

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pengambilan data sekunder

Data sekunder meliputi hasil pengukuran pentanahandari towr 1 – 19 Transmisi 150kV segoromadu – petrokimia, data yang disajikan dalam bentuk rata-rata 8(delapan) tahun dari tahun 2009 sampai dengan 2016 dan kemudian dihitung rata-rata dalam satu tahun.

Dan untuk hasil data pengukuran keseluruhan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016 dirangkum dalam (Tabel 3.1):

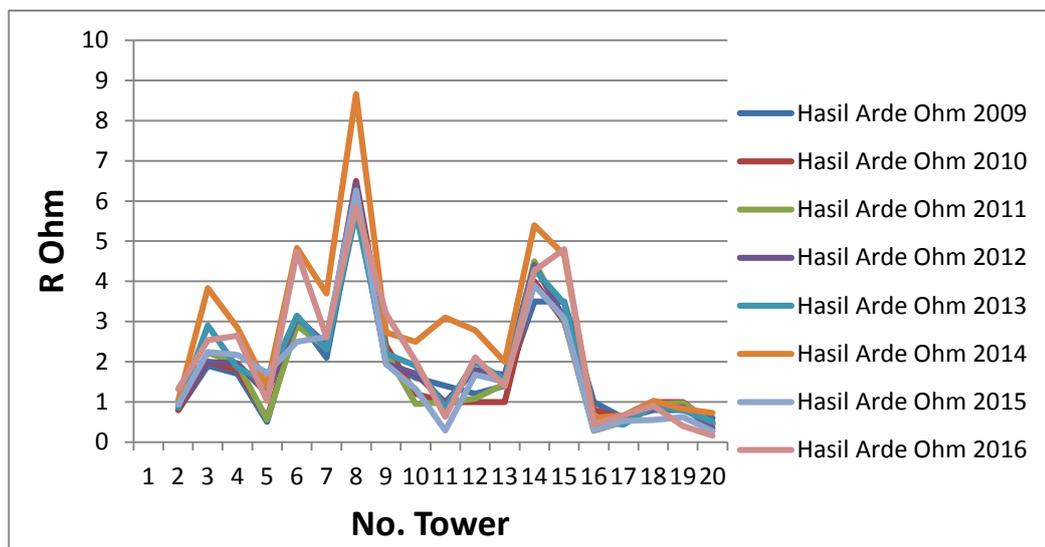
Tabel 3.1 Tabel hasil pengukuran tahun 2009 – 2016

No. Tower	Hasil Arde Ohm 2009	Hasil Arde Ohm 2010	Hasil Arde Ohm 2011	Hasil Arde Ohm 2012	Hasil Arde Ohm 2013	Hasil Arde Ohm 2014	Hasil Arde Ohm 2015	Hasil Arde Ohm 2016
1	0.8	0.8	0.98	0.91	0.86	1.02	0.93	1.32
2	1.9	2	2.23	2	2.9	3.83	2.24	2.54
3	1.7	1.8	1.96	1.96	1.85	2.85	2.17	2.65
4	0.5	0.6	0.56	1.2	1.5	1.4	1.72	1.03
5	3.1	3	2.9	3.1	3.15	4.83	2.5	4.74
6	2.1	2.4	2.33	2.43	2.3	3.7	2.62	2.62
7	5.9	6.5	6.32	6.42	5.7	8.66	6.26	5.85
8	2	2.4	2.23	1.95	2.2	2.73	1.94	3.2
9	1.6	1.2	0.95	1.7	1.9	2.5	1.32	2.01
9b	1.4	1	0.99	0.99	0.86	3.1	0.29	0.63
10	1.2	1	1.08	1.8	2	2.78	1.68	2.11
11	1.4	1	1.45	1.67	1.56	2	1.5	1.39
12	3.5	4	4.5	4.4	4.3	5.4	3.9	4.27
13	3.5	3	3.01	3.08	3.45	4.66	3.08	4.8
14	1	0.8	0.28	0.34	0.56	0.61	0.3	0.45
15	0.6	0.6	0.5	0.55	0.43	0.66	0.53	0.67
16	0.8	1	0.94	0.85	0.9	1.03	0.55	0.9
17	0.8	1	0.97	0.87	0.8	0.83	0.62	0.4
18	0.6	0.45	0.46	0.35	0.5	0.73	0.27	0.16

Dari tabel hasil pengujian dari tahun 2009 – 2016 diketahui beberapa hasil nilai pentanahan memiliki nilai tinggi atau diatas rata-rata, dan yang paling tinggi

dari 19 tower transmisi segoromadu – petrokimia , tower no,7 lah tower dengan nilai pentanahan pang tinggi.

Sedangkan dari tabel 3.1 dibuat Grafik sebagai berikut (Gambar 3.1):



Gambar 3.1 Grafik hasil pengukuran pentanahan tahun 2009 – 2016

Dari Grafik dapat dilihat perubahan nilai pentanahan tower dari tahun 2009 – 2016. Dan diketahui hasil arde metting ditahun 2014 lah nilai pengujiannya paling tinggi, ini dimungkinkan dikarenakan kondisi cuaca saat itu.sedangkan untuk tahun-tahun lain hasil yang diperoleh hampir sama, sedangkan pada tahun 2016 mengalami kenaikan nilai tahanan untuk tower no 6 , 9, dan 15.

Selain melakukan pengujian tahanan pentanahan juga dilakukan pengecekan kondisi lahan apakah lahan disekitar tower beralih fungsi.

Sedangkan untuk trending perubahan kondisi lahan disekitar tower dari tahun 2009 sampai 2016 dilakukamn pencatatn dan dirangkum dalam (Tabel 3.2):

Tabel 3.2 Data kondisi lahan tower dari tahun 2009 sampai 2016

No. Tower	kondisi lahan 2009	kondisi lahan 2010	kondisi lahan 2011	kondisi lahan 2012	kondisi lahan 2013	kondisi lahan 2014	kondisi lahan 2015	kondisi lahan 2016
1	Gardu Induk							
2	Lahan kosong	Lahan kosong	Lahan kosong	Lahan kosong	Industri	Industri	Industri	Industri
3	Perumahan							
4	Lahan kosong	Lahan kosong	Lahan kosong	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan
5	hutan	hutan	Lahan kosong					
6	hutan	hutan	hutan	lahan kosong	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan
7	Lahan kosong	Lahan kosong	Lahan kosong	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan
8	hutan							
9	hutan	hutan	hutan	hutan	lahan kosong	lahan kosong	Perumahan	Perumahan
9b	hutan	hutan	hutan	lahan kosong	Perumahan	Perumahan	Perumahan	Perumahan
10	Perumahan							
11	Perumahan							
12	Industri							
13	Industri							
14	Industri							
15	Industri							
16	Lahan kosong							
17	Lahan kosong							
18	Gardu induk							

Dari tabel 3.2 diketahui sebagian besar lahan yang berada disekitar tower beralih fungsi, diantaranya adalah tower no 4, 5, 6, 8, 9, dan 9b yang sebelumnya dari hutan atau lahan kosong kini berubah menjadi kawasan industri atau perumahan.

Sedangkan untuk trending perubahan kondisi Tanah disekitar tower dari tahun 2009 sampai 2016 dapat dilihat di (Tabel 3.3):

Tabel 3.3 Data kondisi Tanah Tower dari tahun 2009 sampai 2016

No. Tower	kondisi Tanah 2009	kondisi Tanah 2010	kondisi Tanah 2011	kondisi Tanah 2012	kondisi Tanah 2013	kondisi Tanah 2014	kondisi Tanah 2015	kondisi Tanah 2016
1	Tanah							
2	Bebatuan							
3	Bebatuan							
4	Tanah kapur	Tanah kapur	Tanah kapur	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan
5	Tanah kapur							
6	Tanah kapur							
7	Rawa	Rawa	Rawa	Rawa	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan
8	Tanah kapur							
9	Tanah kapur							
9b	Tanah kapur	Tanah kapur	Tanah kapur	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan	Bebatuan
10	Bebatuan							
11	Bebatuan							
12	Tanah							
13	Tanah							
14	Tanah							
15	Tanah							
16	Tanah							
17	Tanah							
18	Tanah							

Dan untuk hasil data kondisi tanah dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016 semestinya kondisi tanah tower tidak mengalami perubahan, tetapi pada beberapa kasus kondisi tanah dalam tower mengalami perubahan dikarenakan aktifitas lahan sekitar tower tersebut, diantaranya diakibatkan pengurukan tanah untuk pembanguna perumahan maupun kawasan industri sehingga tanah didalam patok tower pun ikut teruruk , lebih buruknya sebagian malah keuruk batu- batuan yang digunakan untuk dasar pembangunan kawasan industri.

### 3.2 Penentuan metode hitung wind- mapping

Untuk melakukan perhitungan terhadap pengukuran pentanahan transmisi Segoromadu – petrokimia dan kemudian memetakannya, diperlukan pengukuran dan analisis data pentanahan yang memadai, guna mengetahui secara tepat perkiraan kondisi lahan tower untuk tahun-tahun berikutnya.

1. Lakukan pengukuran , pencatatan dan anlisi kondisi tanah Transmisi 150kV segoromdu – petrokimia.
2. Mengolah data
3. Menentukan kondisi pentanahan dari hasil pengukuran dalam bentuk tabel. Tabel ini berlaku di PLN P3B.

NILAI	KONDISI
$\leq 5$	Baik
6 - 10	Ukur lagi
$\geq 10$	Lakukan perbaikan

Dibawah ini akan dijelaskan metode yang dilakukan untuk menghitung rata-rata nilai pentanahan dan perkiraan hasil pengukuran dan kemudian disusun dalam bentuk map wind map.

#### 3.2.1Metode olah data untuk hasil pengukuran pentanahan

##### 3.2.1.1 Perhitungan rata-rata nilai pentanahan

Tahap pertama dalam menghitung rata-rata nilai pentanahan tiap tower yaitu mengumpulkan data tiap tahunnya dalam kurun 8 tahunan.

Nilai pentanahan rata-rata tower dapat dihitung dengan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Nilai pentanahan rata-rata tower tiap tahun misalnya diperoleh dari hasil pengukuran ditahun 2008 sampai dengan 2016 dan digunakan untuk mengetahui variasi rata-rata nilai pentanahan tiap tahunnya.

### 3.2.2.1 Metode Trend Moment

Metode Trend Moment, menggunakan persamaan yang berbeda dengan metode setengah rata-rata untuk menaksir nilai a dan nilai b dalam persamaan trend (2.1):

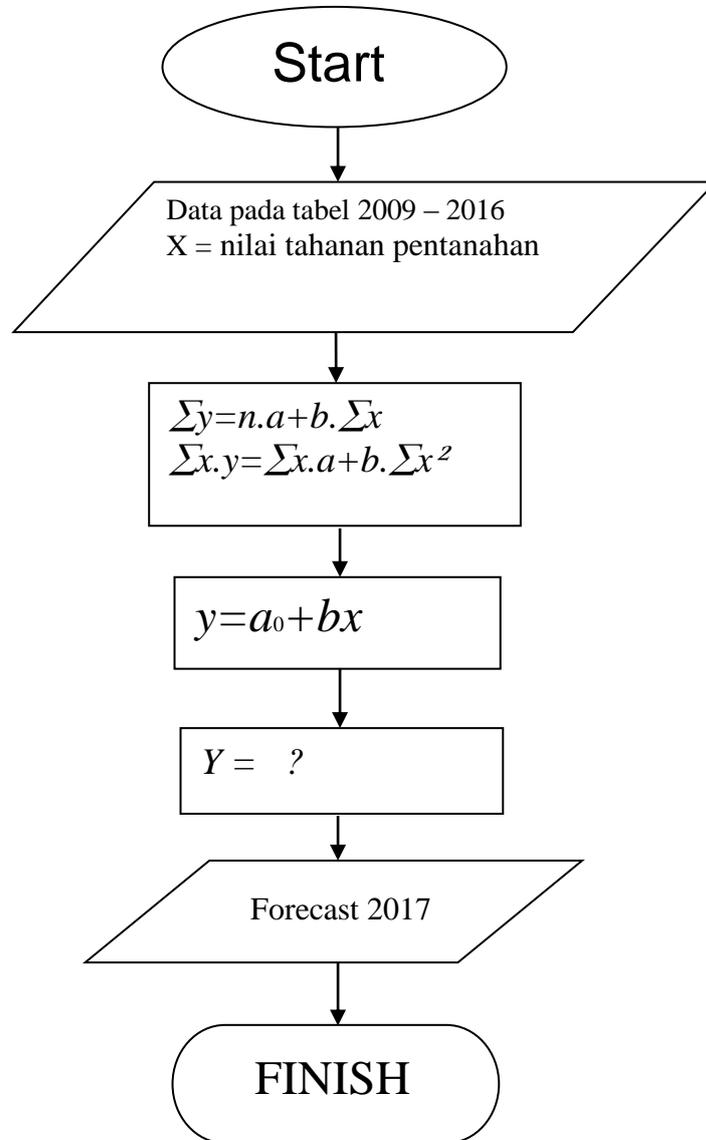
$$y = a_0 + bx \quad (2.1)$$

Nilai a dan b ditaksir dengan persamaan sebagai berikut (2.2)(2.3):

$$\sum y_i = n.a + b.\sum x_i \quad (2.2)$$

$$\sum x_i y_i = a\sum x_i + b\sum x_i^2 \quad (2.3)$$

Dua persamaan diatas , dilakukan operasi substitusi dan eliminasi untuk mendapatkan nilai a dan b. pada *Metode trend moment*, nilai X pada persamaan trend dihitung dengan menjadikan data pertama sebagai tahun dasar dan nilai X=0.



**Gambar 3.2 : Flowchart Metode Trend Moment**

Untuk membuktikan atau mencoba persamaan Trend Moment diatas akan dilakukan penghitungan sesuai tabel yang ada. Dengan menggunakan data hasil nilai pentanahan tower di tahun 2009 sampai dengan tahun 2015 , untuk menentukan hasil nilai pentanahan pada tahun 2016 dan kemudian membandingkannya dengan hasil real pengukuran ditahun 2016.

Contoh : Menghitung *Forecast* di tahun 2016 , pertama membuat tabel hasil nilai pentanahan tower dari tahun 2009 sampai dengan 2016.berikut (Tabel 3.4):

Tabel 3.4 Data hasil pengukuran tahun 2009 - 2016

No. Tower	Hasil Arde Ohm 2009	Hasil Arde Ohm 2010	Hasil Arde Ohm 2011	Hasil Arde Ohm 2012	Hasil Arde Ohm 2013	Hasil Arde Ohm 2014	Hasil Arde Ohm 2015	Hasil Arde Ohm 2016
1	0.8	0.8	0.98	0.91	0.86	1.02	0.93	1.32
2	1.9	2	2.23	2	2.9	3.83	2.24	2.54
3	1.7	1.8	1.96	1.96	1.85	2.85	2.17	2.65
4	0.5	0.6	0.56	1.2	1.5	1.4	1.72	1.03
5	3.1	3	2.9	3.1	3.15	4.83	2.5	4.74
6	2.1	2.4	2.33	2.43	2.3	3.7	2.62	2.62
7	5.9	6.5	6.32	6.42	5.7	8.66	6.26	5.85
8	2	2.4	2.23	1.95	2.2	2.73	1.94	3.2
9	1.6	1.2	0.95	1.7	1.9	2.5	1.32	2.01
9b	1.4	1	0.99	0.99	0.86	3.1	0.29	0.63
10	1.2	1	1.08	1.8	2	2.78	1.68	2.11
11	1.4	1	1.45	1.67	1.56	2	1.5	1.39
12	3.5	4	4.5	4.4	4.3	5.4	3.9	4.27
13	3.5	3	3.01	3.08	3.45	4.66	3.08	4.8
14	1	0.8	0.28	0.34	0.56	0.61	0.3	0.45
15	0.6	0.6	0.5	0.55	0.43	0.66	0.53	0.67
16	0.8	1	0.94	0.85	0.9	1.03	0.55	0.9
17	0.8	1	0.97	0.87	0.8	0.83	0.62	0.4
18	0.6	0.45	0.46	0.35	0.5	0.73	0.27	0.16

Kedua, menjumlahkan nilai tahanan tahun 2009 – 2015 tiap tower, kemudian menggunakan persamaan untuk menentukan nilai a dan b .sebelumnya menentukan persamaan terlebih dahulu dengan menghitung  $x, x^2$ .

Tabel 3.5 Menentukan nilai "x" dan "x<sup>2</sup>"

t	Tahun	x	X <sup>2</sup>
1	2009	0	0
2	2010	1	1
3	2011	2	4
4	2012	3	9
5	2013	4	12
6	2014	5	25
7	2015	6	36
7	Jumlah	21	87

Dari hitungan tabel diatas didapat:

$$t = n = 7$$

$$\sum x = 21$$

$$\sum x^2 = 87$$

Sehingga menjadi persamaan berikut:

$$\sum y = 7.a + 21.b$$

$$\sum x.y = 21.a + 87.b$$

Metode substitusi dan eliminasi:

$$\sum y = 7.a + 21.b \dots\dots\dots x3$$

$$\sum x.y = 21.a + 87.b \dots\dots x1$$

$$\sum y^3 = 21.a + 63.b$$

$$\sum x.y = 21.a + 87.b$$

\_\_\_\_\_ -

$$(\sum y^3 - \sum x.y) = 0 + (-24)b$$

Menentukan b :

$$b = \frac{(\sum y^3 - \sum x.y)}{-24}$$

Menentukan a:

$$\Sigma y = 7.a + 21.b$$

$$7.a = \Sigma y - 21.b$$

$$a = \frac{\Sigma y - 21.b}{7}$$

Dari hitungandidapatkan nilai “a” dan “b” , dengan menggunakan tabel data yang ada dan penyelesaian dengan persamaan diatas. Dari keseluruhan nilai tahanan dari tahun 2009 – 2015 tiap no. tower.

Sedangkan hasil perhitungan nilai a dan b dapat dilihat di (Tabel 3.6):

Tabel 3.6 Menentukan nilai a dan b

( file ada di lampiran )

Setelah nilai a dan b ditentukan ,barulah menggunakan persamaanberikut untuk menghitung forecast atau dalam rumus adalah “y”:

$$y = a_0 + bx \quad (2.1)$$

dipersamaan trend , x dijadikan tahun pertama sebagai tahun dasar dan nilai x = 0 , dapat dilihat (Tabel 3.7):

Tabel 3.7 Mencari nilai ”y”

Tahun	Nilai tahanan Tower 1	x
2009	0.8	0
2010	0.8	1
2011	0.98	2
2012	0.91	3
2013	0.86	4
2014	0.84	5
2015	0.93	6
2016	y = ?	7

Setelah nilai a , b , dan x ditentukan , maka nilai y dihitung dengan rumus persamaan forecast tersebut. Dan Tabel hasil hitung nilai y untuk semua tower no.1 – 18 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Nilai "y" untuk tower 1-18

(file di lampiran )

Dari perhitungan didapat nilai hasil pengukuran ditahun 2016, untuk itu hasil yang didapat akan dibandingkan dengan hasil nilai pentanahan di tahun 2016 yang didapat dari hasil pengukuran atau pengujian real dilapangan.

Tabel 3.9 Selisih arde ohm tahun 2016 dari hasil perhitungan dan pengukuran

No. Tower	Hasil Arde Ohm 2016	y 2016	Selisih
1	1.32	1.02	0.30
2	2.54	3.33	-0.79
3	2.65	2.61	0.04
4	1.03	2.10	-1.07
5	4.74	3.58	1.16
6	2.62	3.24	-0.62
7	5.85	7.33	-1.48
8	3.2	2.28	0.92
9	2.01	2.05	-0.04
9b	0.63	1.36	-0.73
10	2.11	2.64	-0.53
11	1.39	1.91	-0.52
12	4.27	4.92	-0.65
13	4.8	3.81	0.99
14	0.45	0.19	0.26
15	0.67	0.53	0.14
16	0.9	0.75	0.15
17	0.4	0.67	-0.27
18	0.16	0.42	-0.26

Pada tabel diketahui selisih nilai data hasil hitungan dengan pengukuran tidak lebih dari  $< 1.5$  Ohm.

#### 3.2.2.2 Akurasi kesalahan / Error perhitungan Peramalan.

Dari runus persamaan diatas didapat tabel Akurasi Peramalan / Error perhitungan. Lihat Tabel (3.10):

Tabel 3.10 Akurasi Peramalan / Error perhitungan Metode Trend Moment

No. Tower	Hasil Arde Ohm 2016 x	y 2016	ei	MAD x - y	MAPE ei / x	MSE (x - y) <sup>2</sup>
1	1.32	1.02	0.30	0.30	0.23	0.09
2	2.54	3.33	-0.79	0.79	-0.31	0.63
3	2.65	2.61	0.04	0.04	0.02	0.00
4	1.03	2.10	-1.07	1.07	-1.04	1.15
5	4.74	3.58	1.16	1.16	0.25	1.35
6	2.62	3.24	-0.62	0.62	-0.24	0.39
7	5.85	7.33	-1.48	1.48	-0.25	2.20
8	3.2	2.28	0.92	0.92	0.29	0.84
9	2.01	2.05	-0.04	0.04	-0.02	0.00
9b	0.63	1.36	-0.73	0.73	-1.15	0.53
10	2.11	2.64	-0.53	0.53	-0.25	0.28
11	1.39	1.91	-0.52	0.52	-0.38	0.27
12	4.27	4.92	-0.65	0.65	-0.15	0.42
13	4.8	3.81	0.99	0.99	0.21	0.97
14	0.45	0.19	0.26	0.26	0.58	0.07
15	0.67	0.53	0.14	0.14	0.21	0.02
16	0.9	0.75	0.15	0.15	0.17	0.02
17	0.4	0.67	-0.27	0.27	-0.67	0.07
18	0.16	0.42	-0.26	0.26	-1.59	0.07
Total			-2.99	10.92	-4.10	9.38
			-0.16	0.57	-0.22	0.49

Dari (Tabel 3.10) didapat persentase kesalahan perhitungan pada setiap tower dan untuk menentukan rata-rata persentase kesalahan dengan menghitung:

$$MAD = \frac{\sum(\text{absolut dari forecast errors})}{n} = \frac{ei}{n} = \frac{x-y}{n} = \frac{10.92}{19} = 0.57 \text{ ohm}$$

$$MSE = \frac{\sum ei^2}{n} = \frac{\sum (Xi-Fi)^2}{n} = \frac{\sum (x-y)^2}{n} = \frac{9.38}{19} = 0.49 \text{ ohm}$$

$$MAPE = \frac{\sum \frac{ei}{x}}{n} \times 100$$

$$= \frac{-4.10}{n} = \frac{-4.10}{19} = -0.22 = 0.22 \cdot 100 = 22 \%$$

dimana :

$e_i$  = selisih hasil ramalan dengan data sebenarnya

$n$  = jumlah tower

$x$  = data sebenarnya

$y$  = hasil *Forecast*

### **3.2.3 Komparasi Wind-map dengan Hasil arde metting**

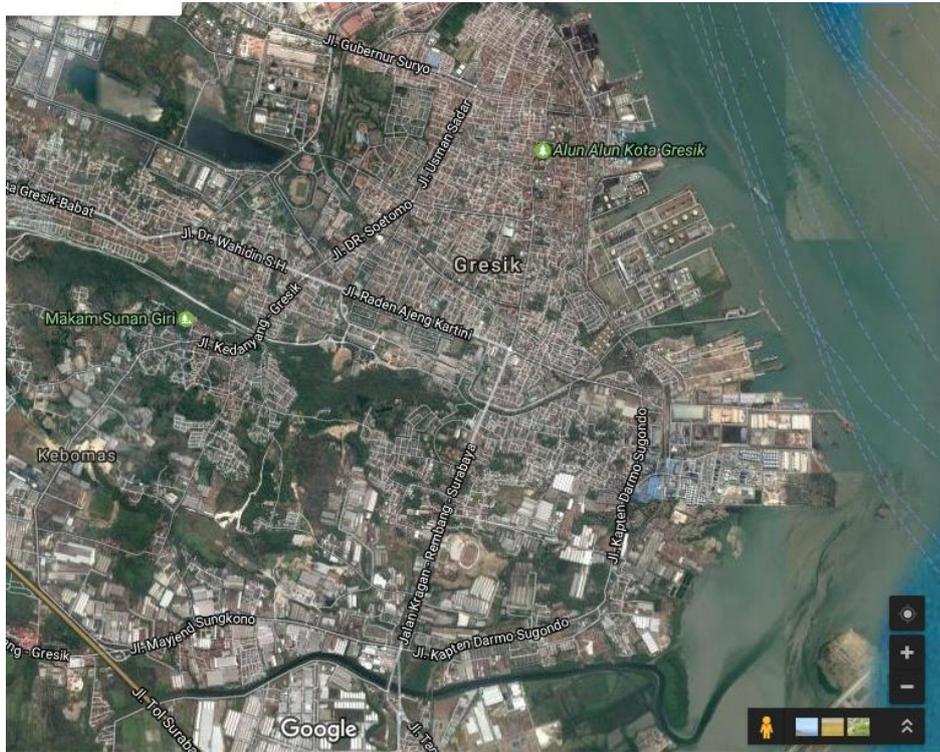
Pada tahap komparasi terdapat tiga pekerjaan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil wind map yang baik.

1. Pertama adalah menyusun titik perwilayah (plotting) berdasarkan data nilai hasil pengujian pentanahan. Resolusi data dapat mencapai wilayah sekitar tower atau desa dan untuk itu ditampilkan bentang transmisi dari tower 1 ke tower 18.
2. Kedua adalah menyusun titik perwilayah (plotting) berdasarkan Kondisi lahan hasil dari pengujian pentanahan. Resolusi data dapat mencapai wilayah sekitar tower atau desa dan untuk itu ditampilkan bentang transmisi dari tower 1 ke tower 18.
3. Ketiga adalah menyusun titik perwilayah (plotting) berdasarkan Kondisi Tanah hasil dari pengujian pentanahan. Resolusi data dapat mencapai wilayah sekitar tower atau desa dan untuk itu ditampilkan bentang transmisi dari tower 1 ke tower 18.

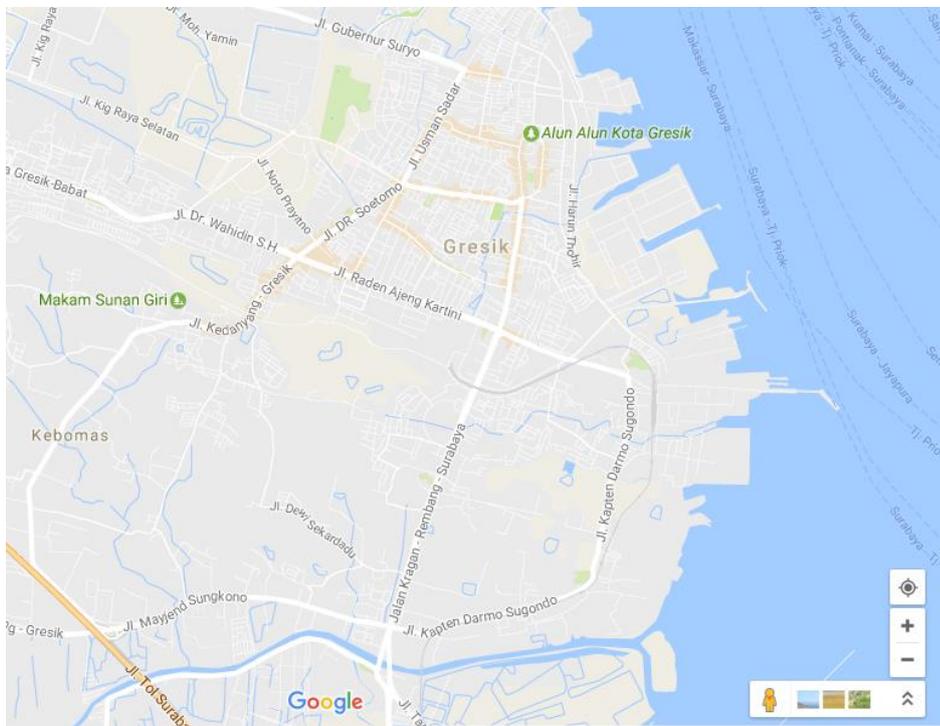
Tabel 3.11 Alamat desa / kecamatan lokasi tower

No. Tower	Ds/Kec/Kab Alamat
1	GI Segoromadu
2	Ds. Margonoto
3	Ds. Margonoto
4	Ds. Gunung Anyar
5	Ds. Gunung Anyar
6	Ds. Kemudinan
7	Ds. Sidomukti
8	Ds. Sidomukti
9	Ds. Sekar kurung
9b	Ds. Klangonan
10	Ds. Klangonan
11	Sunan Prapen
12	Putat kraton
13	APJ Gresik
14	KIG
15	KIG
16	Tlogo ngipik
17	Tlogo ngipik
18	GI Petrokimia

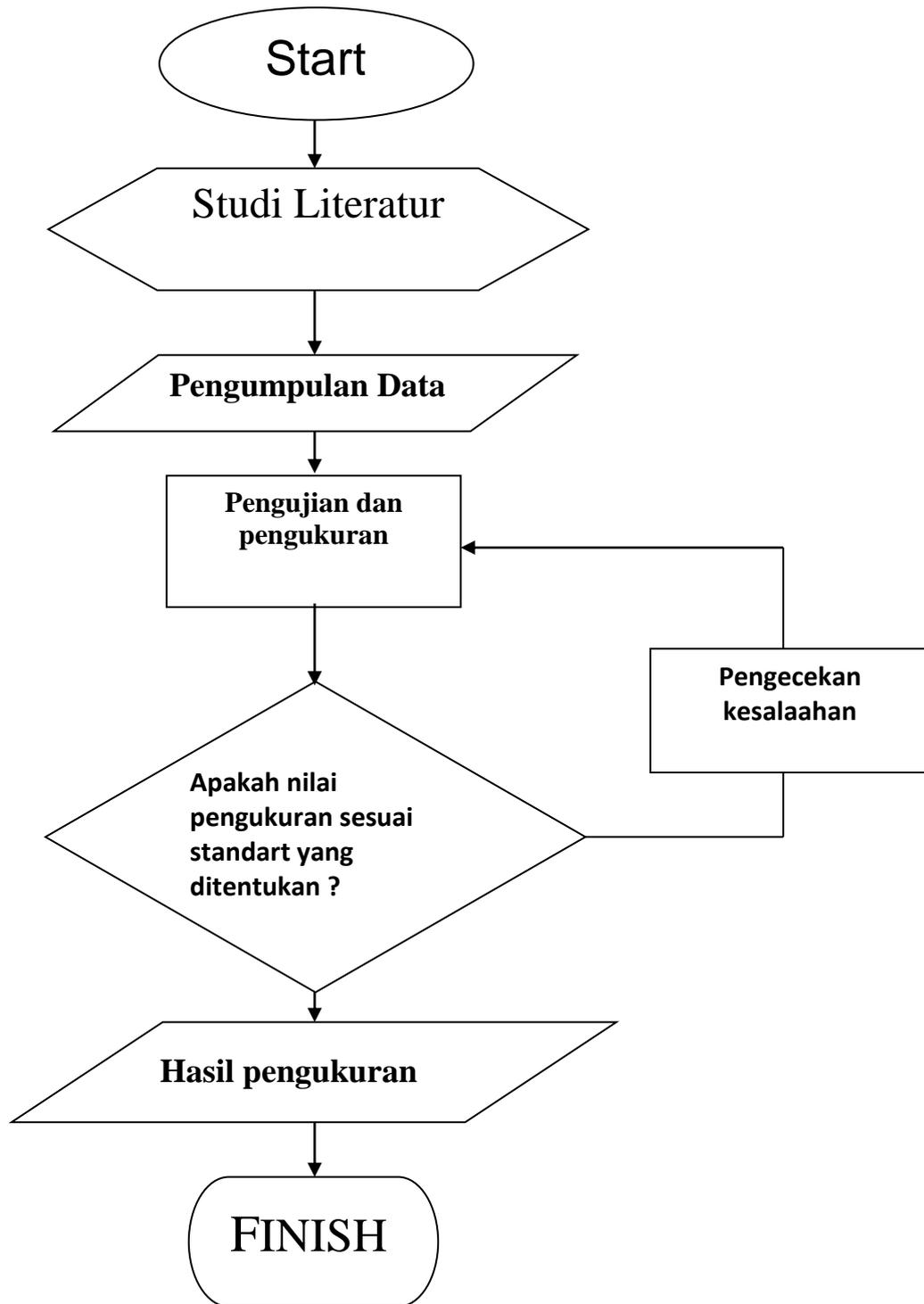
Begitu didapat hasil *wind map* yang memuat tidak hanya nilai tahanan pentanahan tetapi jukan kondisi lahan disekitar tower dam kondisi didalam patok tower tersebut.



Gambar 3.3 Gambar Satelit kabupaten Gresik



Gambar 3.4 Gambar Peta kabupaten Gresik



**Gambar 3.5** *Flowchart Metodologi Penelitian*