

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

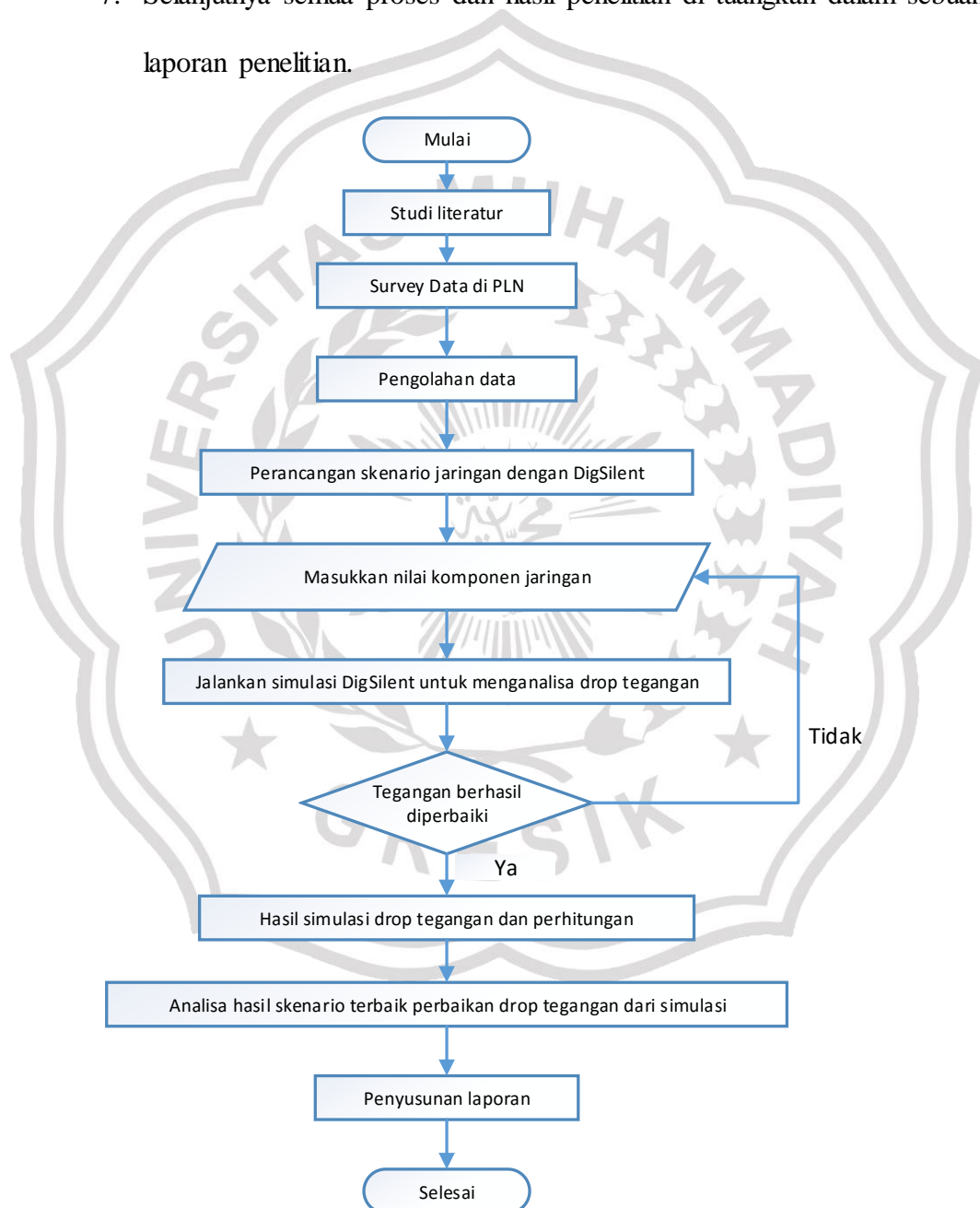
Penelitian ini dilaksanakan pada PT.PLN (Persero) khususnya Gardu Induk Segoromadu. Dengan menggunakan data pada bulan Januari 2020.

Dalam menganalisis jatuh tegangan yang terjadi pada sistem jaringan tegangan tinggi PT. PLN (Persero) Gardu Induk Segoromadu, ada beberapa prosedur yang dilakukan yaitu: Mengenali permasalahan yang terjadi, Mengumpulkan data kejadian dan dokumentasinya, Mengumpulkan data dan mencari solusi untuk mengurangi besar jatuh tegangan seperti *Diagram* alir berikut.

1. Mengamati kasus yang akan dilakukan penelitian dan menggali teori-teori yang mendukung melalui studi literasi. Sumber-sumber yang di ambil berasal dari buku, jurnal penelitian yang telah dilakukan dan berkaitan dengan penelitian kali ini.
2. Untuk memulai penelitian, terlebih dahulu mengumpulkan data-data pendukung melalui wawancara dan observasi lapangan.
3. Dari data yang telah di kumpulkan di olah menjadi inputan dalam penelitian kali ini.
4. Menggambar simulasi rancangan jaringan pada proram DigSilent. dan memasukkan data-data yang telah diolah sebelumnya.
5. Setelah simulasi berhasil dilakukan, selanjutnya dianalisis dan dihitung rencana perbaikan tegangan yang terbaik. Namun apabila simulasi tidak

berhasil maka perlu dilakukan pengecekan pada gambar dan data yang di masukkan dalam program DigSilent.

6. Dari hasil analisis didapatkan skenario perencanaan terbaik untuk perbaikan tegangan pada GI Segoromadu 150kV.
7. Selanjutnya semua proses dan hasil penelitian di tuangkan dalam sebuah laporan penelitian.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.1 Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data dengan cara melakukan beberapa tanya jawab secara langsung tentang masalah yang terkait dengan pihak karyawan PT. PLN (persero) yang bertujuan untuk mendapatkan data-data yang mungkin tidak akan dapat di peroleh dengan cara yang lain.

3.2 Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data dengan melihat langsung proses kerja dari obyek yang akan diteliti dan diamati kemudian dicatat secara sistematis sesuai obyek tersebut.

Data-data yang di kumpulkan di antara nya adalah :

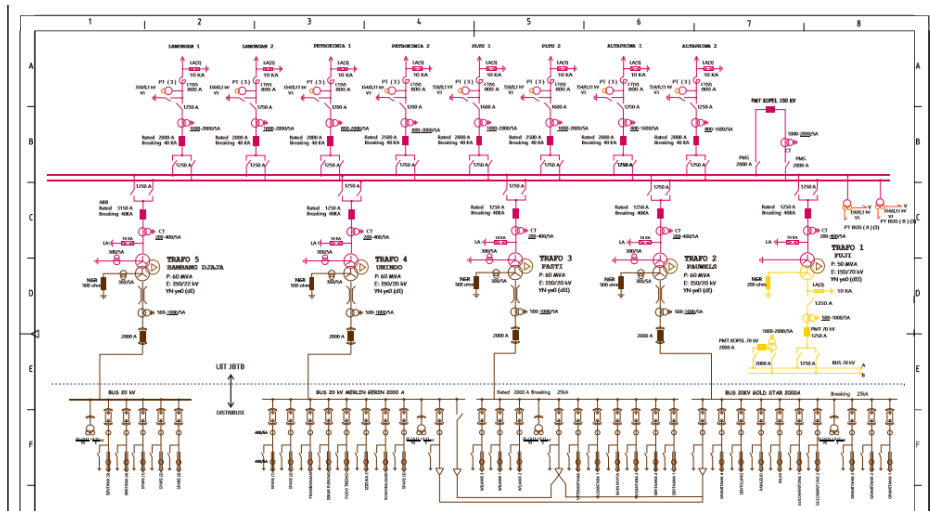
1. Gambar *Single Line* Subsistem Gresik.
2. Data panjang penghantar jaringan Subsistem Gresik.
3. Data impedansi penghantar jaringan Subsistem Gresik.
4. Data beban Subsistem Gresik.

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi yang mendukung sesuai dengan masalah-masalah yang akan diangkat. Diantaranya adalah buku-buku referensi yang mungkin dapat membantu dalam penyelesaian masalah.

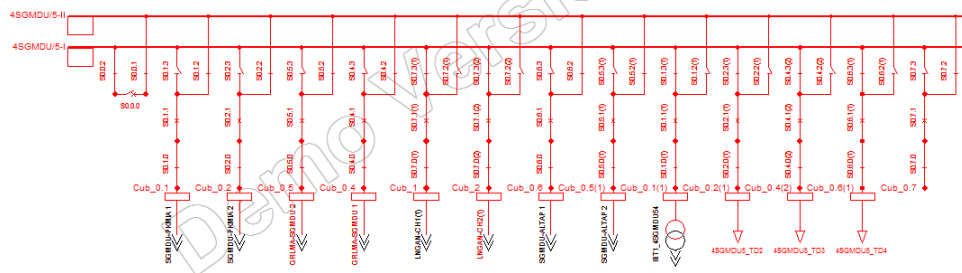
3.4 Data *Single Line Diagram* Gardu Induk Segoromadu 150kV

Berikut adalah gambar *Single Line Diagram* gardu induk segoromadu pada Digsilent.



Gambar 3. 2 Single Line Diagram GI Segoromadu

Gardu Induk Segoromadu bertipe *double busbar*. Terdapat 2 busbar yang di pisahkan oleh kopel. Busbar A terhubung pada suplai dari Bay Line Lamongan 1 dan Bay Line Lamongan 2, yang menyuplai 1 buah IBT 150 kV/70 kV dan 4 buah trafo 150 kV/20 kV berkapasitas 60 MVA. Busbar B terhubung pada suplai dari Bay Line PLTU 1 dan Bay Line PLTU 2, yang menyuplai menuju Gardu Induk Petrokimia dan Gardu Induk Altaprima melalui Bay Line Petrokimia 1,2 dan Bay Line Altaprima 1,2



Gambar 3. 3 Single Line Diagram GI Segoromadu dengan Digsilent

3.5 Data Jaringan Penghantar Subsistem Gresik

Jaringan penghantar berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari satu titik

ketitik lain. Pengantar yang umum digunakan untuk menyalurkan listrik adalah campuran aluminium. Ada berbagai macam jenis dan ukuran penghantar yang digunakan. Dengan kemampuan kuat hantar arus dan nilai hambatan yang berbeda pula. Data penghanta Subsistem Gresik di dapatkan dari PLN UPT Gresik. Berikut data penghantar meliputi nama penghantar, jenis dan ukuran penghantar, panjang penghantar, dan impedansi. Data tersebut menjadi inputan pada simulasi sistem jaringan pada program Digsilent.

Tabel 3. 1 Data Penghantar Subsistem Gresik

GARDU	BAY	JENIS PENGHANTAR	PANJANG PHT	R	X	Z
TANDES	SAWAHAN	OHL-150kV-ACSR-AW 2x340mm ² (1480A)	3,2	0,1408	0,8320	0,8438
TANDES	SAWAHAN	OHL-150kV-ACSR-AW 2x340mm ² (1480A)	3,2	0,1408	0,8320	0,8438
TANDES	SURABAYA BARAT	OHL-150kV-ACSR-AW 340mm ² (740A)	14,78	1,3690	5,6715	5,8344
TANDES	SURABAYA BARAT	OHL-150kV-ACSR-AW 340mm ² (740A)	14,78	1,3690	5,6715	5,8344
TANDES	UJUNG		12,033	1,0793	4,5388	4,6654
TANDES	PERAK	OHL-150kV-ACSR-AW 330mm ² (740A)	8,85	0,7859	3,4161	3,5053
TANDES	GRESIK	OHL-150kV-ACSR 4x240mm ² (2580A)	13,759	0,4348	2,8604	2,8932
TANDES	GRESIK	OHL-150kV-ACSR 4x240mm ² (2580A)	13,759	0,4348	2,8604	2,8932
TANDES	DARMOGRAND	OHL-150kV-ACSR-AW 340mm ² (740A)	4,532	0,4432	1,7303	1,7862
TANDES	DARMOGRAND	OHL-150kV-ACSR-AW 340mm ² (740A)	4,532	0,4432	1,7303	1,7862
GRESIK	TANDES	OHL-150kV-ACSR 4x240mm ² (2580A)	13,76	0,4348	2,8606	2,8934
GRESIK	TANDES	OHL-150kV-ACSR 4x240mm ² (2580A)	13,76	0,4348	2,8606	2,8934
GRESIK	KRIAN	OHL-500kV-ACSR-DOVE 4X327.9mm (1980A)	23,94	0,7014	6,7391	6,7755
GRESIK	KRIAN	OHL-500kV-ACSR-DOVE 4X327.9mm (1980A)	23,94	0,7014	6,7391	6,7755
GRESIK	KRIAN	OHL-500kV-ACSR-DOVE 4X327.9mm (1980A)	23,94	0,7014	6,7391	6,7755

Tabel 3. 2 Data Penghantar Subsistem Gresik

GRESIK	KRIAN	OHL-500kV-ACSR-DOVE 4X327.9mm (1980A)	23,94	0,7014	6,7391	6,7755
PLTU GRESIK	SEGOROMADU	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	3,9	0,3463	1,5054	1,5447
PLTU GRESIK	SEGOROMADU	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	3,9	0,3463	1,5054	1,5447
PLTU GRESIK	ALTAPRIMA	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	4,76	0,2880	1,3640	1,3941
PLTU GRESIK	ALTAPRIMA	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	4,76	0,2880	1,3640	1,3941
PLTU GRESIK	SAMBIKEREP	OHL-150kV-ACSR-AW 2x340mm2 (1480A)	12,376	0,5445	3,2178	3,2635
PLTU GRESIK	SAMBIKEREP	OHL-150kV-ACSR-AW 2x340mm2 (1480A)	12,376	0,5445	3,2178	3,2635
PLTU GRESIK	WILMAR	CAB-150kV-XLPE 500mm (442A)	1,8	0,0846	0,3240	0,3349
WILMAR	PLTU GRESIK	CAB-150kV-XLPE 500mm (442A)	1,8	0,0846	0,3240	0,3349
SEGOROMADU	PLTU GRESIK	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	3,9	0,3463	1,5054	1,5447
SEGOROMADU	PLTU GRESIK	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	3,9	0,3463	1,5054	1,5447
SEGOROMADU	ALTAPRIMA	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	1,092	0,0480	0,2839	0,2880
SEGOROMADU	ALTAPRIMA	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	1,092	0,0480	0,2839	0,2880
SEGOROMADU	PETROKIMIA	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	8	0,7104	3,0880	3,1687
SEGOROMADU	PETROKIMIA	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	8	0,7104	3,0880	3,1687
SEGOROMADU	LAMONGAN	OHL-150kV-TACSR 240mm (973A)	28,2	3,5727	10,9331	11,5021
SEGOROMADU	LAMONGAN	OHL-150kV-TACSR 240mm (973A)	28,2	3,5727	10,9331	11,5021
ALTAPRIMA	SEGOROMADU	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	1,092	0,0776	0,2515	0,2632
ALTAPRIMA	SEGOROMADU	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	1,092	0,0776	0,2515	0,2632
ALTAPRIMA	PLTU GRESIK	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	4,76	0,2880	1,3640	1,3941
ALTAPRIMA	PLTU GRESIK	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	4,76	0,2880	1,3640	1,3941
ALTAPRIMA	SURABAYA BARAT	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	18,849	0,8880	5,3390	5,4123
ALTAPRIMA	SURABAYA BARAT	OHL-150kV-ACSR 2x340mm2 (1480A)	18,849	0,8880	5,3390	5,4123
PETROKIMIA	SEGOROMADU	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	8	0,7104	3,0880	3,1687
PETROKIMIA	SEGOROMADU	OHL-500kV-ACSR-DUCK 330mm (740A)	8	0,7104	3,0880	3,1687

Tabel 3. 3 Data Penghantar Subsistem Gresik

MANYAR	CERME	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	7,64	0,3840	2,2710	2,3032
MANYAR	CERME	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	7,64	0,3840	2,2710	2,3032
MANYAR	MASPION	OHL-150kV-ACSR 240/40mm (645A)	1,413	0,2094	0,6244	0,6586
MANYAR	MASPION	OHL-150kV-TACSR 240mm (973A)	1,413	0,1790	0,5478	0,5763
CERME	SURABAYA BARAT	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	20,5	0,9020	5,3300	5,4058
CERME	KASIH JATIM	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	23,3	1,1010	6,4230	6,5167
CERME	MANYAR	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	7,64	0,3840	2,2710	2,3032
CERME	MANYAR	OHL-150kV-ACSR 2x340mm ² (1480A)	7,64	0,3840	2,2710	2,3032
GILITIMUR	BANGKALAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	16,34	2,2386	6,4870	6,8624
GILITIMUR	KENJERAN		23,839	2,2742	6,8793	7,2455
BANGKALAN	GILITIMUR	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	16,34	2,2386	6,4870	6,8624
BANGKALAN	UJUNG		14,891	2,3281	8,4654	8,7797
BANGKALAN	SAMPANG	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	55,369	7,5856	21,9815	23,2535
BANGKALAN	SAMPANG	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	55,369	7,5856	21,9815	23,2535
SAMPANG	BANGKALAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	55,369	7,5856	21,9815	23,2535
SAMPANG	BANGKALAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	55,369	7,5856	21,9815	23,2535
SAMPANG	PAMEKASAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	26,688	3,6563	10,5951	11,2083
SAMPANG	SUMENEP	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	73,852	10,1177	29,3192	31,0159
PAMEKASAN	SAMPANG	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	26,688	3,6563	10,5951	11,2083
PAMEKASAN	SUMENEP	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	47,16	6,4609	18,7225	19,8060
SUMENEP	SAMPANG	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	73,852	10,1177	29,3192	31,0159
SUMENEP	PAMEKASAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	47,165	6,4616	18,7245	19,8081
SAMBIKEREP	WARU	OHL-150kV-ACSR- AW 2x330mm ² (1480A)	12,787	0,6267	3,6045	3,6585
SAMBIKEREP	WARU	OHL-150kV-ACSR- AW 2x330mm ² (1480A)	12,787	0,6267	3,6045	3,6585
SAMBIKEREP	PLTU GRESIK	OHL-150kV-ACSR- AW 2x340mm ² (1480A)	12,376	0,5445	3,2178	3,2635

Tabel 3. 4 Data Penghantar Subsistem Gresik

SAMBIKEREP	PLTU GRESIK	OHL-150kV-ACSR-AW 2x340mm ² (1480A)	12,38	0,5447	3,2188	3,2646
CERME	LAMONGAN	OHL-150kV-TACSR 410mm (1200A)	8,9	0,6097	1,8201	1,9194
CERME	LAMONGAN	OHL-150kV-TACSR 410mm (1200A)	8,9	0,6097	1,8201	1,9194
SUMENEP	GULUK GULUK	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	18,199	2,0870	7,3540	7,6444
SUMENEP	GULUK GULUK	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	18,199	2,0870	7,3540	7,6444
GULUK GULUK	SUMENEP	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	18,199	2,0870	7,3540	7,6444
GULUK GULUK	SUMENEP	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	18,199	2,0870	7,3540	7,6444
SAMPANG	GULUK GULUK	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	53,698	7,3566	21,3181	22,5518
GULUK GULUK	SAMPANG	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	53,698	7,3566	21,3181	22,5518
PAMEKASAN	GULUK GULUK	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	27,843	3,3930	11,4050	11,8990
GULUK GULUK	PAMEKASAN	OHL-150kV-HAWK 1x240 (645A)	27,843	3,3930	11,4050	11,8990

3.6 Data Generator Subsistem Gresik

Generator adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi gerak /mekanik menjadi energi listrik. Energi yang menggerakkan generator sendiri sumbernya bermacam macam. Pada pembangkit listrik yang berada pada Subsistem Gresik bertipe PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dan PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap). Terdapat total 8 generator, masing-masing 4 generator berbahan bakar gas dan 4 generator berbahan bakar gas uap. Generator yang digunakan pada *project* Subsistem Gresik adalah Synchronous Machine. Pada sistem jaringan bulan Januari 2020 tidak semua generator beroperasi. Unit generator yang dioperasikan yaitu PLTGU 2, 3, dan 4. Berikut data genetaor pada Subsistem Gresik.

Tabel 3. 5 Data Generator Subsistem Gresik

Name	Grid	Terminal StaCubic	Terminal Busbar	Act.Pow. MW	React.Pow. Mvar	App.Pow. MVA	App.Pow. MVA	Voltage p.u.	Pow.Fact.
PLTG GILITIMUR1	Grid	UNIT PLTG G	1-1	0,	0,	0,	28,	1,	0,
PLTG GILITIMUR2	Grid	UNIT PLTG G	1-1	0,	0,	0,	28,	1,	0,
PLTG GRESIK1	Grid	UNIT PLTG G	1-1	0,	0,	0,	37,	1,	0,
PLTG GRESIK2	Grid	UNIT PLTG G	1-1	0,	0,	0,	37,	1,	0,
PLTU GRESIK1	Grid	UNIT PLTU G	UNIT UGRS	0,	0,	0,	125,	1,	0,
PLTU GRESIK2	Grid	UNIT PLTU G	UNIT UGRS	90,	23,	92.89241	125,	0.97	0.96886
PLTU GRESIK3	Grid	UNIT PLTU G	UNIT UGRS	90,	61,	108.7244	250,	0.95	0.82778
PLTU GRESIK4	Grid	UNIT PLTU G	UNIT UGRS	150,	60,	161.5549	250,	0.98	0.92847

3.7 Data Beban Subsistem Gresik

Beban pada Subsistem Gresik berasal dari transformator yang berada di setiap gardu induk. Di dominasi trafo tenaga yang menyalurkan tenaga listrik menuju jaringan distribusi 20kV dan beberapa trafo IBT yang menyalurkan tenaga listrik dengan besaran tegangan 70kV. Trafo IBT menyuplai konsumen khusus bertegangan tinggi, diantaranya petrokimia dan maspion. Data beban memuat besaran daya aktif dan daya reaktif dari masing-masing trafo. Data tersebut didapatkan dari PLN UP2 Jawa Timur. Berikut data beban Subsistem Gresik

Tabel 3. 6 Data Beban Subsistem Gresik

GI Segoromadu		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo IBT 1	10,7	4,4
Trafo 2	34	17,9
Trafo 3	20,1	9,4
Trafo 4	9,3	4,3
Trafo 5	13,3	6,5
GI Altaprima		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo 1	20	6,5
Trafo 2	15,6	3,4
Trafo 3	4,9	1

Tabel 3. 7 Data Beban Subsitem Gresik

GI Petrokimia		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo 1	9,4	3,6
Trafo 2	29,5	11,3
Trafo 3	7,1	2
GI Cerme		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo 1	28,9	8,9
Trafo 2	29,5	11,3
Trafo 3	7,1	2
GI Sambikerep		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo 1	10,7	3,9
GI Manyar		
Bay	Daya Aktif	Daya Reaktif
Trafo IBT 1	7,3	6
Trafo 2	29,2	4
Trafo 3	32,8	8,5
Trafo IBT 4	11,7	9,7
Trafo 5	4,9	1

3.8 Data *Shunt Capacitor* Subsistem Gresik

Kapasitor berfungsi untuk memperbaiki faktor daya jaringan, mengurangi rugi-rugi (*losses*) jaringan, memperbaiki jatuh tegangan dan memperbaiki stabilitas tegangan. Pada Subsistem Gresik terdapat 3 buah shunt kapasitor yang di tempatkan pada GI Pamekasan dan GI Sumenep. Hal ini dikarenakan kedua gardu induk tersebut berada pada ujung jaringan radial wilayah madura. Mengakibatkan membutuhkan suplai daya reaktif untuk menjaga kualitas nilai tegangan. Berikut data *Capacitor* pada Subsitem Gresik

Tabel 3. 8 Data *Capasitor* Subsistem Gresik

Name	Grid	Max.Step	Act.Step	Qmax Mvar	Qact Mvar
SHN_CAP1_4PMKSN5	Grid	1	1	25,	25,
SHN_CAP1_4PMKSN5(1	Grid	1	1	50,	50,
SHN_CAP2_4PMKSN5	Grid	1	1	25,	25,

