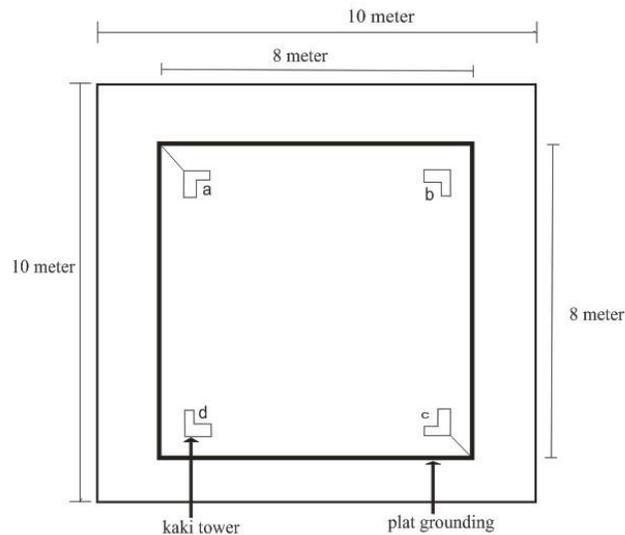


## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Pentanahan Kaki Menara Transmisi 150 KV

Perlindungan saluran transmisi terhadap gangguan petir menggunakan kawat tanah dan piranti pentanahan kaki menara untuk mengurangi resistansi kaki menara. Untuk memperoleh hambatan kaki menara kurang dari 10 ohm, PT. PLN menerapkan sistem hambatan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Konstruksi Pentanahan Menara Transmisi 150 kV (tampak atas)

Nilai hambatan pentanahan maksimal yang diperbolehkan maksimum yaitu sebesar 10 ohm, Nilai Pentanahan Berdasarkan Peraturan Pada PUIL 2000 yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Pentanahan Berdasarkan Peraturan Pada PUIL 2000

Peralatan Yang Diperkisa	Hambatan Oprasi	Hasil Ukur	Rekimendasi	Kondisi
Pentanahan ( <i>Grounding</i> )	150 kV	< 5 Ohm	Lanjut pengujian rutin 1 tahunan	
		5 – 10 Ohm	Lanjut pengujian rutin 1 tahunan dan bersihkan	
		>10 Ohm	Perbaiki dan ganti secepatnya atau penambahan pentanahan kaki tower	

Keterangan:

 = Kondisi baik (<5 ohm)

 = Kondisi sedang/awas (5-10 ohm)

 = Kondisi buruk (>10 ohm)

#### 4.2 Analisa Data Penelitian

Analisa data penelitian diawali dengan menganalisa nilai hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019, nilai hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019, mengetahui nilai hambatan pentanahan yang melebihi standard dari PT. PLN yaitu 10 ohm. Setelah melakukan penelitian pada tower SUTT 150 KV tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 dengan uraian sebagai berikut:

#### 4.2.1 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015

Data pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015

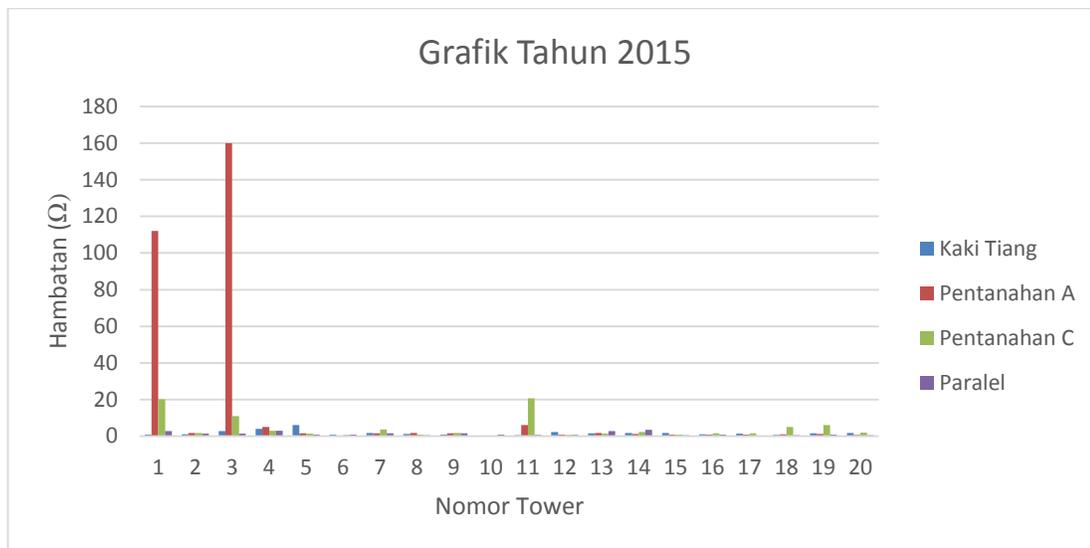
No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel				Nilai Hambatan Tertinggi	Kondisi
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)					
1	0,8	0,8	0,8	0,8	112		20,1		2,7	2,7	2,7	2,7	112	Buruk
2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,8		1,8		1,4	1,4	1,4	1,4	1,8	Baik
3	2,7	2,7	2,7	2,7	160		11		1,4	1,4	1,4	1,4	160	Buruk
4	4	4	4	4	5		2,9		2,9	2,9	2,9	2,9	5	Sedang
5	6	6	6	6	1,5		1,4		0,8	0,8	0,8	0,8	6	Sedang
6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,3		0,6		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	Baik
7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6		3,6		1,5	1,5	1,5	1,5	3,6	Baik
8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,7		0,8		0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	Baik
9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,6		1,7		1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	Baik
10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2		0,3		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	Baik
11	0,5	0,57	0,57	0,57	5		20,7		0,62	0,62	0,62	0,62	20,7	Buruk
12	2,3	2,3	2,3	2,3	0,83		0,7		0,68	0,68	0,68	0,68	2,3	Baik
13	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7		1,3		2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	Baik
14	1,7	1,7	1,7	1,7	1,2		2,3		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	Baik
15	1,8	1,8	1,8	1,8	0,8		0,8		0,56	0,56	0,56	0,56	1,8	Baik
16	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9		1,5		0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	Baik
17	1,4	1,4	1,4	1,4	0,9		1,6		0,4	0,4	0,4	0,4	1,6	Baik
18	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1		5		0,5	0,5	0,5	0,5	5	Sedang
19	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2		6		0,8	0,8	0,8	0,8	6	Sedang
20	1,7	1,7	1,7	1,7	0,7		1,9		0,5	0,5	0,5	0,5	1,9	Baik

Sumber : Laporan realisasi pekerjaan dari PLN (Persero) P3B-JB REGION JATENG

DAN DIY Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Bantul 150 KV.

- = Kondisi baik (1-5 ohm)
- = Kondisi sedang/awas (5-10 ohm)
- = Kondisi buruk (>10 ohm)

Grafik pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Pentanahan 2015

Dapat diperoleh bahwa besaran hambatan pada pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 terdapat beberapa tower berada dalam kondisi awas, sedang dan buruk sampai melebihi batas yang ditentukan. Analisis kondisi pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 dibagi menjadi tiga jenis pengukuran yaitu:

1. Pengukuran pada hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)
2. Pengukuran pada hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)
3. Pengukuran pada hambatan paralel (gabungan)

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul – Wates 2015 adalah sebagai berikut:

### A. Kondisi Baik

Dari tabel 4.2 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 pada bagian kaki tower secara keseluruhan bernilai baik berjumlah 19 tower. Hal ini dikarenakan pada pentanahan kaki tower masih terhubung dengan kawat tanah.

Pada pantanhan A terdapat 17 tower dan pentanahan C terdapat 15 tower dengan dengan kondisi baik. Hal ini dikarenakan pada tower ini kelembaban dan kadar air tetap sehingga nilai hambatan pentanahan dalam kondisi baik.

Pada pentanahan paralel terdapat 20 tower dengan kondisi baik, hal ini dikarenakan semua sitem pentanahan pada tower terhubung dengan baik.

### B. Kondisi Sedang Atau Awas

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan bernilai 5 ohm sampai 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada kaki tower dan pentanahan A serta pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Sedang/Awas ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hambatan Dengan Kondisi Sedang/Awas

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
4	4	4	4	4	5		2,9		2,9	2,9	2,9	2,9
5	6	6	6	6	1,5		1,4		0,8	0,8	0,8	0,8
18	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1		5		0,5	0,5	0,5	0,5
19	1,5	1,5	1,5	1,5	1,2		6		0,8	0,8	0,8	0,8

Pada tabel 4.3 diatas terdapat bebrapa tower dengan kondisi awas atau sedang antara lain:

- a. Tower nomor 4 bagian pentanahan A dan tower nomer 18, 19 pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 5 ohm (pentanahan A) serta 5 ohm, 6 ohm (pentanahan C). Hal ini dikarenakan karena *grounding* mengalami

korosi dan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

- b. Tower nomor 4 bagian kaki tower terdapat terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 6 ohm, Hal ini dikarenakan karena kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering, serta jumper GSW (*Ground Steel Wires*) mengalami sedikit korosi.

### C. Kondisi Buruk

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan melebihi standar dari PT. PLN yaitu bernilai melebihi 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa pentanahan A dan pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Buruk ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hambatan Dengan Kondisi Buruk

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
1	0,8	0,8	0,8	0,8	112		20,1		2,7	2,7	2,7	2,7
3	2,7	2,7	2,7	2,7	160		11		1,4	1,4	1,4	1,4
11	0,57	0,57	0,57	0,57	5		20,7		0,62	0,62	0,62	0,62

Pada tabel 4.4 diatas terdapat beberapa tower dengan kondisi buruk atau bahaya antara lain:

- a. Tower nomor 1 dan 3 bagian pentanahan A terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 112 ohm dan 160 ohm. Hal ini dikarenakan karena *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi dan rantas serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.
- b. Tower nomor 1 dan 3 bagian pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 20,1 ohm dan 11 ohm. Hal ini dikarenakan karena *grounding*

mengalami korosi serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering

- c. Tower nomor 11 bagian bagian pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 20,7 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

#### 4.2.2 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2016

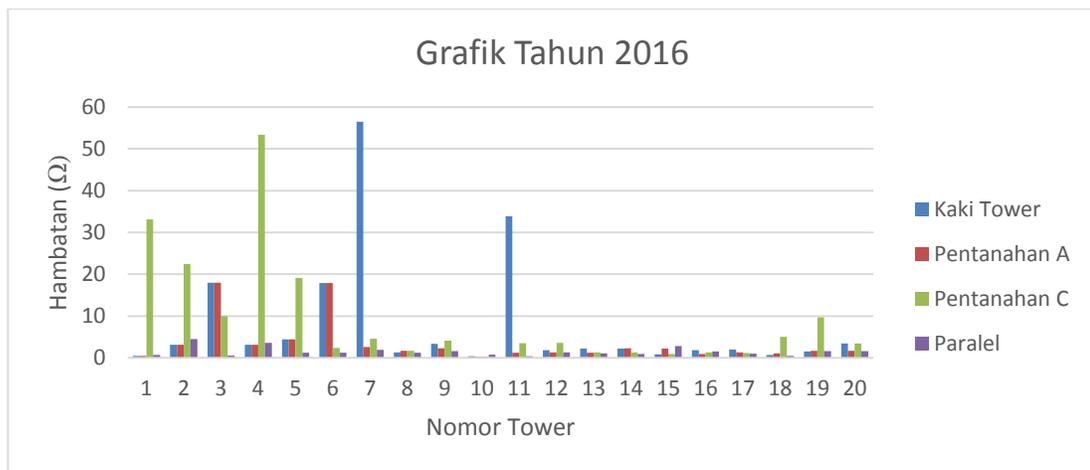
Data pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2016 ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2016

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel				Nilai Hambatan Tertinggi	Kondisi
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)					
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		33,1		0,7	0,7	0,7	0,7	33,1	Buruk
2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1		22,5		4,5	4,5	4,5	4,5	22,5	Buruk
3	18	18	18	18	18		9,98		0,54	0,5	0,54	0,54	18	Buruk
4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1		53,4		3,6	3,6	3,6	3,6	53,4	Buruk
5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4		19,1		1,2	1,2	1,2	1,2	19,1	Buruk
6	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9		2,4		1,2	1,2	1,2	1,2	17,9	Buruk
7	56,5	56,5	56,5	56,5	2,6		4,6		1,9	1,9	1,9	1,9	56,5	Buruk
8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7		1,7		1,2	1,2	1,2	1,2	1,7	Baik
9	3,33	3,33	3,33	3,33	2,3		4,1		1,59	1,59	1,59	1,59	4,1	Baik
10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2		0,3		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	Baik
11	33,9	33,9	33,9	33,9	1,2		3,5		0,4	0,4	0,4	0,4	33,9	Buruk
12	1,8	1,8	1,8	1,8	1,3		3,6		1,3	1,3	1,3	1,3	3,6	Baik
13	2,2	2,2	2,2	2,2	1,2		1,33		1,1	1,1	1,1	1,1	2,2	Baik
14	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3		1,3		0,9	0,9	0,9	0,9	2,3	Baik
15	0,85	0,85	0,85	0,85	2,2		0,89		2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	Baik
16	1,8	1,8	1,8	1,8	0,9		1,3		1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	Baik
17	1,98	1,98	1,98	1,98	1,3		1,15		0,97	0,97	0,97	0,97	1,98	Baik
18	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1		5		0,5	0,5	0,5	0,5	5	Sedang

19	1,56	1,56	1,56	1,56	1,7		9,67		1,59	1,59	1,59	1,59	9,67	Sedang
20	3,4	3,4	3,4	3,4	1,7		3,4		1,6	1,6	1,6	1,6	3,4	Baik

Grafik pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2016 ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Pentanahan 2016

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul – Wates 2016 adalah sebagai berikut:

#### A. Kondisi Baik

Dari tabel 4.5 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2015 pada bagian kaki tower secara keseluruhan bernilai baik berjumlah 16 tower. Hal ini dikarenakan pada pentanahan kaki tower masih terhubung dengan kawat tanah.

Pada pantanhan A terdapat nomor 18 tower dan pentanahan C terdapat tower nomor 13 dengan dengan kondisi baik. Hal ini dikarenakan pada tower ini kelembaban dan kadar air tetap sehingga nilai hambatan pentanahan dalam kondisi baik.

Pada pentanahan paralel terdapat 20 tower dengan kondisi baik, hal ini dikarenakan semua sitem pentanahan pada tower terhubung dengan baik.

## B. Kondisi Sedang Atau Awas

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan bernilai 5 ohm sampai 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Sedang/Awas ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hambatan Dengan Kondisi Sedang/Awas

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
18	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1		5		0,5	0,5	0,5	0,5
19	1,56	1,56	1,56	1,56	1,7		9,67		1,59	1,59	1,59	1,59

Pada tabel 4.6 diatas terdapat bebrapa tower dengan kondisi awas atau sedang antara lain:

- a. Tower nomor 18 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 5 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.
- b. Tower nomor 19 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 9,67 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi dan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

## C. Kondisi Buruk

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan melebihi standar dari PT. PLN yaitu bernilai melebihi 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa kaki tower dan pentanahan A serta pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Buruk ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hambatan Dengan Kondisi Buruk

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		33,1		0,7	0,7	0,7	0,7
2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1		22,5		4,5	4,5	4,5	4,5
3		18	18	18	18		9,98		0,54	0,5	0,54	0,54
4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1		53,4		3,6	3,6	3,6	3,6
5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4		19,1		1,2	1,2	1,2	1,2
6	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9		2,4		1,2	1,2	1,2	1,2
7	56,5	56,5	56,5	56,5	2,6		4,6		1,9	1,9	1,9	1,9
11	33,9	33,9	33,9	33,9	1,2		3,5		0,4	0,4	0,4	0,4

Pada tabel 4.7 diatas terdapat bebrapa tower dengan kondisi buruk atau bahaya antara lain:

- a. Tower nomor 1, 2, 3, 4 dan 5 bagian bagian pentanahan A serta pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 18 ohm, 17,9 ohm (pentanahan A) dan 33,1 ohm, 22,5 ohm, 9,98 ohm, 53,4 ohm dan 19,1 ohm (pentanahan C). Hal ini dikarenakan korosi yang sangat tinggi serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering
- b. Tower nomor 3 dan 6 bagian bagian kaki tower terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 18 ohm dan 17,9 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terjadinya korosi pada jumper GSW (*Ground Steel Wires*).
- c. Tower nomor 7 dan 11 bagian kaki tower terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 56,5 ohm dan 33,9 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terlepasnya jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*) dan jumper mengalami korosi.

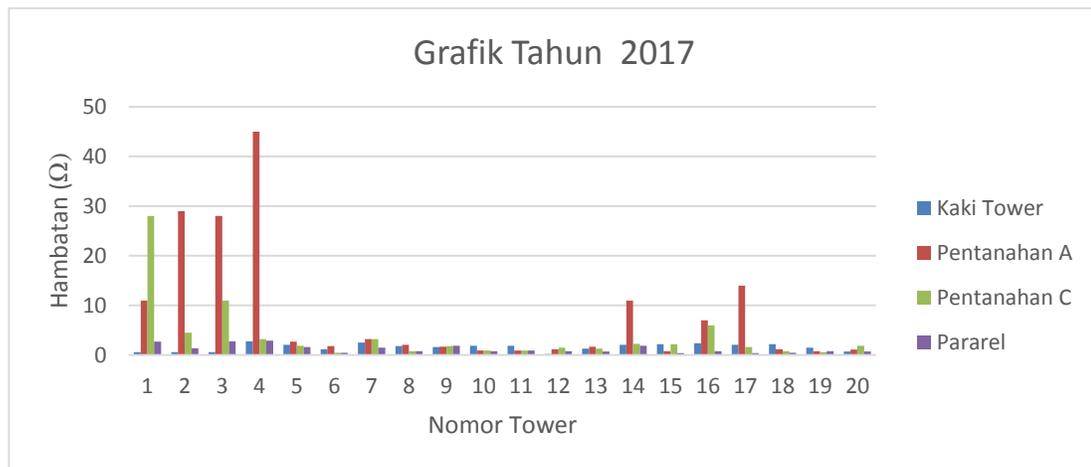
#### 4.2.3 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017

Data pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017 ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel				Nilai Hambatan Tertinggi	Kondisi
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)					
1	0,63	0,63	0,63	0,63	11		28		2,7	2,7	2,7	2,7	28	BURUK
2	0,62	0,62	0,62	0,62	29		4,5		1,4	1,4	1,4	1,4	29	BURUK
3	0,61	0,61	0,61	0,61	28		11		2,8	2,8	2,8	2,8	28	BURUK
4	2,8	2,8	2,8	2,8	45		3,2		2,9	2,9	2,9	2,9	45	BURUK
5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,7		1,9		1,6	1,6	1,6	1,6	2,7	BAIK
6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8		0,5		0,5	0,5	0,5	0,5	1,8	BAIK
7	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2		3,2		1,5	1,5	1,5	1,5	3,6	BAIK
8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,1		0,8		0,8	0,8	0,8	0,8	2,1	BAIK
9	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7		1,8		1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	BAIK
10	1,9	1,9	1,9	1,9	0,9		0,9		0,8	0,8	0,8	0,8	1,9	BAIK
11	1,9	1,9	1,9	1,9	0,9		0,9		0,9	0,9	0,9	0,9	1,9	BAIK
12	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2		1,5		0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	BAIK
13	1,3	1,3	1,3	1,3	1,7		1,3		0,7	0,7	0,7	0,7	1,7	BAIK
14	2,1	2,1	2,1	2,1	11		2,3		1,9	1,9	1,9	1,9	11	BURUK
15	2,2	2,2	2,2	2,2	0,8		2,2		0,4	0,4	0,4	0,4	2,2	BAIK
16	2,4	2,4	2,4	2,4	7		6		0,8	0,8	0,8	0,8	7	SEDANG
17	2,1	2,1	2,1	2,1	14		1,6		0,4	0,4	0,4	0,4	14	BURUK
18	2,2	2,2	2,2	2,2	1,2		0,78		0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	BAIK
19	1,5	1,5	1,5	1,5	0,8		0,6		0,8	0,8	0,8	0,8	1,5	BAIK
20	0,72	0,72	0,72	0,72	1,1		1,9		0,7	0,7	0,7	0,7	1,9	BAIK

Grafik pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017 ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Pentanahan 2017

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul – Wates 2017 adalah sebagai berikut:

#### A. Kondisi Baik

Dari tabel 4.5 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017 pada bagian kaki tower secara keseluruhan bernilai baik berjumlah 20 tower. Hal ini dikarenakan pada pentanahan kaki tower masih terhubung dengan kawat tanah.

Pada pantanahan A terdapat 13 dan pentanahan C terdapat 17 tower dengan dengan kondisi baik. Hal ini dikarenakan pada tower ini kondisi *grounding* masih cukup bagus serta kelembaban dan kadar air tetap sehingga nilai hambatan pentanahan dalam kondisi baik.

Pada pentanahan paralel terdapat 20 tower dengan kondisi baik, hal ini dikarenakan semua sitem pentanahan pada tower terhubung dengan baik.

## B. Kondisi Sedang Atau Awas

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan bernilai 5 ohm sampai 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Sedang/Awas ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hambatan Dengan Kondisi Sedang/Awas

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
1	2,4	2,4	2,4	2,4	7		6		0,8	0,8	0,8	0,8

Pada tabel 4.9 diatas terdapat beberapa tower dengan kondisi awas atau sedang antara lain:

- a. Tower nomor 16 bagian pentanahan A terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 7 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.
- b. Tower nomor 16 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 6 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

## C. Kondisi Buruk

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan melebihi standar dari PT. PLN yaitu bernilai melebihi 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa kaki tower dan pentanahan A serta pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Buruk ditunjukkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hambatan Dengan Kondisi Buruk

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
1	0,63	0,63	0,63	0,63	11		28		2,7	2,7	2,7	2,7
2	0,62	0,62	0,62	0,62	29		4,5		1,4	1,4	1,4	1,4
3	0,61	0,61	0,61	0,61	28		11		2,8	2,8	2,8	2,8
4	2,8	2,8	2,8	2,8	45		3,2		2,9	2,9	2,9	2,9
14	2,1	2,1	2,1	2,1	11		2,3		1,9	1,9	1,9	1,9
17	2,1	2,1	2,1	2,1	14		1,6		0,4	0,4	0,4	0,4

Pada tabel 4.10 diatas terdapat beberapa tower dengan kondisi buruk atau bahaya antara lain:

- a. Tower nomer 1, 2, 3, 4, 14 dan 17 bagian pentanahan A terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 11 ohm, 29 ohm, 28 ohm, 45 ohm, 11 ohm dan 14 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta dan pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering
- b. Tower nomer 1 dan 11 bagian bagian pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 28 ohm dan 11 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta dan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

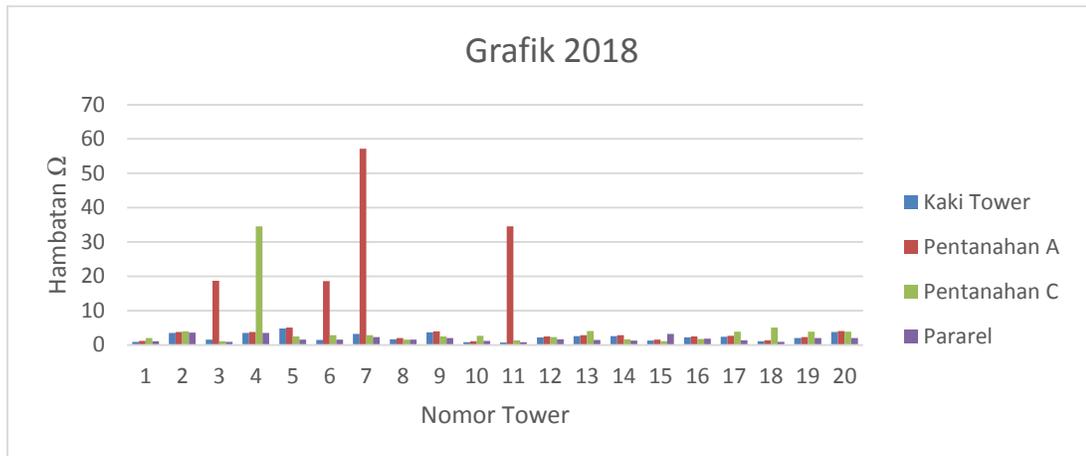
#### 4.2.4 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2018

Data pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2018 ditunjukkan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2018

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel				Nilai Hambatan Tertinggi	Kondisi
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)					
1	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2		2,0		1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	BAIK
2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,8		4,0		3,6	3,6	3,6	3,6	4,0	BAIK
3	1,6	1,6	1,6	1,6	18,7		1,1		0,9	0,9	0,9	0,9	18,7	BURUK
4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,8		34,6		3,5	3,5	3,5	3,5	34,6	BURUK
5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,1		2,5		1,6	1,6	1,6	1,6	5,1	SEDANG
6	1,5	1,5	1,5	1,5	18,6		2,9		1,6	1,6	1,6	1,6	18,6	BURUK
7	3,2	3,2	3,2	3,2	57,2		2,9		2,3	2,3	2,3	2,3	57,2	BURUK
8	1,7	1,7	1,7	1,7	2,0		1,6		1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	BAIK
9	3,7	3,7	3,7	3,7	4,0		2,5		2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	BAIK
10	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1		2,7		1,2	1,2	1,2	1,2	2,7	BAIK
11	0,7	0,7	0,7	0,7	34,6		1,4		0,8	0,8	0,8	0,8	34,6	BURUK
12	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5		2,3		1,7	1,7	1,7	1,7	2,5	BAIK
13	2,6	2,6	2,6	2,6	2,9		4,1		1,5	1,5	1,5	1,5	4,1	BAIK
14	2,6	2,6	2,6	2,6	2,9		1,7		1,3	1,3	1,3	1,3	2,9	BAIK
15	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6		1,1		3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	BAIK
16	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5		1,8		1,9	1,9	1,9	1,9	2,5	BAIK
17	2,4	2,4	2,4	2,4	2,7		3,9		1,4	1,4	1,4	1,4	3,9	BAIK
18	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4		5,1		0,9	0,9	0,9	0,9	5,1	SEDANG
19	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3		3,9		2,0	2,0	2,0	2,0	3,9	BAIK
20	3,8	3,8	3,8	3,8	4,1		3,9		2,0	2,0	2,0	2,0	4,1	BAIK

Grafik pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2018 ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Pentanahan 2018

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul – Wates 2018 adalah sebagai berikut:

#### A. Kondisi Baik

Dari tabel 4.11 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017 pada bagian kaki tower secara keseluruhan bernilai baik berjumlah 20 tower. Hal ini dikarenakan pada pentanahan kaki tower masih terhubung dengan kawat tanah.

Pada pantanhan A terdapat 15 dan pentanahan C terdapat 18 tower dengan dengan kondisi baik. Hal ini dikarenakan pada tower ini kondisi *grounding* masih cukup bagus serta kelembaban dan kadar air tetap sehingga nilai hambatan pentanahan dalam kondisi baik.

Pada pentanahan pararel terdapat 20 tower dengan kondisi baik, hal ini dikarenakan semua sitem pentanahan pada tower terhubung dengan baik..

### B. Kondisi Sedang Atau Awas

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan bernilai 5 ohm sampai 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada pentanahan A dan Pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Sedang/Awas ditunjukkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hambatan Dengan Kondisi Sedang/Awas

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,1		2,5		1,6	1,6	1,6	1,6
18	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4		5,1		0,9	0,9	0,9	0,9

Pada tabel 4.12 diatas terdapat beberapa tower dengan kondisi awas atau sedang antara lain:

- a. Tower nomor 5 bagian pentanahan A terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 5,1 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.
- b. Tower nomor 18 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 5,1 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

### C. Kondisi Buruk

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan melebihi standar dari PT. PLN yaitu bernilai melebihi 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa kaki tower dan pentanahan A serta pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Buruk ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hambatan Dengan Kondisi Buruk

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
3	1,6	1,6	1,6	1,6	18,7		1,1		0,9	0,9	0,9	0,9
4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,8		34,6		3,5	3,5	3,5	3,5
6	1,5	1,5	1,5	1,5	18,6		2,9		1,6	1,6	1,6	1,6
7	3,2	3,2	3,2	3,2	57,2		2,9		2,3	2,3	2,3	2,3
11	0,7	0,7	0,7	0,7	34,6		1,4		0,8	0,8	0,8	0,8

Pada tabel 4.13 diatas terdapat bebrapa tower dengan kondisi buruk atau bahaya antara lain:

- a. Tower nomor 3 dan 6 bagian pentanahan A terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 18,7 ohm dan 18,6 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering serta *grounding* mengalami korosi.
- b. Tower nomor 4, 7 dan 11 bagian pentanahan A serta pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 57,2 ohm, dan 34,6 ohm (pentanahan A) dan 34,6 ohm (pentanahan C). Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering,.

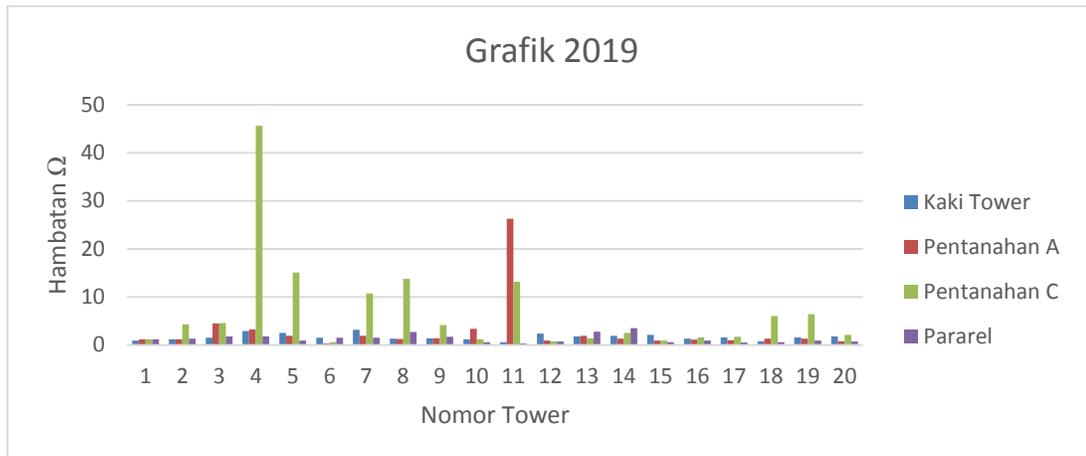
#### 4.2.5 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2019

Data pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2019 ditunjukkan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2019

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel				Nilai Hambatan Tertinggi	Kondisi
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D		
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)					
1	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2		1,2		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	BAIK
2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		4,3		1,3	1,3	1,3	1,3	4,3	BAIK
3	1,5	1,5	1,5	1,5	4,5		4,6		1,8	1,8	1,8	1,8	4,6	BAIK
4	2,9	2,9	2,9	2,9	3,27		45,6		1,8	1,8	1,8	1,8	45,6	BURUK
5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,95		15,1		0,9	0,9	0,9	0,9	15,1	BURUK
6	1,5	1,5	1,5	1,5	0,3		0,6		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	BAIK
7	3,2	3,2	3,2	3,2	1,9		10,7		1,5	1,5	1,5	1,5	10,7	BURUK
8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,28		13,8		2,7	2,7	2,7	2,7	13,8	BURUK
9	1,3	1,36	1,36	1,36	1,38		4,2		1,7	1,7	1,7	1,7	4,2	BAIK
10	1,1	1,17	1,17	1,17	3,4		1,19		0,62	0,62	0,62	0,62	3,4	BAIK
11	0,6	0,6	0,6	0,6	26,3		13,2		0,34	0,34	0,34	0,34	26,3	BURUK
12	2,4	2,4	2,4	2,4	0,9		0,8		0,7	0,7	0,7	0,7	2,4	BAIK
13	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9		1,4		2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	BAIK
14	1,9	1,9	1,9	1,9	1,3		2,5		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	BAIK
15	2,1	2,1	2,1	2,1	0,9		0,9		0,59	0,59	0,59	0,59	2,1	BAIK
16	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1		1,6		0,9	0,9	0,9	0,9	1,3	BAIK
17	1,6	1,6	1,6	1,6	1		1,7		0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	BAIK
18	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3		6		0,6	0,6	0,6	0,6	6	SEDANG
19	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3		6,4		0,9	0,9	0,9	0,9	6,4	SEDANG
20	1,8	1,8	1,8	1,8	0,8		2,1		0,7	0,7	0,7	0,7	2,1	BAIK

Grafik pentanahan tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2019 ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Pentanahan 2019

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul – Wates 2019 adalah sebagai berikut:

#### A. Kondisi Baik

Dari tabel 4.11 Pentanahan Tower SUTT 150 KV Bantul – Wates Tahun 2017 pada bagian kaki tower secara keseluruhan bernilai baik berjumlah 20 tower. Hal ini dikarenakan pada pentanahan kaki tower masih terhubung dengan kawat tanah.

Pada pantanhan A terdapat 19 dan pentanahan C terdapat 14 tower dengan dengan kondisi baik. Hal ini dikarenakan pada tower ini kondisi *grounding* masih cukup bagus serta kelembaban dan kadar air tetap sehingga nilai hambatan pentanahan dalam kondisi baik.

Pada pentanahan pararel terdapat 20 tower dengan kondisi baik, hal ini dikarenakan semua sitem pentanahan pada tower terhubung dengan baik..

### B. Kondisi Sedang Atau Awas

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan bernilai 5 ohm sampai 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa pentanahan C. Hambatan dengan kondisi Sedang/Awas ditunjukkan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hambatan Dengan Kondisi Sedang/Awas

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
18	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3		6		0,6	0,6	0,6	0,6
19	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3		6,4		0,9	0,9	0,9	0,9

Pada tabel 4.15 diatas terdapat beberapa tower dengan kondisi awas atau sedang antara lain:

- a. Tower nomor 18 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 6 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.
- b. Tower nomor 19 bagian pentanahan C terdapat kondisi awas atau sedang bernilai 6,4 ohm. Hal ini dikarenakan kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehigga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

### C. Kondisi Buruk

Pada kondisi awas atau sedang nilai hambatan melebihi standar dari PT. PLN yaitu bernilai melebihi 10 ohm. Kondisi tersebut terdapat pada beberapa kaki tower dan pentanahan A serta pentanahan C. Hambatan dengan kondisi buruk ditunjukkan pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hambatan Dengan Kondisi Buruk

No Tower	Kaki Tower				Pentanahan				Pararel			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)				$\Omega$ (ohm)			
4	2,9	2,9	2,9	2,9	3,27		45,6		1,8	1,8	1,8	1,8
7	3,2	3,2	3,2	3,2	1,9		10,7		1,5	1,5	1,5	1,5
8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,28		13,8		2,7	2,7	2,7	2,7
11	0,6	0,6	0,6	0,6	26,3		13,2		0,34	0,34	0,34	0,34

Pada tabel 4.16 diatas terdapat bebrapa tower dengan kondisi buruk atau bahaya antara lain:

- a. Tower nomor 11 bagian pentanahan A terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 26,3 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering
- b. Tower nomer 4, 7, 8 dan 11 bagian pentanahan C terdapat dalam kondisi buruk atau bahaya bernilai 45,6 ohm, 10,7 ohm, 13,8 ohm dan 13,2 ohm . Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

Hasil dari analisis dari tahun 2015, 2016, 2017, 2018 dan 2019 menunjukkan bahwa nilai hambatan pentanahan kaki tower, hambatan pentanahan dan hambatan paralel masing- masing tahun sebagai berikut:

#### 1. Tahun 2015

##### a) Pengukuran hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)

Berdasarkan tabel 4.1 diatas pada pengukuran hambatan kaki tower terdapat nilai hambatan 6 ohm (pada tower nomor 5) yang berarti dalam kondisi sedang/awas.

##### b) Pengukuran hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)

Berdasarkan tabel 4.1 diatas pada pengukuran hambatan pentanahan A dan pentanahan C terdapat nilai hambatan 5 ohm, 6 ohm, 5 ohm (pada tower nomor 4,18 dan 19) yang berarti dalam kondisi sedang/awas. Terdapat juga nilai hambatan 112 ohm, 20,1 ohm, 160 ohm, 11  $\Omega$  ohm 20,7 ohm (pada tower nomor 1,3 dan 11) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya.

##### c) Pengukuran hambatan paralel (gabungan)

Berdasarkan tabel 4.1 diatas diatas pada pengukuran paralel terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2015 relatif dalam kondisi baik, tercatat 13 tower dalam kondisi baik (<5 ohm), 4 tower dalam kondisi sedang/awas (5-10 ohm), dan 3 tower dalam kondisi buruk/bahaya (>10 ohm).

#### 2. Tahun 2016

##### a) Pengukuran hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)

Berdasarkan tabel 4.5 diatas pada pengukuran hambatan kaki tower terdapat nilai hambatan 18 ohm, 17,9 ohm, 56,5 ohm, 33,9 ohm (pada tower nomor 3, 6, 7 dan 11) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya .

b) Pengukuran hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)

Berdasarkan tabel 4.5 diatas pada pengukuran hambatan pentanahan A dan pentanahan C terdapat nilai hambatan 5 ohm, 9,67 ohm (pada tower nomor 18 dan 19) yang berarti dalam kondisi sedang/awas. Terdapat juga nilai hambatan 33,1 ohm, 22,5 ohm, 18 ohm, 53,4 ohm, 19,1  $\Omega$  ohm 17,9 ohm (pada tower nomor 1, 2, 3, 4, 5 dan 6) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya.

c) Pengukuran hambatan paralel (gabungan)

Berdasarkan tabel 4.5 diatas diatas pada pengukuran paralel terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2016 dikategorikan dalam perlu pengawasan, tercatat 10 tower dalam kondisi baik (<5 ohm), 2 tower dalam kondisi sedang/awas (5-10 ohm), dan 8 tower dalam kondisi buruk (>10 ohm).

### 3. Tahun 2017

a) Pengukuran hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)

Berdasarkan tabel 4.14 diatas pada pengukuran kaki tower terdapat nilai hambatan ahanan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

b) Pengukuran hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)

Berdasarkan tabel 4.8 diatas pada pengukuran hambatan pentanahan A dan pentanahan C terdapat nilai hambatan 7 ohm, 6 ohm (pada tower nomor 16) yang berarti dalam kondisi sedang/awas. Terdapat juga nilai hambatan 11 ohm, 28 ohm, 29 ohm, 28  $\Omega$  ohm 11 ohm, 45 ohm 11 ohm, 14 ohm (pada tower nomor 1, 2, 3, 4, 14 dan 17) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya.

c) Pengukuran hambatan paralel (gabungan)

Berdasarkan tabel 4.8 diatas diatas pada pengukuran paralel terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2017 relatif dalam kondisi baik tercatat 13 tower dalam kondisi baik ( $<5$  ohm), 1 tower dalam kondisi sedang/awas (5-10 ohm), dan 6 tower dalam kondisi buruk ( $>10$  ohm).

4. Tahun 2018

a) Pengukuran hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)

Berdasarkan tabel 4.11 diatas pada pengukuran kaki tower terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

b) Pengukuran hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)

Berdasarkan tabel 4.11 diatas pada pengukuran hambatan pentanahan A dan pentanahan C terdapat nilai hambatan 5,1 ohm (pada tower nomor 5) yang berarti dalam kondisi sedang/awas. Terdapat juga nilai hambatan 18,7 ohm, 34,6 ohm, 18,6 ohm, 57,2 ohm, 34,6 ohm (pada tower nomor 3,4, 6, 7 dan 11) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya.

c) Pengukuran hambatan paralel (gabungan)

Berdasarkan tabel 4.11 diatas diatas pada pengukuran paralel terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/buruk.

Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2018 relatif dalam kondisi baik tercatat 13 tower dalam kondisi baik ( $<5$  ohm), 2 tower dalam kondisi sedang/awas (5-10 ohm), dan 5 tower dalam kondisi buruk ( $>10$  ohm).

## 5. Tahun 2019

### a) Pengukuran hambatan kaki tower (tanpa pentanahan/arde)

Berdasarkan tabel 4.14 diatas pada pengukuran kaki tower terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya.

### b) Pengukuran hambatan pentanahan/arde (tower tidak terhubung)

Berdasarkan tabel 4.14 diatas pada pengukuran hambatan pentanahan C terdapat nilai hambatan 6 ohm, 6,4 ohm (pada tower nomor 18 dan 19 ) yang berarti dalam kondisi sedang/awas. Terdapat juga nilai hambatan 45,6 ohm, 15,1 ohm, 10,7 ohm, 13,8 ohm, 26,3 ohm, 13,2 ohm (pada tower nomor 4, 5, 7, 8, dan 11) yang berarti dalam kondisi buruk/bahaya

### c) Pengukuran hambatan paralel (gabungan)

Berdasarkan tabel 4.14 diatas diatas pada pengukuran paralel terdapat nilai hambatan dibawah 5 ohm yang berarti dalam kondisi baik tidak ada dalam kondisi sedang/awas maupun buruk/bahaya

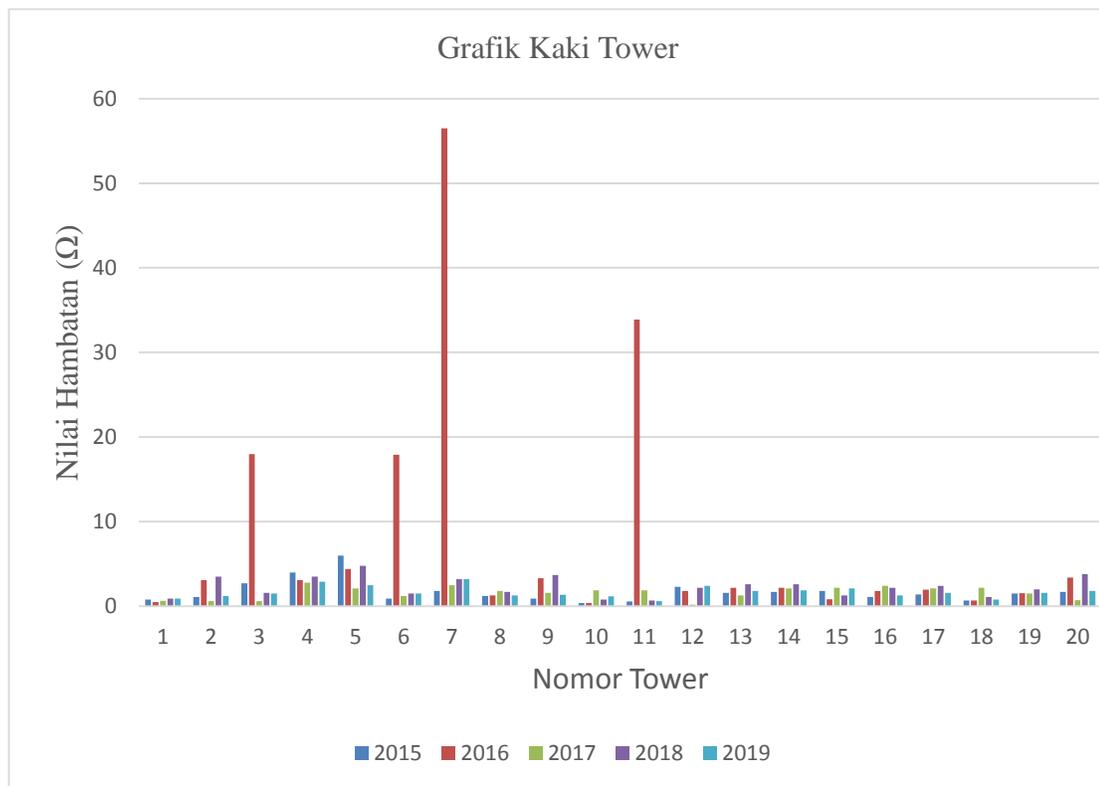
Karakteristik hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2019 relatif dalam kondisi baik, tercatat 13 tower dalam kondisi baik ( $<5$  ohm), 2 tower dalam kondisi sedang/awas (5-10 ohm), dan 5 tower dalam kondisi buruk ( $>10$  ohm).

Dari analisis diatas didapatkan bahwa kondisi hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2016 paling buruk/bahaya yaitu dengan jumlah tower 10 dengan kondisi baik , 2 tower dengan kondisi sedang/awas dan 8 tower dengan kondisi buruk/bahaya dibandingkan nilai hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul - Wates pada tahun 2015, 2017, 2018 dan 2019. Nilai hambatan pentanahan tower SUTT 150 KV transmisi Bantul-Wates paling baik adalah pada tahun 2015 yaitu dengan 13 tower dengan kondisi baik, 4 tower dengan kondisi sedang/awas, 3 tower dengan kondisi buruk/bahaya.

### 4.3 Analisis Kesetabilan Hambatan Pentanahan Dari Tahun 2015 Sampai Dengan Tahun 2019

#### 4.3.1 Hambatan Pentanahan Kaki Tower Tanpa Arde

Grafik hambatan pentanahan kaki tower dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Kaki Tower Tahun 2015 – 2019

Berdasarkan gambar grafik pada pengukuran hambatan kaki tower dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 rata-rata kondisi hambatannya mengalami kenaikan, dan terdapat nilai hambatan yang melebihi batas standar maksimum yang diperbolehkan PT. PLN yaitu 10 Ω.

Nilai hambatan tower 3 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 18 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terjadinya korosi jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*). Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan korosi jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*).

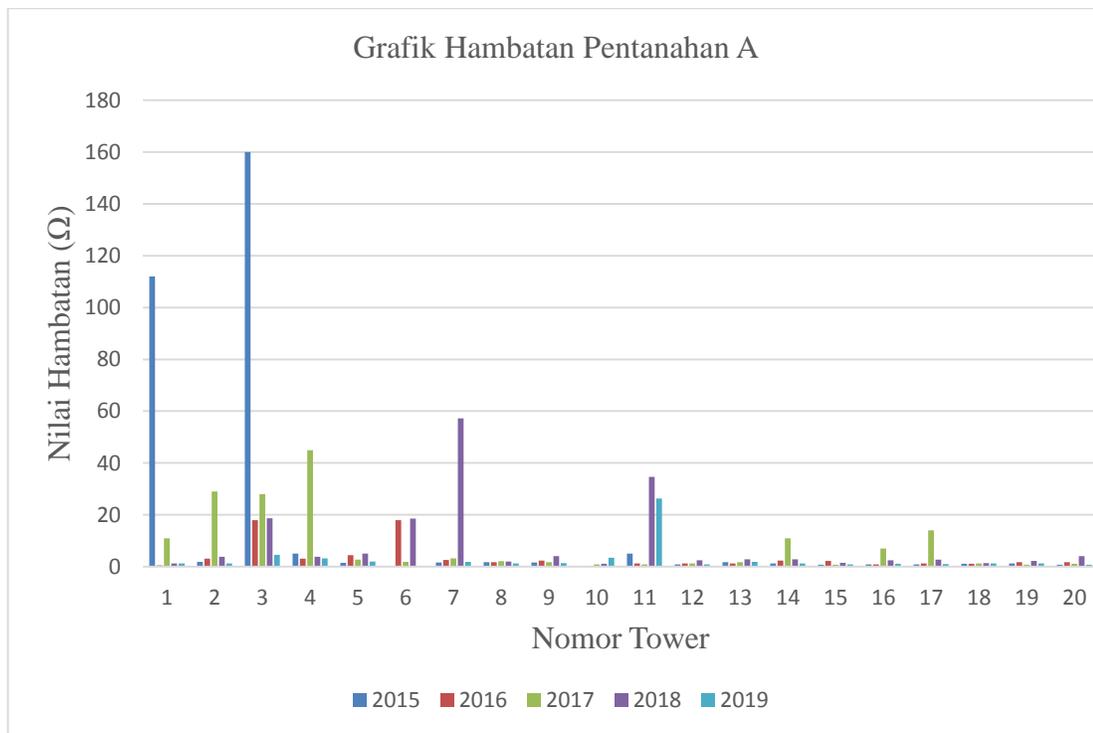
Nilai hambatan tower 6 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 17,9 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terjadinya korosi jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*). Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan korosi jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*).

Nilai hambatan tower 7 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 56,5 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terlepasnya jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*) dan jumper mengalami korosi. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan korosi jumper pada pada GSW (*Ground Steel Wires*) dan mengencangkan kembali.

Nilai hambatan tower 11 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 33,9 ohm. Hal ini dikarenakan pengukuran pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras serta kering, terlepasnya jumper pada GSW (*Ground Steel Wires*) dan jumper mengalami korosi. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan korosi jumper pada pada GSW (*Ground Steel Wires*) dan mengencangkan kembali.

#### 4.3.2 Pengukuran Hambatan Pentanahan Arde Kaki Tower Dilepas

Grafik hambatan pentanahan A dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik Hambatan Pentanahan A Tahun 2015 – 2019

Berdasarkan gambar grafik pada pengukuran hambatan pentanahan A dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 rata-rata kondisi hambatannya mengalami naik turun, dan terdapat nilai hambatan yang melebihi batas standar maksimum yang diperbolehkan PT. PLN yaitu 10 Ω.

Nilai hambatan pentanahan A tower 1 pada tahun 2015 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 112 ohm. Hal ini dikarenakan karena *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi dan rantas serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah

menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara mengganti *grounding*.

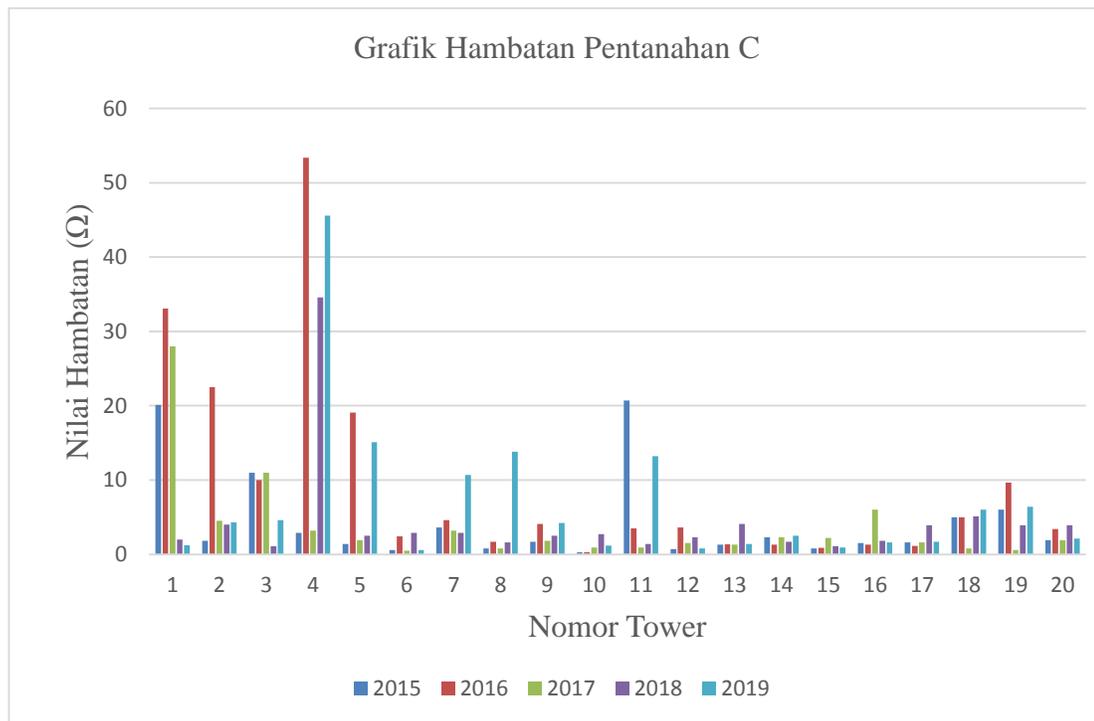
Nilai hambatan pentanahan A tower 3 pada tahun 2015 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 160 ohm. Hal ini dikarenakan karena *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi dan rantas serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara mengganti *grounding*.

Nilai hambatan pentanahan A tower 7 pada tahun 2018 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 57,2 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan A tower 11 pada tahun 2018 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 34,6 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan A tower 11 pada tahun 2019 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 26,3 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *gorunding* dengan sikat kawat.

Grafik hambatan pentanahan C dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Hambatan Pentanahan C Tahun 2015 – 2019

Berdasarkan gambar grafik pada pengukuran hambatan pentanahan C dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 rata-rata kondisi hambatannya mengalami naik turun, dan terdapat nilai hambatan yang melebihi batas standar maksimum yang diperbolehkan PT. PLN yaitu 10  $\Omega$ .

Nilai hambatan pentanahan C tower 1 pada tahun 2015 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 20,1 ohm. Hal ini dikarenakan karena *grounding* mengalami korosi serta juga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering.

Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 1 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 22,5 ohm Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. kurangnya kelembaban tanah serta kadar air sehingga membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *gorunding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 1 pada tahun 2017 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 20,1 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 2 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 22,5 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 4 pada tahun 2016 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 53,4 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 4 pada tahun 2019 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 45,6 ohm. Hal ini

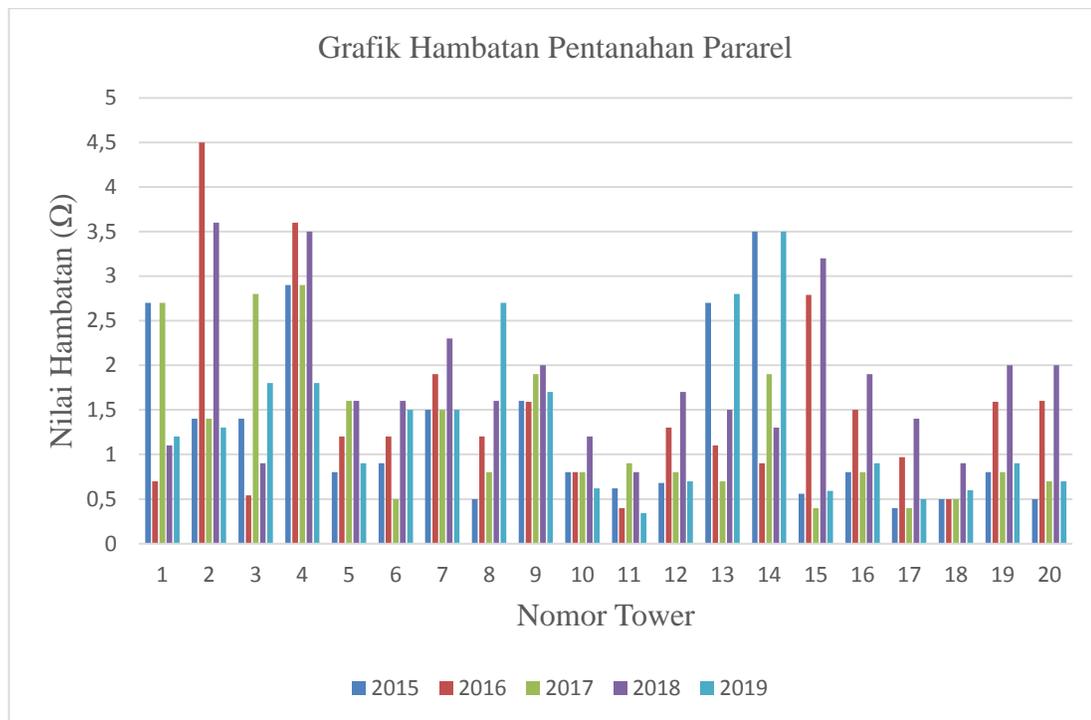
dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 7 pada tahun 2018 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 57,2 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

Nilai hambatan pentanahan C tower 11 pada tahun 2018 mengalami kenaikan yang ditetapkan oleh standar PT. PLN yaitu dengan nilai hambatan 34,6 ohm. Hal ini dikarenakan *grounding* mengalami korosi yang sangat tinggi serta juga pengukuran dilakukan pada musim kemarau sehingga kurangnya kelembaban tanah serta kadar air membuat kondisi tanah menjadi keras dan kering. Tindakan yang dilakukan oleh petugas dengan cara membersihkan *grounding* dengan sikat kawat.

### 4.3.3 Hambatan Pentanahan Pararel

Grafik hambatan pentanahan pararel dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Hambatan Pararel Tahun 2015 – 2019

Berdasarkan gambar grafik pada pengukuran hambatan pentanahan pararel dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 rata-rata kondisi hambatannya mengalami naik turun, dan terdapat tidak ilai hambatan yang melebihi batas standar maksimum yang diperbolehkan PT. PLN yaitu 10  $\Omega$ .

Pentanahan pararel memiliki nilai hambatan yang dapat dikatakan dalam kondisi baik, nilai hambatan pentanahan dibawah 10 ohm sesuai batas maksimal dari PT. PLN. Nilai pentanahan bisa dalam kondisi baik dikarenakan semua sistem pentanahan terpasang atau terhubung dengan baik. Pada pentanahan parael nilai

hambatan paling tinggi terdapat pada tower 2 tahun 2016 dengan nilai sebesar 4,5 ohm disebabkan saat pengukuran pada musim kemarau sehingga struktur tanah menjadi keras dan kelembaban tidak tetap.

#### **4.4 Usaha Menurunkan Tahanan Kaki Menara Berimpedansi Tinggi**

##### **4.4.1 Perawatan Rutin**

Perawatan berguna untuk menjaga kondisi ideal kinerja sistem pentanahan kaki tower. Laporan realisasi pekerjaan dilaksanakan 1 tahunan dan 6 bulanan adalah cara untuk mengetahui kondisi fisik saluran transmisi berikut sistem pentanahannya. Selain itu ada juga petugas lapangan yang mengecek tower setiap seminggu sekali dan melaporkan *checklist* mingguan SUTT 150 KV. Hambatan pentanahan kaki tower diukur dengan cara yang sudah dijelaskan sebelumnya, hambatan kaki tower bernilai tinggi akan masuk katagori dalam daftar perbaikan. Kerusakan yang terjadi pada sistem pentanahan biasanya diakibatkan karena sambungan *grounding* pada kaki tower kendur dan korosi antara bagian elektroda. Perbaikan dilakukan dengan cara mengencangkan baut-baut sambungan dan membersihkan bagian elektroda dari korosi.

##### **4.4.2 Menambahkan Batang Elektroda**

Setelah mengetahui nilai hambatan yang melebihi 5 ohm atau 10 ohm bahkan lebih pihak PT. PLN melakukan pengeboran disekitar tower yang bernilai lebih dari 5 ohm atau 10 ohm bahkan lebih dengan mengajak pihak lain untuk melakukan pengeboran. Jarak pengeboran disepakati 12 meter dari permukaan tanah, setelah penambahan batang elektroda bisa dilakukan dan analisa untuk jenis tanah yang ada di transmisi Bantul – Wates.