

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Jumlah Pelanggan setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen

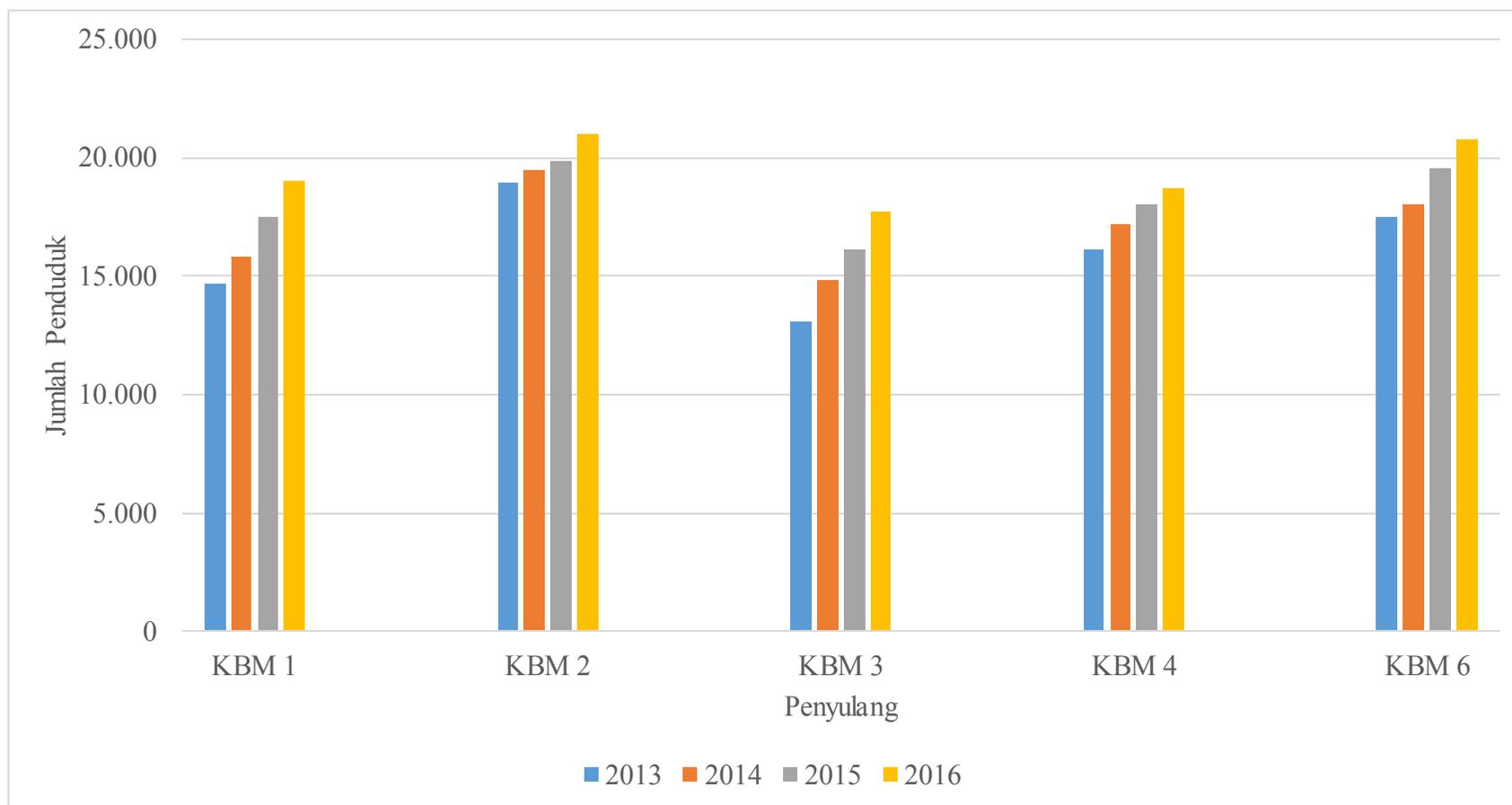
Gardu Induk Kebumen memiliki 6 buah penyulang, penyulang tersebut adalah penyulang KBM1, KBM2, KBM3, KBM4, KBM5 dan KBM6. Keenam penyulang disalurkan dari 2 buah transformator, dimana transformator 1 berkapasitas 30 MVA menyalurkan 2 penyulang yaitu KBM6 dan KBM2, sedangkan untuk transformator 2 berkapasitas 60 MVA menyalurkan 4 buah penyulang yaitu KBM1, KBM3, KBM4 dan KBM5.

Total pelanggan yang berada pada penyulang KBM1 sampai dengan KBM6 adalah sebesar 80.298 jiwa pada tahun 2013, 85.332 jiwa pada tahun 2014, 90.966 jiwa pada tahun 2015 dan 97.169 pada tahun 2016. Selalu ada peningkatan jumlah pelanggan di setiap penyulang Gardu Induk Kebumen. Menurut data yang diperoleh dari PT. PLN Rayon Kebumen, penyulang KBM5 tidak ada beban yang dilayani selama 4 tahun terakhir.

Pada tabel 4.1 dan gambar 4.1 berikut menunjukkan rincian dan perbandingan jumlah pelanggan setiap penyulang Gardu Induk Kebumen dari tahun 2013 sampai dengan 2016, dimana setiap tahunnya selalu ada peningkatan pelanggan pada setiap penyulang Gardu Induk Kebumen.

Tabel 4.1 Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	JUMLAH PELANGGAN TAHUN			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	14678	15790	17459	19.028
2	KBM 2	18.957	19.467	19.857	20.971
3	KBM 3	13.097	14.809	16.086	17.680
4	KBM 4	16.090	17.220	17.997	18.700
5	KBM 6	17.476	18046	19567	20790
Jumlah		80.298	85.332	90.966	97.169



Gambar 4.1 Grafik Perkembangan Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

4.2 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Data gangguan berikut adalah data gangguan jaringan distribusi yang berupa frekwensi pemadaman dan durasi pemadaman pada setiap penyulang selama 4 tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

4.2.1 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

Tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.6 berikut menunjukkan data gangguan jaringan distribusi selama tahun 2013, meliputi frekwensi dan durasi padam dalam satuan jam pada setiap penyulang.

Tabel 4.2 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	10-Jan-13	KBM1	14:02	15:05	1,05
2	10-Jan-13	KBM1	14:02	14:50	0,8
3	07-Feb-13	KBM1	13:31	14:15	0,73
4	22-Feb-13	KBM1	21:21	22:28	0,98
5	07-Apr-13	KBM1	14:34	15:51	1,28
6	23-Apr-13	KBM1	16:22	17:09	1,68
7	26-Sep-13	KBM1	1:52	2:35	0,72
8	28-Okt-13	KBM1	0:13	1:55	1,7
9	22-Nov-13	KBM1	12:54	13:39	0,75
10	12-Dec-13	KBM1	20:17	21:46	1,48
JUMLAH					9,32

Tabel 4.3 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	09-Jan-13	KBM2	14:08	14:38	0,5
2	09-Feb-13	KBM2	8:23	9:03	0,67
3	11-Feb-13	KBM2	20:04	20:48	0,73
4	21-Feb-13	KBM2	12:41	12:51	0,17
5	22-Feb-13	KBM2	21:14	22:29	1,25
6	22-Mar-13	KBM2	18:45	18:51	0,1
7	22-Mar-13	KBM2	20:52	22:04	1,2
8	23-Mei-13	KBM2	23:48	0:13	0,42
9	01-Jun-13	KBM2	21:40	22:23	0,72
10	22-Jun-13	KBM2	14:08	14:44	0,6
11	19-Jul-13	KBM2	7:33	8:09	0,6
12	06-Agu-13	KBM2	15:29	15:50	0,35
13	16-Agu-13	KBM2	10:21	10:34	0,22
14	20-Okt-13	KBM2	0:21	0:49	0,47
15	21-Nov-13	KBM2	18:24	18:43	0,32
JUMLAH					8,3

Tabel 4.4 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	10-Jan-13	KBM3	10:59	11:47	0,8
2	22-Feb-13	KBM3	21:20	22:32	1,2
3	28-Feb-13	KBM3	15:02	15:12	0,17
4	21-Mar-13	KBM3	21:58	22:22	0,4
5	09-Apr-13	KBM3	23:02	23:30	0,47
6	16-Apr-13	KBM3	7:05	7:20	0,25
7	22-Apr-13	KBM3	15:21	15:21	0
8	28-Jun-13	KBM3	20:50	21:00	0,17
9	29-Jun-13	KBM3	1:39	3:04	1,42

10	06-Jun-13	KBM3	22:13	22:28	0,25
NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
11	08-Jul-13	KBM3	15:20	15:45	0,42
12	18-Nov-13	KBM3	9:20	9:47	0,45
13	18-Nov-13	KBM3	16:17	17:07	0,83
14	30-Des-13	KBM3	19:40	21:21	1,68
JUMLAH					8,5

Tabel 4.5 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	10-Jan-13	KBM4	13:22	13:46	0,7
2	18-Jan-13	KBM4	23:39	0:15	0,6
3	22-Feb-13	KBM4	21:14	22:33	1,72
4	24-Feb-13	KBM4	19:21	19:57	0,6
5	03-Jul-13	KBM4	16:17	16:42	0,52
6	17-Jul-13	KBM4	15:05	15:51	0,71
7	19-Sep-13	KBM4	18:21	19:20	1,98
JUMLAH					6,83

Tabel 4.6 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2013

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	06-Jan-13	KBM6	19:59	20:34	0,58
2	01-Feb-13	KBM6	16:37	17:04	0,45
3	01-Feb-13	KBM6	18:23	18:42	0,32
4	21-Feb-13	KBM6	12:41	13:21	0,67
5	12-Mar-13	KBM6	18:44	18:44	0
6	22-Mar-13	KBM6	20:52	22:54	2,03
7	31-Mar-13	KBM6	1:41	2:10	0,48
8	28-Apr-13	KBM6	1:06	1:33	0,45

9	17-Mei-13	KBM6	15:34	15:55	0,35
NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
10	28-Mei-13	KBM6	14:47	15:34	0,78
11	01-Jun-13	KBM6	21:33	21:41	0,13
12	18-Jul-13	KBM6	1:12	1:12	0
13	18-Jul-13	KBM6	3:15	3:15	0
14	06-Agu-13	KBM6	13:04	13:21	0,28
15	12-Agu-13	KBM6	11:47	16:59	5,2
16	19-Agu-13	KBM6	17:43	18:31	0,8
17	25-Okt-13	KBM6	13:32	14:46	1,23
18	01-Nov-13	KBM6	16:14	16:34	0,33
19	02-Des-13	KBM6	21:36	21:50	0,23
JUMLAH					14,33

4.2.2 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

Tabel 4.7 sampai dengan tabel 4.11 berikut menunjukkan data gangguan jaringan distribusi selama tahun 2014, meliputi frekwensi dan durasi padam dalam satuan jam pada setiap penyulang di gardu induk Kebumen.

Tabel 4.7 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	07-Jan-14	KBM1	8:41	9:58	1,28
2	14-Feb-14	KBM1	7:39	9:51	2,2
3	18-Apr-14	KBM1	22:04	23:34	1,5
4	21-Jun-14	KBM1	21:37	23:12	1,58
5	26-Jun-14	KBM1	16:54	17:27	0,68
6	23-Sep-14	KBM1	13:30	15:03	1,65

7	21-Okt-14	KBM1	13:00	13:53	0,88
NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
8	18-Nov-14	KBM01	16:17	17:17	1
JUMLAH					10,77

Tabel 4.8 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	12-Jan-14	KBM2	18:02	19:17	1,25
2	16-Feb-14	KBM2	19:42	21:30	1,8
3	12-Apr-14	KBM2	18:29	20:34	2,08
4	24-Nov-14	KBM2	5:48	6:58	1,09
5	09-Des-14	KBM2	3:57	4:42	0,8
JUMLAH					7,02

Tabel 4.9 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	13-Feb-14	KBM3	4:36	6:36	2
2	14-Feb-14	KBM3	8:07	9:38	1,52
3	24-Mar-14	KBM3	17:31	18:22	0,85
4	12-Apr-14	KBM3	18:36	20:26	1,83
5	13-Mei-14	KBM3	23:15	0:25	1,17
6	11-Agu-14	KBM3	12:14	12:48	0,57
7	09-Des-14	KBM3	12:07	13:12	1,08
JUMLAH					9,02

Tabel 4.10 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	07-Jan-14	KBM4	8:41	9:47	1,15
2	05-Apr-14	KBM4	3:06	5:32	2,13
3	12-Apr-14	KBM4	18:23	21:56	0,55
4	31-Jul-14	KBM4	17:45	19:12	1,45
5	02-Sep-14	KBM4	10:27	11:23	0,93
6	10-Sep-14	KBM4	2:55	5:03	1,13
7	05-Nov-14	KBM4	14:42	15:45	1,05
8	09-Dec-14	KBM4	2:40	4:12	0,53
9	14-Dec-14	KBM4	15:05	16:16	0,45
JUMLAH					9,37

Tabel 4.11 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2014

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	13-Jan-14	KBM6	9:30	10:06	0,6
2	26-Jan-14	KBM6	13:43	14:20	0,62
3	28-Jan-14	KBM6	14:20	16:07	1,77
4	06-Feb-14	KBM6	4:41	5:03	1,37
5	17-Mar-14	KBM6	20:57	22:40	1,72
6	26-Jun-14	KBM6	16:16	18:09	1,88
7	27-Jun-14	KBM6	15:43	16:48	1,08
8	12-Jul-14	KBM6	17:29	19:02	1,55
9	13-Jul-14	KBM6	6:53	8:23	1,5
10	24-Jul-14	KBM6	11:55	12:36	0,68
11	02-Sep-14	KBM6	12:43	13:44	1,02
12	17-Sep-14	KBM6	20:11	21:24	1,22
13	09-Dec-14	KBM6	3:35	5:21	1,77
JUMLAH					16,78

4.2.3 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

Tabel 4.12 sampai dengan tabel 4.16 berikut menunjukkan data gangguan jaringan distribusi selama tahun 2015, meliputi frekwensi dan durasi padam dalam satuan jam pada setiap penyulang.

Tabel 4.12 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	14-Jan-15	KBM1	20:19	21:35	1,26
2	05-Feb-15	KBM1	11:37	13:10	1,55
3	25-Mar-15	KBM1	14:00	14:48	0,8
4	23-Jun-15	KBM1	22:19	23:11	0,87
5	29-Nov-15	KBM1	18:30	20:06	1,6
JUMLAH					6,08

Tabel 4.13 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	10-Jan-15	KBM2	18:48	19:50	1,03
2	29-Okt-15	KBM2	18:39	19:51	1,2
3	09-Nov-15	KBM2	5:38	8:47	2,65
4	10-Nov-15	KBM2	22:03	23:32	1,48
5	20-Nov-15	KBM2	17:09	18:49	1,67
JUMLAH					8,03

Tabel 4.14 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	03-Mar-15	KBM3	11:10	12:33	1,38
2	09-Mar-15	KBM3	19:58	21:05	1,12
3	03-Apr-15	KBM3	8:49	10:02	1,22
4	11-Apr-15	KBM3	9:40	10:33	0,88
5	05-Jun-15	KBM3	15:55	16:38	0,72
6	11-Nov-15	KBM3	4:33	5:36	1,05
7	19-Dec-15	KBM3	7:38	8:34	0,93
JUMLAH					7,3

Tabel 4.15 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	26-Jan-15	KBM4	0:13	1:23	1,17
2	14-Jul-15	KBM4	4:05	5:24	1,32
3	11-Sep-15	KBM4	13:39	15:04	1,42
4	21-Nov-15	KBM4	6:34	8:15	1,75
5	29-Nov-15	KBM4	18:42	21:05	2,38
6	01-Dec-15	KBM4	16:49	18:33	1,77
7	03-Dec-15	KBM4	17:18	19:16	1,97
JUMLAH					11,78

Tabel 4.16 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2015

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	05-Jan-15	KBM6	21:03	22:22	1,32
2	07-Feb-15	KBM6	20:13	22:27	2,23
3	09-Mar-15	KBM6	19:19	21:32	2,22

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
4	15-Jun-15	KBM6	9:59	11:14	1,25
5	06-Des-15	KBM6	3:45	5:02	1,54
6	10-Des-15	KBM6	19:41	20:30	0,82
JUMLAH					9,38

4.2.4 Data Gangguan Jaringan Distribusi Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

Tabel 4.17 sampai dengan tabel 4.21 berikut menunjukkan data gangguan jaringan distribusi selama tahun 2016, meliputi frekwensi dan durasi padam dalam satuan jam pada setiap penyulang

Tabel 4.17 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM1 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	15-Jan-16	KBM1	16:52	17:21	0,48
2	24-Feb-16	KBM1	22:59	0:05	1,1
3	02-Mar-16	KBM1	21:22	22:40	1,3
4	16-Apr-16	KBM1	11:32	12:40	1,13
5	26-Apr-16	KBM1	14:53	15:04	0,18
6	09-Jun-16	KBM1	8:10	9:27	1,28
7	08-Okt-16	KBM1	14:34	16:01	1,38
8	24-Nov-16	KBM1	18:21	19:41	1,33
TOTAL					8,18

Tabel 4.18 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM2 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	15-Feb-16	KBM2	19:27	20:52	1,42
2	30-Apr-16	KBM2	22:02	23:01	0,81
3	10-Agu-16	KBM2	12:28	14:46	2,3
4	13-Sep-16	KBM2	4:25	6:02	1,62
5	10-Nov-16	KBM2	8:16	9:02	0,77
6	20-Des-16	KBM2	14:01	14:46	0,75
JUMLAH					7,67

Tabel 4.19 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM3 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	11-Mar-16	KBM3	3:04	4:38	1,57
2	23-Mar-16	KBM3	15:37	15:42	0,08
3	12-Agu-16	KBM3	11:37	12:34	0,95
4	22-Agu-16	KBM3	10:03	10:40	0,62
5	11-Sep-16	KBM3	18:46	20:05	1,32
JUMLAH					4,54

Tabel 4.20 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM4 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	14-Jan-16	KBM4	19:57	21:43	1,77
2	23-Mar-16	KBM4	15:28	16:49	1,35
3	28-Apr-16	KBM4	17:07	19:12	2,08
4	18-Jun-16	KBM4	8:54	9:36	0,7
5	19-Jun-16	KBM4	1:43	4:09	2,43
6	29-Jul-16	KBM4	14:19	15:14	0,92
7	07-Okt-16	KBM4	23:06	0:16	1,17

NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
8	22-Des-16	KBM4	13:24	14:02	0,63
JUMLAH					11,05

Tabel 4.21 Data Gangguan Jaringan Distribusi Penyulang KBM6 Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

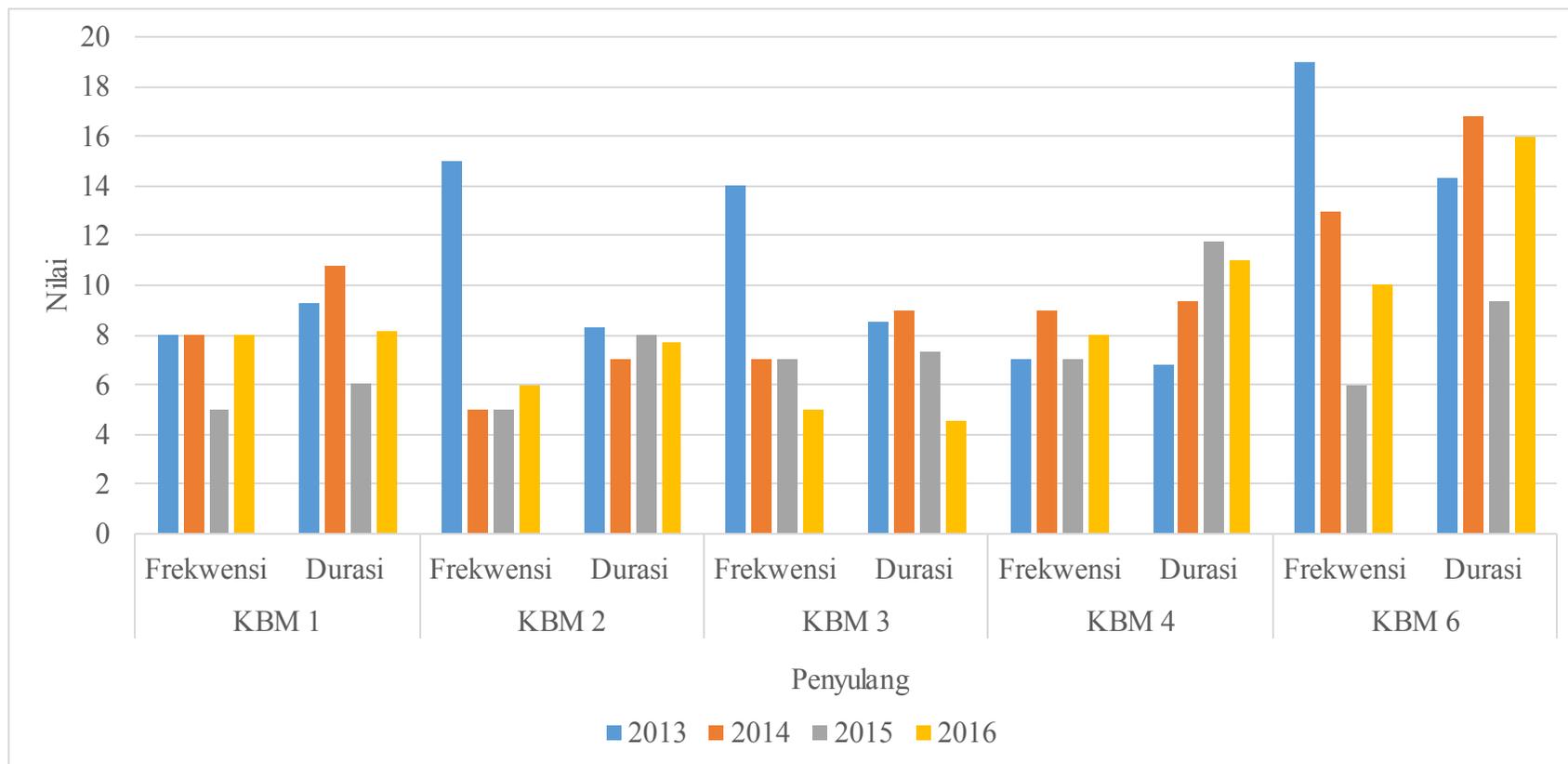
NO	TANGGAL	PENYULANG	JAM PADAM	JAM NYALA	LAMA PADAM (JAM)
1	14-Jan-16	KBM6	19:47	21:01	1,23
2	18-Jan-15	KBM6	14:08	15:49	1,68
3	30-Apr-16	KBM6	22:02	23:59	1,95
4	02-Jun-16	KBM6	11:44	12:57	1,29
5	11-Sep-16	KBM6	13:14	13:39	0,42
6	12-Sep-16	KBM6	22:31	23:40	1,15
7	08-Okt-16	KBM6	14:34	14:19	1,88
8	14-Okt-16	KBM6	12:54	14:09	1,25
9	19-Des-16	KBM6	13:28	14:43	1,25
10	20-Des-16	KBM6	14:01	17:53	3,87
JUMLAH					15,97

4.3 Analisa Perhitungan SAIFI, SADI, CAIDI dan ASAI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Untuk memudahkan dalam perhitungan maka dikelompokan data sesuai dengan frekwensi padam dan durasi padam pada setiap penyulang. Pada tabel 4.22 berikut menunjukkan rangkuman dari data gangguan selama 4 tahun, yaitu dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016. Pada Gambar 4.2 berikut juga menunjukkan grafik nilai frekwensi dan durasi gangguan pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 4.22 Ringakasan Data Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013 - 2016

NO	PENYULANG	FREKWENSI & DURASI GANGGUAN	TAHUN			
			2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	Frekwensi Gangguan (Kali)	10	8	5	8
		Durasi Gangguan (Jam)	11,17	10,77	6,08	8,18
2	KBM 2	Frekwensi Ganggun (Kali)	15	5	5	6
		Durasi Gangguan (Jam)	8,3	7,02	8,03	7,67
3	KBM 3	Frekwensi Gangguan (Kali)	14	7	7	5
		Durasi Gangguan (Jam)	8,5	9,02	7,3	4,53
4	KBM 4	Frekwensi Gangguan (Kali)	7	9	7	8
		Durasi Gangguan (Jam)	6,83	9,37	11,78	11,05
5	KBM 6	Frekwensi Gangguan (Kali)	19	13	6	10
		Durasi Gangguan (Jam)	14,33	16,78	9,38	15,97



Gambar 4.2 Grafik Frekwensi dan Durasi Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

4.3.1 Perhitungan SAIFI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Tabel 4.23 dan tabel 4.24 dibawah ini menunjukkan data frekwensi gangguan selama 4 tahun pada setiap penyulang, dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016. Selain frekwensi gangguan, ada juga jumlah pelanggan masing-masing penyulang dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 4.23 Data Frekwensi Gangguan Setiap Penyulang dari Tahun 2013 – 2014

NO	PENYULANG	FREKWENSI GANGGUAN (Kali)		JUMLAH PELANGGAN (Jiwa)	
		2013	2014	2013	2014
1	KBM 1	8	8	12.678	13.790
2	KBM 2	15	5	18.957	19.467
3	KBM 3	14	7	13.097	14.809
4	KBM 4	7	9	11.090	12.620
5	KBM 6	19	13	17.476	18046
Jumlah				73.298	78.732

Tabel 4.24 Data Frekwensi Gangguan Setiap Penyulang dari Tahun 2015 – 2016

NO	PENYULANG	FREKWENSI GANGGUAN (Kali)		JUMLAH PELANGGAN (Jiwa)	
		2015	2016	2015	2016
1	KBM 1	5	8	15.459	16.028
2	KBM 2	5	6	19.957	20.971
3	KBM 3	7	5	16.086	17.680
4	KBM 4	7	8	13.997	15.700
5	KBM 6	6	10	19567	20290
Jumlah				85.066	90.669

Berikut adalah contoh perhitungan SAIFI menggunakan rumus 2.1 pada penyulang KBM1 tahun 2013, 2014, 2015 dan 2016 berdasarkan tabel 4.23 dan 4.24 :

$$1. \text{ SAIFI KBM1 2013} = \frac{\lambda_i \times N_i}{N_t} = \frac{10 \times 12678}{73.298} = 1,72 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

$$2. \text{ SAIFI KBM1 2014} = \frac{\lambda_i \times N_i}{N_t} = \frac{8 \times 13790}{78.732} = 1,40 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

$$3. \text{ SAIFI KBM1 2015} = \frac{\lambda_i \times N_i}{N_t} = \frac{5 \times 15459}{85.066} = 0,91 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

$$4. \text{ SAIFI KBM1 2016} = \frac{\lambda_i \times N_i}{N_t} = \frac{8 \times 16028}{90.669} = 1,41 \text{ kali/pelanggan/tahun}$$

Keterangan

λ_i = Angka kegagalan/Frekwensi Pemadaman Saluran i (kali/tahun)

N_i = Jumlah pelanggan pada saluran i

N_t = Jumlah pelanggan total

Untuk penyulang – penyulang lain yang ada di Gardu Induk Kebumen dilakukan perhitungan SAIFI dengan rumus dan langkah yang sama sesuai dengan contoh diatas, dengan data yang sudah ada dari setiap penyulang pada tabel 4.23 dan 4.24.

Tabel 4.25 berikut adalah hasil dari perhitungan nilai SAIFI secara keseluruhan dari setiap penyulang selama 4 tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 4.25 Nilai SAIFI Tahun 2013-2016

NO	PENYULANG	NILAI SAIFI (Kali/Pelanggan/Tahun)			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	1,72	1,40	0,91	1,41
2	KBM 2	3,88	1,24	1,17	1,39
3	KBM 3	2,50	1,32	1,32	0,97
4	KBM 4	1,06	1,44	1,15	1,39
5	KBM 6	4,53	2,98	1,38	2,24

4.4.2 Analisis Nilai SAIFI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Berdasarkan tabel 4.25 dapat diketahui handal atau tidaknya setiap penyulang pada gardu induk kebumen, sesuai dengan standar SAIFI PLN Rayon Kebumen, SAIFI SPLN No 68-2 1986, IEEE std 1366-2003.

4.4.2.1 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen

Tabel 4.26 berikut ini menunjukkan perbandingan nilai SAIFI Gardu Induk Kebumen dari penyulang KBM1 sampai dengan penyulang KBM6 dengan standar nilai SAIFI PLN Rayon Kebumen. Dikatakan memenuhi standar kehandalan nilai SAIFI apabila perhitungan nilai SAIFI total Gardu Induk Kebumen lebih kecil atau sama dengan standar nilai SAIFI PLN Rayon Kebumen setiap tahunnya.

Tabel 4.26 Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen

NO	Nilai Perhitungan SAIFI PLN Kebumen		Standar Nilai SAIFI PLN Kebumen kali/pelanggan/tahun	KETERANGAN
	Tahun	Nilai SAIFI kali/pelanggan/tahun		
1	2013	13,35	13,45	O

NO	Nilai Perhitungan SAIFI PLN Kebumen		Standar Nilai SAIFI PLN Kebumen kali/pelanggan/tahun	KETERANGAN
	Tahun	Nilai SAIFI kali/pelanggan/tahun		
2	2014	8,38	10,76	O
3	2015	5,94	8,21	O
4	2016	7,40	7,04	X

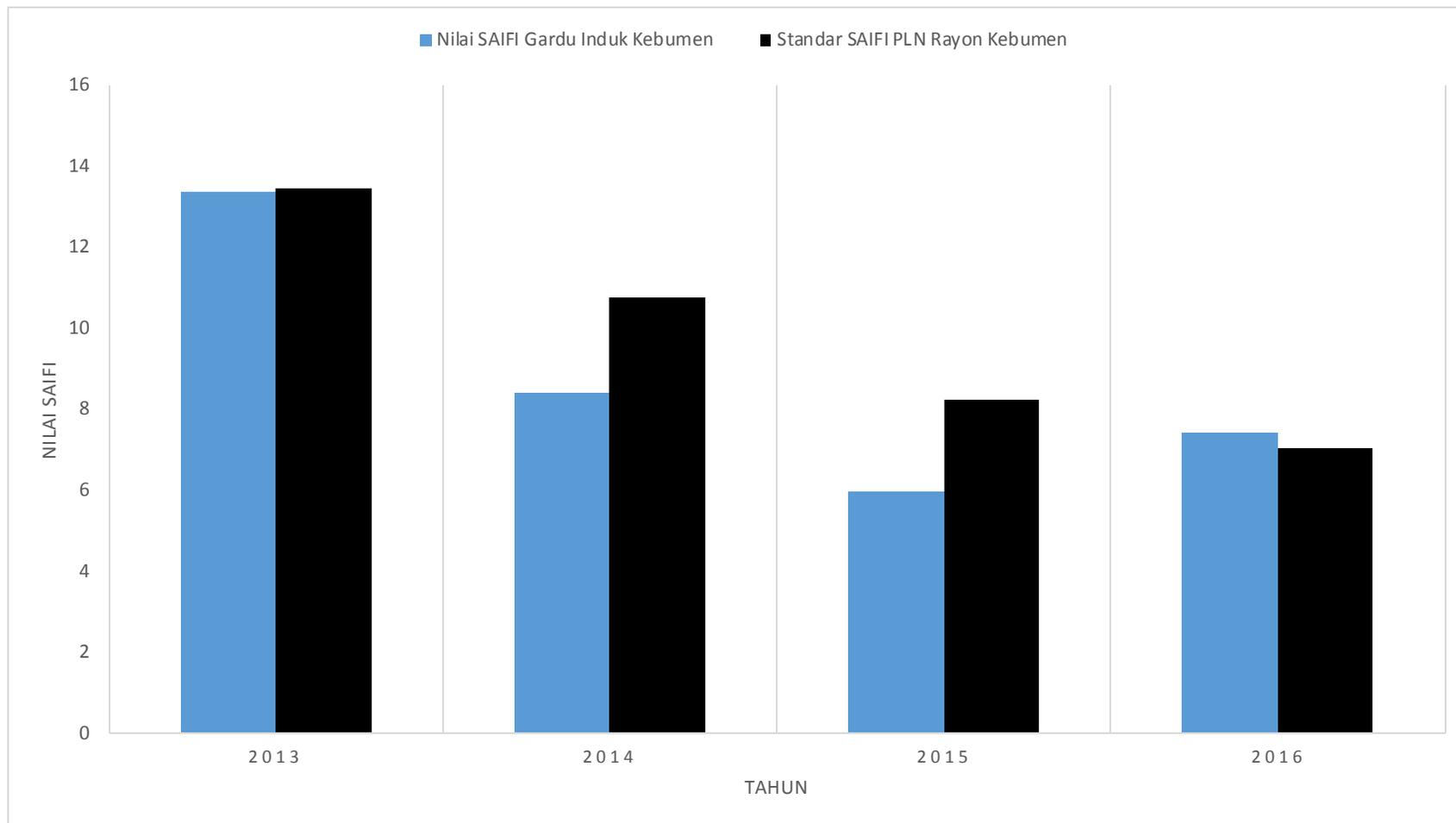
Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar

Berdasarkan data tabel 4.26 diatas menjelaskan bahwa dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016, hanya tahun 2016 saja yang tidak memenuhi standar target nilai SAIFI PLN Rayon Kebumen. Sehingga dapat dikatakan sistem distribusi pada tahun 2016 Gardu Induk Kebumen tidak handal.

Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan grafik perbandingan nilai SAIFI Gardu Induk Kebumen dengan standar target nilai SAIFI PLN Rayon Kebumen selama 4 tahun terakhir.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen

Gambar 4.3 juga menjelaskan bahwa standar nilai SAIFI PLN Rayon Kebumen dari tahun ke tahun semakin kecil, hal ini diharapkan adanya kemajuan kehandalan dari tahun ke tahun untuk memperoleh nilai keandalan yang terbaik.

4.4.2.2 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN No 68-2 1986

Standar nilai SAIFI SPLN No 68-2 1986 adalah sebesar 3,2 kali/pelanggan/tahun. Pada tabel 4.27 dan grafik gambar 4.4 berikut akan menunjukkan perbandingan nilai SAIFI pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dengan nilai standar SAIFI SPLN No 68-2 1986.

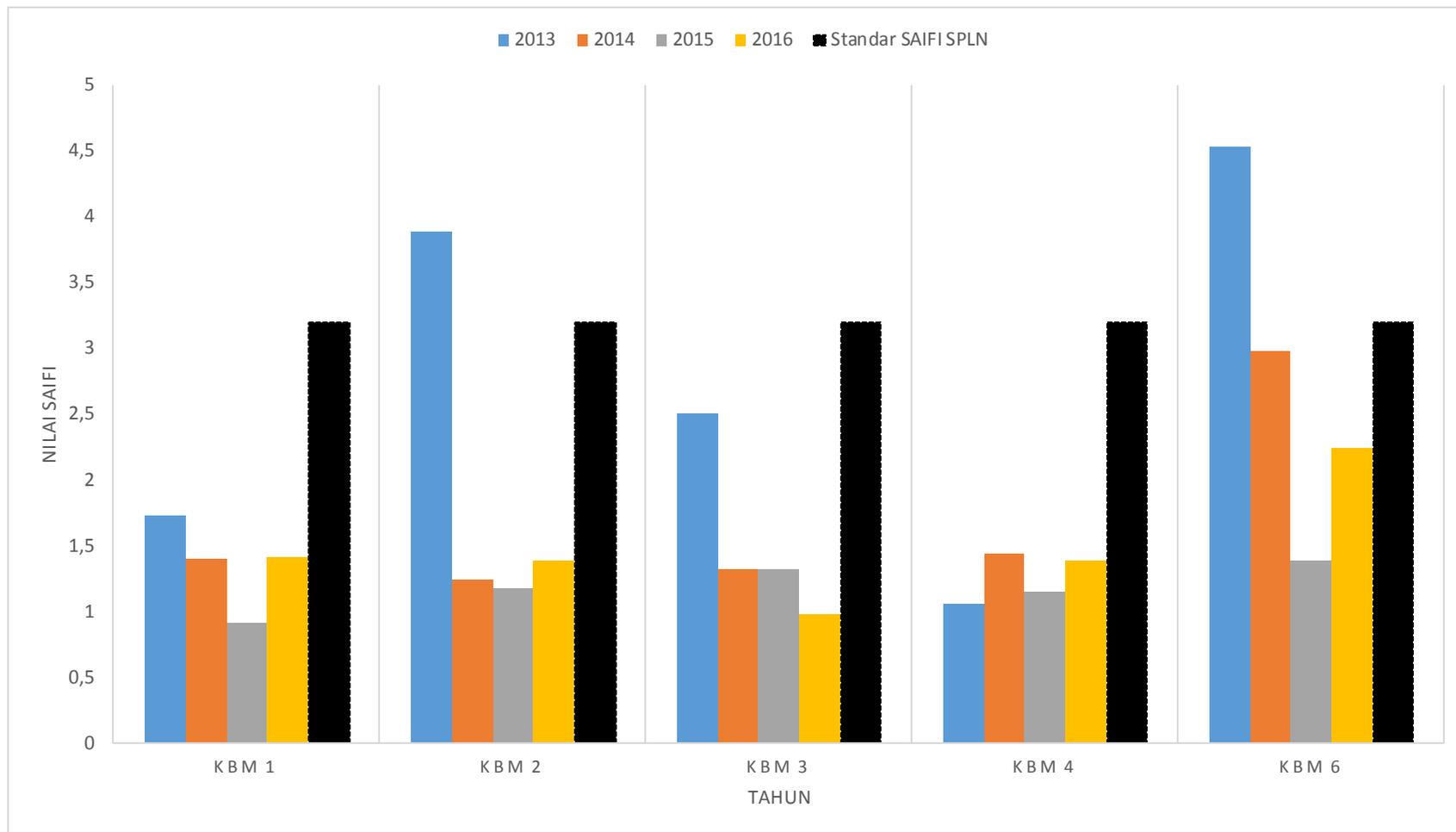
Tabel 4.27 Perbandingan Nilai SAIFI dengan SPLN No.68-2 1986

NO	PENYULANG	NILAI SAIFI kali/pelanggan/tahun				SPLN No 68-2 1986 3,2 kali/pelanggan/tahun			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	1,72	1,40	0,91	1,41	O	O	O	O
2	KBM 2	3,88	1,24	1,17	1,39	X	O	O	O
3	KBM 3	2,50	1,32	1,32	0,97	O	O	O	O
4	KBM 4	1,06	1,44	1,15	1,39	O	O	O	O
5	KBM 6	4,53	2,98	1,38	2,24	X	O	O	O

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan SPLN No.68-2 1986

Sebuah penyulang dikatakan memenuhi standar nilai SAIFI PLN apabila memiliki nilai perhitungan SAIFI lebih kecil atau sama dengan 3,2 kali/pelanggan/tahun. Berdasarkan Tabel 4.27 dan grafik gambar 4.4 penyulang KBM2 dan KBM6 yang dikatakan tidak memenuhi standar nilai pada tahun 2013, karena memiliki nilai SAIFI lebih dari standar SPLN 3,2 kali/pelanggan/tahun. Pada tahun 2014 sampai dengan 2016 semua penyulang dikatakan handal berdasarkan standar nilai SAIFI SPLN No 68-2 1986. Besarnya nilai SAIFI pada penyulang KBM6 pada tahun 2013 dipengaruhi oleh besarnya jumlah pemadaman dibandingkan dengan tahun-tahun setelahnya yaitu sebesar 19 kali pemadaman.

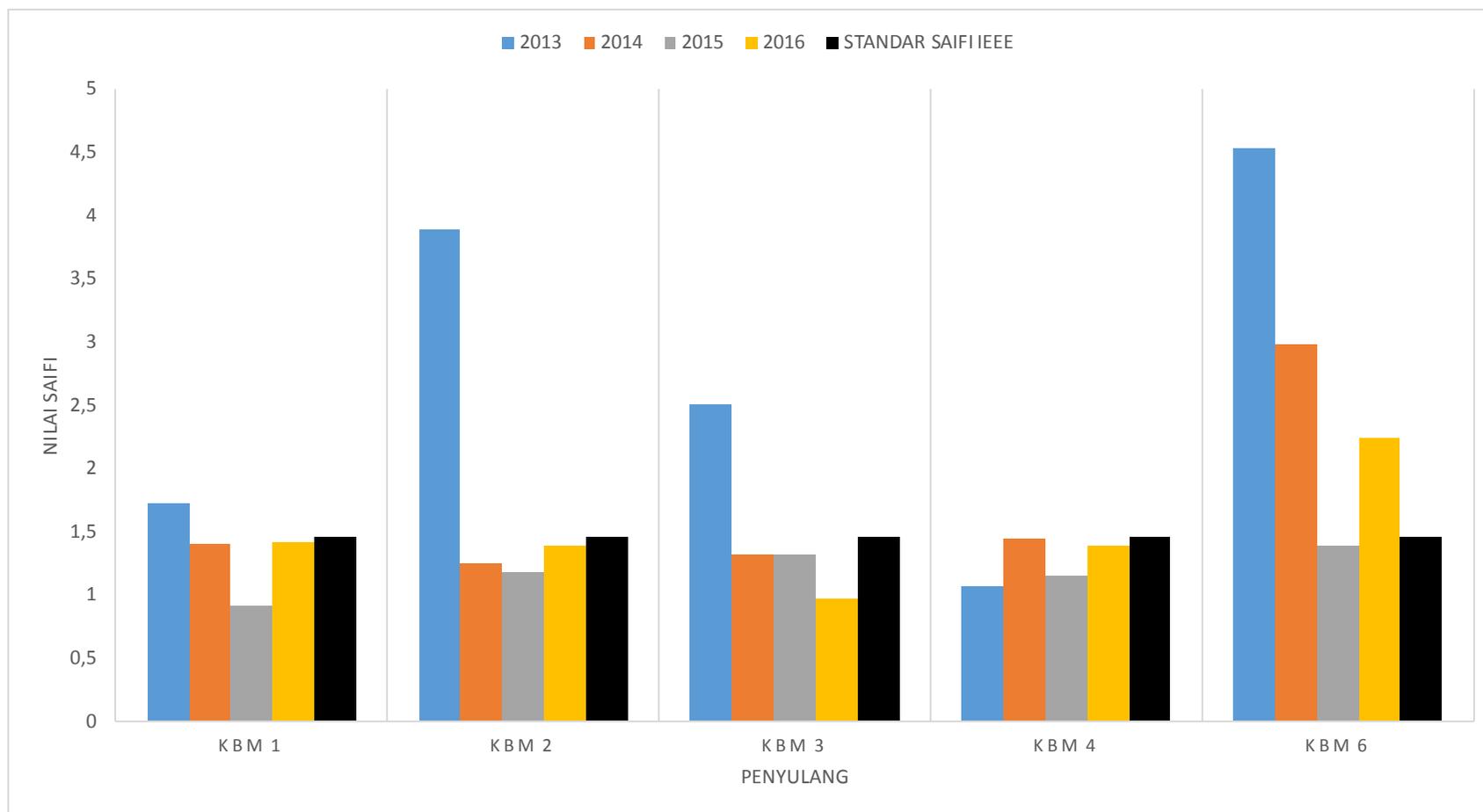
4.4.2.3 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003

Standar nilai SAIFI IEEE std 133-2003 adalah sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun. Standar ini bisa dibilang lebih kecil dari standar yang dimiliki oleh PLN.

Pada tabel 4.28 dan grafik gambar 4.5 berikut menunjukkan perbandingan nilai SAIFI setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dengan nilai standar SAIFI IEEE std 1366-2003.

Tabel 4.28 Perbandingan Nilai SAIFI dengan standar SAIFI IEEE std 1366

NO	PENYULANG	NILAI SAIFI				IEEE std 1366-2003 1,45 kali/pelanggan/tahun			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	1,72	1,40	0,91	1,41	X	O	O	O
2	KBM 2	3,88	1,24	1,17	1,39	X	O	O	O
3	KBM 3	2,50	1,32	1,32	0,97	X	O	O	O
4	KBM 4	1,06	1,44	1,15	1,39	O	O	O	O
5	KBM 6	4,53	2,98	1,38	2,24	X	X	O	X



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai SAIFI Berdasarkan IEEE std 1366-2003

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar

Penyulang tidak memenuhi standar nilai kehandalan berdasarkan standar nilai SAIFI IEEE apabila nilai perhitungan SAIFI dari penyulang tersebut lebih besar daripada 1,45 kali/pelanggan/tahun. Berdasarkan tabel 4.28 banyak penyulang dikatakan tidak memenuhi standar nilai kehandalan apabila dibandingkan dengan standar IEEE yaitu sebesar 1,45 kali/pelanggan/tahun. Pada tahun 2013 hanya 2 penyulang yang memenuhi standar nilai SAIFI IEEE yaitu penyulang KBM1 dan KBM4. Pada tahun 2014 mengalami kemajuan, karena hanya penyulang KBM6 yang tidak memenuhi standar nilai SAIFI IEEE. Pada tahun 2015 semua penyulang memenuhi standar nilai SAIFI IEEE, dan pada tahun 2016 penyulang KBM6 tidak memenuhi standar nilai IEEE.

Berdasarkan gambar 4.5 juga menjelaskan grafik perbandingan nilai perhitungan SAIFI setiap penyulang Gardu Induk Kebumen dengan standar SAIFI IEEE, bahwa penyulang KBM6 memiliki nilai SAIFI yang buruk, karena dalam kurun waktu 4 tahun hanya pada tahun 2015 KBM6 memenuhi standar nilai SAIFI IEEE.

4.4.3 Perhitungan SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Perhitungan nilai SAIDI adalah salah satu indeks keandalan berdasarkan durasi pemadaman dengan satuan jam.

Perhitungan nilai SAIDI diperlukan data durasi gangguan dan jumlah konsumen. Pada tabel 4.29 dan Tabel 4.30 berikut menunjukkan data durasi gangguan dan jumlah konsumen setiap penyulang selama empat tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 4.29 Durasi Gangguan dan Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2013 dan 2014

NO	PENYULANG	DURASI GANGGUAN (Jam)		JUMLAH PELANGGAN (Jiwa)	
		2013	2014	2013	2014
1	KBM 1	9,32	10,77	12.678	13.790
2	KBM 2	8,3	7,02	18.957	19.467
3	KBM 3	8,5	9,02	13.097	14.809
4	KBM 4	6,83	9,37	11.090	12.620
5	KBM 6	14,33	16,78	17.476	18046
Jumlah				73.298	78.732

Tabel 4.30 Durasi Gangguan dan Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen Tahun 2015 dan 2016

NO	PENYULANG	DURASI GANGGUAN (Jam)		JUMLAH PELANGGAN (Jiwa)	
		2015	2016	2015	2016
1	KBM 1	6,08	8,18	15.459	16.028
2	KBM 2	8,03	7,67	19.957	20.971
3	KBM 3	7,3	4,53	16.086	17.680
4	KBM 4	11,78	11,05	13.997	15.700
5	KBM 6	9,38	15,97	19567	20290
Jumlah				85.066	90.669

Berikut adalah contoh perhitungan SAIDI menggunakan rumus 2.2 pada penyulang KBM1 dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 berdasarkan tabel 4.29 dan 4.30 diatas:

$$1. \text{ SAIDI KBM1 2013} = \frac{U_i.N_i}{N_t} = \frac{11,17 \times 12678}{73298} = 1,93 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

$$2. \text{ SAIDI KBM1 2014} = \frac{U_i.N_i}{N_t} = \frac{10,77 \times 13790}{78732} = 1,89 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

$$3. \text{ SAIDI KBM1 2015} = \frac{U_i.N_i}{N_t} = \frac{6,08 \times 15459}{85066} = 1,1 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

$$4. \text{ SAIDI KBM1 2015} = \frac{U_i.N_i}{N_t} = \frac{8,18 \times 16028}{90669} = 1,45 \text{ jam/pelanggan/tahun}$$

Keterangan:

U_i = Durasi gangguan pada penyulang i

N_i = Jumlah pelanggan pada penyulang i

N_t = Jumlah pelanggan total

Untuk penyulang – penyulang lain yang ada di Gardu Induk Kebumen dilakukan perhitungan SAIDI dengan rumus dan langkah yang sama sesuai dengan contoh diatas, dengan data yang sudah ada dari setiap penyulang pada tabel 4.29 dan tabel 4.30.

Tabel 4.31 berikut adalah hasil dari perhitungan nilai SAIDI secara keseluruhan dari setiap penyulang selama 4 tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016.

Tabel 4.31 Nilai SAIDI Tahun 2013-2016

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI Jam/Pelanggan/Tahun			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	1,93	1,89	1,10	1,45
2	KBM 2	2,15	1,74	1,88	1,77
3	KBM 3	1,52	1,70	1,38	0,88
4	KBM 4	1,03	1,50	1,94	1,91
5	KBM 6	3,42	3,85	2,16	3,57

4.4.4 Analisis Nilai SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Berdasarkan tabel 4.31 dapat diketahui perhitungan nilai SAIDI setiap penyulang Gardu Induk Kebumen memenuhi standar atau tidak memenuhi standar, sesuai dengan standar SAIDI PLN Rayon Kebumen, SPLN No 68-2 1986, IEEE std 1366-2003.

4.4.4.1 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen

Berikut ini pada tabel 4.32 dan grafik gambar 4.6 berikut menunjukkan perbandingan nilai SAIDI berdasarkan standar PLN Rayon Kebumen selama 4 tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016

Tabel 4.32 Perbandingan Perhitungan Nilai SAIDI dengan Standar SAIDI PLN Rayon Kebumen Tahun 2013 dan 2014

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI (Jam/Pelanggan/Tahun)		TARGET SAIDI PLN RAYON KEBUMEN (Jam/Pelanggan/Tahun)	
		2013	2014	2013 (12,78)	2014 (11,07)
1	KBM 1	1,93	1,89	-	-

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI (Jam/Pelanggan/Tahun)		TARGET SAIDI PLN RAYON KEBUMEN (Jam/Pelanggan/Tahun)	
		2013	2014	2013 (12,78)	2014 (11,07)
2	KBM 2	2,15	1,74	-	-
3	KBM 3	1,52	1,7	-	-
4	KBM 4	1,03	1,5	-	-
5	KBM 6	3,42	3,85	-	-
Jumlah		9,73	10,67	O	O

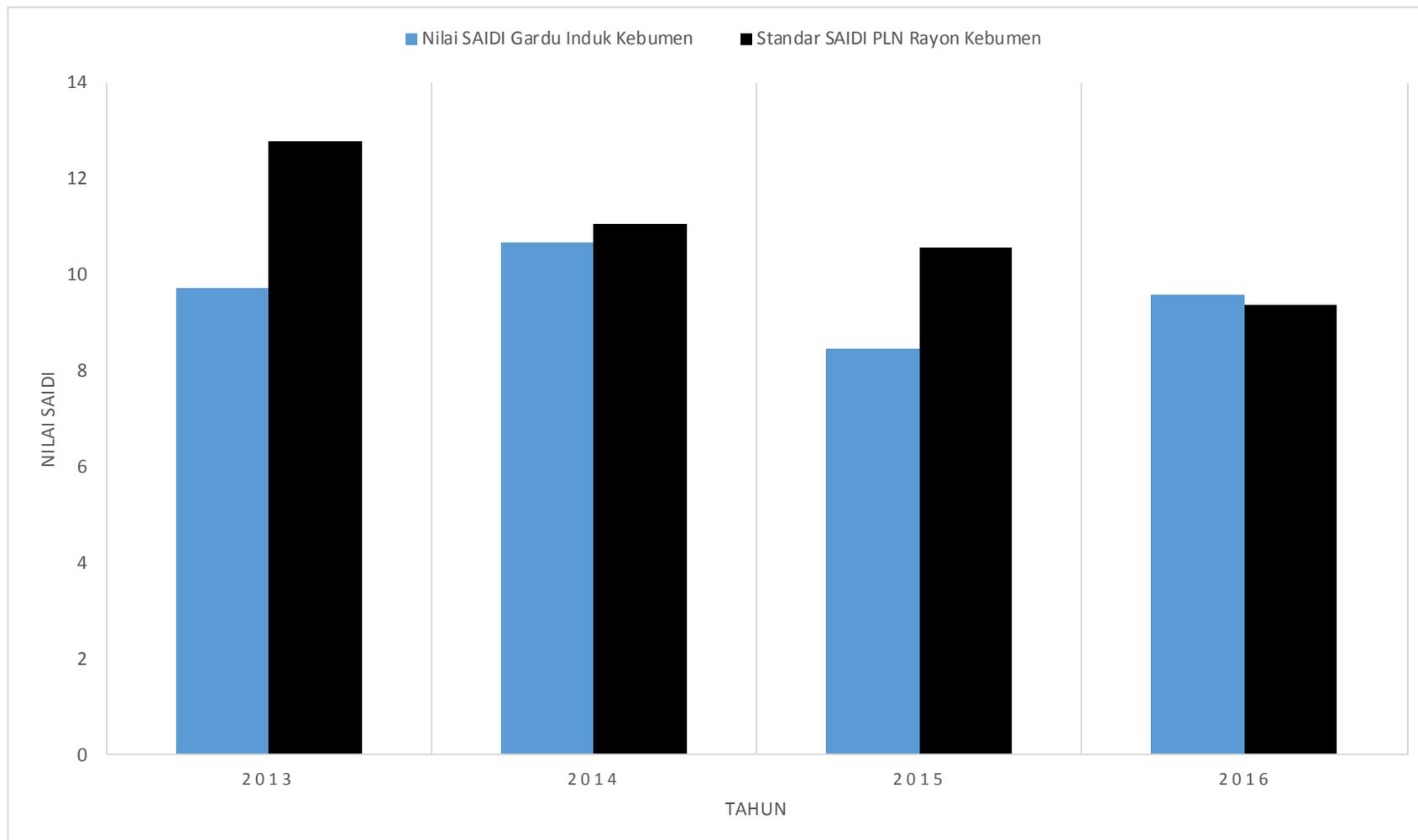
Tabel 4.33 Perbandingan Perhitungan Nilai SAIDI dengan Standar SAIDI PLN Rayon Kebumen Tahun 2015 sampai 2016

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI (Jam/Pelanggan/Tahun)		TARGET SAIDI PLN RAYON KEBUMEN (Jam/Pelanggan/Tahun)	
		2015	2016	2015 (10,58)	2016 (9,37)
1	KBM 1	1,1	1,45	-	-
2	KBM 2	1,88	1,77	-	-
3	KBM 3	1,38	0,88	-	-
4	KBM 4	1,94	1,91	-	-
5	KBM 6	2,16	3,57	-	-
Jumlah		8,47	9,59	O	X

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN Rayon Kebumen

Berdasarkan data tabel 4.32 dan tabel 4.33, serta grafik gambar 4.6, perbandingan nilai SAIDI dengan target standar SAIDI PLN Rayon Kebumen maka dapat diketahui bahwa Gardu Induk Kebumen memiliki nilai SAIDI yang sudah memenuhi target standar SAIDI PLN Rayon Kebumen. Hanya saja pada tahun 2016 nilai SAIDI Gardu Induk Kebumen lebih besar dari target SAIDI PLN Rayon Kebumen. Sehingga dapat dikatakan nilai Gardu Induk Kebumen tidak handal karena tidak memenuhi standar SAIDI PLN Rayon Kebumen at

Standar nilai SAIDI di PLN Rayon Kebumen dari tahun ke tahun memiliki nilai yang semakin mengecil, hal ini diharapkan jumlah dari durasi pemadaman setiap tahunnya mengalami penurunan. Namun pada kenyataannya nilai dari tahun ke tahun tidak selalu berada lebih kecil atau sama dengan nilai target. Semakin kecilnya target nilai SAIDI PLN Rayon Kebumen dari tahun ke tahun bertujuan untuk meningkatkan kualitas kehandalan dan mendapatkan nilai SAIDI yang terbaik.

4.4.4.2 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN No 68-2 1986

Standar nilai SAIDI SPLN No 68-2 1986 adalah sebesar 21,09 jam/pelanggan/tahun. Pada tabel 4.34 dan grafik gambar 4.7 berikut akan menunjukkan perbandingan nilai SAIDI pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dengan standar nilai SAIDI SPLN No 68-2 1986. Sebuah penyulang dikatakan memenuhi standar nilai SAIDI PLN No. 68-2 1986 apabila nilai perhitungan SAIDI pada penyulang tersebut lebih kecil atau sama dengan 21,09 jam/pelanggan/tahun.

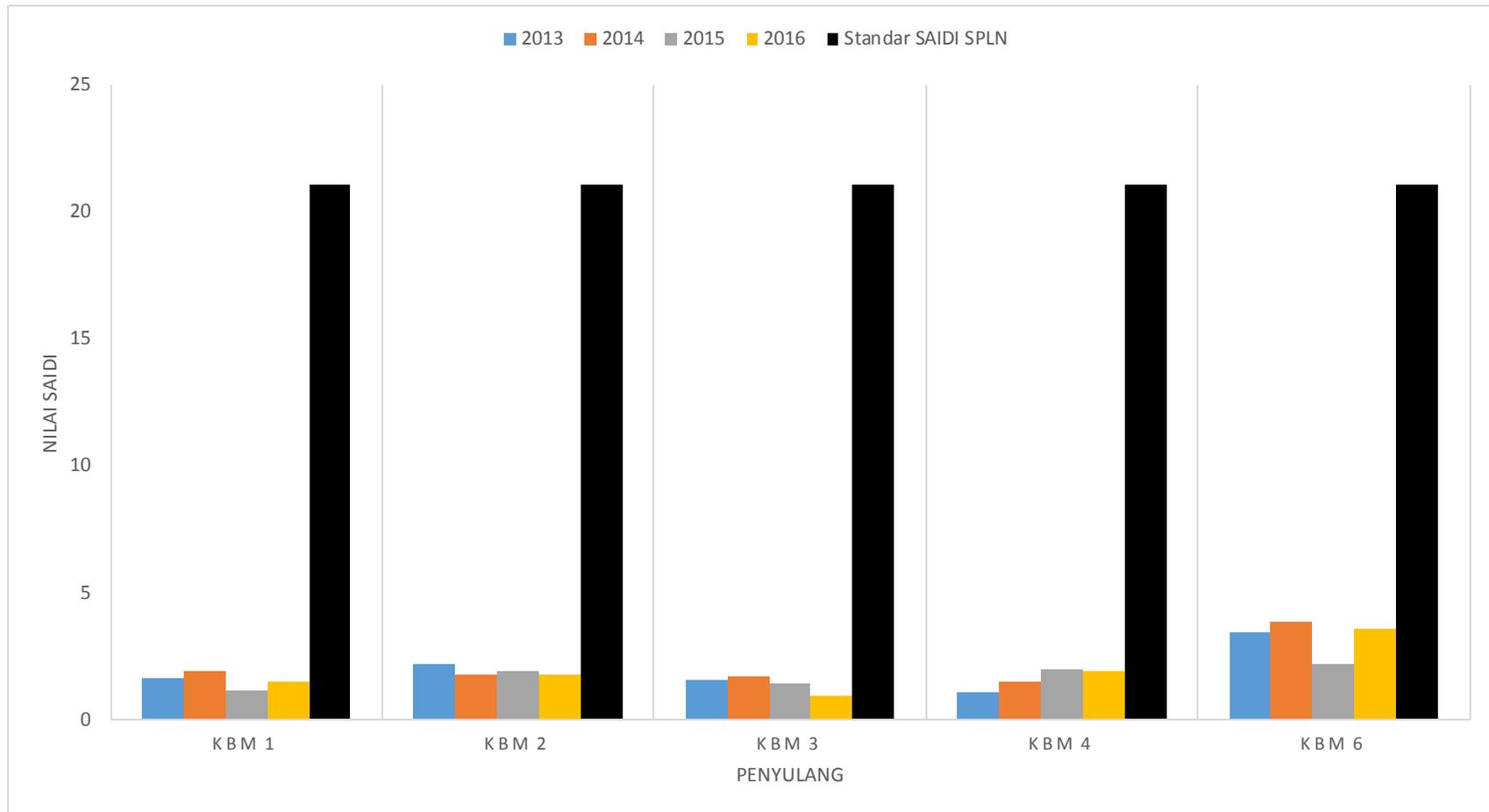
Tabel 4.34 Perbandingan Nilai SAIDI dengan SPLN No.68-2 1986

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI				SPLN No 68-2 1986 21,09 jam/pelanggan/tahun			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM 1	1,93	1,89	1,1	1,45	O	O	O	O
2	KBM 2	2,15	1,74	1,88	1,77	O	O	O	O
3	KBM 3	1,52	1,7	1,38	0,88	O	O	O	O
4	KBM 4	1,03	1,5	1,94	1,91	O	O	O	O
5	KBM 6	3,42	3,85	2,16	3,57	O	O	O	O

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI SPLN No.68-2 1986

Berdasarkan perhitungan nilai SAIDI tabel 4.34 diatas dapat dijelaskan bahwa semua penyulang di gardu induk kebumen dikatakan memenuhi standar kehandalan nilai SAIDI, karena tidak ada yang melebihi nilai standar SAIDI yaitu sebesar 21,09 Jam/Pelanggan/Tahun. Terlihat juga dari gambar 4.7 bahwa semua grafik nilai perhitungan SAIDI berada jauh dibawah grafik nilai SAIDI standar PLN. Hal ini menunjukkan semua penyulang pada gardu induk Kebumen dikatakan handal berdasarkan SPLN No. 68-2 1986.

4.4.4.3 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003

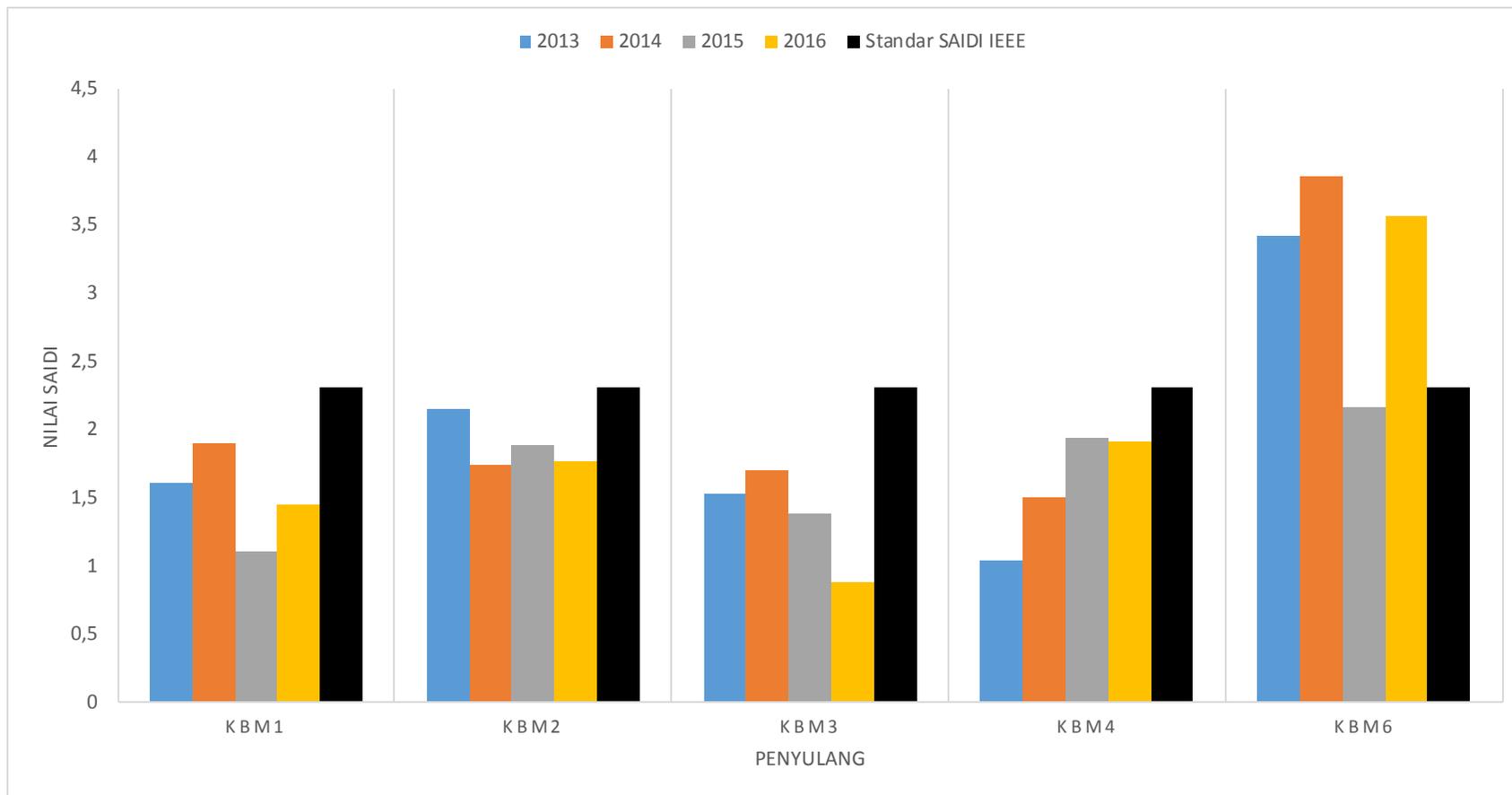
Standar nilai SAIDI IEEE std 133-2003 adalah sebesar 2,30 jam/pelanggan/tahun. Standar ini bisa dibilang jauh lebih kecil dari standar yang dimiliki oleh PLN. Dikatakan memenuhi standar apabila nilai perhitungan SAIDI pada setiap penyulang lebih kecil dari standar nilai yang dimiliki IEEE.

Pada tabel 4.35 dan grafik gambar 4.8 berikut ini menunjukkan perbandingan nilai SAIDI pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dengan nilai standar SAIDI IEEE std 1366-2003.

Tabel 4.35 Perbandingan Nilai SAIDI dengan standar SAIDI IEEE std 1366

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI				IEEE std 1366-2003 2,30 jam/pelanggan/tahun			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM1	1,93	1,89	1,1	1,45	O	O	O	O
2	KBM2	2,15	1,74	1,88	1,77	O	O	O	O
3	KBM3	1,52	1,7	1,38	0,88	O	O	O	O
4	KBM4	1,03	1,5	1,94	1,91	O	O	O	O
5	KBM6	3,42	3,85	2,16	3,57	X	X	O	X

Keterangan: O = Memenuhi Standar X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai SAIDI IEEE std 1366-2003

Berdasarkan tabel 4.35 dan gambar 4.8 yang menunjukkan grafik perbandingan nilai SAIDI dengan standar nilai SAIDI IEEE, bahwa hanya penyulang KBM6 saja yang memiliki nilai SAIDI buruk dalam kurun waktu 4 tahun terakhir berdasarkan standar SAIDI IEEE. KBM6 hanya sekali memenuhi standar IEEE yaitu pada tahun 2015. Penyulang-penyulang lain selain penyulang KBM6 memiliki nilai SAIDI yang baik, dimana nilainya lebih kecil atau memenuhi standar dibandingkan dengan standar nilai SAIDI IEEE.

4.4.5 Perhitungan Nilai CAIDI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Pada tabel 4.36 berikut ini adalah rangkuman data SAIDI dan SAIFI setiap penyulang di gardu induk Kebumen yang sudah dibahas pada pembahasan berikutnya.

Tabel 4.36 Data SAIDI dan SAIFI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	SAIDI/SAIFI	TAHUN			
			2013	2014	2015	2016
1	KBM1	SAIDI	1,93	1,89	1,10	1,45
		SAIFI	1,72	1,40	0,91	1,41
2	KBM2	SAIDI	2,15	1,74	1,88	1,77
		SAIFI	3,88	1,24	1,17	1,39
3	KBM3	SAIDI	1,52	1,70	1,38	0,88
		SAIFI	2,50	1,32	1,32	0,97
4	KBM4	SAIDI	1,03	1,50	1,94	1,91
		SAIFI	1,06	1,44	1,15	1,39
5	KBM6	SAIDI	3,42	3,85	2,16	3,57
		SAIFI	4,53	2,98	1,38	2,24

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai CAIDI pada penyulang KBM1 tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 menggunakan rumus 2.3, berdasarkan data tabel 4.36:

$$1. \text{ CAIDI KBM1 2013} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,93}{1,72} = 1,12 \text{ jam/gangguan}$$

$$2. \text{ CAIDI KBM1 2013} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,89}{1,40} = 1,35 \text{ jam/gangguan}$$

$$3. \text{ CAIDI KBM1 2013} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,1}{0,9} = 1,22 \text{ jam/gangguan}$$

$$4. \text{ CAIDI KBM1 2013} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}} = \frac{1,45}{1,41} = 1,18 \text{ jam/gangguan}$$

Perhitungan untuk penyulang lainnya menggunakan rumus dan cara yang sama dengan contoh, berdasarkan data pada tabel 4.36. Tabel 4.37 berikut ini adalah hasil dari perhitungan nilai CAIDI seluruh penyulang gardu induk Kebumen.

Tabel 4.37 Nilai CAIDI Seluruh Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	NILAI CAIDI TAHUN Jam/gangguan			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM1	1,12	1,35	1,22	1,02
2	KBM2	0,55	1,40	1,35	1,28
3	KBM3	0,61	1,29	1,04	0,91
4	KBM4	0,98	1,04	1,68	1,38
5	KBM6	0,75	1,29	1,56	1,60

4.4.6 Analisis Perhitungan Nilai CAIDI berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003

Pada tabel 4.37 telah diketahui perhitungan nilai CAIDI setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen. Handal atau tidaknya sebuah penyulang berdasarkan indeks

keandalan nilai CAIDI pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen, berdasarkan perbandingan standar nilai CAIDI oleh IEEE yaitu sebesar 1,47 jam/gangguan. Dikatakan handal apabila nilai perhitungan CAIDI lebih kecil atau sama dengan standar nilai yang dimiliki oleh IEEE std 1366-2003.

Tabel 4.38 dan grafik gambar 4.9 berikut ini menunjukkan handal atau tidaknya setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen berdasarkan standar nilai CAIDI IEEE st 1366-2003.

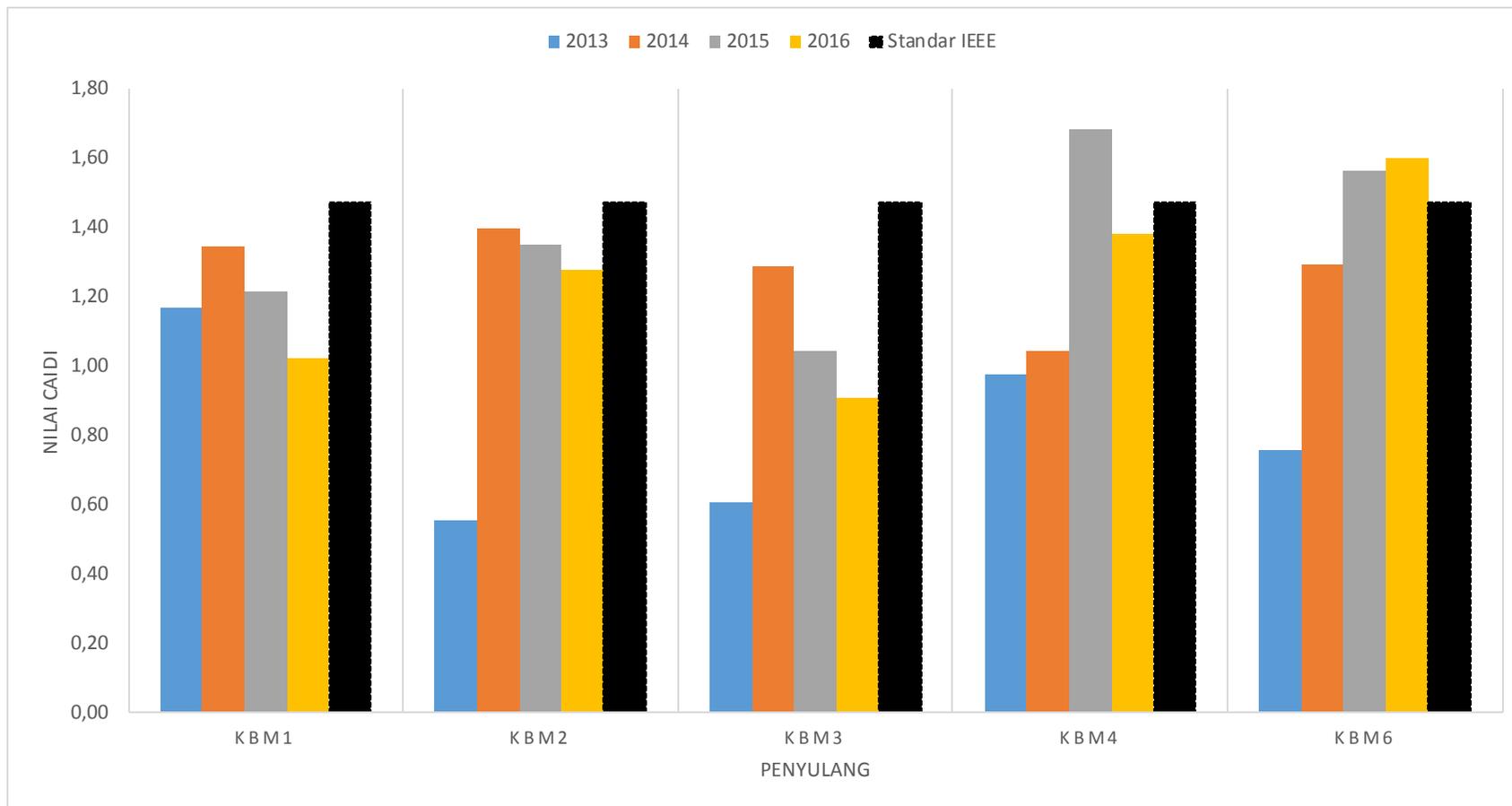
Tabel 4.38 Perbandingan Nilai CAIDI Gardu Induk Kebumen dengan Standar Nilai CAIDI IEEE std1366-2003

NO	PENYULANG	NILAI CAIDI (Jam/gangguan)				IEEE std 1366-2003 1,47 jam/gangguan			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM1	1,12	1,35	1,22	1,02	O	O	O	O
2	KBM2	0,55	1,40	1,35	1,28	O	O	O	O
3	KBM3	0,61	1,29	1,04	0,91	O	O	O	O
4	KBM4	0,98	1,04	1,68	1,38	O	O	X	O
5	KBM6	0,75	1,29	1,56	1,60	O	O	X	X

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai CAIDI IEEE std 1366-2003

Berdasarkan tabel 4.38 menjelaskan bahwa setiap penyulang memiliki nilai CAIDI yang baik, terbukti hanya penyulang KBM6 dan KBM5 saja yang tidak memenuhi standar nilai CAIDI IEEE. Penyulang KBM6 tidak memenuhi standar nilai pada tahun 2015 dan tahun 2016, sedangkan pada penyulang KBM5 tahun 2015. Pada penyulang yang lain setiap tahunnya memiliki nilai lamanya (jam) per gangguan masih dibawah standar IEEE, yaitu dibawah 1,47 jam/gangguan sehingga dapat dikategorikan handal.

Pada gambar 4.9 grafik perbandingan nilai CAIDI juga menjelaskan grafik dari penyulang KBM6 dari tahun 2015 sampai 2016 selalu berada diatas grafik standar nilai CAIDI IEEE, hal ini menunjukkan lamanya per gangguan pada KBM6 masih terlalu lama. Sedangkan pada penyulang KBM5 hanya pada tahun 2015 saja.

4.4.7 Perhitungan Nilai ASAI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Perhitungan nilai ASAI diperlukan data nilai SAIDI. Pada tabel 4.39 berikut ini menunjukkan data nilai SAIDI setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen.

Tabel 4.39 Data Nilai SAIDI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	NILAI SAIDI			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM1	1,93	2,46	1,1	3,06
2	KBM2	1,48	3,17	1,4	4,22
3	KBM3	1,47	1,94	1,27	0,84
4	KBM4	1,64	3,64	2,79	2,55
5	KBM6	3,29	4,83	3,34	4,52

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai ASAI pada penyulang KBM1 dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 menggunakan rumus 2.4, berdasarkan tabel 4.39:

1. $ASAI \text{ KBM1 } 2013 = \frac{8760 - SAIDI}{8760} = \frac{8760 - 1,93}{8760} = 99,98\%$
2. $ASAI \text{ KBM1 } 2014 = \frac{8760 - SAIDI}{8760} = \frac{8760 - 2,46}{8760} = 99,98\%$
3. $ASAI \text{ KBM1 } 2015 = \frac{8760 - SAIDI}{8760} = \frac{8760 - 1,1}{8760} = 99,98\%$
4. $ASAI \text{ KBM1 } 2016 = \frac{8760 - SAIDI}{8760} = \frac{8760 - 3,06}{8760} = 99,98\%$

Hasil dari perhitungan nilai ASAI adalah dalam presentase. Untuk menghitung nilai ASAI pada penyulang lainnya menggunakan rumus dan langkah yang sama dengan data yang tersedia pada tabel 4.39.

Pada tabel 4.40 berikut ini menunjukkan hasil perhitungan nilai ASAI setiap penyulang Gardu Induk Kebumen.

Tabel 4.40 Nilai ASAI setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	NILAI ASAI			
		2013	2014	2015	2016
1	KBM1	99,98%	99,98%	99,99%	99,98%
2	KBM2	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%
3	KBM3	99,98%	99,98%	99,98%	99,99%
4	KBM4	99,99%	99,98%	99,98%	99,98%
5	KBM6	99,96%	99,96%	99,98%	99,96%

4.4.8 Analisis Nilai ASAI Gardu Induk Kebumen Berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003

ASAI adalah presentase suatu penyulang dapat menyuplai jaringan itu sendiri selama 1 tahun. Setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen dikatakan handal apabila memenuhi standar nilai ASAI oleh IEEE std 1366-2003 yaitu sama dengan atau lebih besar dari 99,92%.

Pada tabel 4.41 dan gambar 4.10 berikut ini menunjukkan perbandingan nilai ASAI setiap penyulang Gardu Induk Kebumen dengan standar nilai ASAI oleh IEEE.

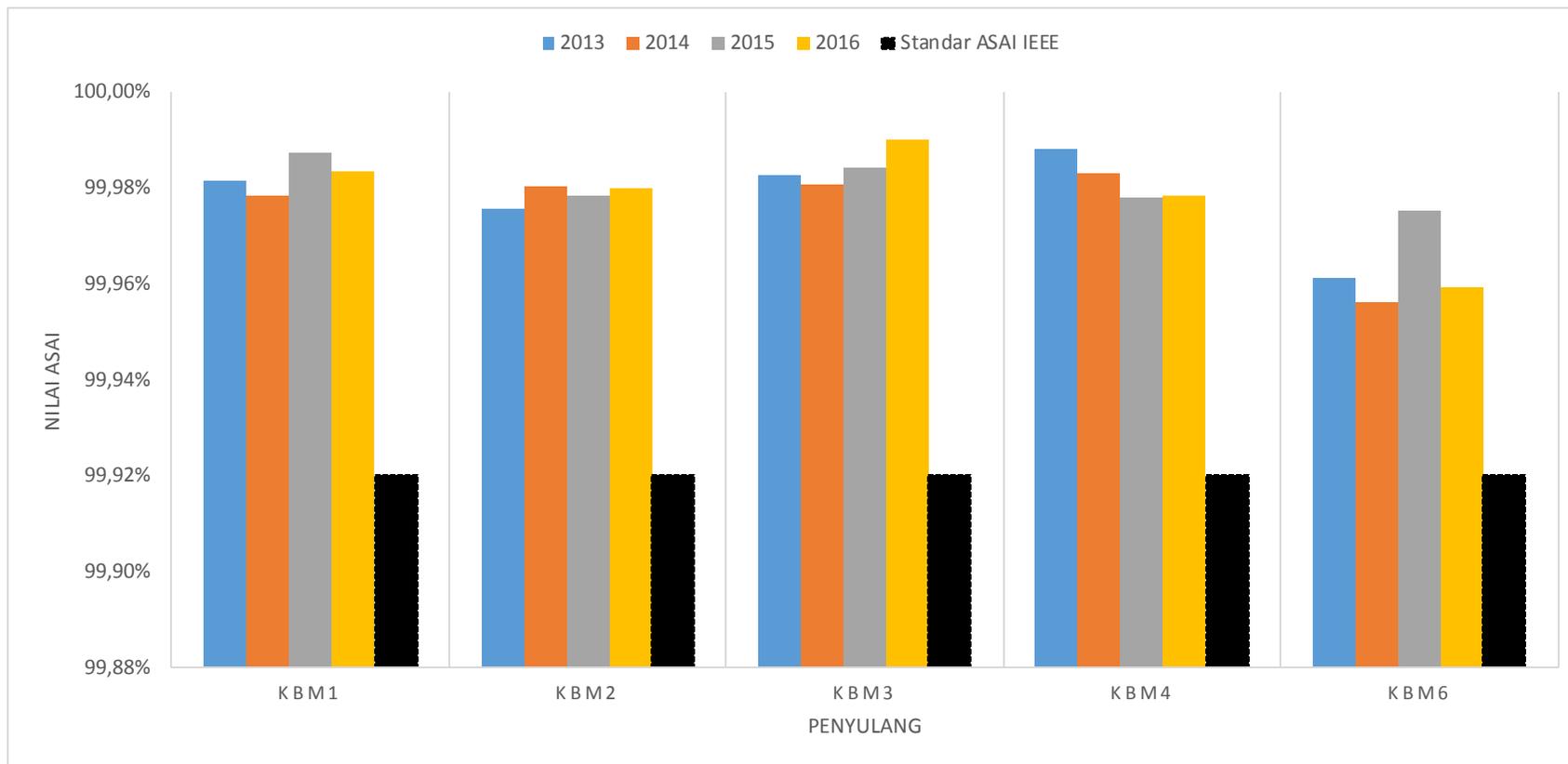
Tabel 4.41 Perbandingan Nilai ASAI Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen dengan Standar Nilai ASAI IEEE std 1366-2003

NO	PENYULANG	NILAI ASAI				IEEE std 1366-2003 99,92 %			
		2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016
1	KBM1	99,98%	99,98%	99,99%	99,98%	O	O	O	O
2	KBM2	99,98%	99,98%	99,98%	99,98%	O	O	O	O
3	KBM3	99,98%	99,98%	99,98%	99,99%	O	O	O	O
4	KBM4	99,99%	99,98%	99,98%	99,98%	O	O	O	O
5	KBM6	99,96%	99,96%	99,98%	99,96%	O	O	O	O

Keterangan:

O = Memenuhi Standar

X = Tidak Memenuhi Standar



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai ASAI Berdasarkan Standar Nilai ASAI IEEE std 1366-2003

Berdasarkan tabel 4.41 dan grafik gambar 4.10 dapat dijelaskan bahwa semua penyulang di Gardu Induk Kebumen memenuhi standar nilai ASAI IEEE selama 4 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen untuk menyuplai pelanggan dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 masih diatas standar IEEE yaitu 99,92%, dan dapat dikatakan memiliki kehandalan yang baik berdasarkan standar nilai ASAI IEEE std 1366-2003.

4.4 Beban Puncak Transformator Tenaga di Gardu Induk Kebumen

Gardu Induk Kebumen memiliki 2 buah transformator daya dengan kapasitas masing masing 30 MVA untuk transformator 1 dan 60 MVA untuk transformator 2.

Untuk memantau perkembangan beban pada masing – masing transformator, maka setiap harinya selalu dicatat beban pada pukul 10.00 dan 19.00, dan akan diketahui beban tertinggi pada setiap bulan di jam tersebut.

Pada tabel 4.42 dan 4.43 serta grafik gambar 4.11 berikut menunjukkan beban puncak dari kedua transformator di Gardu Induk Kebumen dalam 2 tahun terakhir.

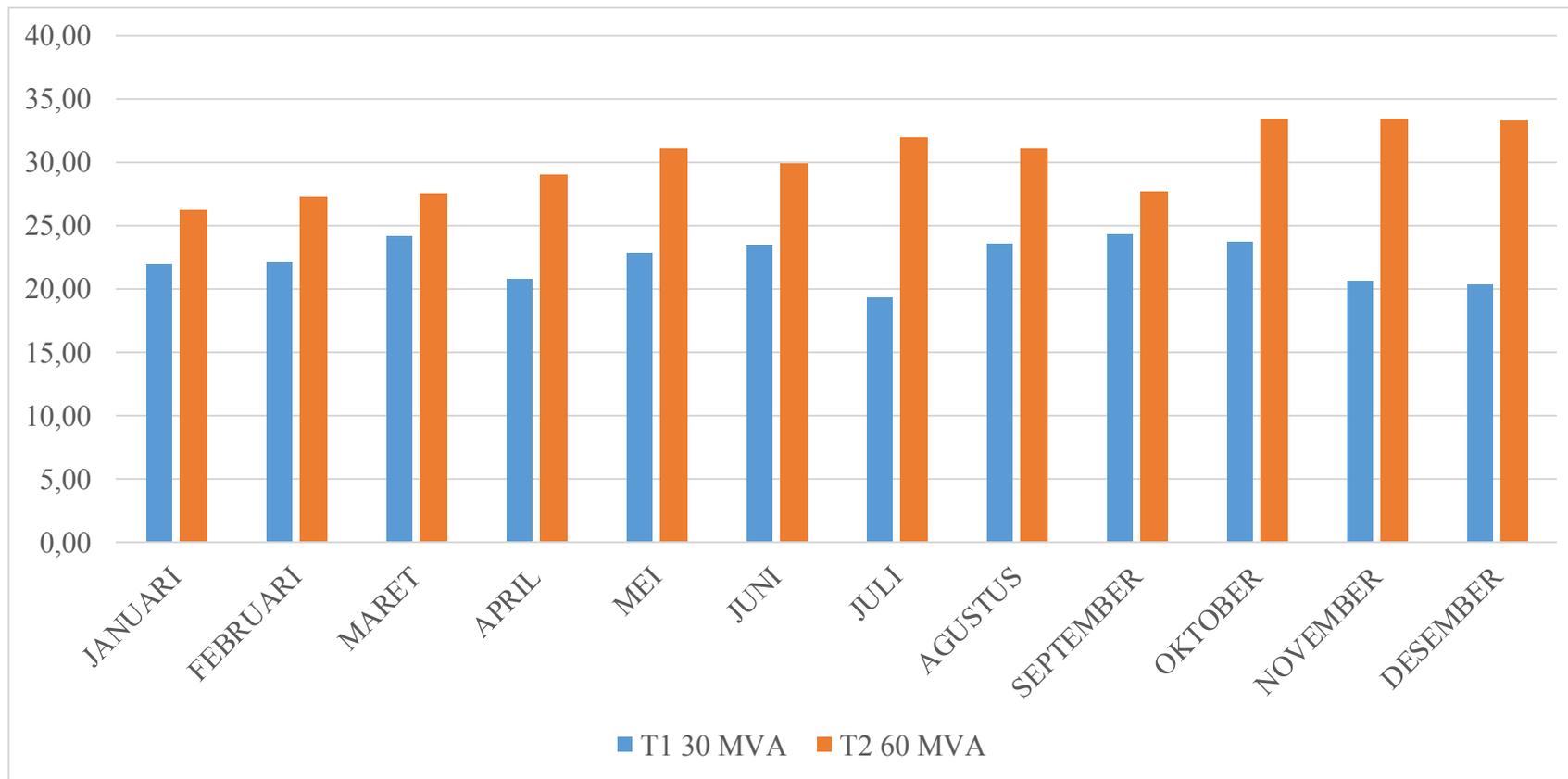
Tabel 4.42 Beban Puncak Gardu Induk Kebumen pada Tahun 2015

NO	BULAN	T1 30 MVA			T2 60 MVA		
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA
1	JANUARI	20,7	7,5	22,02	24,5	9,6	26,31
2	FEBRUARI	21	7	22,14	25,3	10,1	27,24
3	MARET	22,9	7,8	24,19	25,8	9,9	27,63
4	APRIL	19,8	6,4	20,81	27	10,8	29,08
5	MEI	21,2	8,5	22,84	28,7	12,1	31,15
6	JUNI	22,3	7,3	23,46	28,4	9,6	29,98

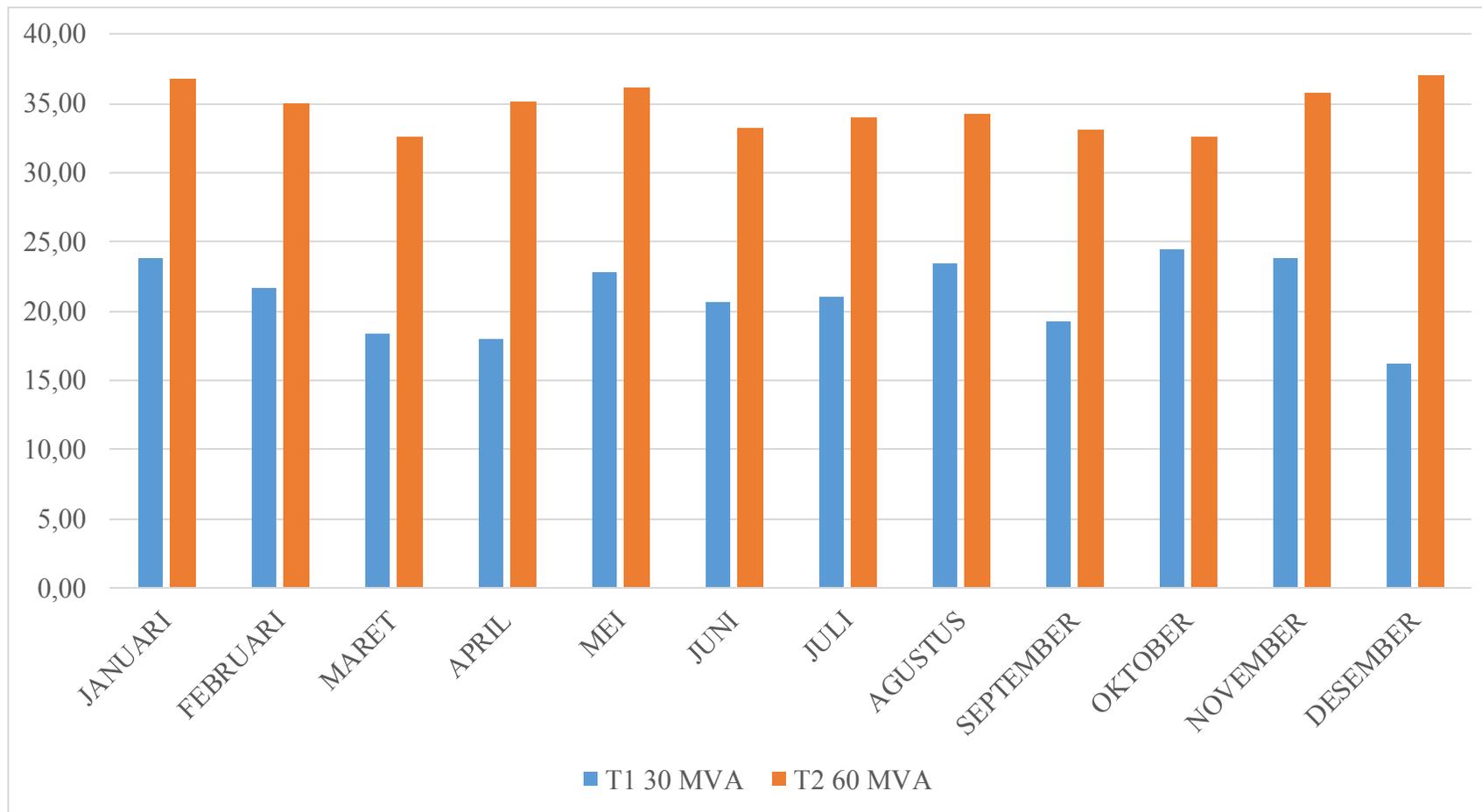
NO	BULAN	T1 30 MVA			T2 60 MVA		
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA
7	JULI	18,5	5,7	19,36	29,7	11,9	32,00
8	AGUSTUS	22,5	7	23,56	29	11,5	31,20
9	SEPTEMBER	23	7,9	24,32	26,1	9,4	27,74
10	OKTOBER	22,7	7,2	23,81	31,8	10,7	33,55
11	NOVEMBER	20,2	4,7	20,74	31,7	10,6	33,43
12	DESEMBER	19,4	6,1	20,34	31,6	10,5	33,30
Jumlah		254,2	83,1	267,59	339,6	126,7	362,604
Rata – rata		21,18	6,93	22,30	28,30	10,56	30,22

Tabel 4.43 Beban Puncak Gardu Induk Kebumen pada Tahun 2016

NO	BULAN	T1 30 MVA			T2 60 MVA		
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR	MVA
1	JANUARI	22,20	8,70	23,84	34,80	11,80	36,75
2	FEBRUARI	20,30	7,50	21,64	33,10	11,30	34,98
3	MARET	17,40	5,70	18,31	31,00	10,10	32,60
4	APRIL	17,20	5,20	17,97	33,40	10,90	35,13
5	MEI	21,20	8,50	22,84	33,80	13,00	36,21
6	JUNI	19,20	7,70	20,69	31,30	11,10	33,21
7	JULI	20,20	5,70	20,99	31,80	11,90	33,95
8	AGUSTUS	22,00	8,00	23,41	32,20	11,70	34,26
9	SEPTEMBER	18,50	5,50	19,30	31,60	10,00	33,14
10	OKTOBER	23,30	7,40	24,45	31,10	9,60	32,55
11	NOVEMBER	22,30	8,30	23,79	34,30	10,30	35,81
12	DESEMBER	15,50	4,90	16,26	35,50	10,50	37,02
Jumlah		239,3 0	83,10	253,4 9	393,9 0	132,20	415,6 2
Rata – rata		19,94	6,93	21,12	32,83	11,02	34,64



Gambar 4.11 Grafik Pembebanan Transformator Gardu Induk Kebumen Tahun 2015



Gambar 4.12 Grafik Pembebanan Transformator Gardu Induk Kebumen Tahun 2016

4.4.1 Presentase Rata-Rata Beban Puncak di Gardu Induk Kebumen

Berdasarkan tabel 4.42 dan tabel 4.43 diatas dapat dihitung juga presentase beban puncak pada tahun 2015 dan tahun 2016. Berikut ini adalah rumus perhitungan presentase rata-rata beban puncak :

$$\% \text{ Beban} = \frac{\text{rata - rata beban satu tahun (MVA)}}{\text{Kapasitas Transformator (MVA)}} \times 100\%$$

Perhitungan presentase beban puncak pada Gardu Induk Kebumen dibedakan menjadi 2, yaitu presentase pada transformator satu dengan kapasitas 30 MVA dan presentase pada transformator 2 dengan kapasitas 60 MVA.

Berikut ini adalah perhitungan presentase beban puncak di Gardu Induk Kebumen:

1. Presentase Beban Puncak Transformator 30 MVA

$$\% \text{ Beban Puncak 2015} = \frac{22,30}{30} \times 100\% = 74,3 \%$$

$$\% \text{ Beban Puncak 2016} = \frac{21,12}{30} \times 100\% = 70,4 \%$$

2. Presentase Beban Puncak Transformator 60 MVA

$$\% \text{ Beban Puncak 2015} = \frac{30,22}{60} \times 100\% = 50,36 \%$$

$$\% \text{ Beban Puncak 2016} = \frac{34,64}{60} \times 100\% = 57,73 \%$$

Berdasarkan SPT PLN No. 50 Tahun 1997, batas optimal pembebanan transformator berada pada nilai 60 % sampai dengan 80 %. Sedangkan pada kondisi beban berlebih (*overload*) akan menyebabkan panas berlebih yang akan beresiko

transformator terbakar selain itu akan menimbulkan kerugian akibat *losses* daya transformator tersebut. Klasifikasi pembebanan transformator dapat dibagi menjadi 4, yaitu:

0 – 59 %	= Beban Ringan
60 – 79 %	= Beban Optimal
80 – 100 %	= Beban Berat
>100 %	= <i>Overload</i>

Pada perhitungan presentase beban transformator di Gardu Induk Kebumen dapat diketahui bahwa selama dua tahun terakhir presentase pembebanan masih dibawah 80%. Transformator 30 MVA tahun 2015 dan tahun 2016 menunjukkan nilai 74,3% dan 70,4%, hal ini menunjukkan pada transformator 30 MVA Gardu Induk Kebumen berada pada level beban optimal. Sedangkan pada transformator 60 MVA tahun 2015 dan tahun 2016 menunjukkan nilai 50,36% dan 57,73%, hal ini menunjukkan pada transformator tersebut berada pada level beban ringan. Presentase rata-rata beban puncak belum mencapai level beban berat, sehingga untuk kedua transformator di Gardu Induk Kebumen masih layak untuk menyuplai energi listrik dan bukan salah satu sumber pemadaman akibat *overload*.

4.5 Data Penyebab Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

Berdasarkan sumber gangguan pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi 2, yaitu gangguan yang berasal dari dalam sistem dan gangguan yang berasal dari luar sistem.

Tabel 4.44 dan tabel 4.45 berikut ini menunjukkan data penyebab gangguan pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen.

Tabel 4.44 Jumlah Sumber Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

NO	PENYULANG	JENIS GANGGUAN	FREKWENSI			
			2013	2014	2015	2016
1	KBM1	<i>External</i>	7	4	3	6
		<i>Internal</i>	3	4	2	2
2	KBM2	<i>External</i>	9	2	3	3
		<i>Internal</i>	6	3	2	3
3	KBM3	<i>External</i>	7	4	5	3
		<i>Internal</i>	7	3	2	2
4	KBM4	<i>External</i>	3	6	4	5
		<i>Internal</i>	4	3	3	3
5	KBM6	<i>External</i>	12	6	5	7
		<i>Internal</i>	7	7	1	3
JUMLAH		<i>External</i>	38	22	20	24
		<i>Internal</i>	27	20	10	13

Tabel 4.45 Presentase Sumber Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen

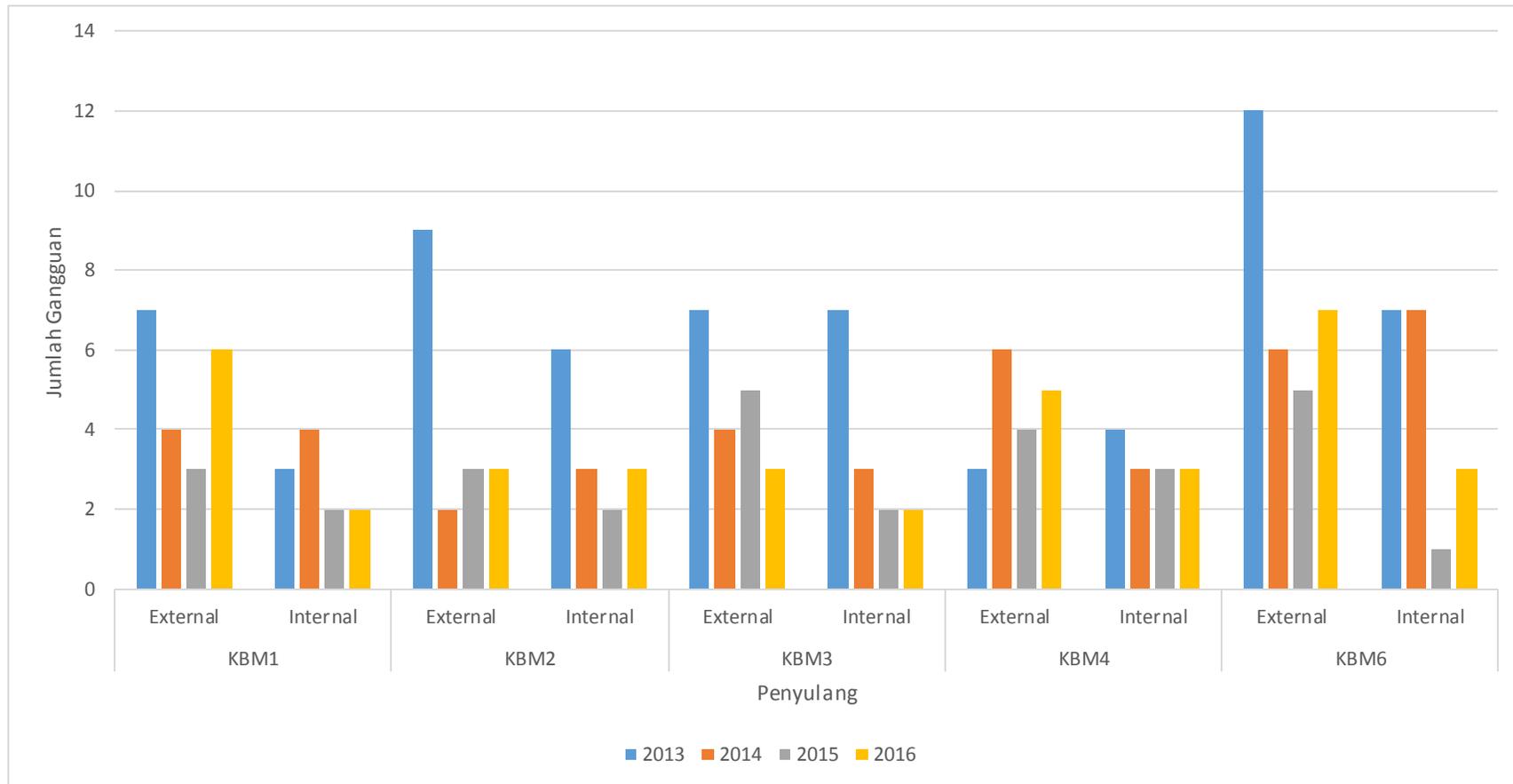
NO	PENYULANG	JENIS GANGGUAN	FREKWENSI			
			2013	2014	2015	2016
1	KBM1	<i>External</i>	11%	10%	10%	16%
		<i>Internal</i>	5%	10%	7%	5%
2	KBM2	<i>External</i>	14%	5%	10%	8%
		<i>Internal</i>	9%	7%	7%	8%
3	KBM3	<i>External</i>	11%	10%	17%	8%
		<i>Internal</i>	11%	7%	7%	5%
4	KBM4	<i>External</i>	5%	14%	13%	14%
		<i>Internal</i>	6%	7%	10%	8%
5	KBM6	<i>External</i>	18%	14%	17%	19%
		<i>Internal</i>	11%	17%	3%	8%
JUMLAH		<i>External</i>	58%	52%	67%	65%
		<i>Internal</i>	42%	48%	33%	35%

Tabel 4.45 menjelaskan bahwa penyebab gangguan pada setiap penyulang di Gardu Induk Kebumen berasal dari dalam (*Internal*) sistem dan luar (*External*)

sistem. Berdasarkan data dari PT. PLN (Persero) UPJ Rayon Kebumen penyebab gangguan yang berasal dari dalam sistem dapat berupa kegagalan fungsi dan juga kerusakan alat pada jaringan distribusi. Sedangkan penyebab gangguan yang berasal dari luar sistem berasal dari cuaca yang buruk, hewan, pepohonan bahkan berdasarkan data salah satu penyebab gangguan berasal dari manusia yang tersengat listrik jaringan distribusi.

Selain itu juga dapat melihat perbandingan antara kedua penyebab tersebut pada tabel. Dapat dikatakan penyebab gangguan yang sering terjadi adalah berasal dari luar sistem. Presentase penyebab gangguan menunjukkan hampir dari setiap penyulang pada setiap tahunnya sumber gangguan yang berasal dari luar sistem lebih besar dibandingkan dari dalam sistem. Penyebab gangguan dari luar sistem terbanyak adalah berasal dari ranting pepohonan yang menyentuh jaringan distribusi 20 kV dan cuaca seperti angin kencang sehingga menyebabkan jaringan terganggu.

Pada gambar 4.13 berikut ini menunjukkan grafik perbandingan penyebab gangguan pada jaringan distribusi setiap penyulang Gardu Induk Kebumen.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Penyebab Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Kebumen