 3x150 mm

Line 33	0,051	AAAC 3x70 mm	Line 105	0,025	AAAC 3x150 mm
Line 34	0,114	AAAC 3x70 mm	Line 106	0,393	AAAC 3x150 mm
Line 35	0,686	AAAC 3x70 mm	Line 107	0,150	AAAC 3x70 mm
Line 36	0,168	AAAC 3x55 mm	Line 108	0,039	AAAC 3x70 mm
Line 37	0,156	AAAC 3x70 mm	Line 109	0,080	AAAC 3x70 mm
Line 38	0,625	AAAC 3x35 mm	Line 110	0,030	AAAC 3x70 mm
Line 39	0,365	AAAC 3x70 mm	Line 111	0,035	AAAC 3x70 mm
Line 40	0,091	AAAC 3x70 mm	Line 112	0,020	AAAC 3x150 mm
Line 41	0,345	AAAC 3x70 mm	Line 114	0,844	AAAC 3x70 mm
Line 42	0,184	AAAC 3x150 mm	Line 115	0,166	AAAC 3x70 mm
Line 43	0,173	AAAC 3x70 mm	Line 116	0,250	AAAC 3x70 mm
Line 44	0,296	AAAC 3x150 mm	Line 117	0,642	AAAC 3x50 mm
Line 45	0,432	AAAC 3x70 mm	Line 118	0,472	AAAC 3x70 mm
Line 46	0,400	AAAC 3x70 mm	Line 119	0,447	AAAC 3x70 mm
Line 47	0,051	AAAC 3x70 mm	Line 120	0,040	AAAC 3x70 mm
Line 48	0,221	AAAC 3x70 mm	Line 121	1,221	AAAC 3x55 mm
Line 49	0,140	AAAC 3x70 mm	Line 122	0,244	AAAC 3x55 mm
Line 50	0,163	AAAC 3x150 mm	Line 123	1,672	AAAC 3x50 mm
Line 51	0,088	AAAC 3x70 mm	Line 124	0,589	AAAC 3x50 mm
Line 52	0,526	AAAC 3x70 mm	Line 125	0,528	AAAC 3x70 mm
Line 53	0,093	AAAC 3x50 mm	Line 126	1,062	AAAC 3x70 mm
Line 54	0,037	AAAC 3x50 mm	Line 127	0,428	AAAC 3x150 mm
Line 55	0,379	AAAC 3x50 mm	Line 128	0,146	AAAC 3x150 mm
Line 56	0,122	AAAC 3x70 mm	Line 129	0,288	AAAC 3x150 mm
Line 57	0,035	AAAC 3x70 mm	Line 130	0,198	AAAC 3x150 mm
Line 58	0,062	AAAC 3x70 mm	Line 131	0,345	AAAC 3x50 mm
Line 59	0,209	AAAC 3x70 mm	Line 132	0,137	AAAC 3x150 mm
Line 60	0,126	AAAC 3x70 mm	Line 133	0,112	AAAC 3x150 mm
Line 61	0,580	AAAC 3x70 mm	Line 134	0,427	AAAC 3x50 mm
Line 62	0,574	AAAC 3x70 mm	Line 141	0,216	AAAC 3x150 mm
Line 63	0,776	AAAC 3x70 mm	Line 142	0,533	AAAC 3x70 mm
Line 64	0,218	AAAC 3x70 mm	Line 143	0,510	AAAC 3x70 mm
Line 65	0,537	AAAC 3x70 mm	Line 144	0,381	AAAC 3x70 mm
Line 66	0,122	AAAC 3x70 mm	Line 145	1,014	AAAC 3x70 mm
Line 67	0,689	AAAC 3x50 mm	Line 135	0,049	AAAC 3x150 mm
Line 68	0,033	AAAC 3x50 mm	Line 136	0,627	AAAC 3x150 mm
Line 69	0,300	AAAC 3x70 mm	Line 137	0,287	AAAC 3x70 mm
Line 70	0,346	AAAC 3x70 mm	Line 138	0,214	AAAC 3x150 mm
Line 71	0,058	AAAC 3x70 mm	Line 139	0,355	AAAC 3x150 mm
Line 72	0,045	AAAC 3x70 mm	Line 140	0,025	AAAC 3x150 mm
			Total	45,268	

Sumber : PT. PLN (PERSERO) APJ Area Malang

Setelah dilakukan perubahan jaringan, panjang penyulang Kolonel Sugiono yang baru menjadi 45,268 km yang terdiri dari 140 *line*.

Dengan menggunakan metode *section technique*, langkah pertama dalam menentukan indeks keandalan adalah dengan membagi penyulang menjadi beberapa *section*. Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika setiap peralatan mengalami gangguan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem, Untuk penyulang Kolonel Sugiono setelah dilakukan perubahan jaringan akan dibagi menjadi lima *section*. Pada gambar 4.13 berikut ini adalah pembagian *section* penyulang Kolonel Sugiono yang baru :



Gambar 4.13 Pembagian section penyulang Kolonel Sugiono yang baru

Perhitungan indeks keandalan akan menggunakan dua standar yaitu berdasarkan standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980. Pada tabel 4.65 berikut ini adalah indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono yang baru :

Tabel 4.65 Indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono yang baru

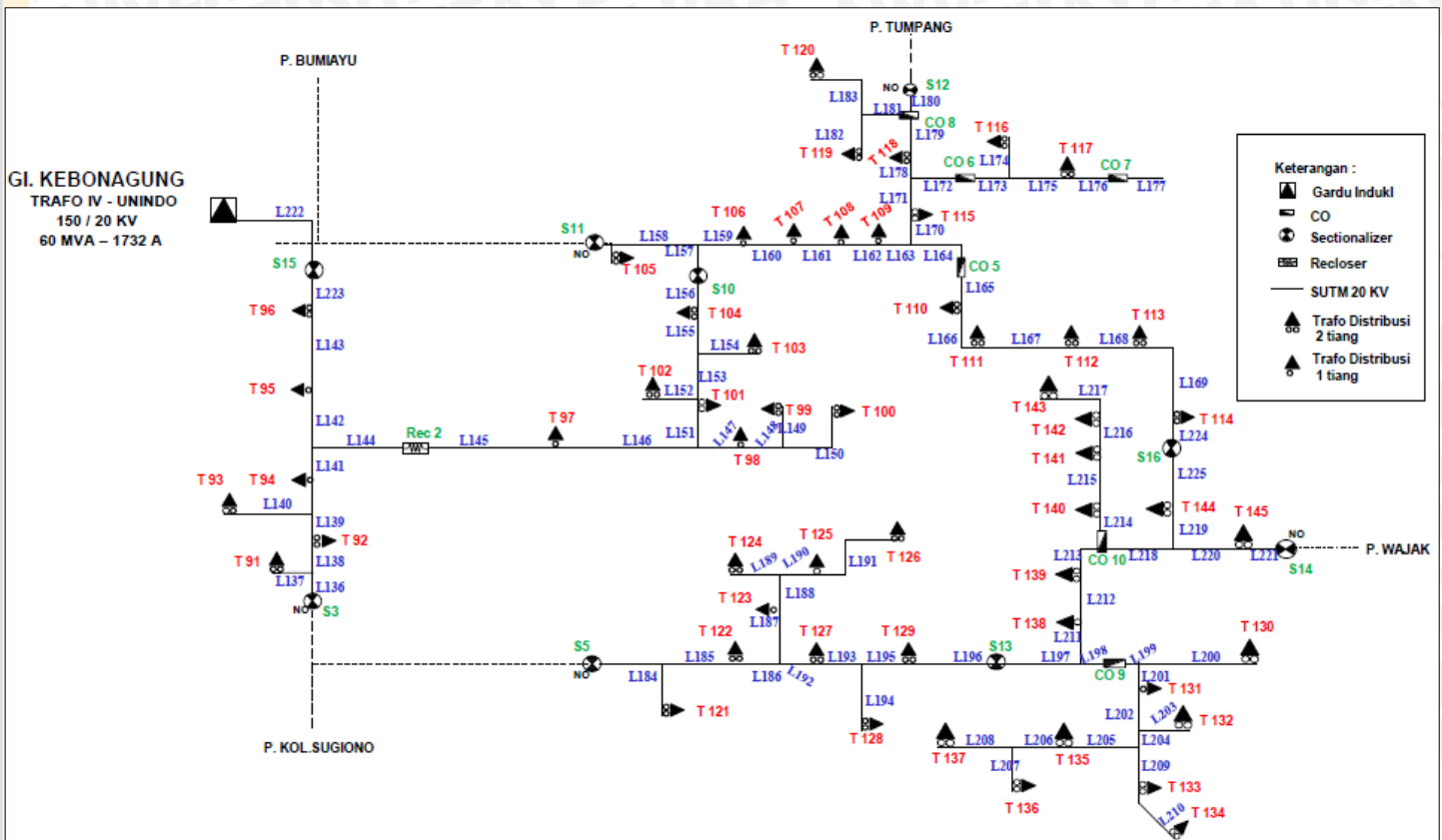
No	Section	Indeks Keandalan			
		SPLN 59 : 1985		ANSI/IEEE std 439-1980	
		SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
1	Section 1	0,591485	1,372063	0,315617	0,785886
2	Section 2	1,245627	2,459711	0,644911	1,357292
3	Section 3	0,210096	0,257723	0,105909	0,141926
4	Section 4	0,140637	0,057350	0,064009	0,030291
5	Section 5	0,217198	0,153212	0,106028	0,083433
Total		2,405043	4,300058	1,236475	2,398828
		CAIDI = 1,787934		CAIDI = 1,940054	

Berdasarkan tabel 4.65 di atas, nilai indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono yang baru dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 adalah untuk SAIFI sebesar 2,405043 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 4,300058 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 1,787934 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan standar SPLN 68-2 : 1986 yaitu SAIFI adalah 12 kali/tahun dan SAIDI adalah 63,8 jam/tahun maka nilai indeks keandalan pada penyulang Kolonel Sugiono baru sudah memenuhi standar PLN. Untuk nilai SAIFI sudah memenuhi target PLN berdasarkan *world Class Service* yaitu 3,77 kali/tahun sedangkan untuk SAIDI belum memenuhi karena target PLN adalah 3,33 jam/tahun.

Nilai indeks keandalan dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980 adalah untuk SAIFI sebesar 1,236475 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 2,398828 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 1,940054 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan IEEE std.1366-2000, nilai standar untuk SAIFI adalah 1,45 kali/tahun dan untuk SAIDI adalah 2,3 jam/tahun, maka nilai SAIFI pada penyulang Kolonel Sugiono setelah dilakukan perubahan jaringan sudah memenuhi standar IEEE dan SAIDI pada penyulang Kolonel Sugiono setelah dilakukan perubahan jaringan hampir memenuhi standar IEEE.

4.3.2 Indeks Keandalan Penyulang Tlogowaru

Penyulang Tlogowaru adalah penyulang baru yang direncanakan oleh PLN APJ Malang untuk mengurangi beban penyulang Kolonel Sugiono. Sebagian beban dari penyulang Kolonel Sugiono akan dialihkan ke penyulang Tlogowaru. Oleh karena itu indeks keandalan dari penyulang Tlogowaru juga dihitung. Pada gambar 4.14 berikut adalah *single line* penyulang Tlogowaru.



Gambar 4. 14 Single line penyulang Tlogowaru

Sebagian pelanggan yang sebelumnya disuplai oleh penyulang Kolonel Sugiono akan disuplai oleh penyulang Tlogowaru. Pada tabel 4.66 berikut ini adalah data jumlah pelanggan dari penyulang Tlogowaru:

Tabel 4.66 Jumlah pelanggan penyulang Tlogowaru

No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan	No	Load Point (LP)	Jumlah Pelanggan
1	LP 091	200	29	LP 119	229
2	LP 092	341	30	LP 120	421
3	LP 093	152	31	LP 121	1
4	LP 094	237	32	LP 122	298
5	LP 095	331	33	LP 123	199
6	LP 096	1	34	LP 124	233
7	LP 097	584	35	LP 125	516
8	LP 098	346	36	LP 126	176
9	LP 099	566	37	LP 127	415
10	LP 100	1	38	LP 128	1
11	LP 101	686	39	LP 129	208
12	LP 102	522	40	LP 130	499
13	LP 103	242	41	LP 131	124
14	LP 104	466	42	LP 132	1
15	LP 105	1	43	LP 133	128

16	LP 106	1	44	LP 134	1
17	LP 107	186	45	LP 135	494
18	LP 108	362	46	LP 136	1
19	LP 109	573	47	LP 137	1
20	LP 110	502	48	LP 138	275
21	LP 111	495	49	LP 139	487
22	LP 112	408	50	LP 140	1
23	LP 113	564	51	LP 141	152
24	LP 114	510	52	LP 142	686
25	LP 115	600	53	LP 143	475
26	LP 116	209	54	LP 144	532
27	LP 117	661	55	LP 145	740
28	LP 118	467		Total	17.508

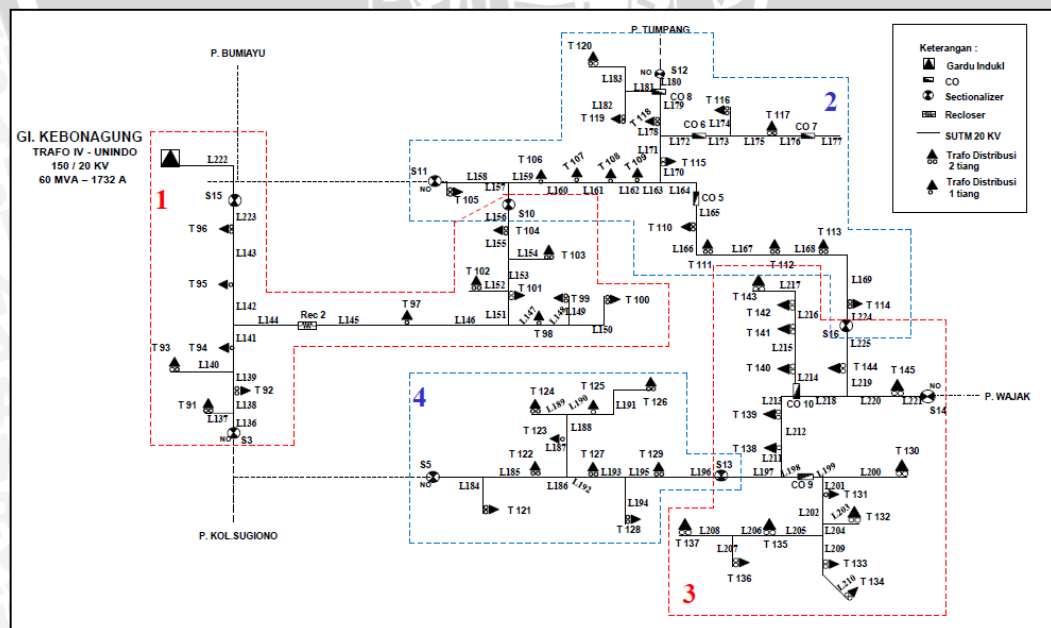
Dari tabel 4.66 dapat diketahui bahwa penyulang Tlogowaru memiliki total transformator distribusi berjumlah 55 transformator dengan total pelanggan yang disuplai adalah 17.508 pelanggan. Pada tabel 4.67 berikut ini adalah panjang saluran (*line*) penyulang Tlogowaru.

Tabel 4.67 Panjang saluran (*line*) penyulang Tlogowaru

<i>Line</i>	Panjang	Jenis Konduktor	<i>Line</i>	Panjang	Jenis Konduktor
<i>Line</i> 141	0,216	AAAC 3x150 mm	<i>Line</i> 184	0,200	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 142	0,533	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 185	0,856	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 143	0,510	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 186	1,458	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 144	0,381	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 187	0,395	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 145	1,014	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 188	0,707	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 146	0,398	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 189	0,778	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 147	1,166	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 190	0,117	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 148	0,224	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 191	1,589	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 149	0,548	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 192	0,057	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 150	0,917	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 193	0,449	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 151	0,569	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 194	0,033	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 152	0,760	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 195	0,413	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 153	0,340	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 196	0,385	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 154	0,817	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 197	0,300	AAAC 3x150 mm
<i>Line</i> 155	0,583	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 198	0,229	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 156	0,542	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 199	0,052	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 157	0,468	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 200	1,095	AAAC 3x35 mm
<i>Line</i> 158	0,243	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 201	0,671	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 159	0,252	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 202	0,106	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 160	0,152	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 203	0,288	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 161	0,157	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 204	0,734	AAAC 3x50 mm
<i>Line</i> 162	0,811	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 205	0,049	AAAC 3x70 mm
<i>Line</i> 163	1,325	AAAC 3x70 mm	<i>Line</i> 206	0,058	AAAC 3x50 mm

Line 164	0,046	AAAC 3x70 mm	Line 207	0,287	AAAC 3x55 mm
Line 165	0,109	AAAC 3x70 mm	Line 208	0,542	AAAC 3x50 mm
Line 166	0,867	AAAC 3x70 mm	Line 209	0,758	AAAC 3x50 mm
Line 167	1,534	AAAC 3x70 mm	Line 210	0,418	AAAC 3x50 mm
Line 168	0,874	AAAC 3x70 mm	Line 211	0,144	AAAC 3x150 mm
Line 169	0,614	AAAC 3x70 mm	Line 212	0,417	AAAC 3x150 mm
Line 170	0,145	AAAC 3x70 mm	Line 213	1,243	AAAC 3x150 mm
Line 171	0,811	AAAC 3x70 mm	Line 214	0,211	AAAC 3x50 mm
Line 172	0,369	AAAC 3x70 mm	Line 215	0,7860	AAAC 3x50 mm
Line 173	1,131	AAAC 3x70 mm	Line 216	1,247	AAAC 3x50 mm
Line 174	0,406	AAAC 3x70 mm	Line 217	1,169	AAAC 3x50 mm
Line 175	0,069	AAAC 3x70 mm	Line 218	0,950	AAAC 3x150 mm
Line 176	0,300	AAAC 3x70 mm	Line 219	1,205	AAAC 3x70 mm
Line 177	2,035	AAAC 3x70 mm	Line 220	0,267	AAAC 3x150 mm
Line 178	0,217	AAAC 3x70 mm	Line 221	0,684	AAAC 3x150 mm
Line 179	0,477	AAAC 3x70 mm	Line 222	2,700	AAAC 3x150 mm
Line 180	0,580	AAAC 3x70 mm	Line 223	1,300	AAAC 3x150 mm
Line 181	1,234	AAAC 3x70 mm	Line 224	0,850	AAAC 3x150 mm
Line 182	0,114	AAAC 3x70 mm	Line 225	0,850	AAAC 3x150 mm
Line 183	1,194	AAAC 3x70 mm	Total	54,607	

Pada tabel 4.67 dapat diketahui bahwa penyulang Tlogowaru memiliki panjang penyulang 54,607 kms yang terdiri dari 85 line. Indeks keandalan penyulang Tlogowaru akan dihitung dengan menggunakan metode *section technique* dengan standar SPLN dan standar ANSI/IEEE. Pada gambar 4.15 berikut ini adalah pembagian *section* penyulang Tlogowaru :



Gambar 4.15 Pembagian section penyulang Tlogowaru

Setelah melakukan pembagian *section*, langkah selanjutnya adalah membuat daftar mode kegagalan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suatu kegagalan peralatan dalam sistem. Dari daftar kegagalan ini dapat diketahui *load point* mana saja yang mengalami dampak gangguan ketika setiap peralatan mengalami gangguan. Pendekatan pada metode ini menggunakan analisis *bottom-up* dimana suatu analisis mode kegagalan sub sistem dilihat pengaruhnya terhadap seluruh sistem. Berikut pada tabel 4.68 adalah hasil dari perhitungan indeks keandalan penyulang Tlogowaru dengan menggunakan metode *section technique* yang berdasarkan standar SPLN 59 : 1985 dan ANSI/IEEE std 439-1980:

Tabel 4.68 Indeks keandalan penyulang Tlogowaru

No	Section	Indeks Keandalan			
		SPLN 59 : 1985		ANSI/IEEE std 439-1980	
		SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
1	Section 1	1,300659844	1,826632232	0,577042	0,885266
2	Section 2	1,146135203	1,227006061	0,587672	0,682248
3	Section 3	0,516577929	0,352127879	0,239044	0,183635
4	Section 4	0,083615780	0,026325760	0,036624	0,017575
Total		3,046988755	3,432091932	1,440381	1,768723
		CAIDI = 1,126388119		CAIDI = 1,227955	

Berdasarkan tabel 4.68 di atas, nilai indeks keandalan penyulang tlogowaru dengan menggunakan standar SPLN 59 : 1985 adalah untuk SAIFI sebesar 3,046988755 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 3,432091932 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 1,126388119 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan standar SPLN 68-2 : 1986 yaitu SAIFI 12 kali/tahun dan SAIDI 63,8 jam/tahun maka nilai indeks keandalan pada penyulang Tlogowaru sudah memenuhi standar PLN. Untuk nilai SAIFI sudah memenuhi target PLN berdasarkan *world Class Service* yaitu 3,77 kali/tahun sedangkan untuk SAIDI belum memenuhi karena target PLN adalah 3,33 jam/tahun.

Sedangkan nilai indeks keandalan dengan menggunakan ANSI/IEEE std 439-1980 adalah untuk SAIFI sebesar 1,440381 gangguan/tahun, untuk SAIDI adalah 1,768723 jam/tahun, dan untuk CAIDI adalah 1,227955 jam/gangguan. Jika dibandingkan dengan IEEE std.1366-2000, nilai standar untuk SAIFI adalah 1,45 kali/tahun dan untuk SAIDI adalah 2,3 jam/tahun, maka nilai indeks keandalan pada penyulang Tlogowaru sudah memenuhi standar IEEE.

Setelah diperoleh indeks keandalan penyulang Kolonel Sugiono sesudah perubahan jaringan dan penyulang tlogowaru, maka akan dibandingkan indeks

keandalan penyulang sebelum dan sesudah perubahan jaringan. Nilai perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.69 dibawah ini:

Tabel 4.69 Perbandingan Indeks keandalan sebelum dan sesudah perubahan jaringan

No	Penyulang	Indeks Keandalan					
		SPLN 59 : 1985			ANSI/IEEE std 439-1980		
		SAIFI	SAIDI	CAIDI	SAIFI	SAIDI	CAIDI
1	Kolonel Sugiono sebelum perubahan jaringan	5,264	13,55	2,574	2,707	7,574	2,798
2	Kolonel Sugiono sesudah perubahan jaringan	2,405	4,3	1,788	1,236	2,399	1,94
3	Tlogowaru	3,047	3,432	1,126	1,44	1,769	1,228

Dari hasil perbandingan tabel 4.69, dapat dilihat indeks keandalan setelah perubahan jaringan terjadi perubahan. sebelum perubahan jaringan penyulang Kolonel Sugiono memiliki nilai SAIFI sebesar 5,264 gangguan/tahun untuk standar SPLN 59 : 1985, setelah perubahan jaringan nilai SAIFI menjadi 2,405 gangguan/tahun untuk penyulang Kolonel Sugiono yang baru dan 3,047 gangguan/tahun untuk penyulang tlogowaru. Begitu juga untuk nilai SAIFI yang awalnya 13,55 jam/tahun berkurang menjadi 4,3 jam/tahun untuk penyulang Kolonel Sugiono yang lama dan 3,432 jam/tahun pada penyulang Tlogowaru. Nilai CAIDI yang awalnya 2,574 jam/gangguan menjadi 1,788 jam/gangguan pada penyulang Kolonel Sugiono yang baru dan 1,126 jam/gangguan pada penyulang Tlogowaru. Perbaikan indeks keandalan juga terjadi pada standar ANSI/IEEE std 439-1980 baik SAIFI, SAIDI, maupun CAIDI. Penurunan nilai indeks keandalan setelah perubahan jaringan menunjukkan penyulang Kolonel Sugiono memiliki indeks keandalan yang lebih baik setelah dilakukan perubahan jaringan.