



**ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH  
PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN  
PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017**

**SKRIPSI**

Oleh

**Aditya Andri Doana  
NIM 091910201020**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**



**ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH  
PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN  
PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Aditya Andri Doana  
NIM 091910201020**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## **PERSEMBAHAN**

*skripsi ini merupakan tonggak untuk menuju kesuksesanku. Waktu, tenaga dan pikiran telah ku korbankan untuk meraihnya. Atas nama ridho ilahi, ku persembahkan goresan tinta emas ini kepada:*

*Allah SWT, Rabb-ku yang senantiasa mendengar suara hati dalam do'aku, menuntun dalam kegelapan dengan cahaya kebesaran-Nya, serta senantiasa menaungiku dengan sayap kasih sayang kebesaran-Nya dan junjunganku Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi penerang di dunia;*

*Ayahanda M. Sarengat, Ibunda Sri Minarti, Nenekku Musrini, Pamanku Trubus Santoso, Budhe Novi, Bulek Ani, Om Teguh, Kakakku Niswatin Jauharoh, Adikku N.R. Andika Putra dan Suami Kakakku Agus, terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang, dan kesabarannya, Aku menyayangi kalian;*

*Semua Saudara dan keluargaku yang tidak bisa ku sebut satu per satu terima kasih atas do'a dan dukungannya;*

*Teman dan Sahabat karibku Mentoring di Rumah Pak Bagus "Ahmad Jahbid Hanany dan Septiantoro Hudananta", terima kasih atas rasa kekeluargaan, hangatnya ukhuwah islamiyah dan persahabatan yang luar biasa yang mungkin tidak akan pernah terlupakan;*

*Teman-teman Jurusan Teknik Elektro khususnya angkatan 2009 S1, kalian semua sungguh merupakan kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan;*

*Guru-guruku sejak TK, SD, SMP, SMU, sampai PT yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh keikhlasan dan kesabaran;*

*Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.*

## MOTTO

*“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”*  
(QS Al-Baqoroh ayat 45)

*“(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka manjadi tenteram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya dengan mengingati Allah-lah hati menjadi tenteram”*  
(QS Ar-Ra’d ayat 28)

*”Dan pada sebagian dari malam, maka sujudlah kepada-Nya dan bertasbihlah kepada-Nya pada bagian yang panjang di malam hari. Sesungguhnya mereka (orang kafir) menyukai kehidupan dunia dan mereka tidak mempedulikan hari yang berat (di akhirat)”*  
(QS Al-Insan ayat 26-27)

*“Hati yang bersih akan peka terhadap pengetahuan, apa pun yang dilihat, didengar, dirasakan jadi samudera pengetahuan yang membuatnya semakin bijak, arif dan pas saat menyikapi hidup ini”*  
(AA Gym)

*“Tidak mungkin semua orang akan menyukai kita walau kita berbuat baik semaksimal barangkali. tidak usah aneh dan kecewa, terus saja berbuat yang paling baik, sebab itulah yang kembali pada kita”*  
(AA Gym)

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Aditya Andri Doana

NIM : 041910201126

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2013

Yang menyatakan,

Aditya Andri Doana

NIM 091910201020

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017**

Oleh

Aditya Andri Doana  
NIM 091910201020

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : H. R. B. M. Gozali, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Pengembangan Gardu Induk Di Wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik Menggunakan Peramalan ANFIS Dari Tahun 2013-2017” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 28 Mei 2013

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

**Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.**

NIP 19700404 199601 1 001

**H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T.**

NIP 19690608 199903 1 002

Mengetahui,

Penguji I

Penguji II

**Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.**

NIP 19710614 199702 1 001

**Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM.**

NIP 19640714 199903 1 001

Mengesahkan,

Dekan

Fakultas Teknik

**Ir. Widyono Hadi, M.T.**

NIP 19610414 198902 1 001

# **ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017**

**Aditya Andri Doana**

Jurusan Teknk Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

## **ABSTRAK**

Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur penting maka penyaluran energi listrik harus dapat terjamin. Di sisi lain pertumbuhan beban listrik di wilayah Gresik setiap tahun terus meningkat. Sehingga perlu direncanakan pengembangan pengembangan sistem tenaga listrik. Salah satu sistem tenaga listrik yang perlu diadakan peningkatan adalah gardu induk. Bertambahnya permintaan konsumen listrik maka semakin besar pula beban yang ditanggung oleh gardu induk dan feedernya. Apabila beban listrik yang ditanggung oleh gardu induk dan penyulang tinggi, maka drop tegangan dan losses daya akan semakin meningkat, yang dapat menyebabkan turunnya reliabilitas jaringan distribusi. Oleh karena itu dibutuhkan peramalan beban listrik dan pengembangan gardu induk untuk lima tahun kedepan. Peramalan beban listrik menggunakan *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) dengan daya tersambung VA sebagai target jaringan. Pertumbuhan beban VA kemudian ditambahkan secara merata ke semua feeder menggunakan *software* simulasi ETAP 7.0.0 dengan data *eksisting* PT PLN (Persero) Area Gresik tahun 2012 sebagai data dasar pengembangan gardu induk pada tahun 2013-2017. Hasil perhitungan simulasi didapatkan nilai drop tegangan dan losses bervariasi setiap tahunnya. Setelah dilakukan pengembangan gardu induk yang meliputi pembangunan gardu induk baru, uprating kapasitas trafo dan rekonfigurasi sistem maka dapat diperoleh nilai drop tegangan dan losses yang menurun.

**Kata kunci :** pengembangan gardu induk, *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS), ETAP 7.0.0, *voltage drop*, *losses*, Area Gresik.



# **ANALYSIS OF SUBSTATION DEVELOPMENT PT PLN (PERERO) GRESIK AREA USING ANFIS FORECASTING FROM 2013-2017**

**Aditya Andri Doana**

*Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University*

## ***ABSTRACT***

*Electric energy as one of crucial infrastructure so electric energy distribution has to be guaranteed. Beside that, the growth of electric power load in Gresik Area increase each years It needs plan to develop of electric power system. One of electric power systems needs development is substation. The increase demand of consumer electricity also it can increase electric load which is accepted by substation and their feeder. If electric load which is accepted of substation and their feeder is higher and higher, it can make high voltage drop and high losses, also it causes decreasing reliability of distribution network. Therefore it needs electricity load forecasting and development substation for the next five years. Electricity load forecasting using adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) with apparent power (VA) as the network output. Load growth from apparent power (VA) then it added even to entire feeder using simulation ETAP 7.0.0 with eksisting data from PT PLN (Persero) Area Gresik in 2012 as base data for development of substation in 2013-2017. Results of the calculation from simulation that voltage drop and losses vary each years. After substation development include build new substation, uprating transformer capacity and system reconfiguration, it can decrease of voltage drop and losses.*

**Key words :** *development of substation, adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS), ETAP 7.0.0, voltage drop, losses, Gresik Area.*

## RINGKASAN

**Analisis Pengembangan Gardu Induk Di Wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik Menggunakan Peramalan ANFIS Dari Tahun 2013-2017;** Aditya Andri Doana; 091910201020; 2013; 70 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Energi listrik merupakan bentuk energi yang sangat dibutuhkan bagi masyarakat modern. Hal ini dikarenakan semakin berkembangnya kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi. Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menyangkut hajat hidup orang banyak, maka penyaluran energi listrik harus dapat terjamin dalam jumlah yang cukup dengan tingkat reliabilitas yang tinggi. Dari fakta tersebut maka perlu direncanakan pengembangan sistem tenaga listrik. Salah satu sistem tenaga listrik yang perlu diadakan pengembangan adalah gardu induk. Dengan semakin bertambahnya permintaan konsumen listrik maka semakin besar pula beban listrik yang ditanggung oleh gardu induk dan penyulangannya. Apabila beban listrik yang ditanggung oleh gardu induk dan penyulang lebih besar maka drop tegangan maupun losses daya pada jaringan akan semakin meningkat dan gardu induk akan mengalami *overload* yang berakibat suplai listrik ke konsumen terhenti. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan perencanaan pengembangan gardu induk berdasarkan peramalan pertumbuhan beban selama lima tahun kedepan. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengetahui kebutuhan energi listrik di wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik dari tahun 2013-2017 menggunakan metode peramalan ANFIS, (2) mensimulasikan pengembangan jaringan tegangan menengah dengan *software* ETAP 7.0.0, (3) merencanakan pengembangan gardu induk dan rekonfigurasi jaringan di wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik dari tahun 2013-2017, (4) mengetahui lokasi dan menganalisis hasil interpretasi gardu induk dari hasil simulasi dari tahun 2013-2017. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan

sebagai referensi perencanaan pengembangan gardu induk dan rekonfigurasi sistem di wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik.

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di PT PLN (Persero) Area Gresik yang terdapat enam gardu induk di wilayah kerjanya. Pengolahan data dilakukan dengan dua langkah, pertama klasifikasi data yang digunakan untuk melakukan peramalan, sedangkan yang kedua klasifikasi data yang digunakan untuk melakukan pengembangan gardu induk.. Data yang digunakan adalah data perusahaan dan data kelistrikan PT PLN (Persero) Area Gresik. Metode peramalan menggunakan metode *adaptif neuro fuzzy inference system* (ANFIS) dengan daya tersambung VA sebagai target jaringan. Analisis drop tegangan dan losses menggunakan *software* ETAP 7.0.0 berdasarkan pertumbuhan beban setiap tahun hasil peramalan.

Pengembangan gardu induk dapat dilakukan melalui tiga cara antara lain: (1) penambahan kapasitas gardu induk lama, (2) rekonfigurasi sistem, (3) pembangunan gardu induk baru.

Hasil peramalan menggunakan ANFIS diperoleh daya tersambung VA dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2017 berturut-turut 6531.914 GVA, 6988.577 GVA, 7320.868 GVA, 7803.271 GVA, 8123.771 GVA. Berdasarkan simulasi pengembangan GI dan rekonfigurasi dengan *software* ETAP 7.0.0 pada tahun 2013 GI Cerme harus di *uprating* dengan kapasitas 1x60 MVA, GI Altaprima di *uprating* dengan kapasitas 1x60 MVA dan pembangunan GI baru yaitu GI Paciran dengan kapasitas 1x60 MVA sehingga terdapat penambahan feeder baru CRM 08, CRM 09, CRM 10, CRM 11, CRM 12, MYR 18, MYR 19, PCR 01, PCR 02, PCR 03 dan PCR 04. Pada tahun 2014 terdapat penambahan feeder baru MYR 20. Pada tahun 2016 terdapat penambahan feeder baru LMG 02 dan MYR 21. Pada tahun 2017 terdapat penambahan feeder baru CRM 13 dan PTK 13.

## SUMMARY

**Analysis of Substation Development PT PLN (Perero) Gresik Area Using ANFIS Forecasting From 2013-2017;** Aditya Andri Doana; 091910201020; 2013; 70 pages; Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University.

Electric energy is crucial energy for modern society. This is caused by increase necessity development of society. Electric energy as one of crucial infrastructure, so electric energy distribution has to be guaranteed with enough amount and high reliability. Therefore, it needs plan to develop electric power system. One of electric power systems needs development is substation. The increase demand of electricity consumer also it can increase electric load which is accepted by substation and their feeder. If electric load which is accepted by substation and their feeder is higher and higher, it can make high voltage drop and losses at network even substation will be overload which can cause blackout. As anticipation this case, it needs plan for development of substation base on electricity load forecasting for the next five years. The goal of this research are : (i) to know the necessity of electric energy at PT PLN (Persero) Gresik Area from 2013 up to 2017, (ii) simulate development of high voltage network, (iii) to plan development of substation and network reconfiguration in PT PLN (Persero) Gresik Area from 2013 up to 2017, (iv) to know location and analyze the result of interpretation substation from simulation from 2013 up to 2017. The result of research can be used as reference to plan development of substation and system reconfiguration at PT PLN (Persero) Gresik Area.

Research execution in PT PLN (Persero) Gresik Area which has six substations in there. Processing data has two steps, first classify data which is used to forecasting, second classify data which is used to development of substation. The data for load forecasting is business data and electric data at PT PLN (Persero) Gresik

Area. Forecasting method uses adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) with apparent power (VA) as network output. Analysis voltage drop and losses use ETAP 7.0.0 base on load growth each years of forecasting result.

The substation development can be done with three ways include : (i) adding substation capacity, (ii) reconfiguring system, (iii) building new substation. The result of load forecasting uses ANFIS method can get apparent power (VA) from 2013 up to 2017 consecutively 6531.914 GVA, 6988.577 GVA, 7320.868 GVA, 7803.271 GVA, 8123.771 GVA. Base on simulation substation development and system reconfiguration use ETAP 7.0.0, at 2013 Cerme substation has to upgrade with capacity 1x60 MVA and Altaprima substation has to upgrade with capacity 1x60 MVA, so there are adding of new feeder include CRM 08, CRM 09, CRM 10, CRM 11, CRM 12, MYR 18, MYR 19, PCR 01, PCR 02, PCR 03 and PCR 04. In 2014 there is adding of new feeder MYR 20. In 2016 there are adding of new feeder include LMG 02 and MYR 21. In 2017 there are adding of new feeder include CRM 13 and PTK 13.

## **PRAKATA**

*Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGEMBANGAN GARDU INDUK DI WILAYAH PT PLN (PERSERO) AREA GRESIK MENGGUNAKAN PERAMALAN ANFIS DARI TAHUN 2013-2017”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumardi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Akademik (DPA) dan H. R. B. Moch. Gozali, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM., selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
5. Bapak Wardihadi, selaku Dosen Pembimbing Lapangan di PT. PLN (Persero) Area Gresik, Pak Yogi, Pak Arifin, Pak Ari dan Pak Amir yang telah berbesar hati meluangkan waktu membantu dalam penelitian ini;
6. Teman-teman di Surabaya, Aji, Nizar dan Icko trimakasih atas segala bantuan selama saya tinggal di Surabaya;

7. Teman-teman kosan Slamet Riyadi 133 (Mas Fian, Mas Krisna dan semua) atas rasa kekeluargaan dan kebaikan yang luar biasa, semoga selalu kompak;
8. Teman-teman seperjuangan teknik elektro khususnya angkatan 2009 atas rasa kekeluargaan dan persahabatannya yang luar biasa, semoga selalu kompak;
9. Semua pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya skripsi ini, terima kasih.

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>PRAKATA</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xx
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik</b> .....	5
<b>2.2 Jaringan Sistem Distribusi Primer</b> .....	8
<b>2.3 Gardu Induk</b> .....	9
<b>2.4 Klasifikasi Gardu Induk</b> .....	9



2.4.1 Gardu Induk Berdasarkan Tegangan .....	9
2.4.2 Berdasarkan Rekonstruksi Letak Pemasangan GI.....	10
2.4.3 Gardu Induk Berdasarkan Isolasi Busbar .....	11
2.4.4 Gardu Induk Berdasarkan Sistem Busbar.....	12
<b>2.5 Peramalan Beban Energi Listrik .....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Studi Pengembangan Gardu Induk .....</b>	<b>14</b>
2.6.1 Penambahan Kapasitas Gardu Induk Lama.....	14
2.6.2 Rekonfigurasi Sistem.....	15
2.6.3 Pembangunan Gardu Induk Baru .....	15
<b>2.7 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).....</b>	<b>15</b>
2.7.1 Algoritma Jaringan ANFIS.....	16
2.7.2 Pembelajaran ANFIS.....	19
<b>2.8 Software ETAP 7.0.0 .....</b>	<b>20</b>
<b>2.9 Perencanaan Pengembangan Saluran Distribusi .....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Metodologi Penelitian.....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Metode Pengumpulan Data .....	24
3.3.2 Metode Pengolahan Data.....	24
3.3.3 Metode Peramalan Beban.....	25
3.3.4 Analisis drop tegangan dan losses .....	28
<b>3.4 Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5 Data Eksisting PT PLN (Persero) Area Gresik.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Peramalan Kebutuhan Beban .....</b>	<b>34</b>
4.1.1 Pelatihan Jaringan Anfis.....	34
4.1.2 Peramalan Beban Listrik Tahun 2013-2017.....	38

<b>4.2 Simulasi Jaringan Tegangan Menengah Pada</b>	
<b>ETAP 7.0.0</b> .....	42
4.2.1 Pengembangan Trafo Distribusi .....	42
4.2.2 Perhitungan Total Losses dan Drop Tegangan.....	45
<b>4.3 Analisis Pengembangan GI di PT PLN (Persero)</b>	
<b>Area Gresik</b> .....	47
4.3.1 Pengembangan Gardu Induk PT PLN (Persero)	
Area Gresik Tahun 2013 .....	47
4.3.2 Penggambaran Gardu Induk Baru di Wilayah	
PT PLN (Persero) Area Gresik .....	51
4.3.3 Pengembangan Gardu Induk PT PLN (Persero)	
Area Gresik Tahun 2014 .....	58
4.3.4 Pengembangan Gardu Induk PT PLN (Persero)	
Area Gresik Tahun 2015 .....	63
4.3.5 Pengembangan Gardu Induk PT PLN (Persero)	
Area Gresik Tahun 2016 .....	65
4.3.6 Pengembangan Gardu Induk PT PLN (Persero)	
Area Gresik Tahun 2017 .....	70
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	76
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	76
<b>5.2 Saran</b> .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1 Data perusahaan PT PLN (Persero) Area Gresik.....	1
3.1 Jadwal kegiatan penelitian.....	23
3.2 Data perusahaan PT PLN(Persero) Area Gresik.....	25
3.3 Data GI wilayah kerja PT PLN (Persero) Area Gresik.....	32
3.4 Panjang total feeder PT PLN (Persero) Area Gresik.....	32
4.1 Data perusahaan PT PLN(Persero) Area Gresik.....	34
4.2 Hasil seleksi fungsi keanggotaan.....	35
4.3 Hasil seleksi jumlah fungsi keanggotaan.....	36
4.4 Hasil seleksi metode pelatihan .....	36
4.5 Hasil seleksi tipe output fungsi keanggotaan .....	37
4.6 Hasil seleksi epoch .....	37
4.7 Data masukan peramalan.....	39
4.8 Peramalan beban listrik tahun 2013-2017 .....	41
4.9 Asumsi penambahan beban CRM 01 .....	42
4.10 Asumsi penambahan beban 3.93% tahun 2013 .....	43
4.11 Hasil perhitungan drop tegangan dan losses tahun 2013.....	47
4.12 Data pembebanan GI wilayah PT PLN (Persero) Area Gresik tahun 2012 .....	49
4.13 Uprating trafo pada PT PLN (Persero) Area Gresik.....	49
4.14 Rekonfigurasi feeder PT PLN (Persero) Area Gresik .....	50
4.15 Lokasi pemutusan LBS tahun pengembangan 2013 .....	50
4.16 Feeder baru pada GI Paciran .....	52
4.17 Lokasi pemutusan LBS tahun pengembangan 2013 .....	53
4.18 Drop tegangan dan losses PT PLN (Persero) Area Gresik setelah dilakukan rekonfigurasi dan pembangunan GI baru .....	53
4.19 Hasil drop tegangan dan losses tahun 2014.....	58

4.20	Rekonfigurasi jaringan tahun 2014.....	60
4.21	Lokasi pemutusan LBS tahun pengembangan 2014 .....	60
4.22	Hasil drop tegangan dan losses setelah dilakukan rekonfigurasi pada tahun 2014.....	61
4.23	Hasil drop tegangan dan losses tahun 2015.....	63
4.24	Hasil drop tegangan dan losses tahun 2016.....	65
4.25	Rekonfigurasi jaringan tahun 2016.....	67
4.26	Lokasi pemutusan LBS tahun pengembangan 2016 .....	67
4.27	Hasil drop tegangan dan losses setelah dilakukan rekonfigurasi pada tahun 2016.....	68
4.28	Hasil drop tegangan dan losses tahun 2017.....	70
4.29	Rekonfigurasi jaringan tahun 2017.....	72
4.30	Lokasi pemutusan LBS tahun pengembangan 2017 .....	72
4.31	Hasil drop tegangan dan losses setelah dilakukan rekonfigurasi pada tahun 2017.....	73

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tiga komponen utama dalam Penyaluran Tenaga Listrik .....	5
2.2 Konfigurasi sistem tenaga listrik .....	7
2.3 Sistem cincin atau ring.....	12
2.4 Sistem busbar tunggal atau <i>single</i> busbar .....	12
2.5 Sistem busbar ganda atau <i>double</i> busbar .....	13
2.6 Sistem busbar satu setengah atau <i>one half busbar</i> .....	13
2.7 Sistem inferensi fuzzy TSK.....	17
2.8 Struktur <i>neuro-fuzzy</i> .....	17
3.1 <i>Flow chart</i> peramalan ANFIS .....	28
3.2 Diagram alir proses pengembangan GI .....	30
3.3 Peta wilayah kerja PT PLN(Persero) Area Gresik .....	31
4.1 Arsitektur perancangan ANFIS terbaik .....	39
4.2 Perubahan bentuk fungsi keanggotaan .....	40
4.3 <i>Rule viewer</i> perancangan ANFIS terbaik .....	41
4.4 Continuous lumped load pada ETAP 7.0.0 pada metode asumsi penambahan.....	43
4.5 Penggambaran jaringan eksisting penyulang CRM 01 pada ETAP 7.0.0.....	45
4.6 Report hasil simulasi ETAP 7.0.0 .....	46
4.7 Peta lokasi penempatan GI Paciran .....	52
4.8 Feeder MYR 15 sebelum dilakukan rekonfigurasi .....	56
4.9 Feeder baru PCR 01 setelah dilakukan rekonfigurasi.....	57
4.10 Feeder MYR 15 setelah dilakukan rekonfigurasi .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data topologi jaringan PT PLN (Pesero) Area Gresik.....	79
B. Peramalan data perusahaan PT PLN (Pesero) Area Gresik .....	131
C. Beban trafo dan penyulang gardu induk .....	132
D. <i>Listing program</i> peramalan beban dengan ANFIS .....	134
E. Pembebanan trafo pada tahun 2012 .....	138