

TUGAS AKHIR

**ESTIMASI PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA 150 KV
BERDASARKAN PERKEMBANGAN PENDUDUK DAN BEBAN
PUNCAK**

(Studi kasus: Gardu Induk Wates 150 KV)

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Rohman Try Anshori

20140120181

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rohman Try Anshori
NIM : 20140120181
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan yang ditulis dalam naskah skripsi “ESTIMASI PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA BERDASARKAN PERKEMBANGAN PENDUDUK DAN BEBAN PUNCAK DI GARDU INDUK 150 KV WATES” ini adalah asli hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Strata-1 (S-1) di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Juli 2018
Yang menyatakan,



Ronman Try A

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk :

ALLAH, SWT

*Tuhan semesta alam, yang telah memberi rahmat, taufik, dan hidayah-Nya
dalam mengerjakan karya ini*

KELUARGA TERHEBAT

Kedua Orang Tua Tercinta (Tukiran dan Mainem)

Kakak Tercinta (Nevi Ika Setyaningsih, Nafsul Muthmainah)

yang telah memberikan dukungan penuh baik moral, materil, maupun doa

TEMAN-TEMAN

yang selalu memberi semangat, dukungan beserta do'anya

Diri Saya Sendiri,

Rohman Try Anshori

atas terselesaikannya karya ini.

MOTTO

*Selesaikan apa yang harus kamu selesaikan, selesaikan menurut versi terbaikmu
“Ayahanda”*

*Jadilah dirimu sendiri meskipun itu sulit
“Unknown”*



KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang senantiasa rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “ESTIMASI PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA 150 KV BERDASARKAN PERKEMBANGAN PENDUDUK DAN BEBAN PUNCAK”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar. Dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada :

1. Kepada Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu dilembaga ini.
2. Kepada Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Kepada Bapak Ir. Slamet Suripto, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan membagi ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

5. Kepada Dosen Penguji Bapak Faaris Mujaahid, B.Eng., M.Sc., selaku Dosen Penguji Pendadaran.
6. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala ilmu yang telah diberikan.
7. Segenap Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman terdekat Belakang Uni Ita *Family*, Dendra, Doeng, Iqbal dan teman – teman seperjuangan Dimas, Septian, Arif Dwi, Vicky, Agus, Tia, Rizki, Danang, Acil, Dkk. yang telah menemani dan memberikan cerita manis dalam kehidupan penulis.
9. Teman kelas D 2014, beserta seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta angkatan 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung penulis.

Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Juli 2018

Rohman Try Anshori

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batas Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Proses distribusi energi listrik ke konsumen.....	6
2.2.2 Gardu Induk	8
2.2.3 Klasifikasi Gardu Induk	10
2.2.4 Sistem Proteksi Gardu Induk	30
2.2.5 Peramalan	36
2.2.6 Penggunaan Metode Regresi untuk Peramalan Beban.....	42
2.2.7 Faktor Penting Dalam Sebuah Peramalan Beban.....	45
2.2.8 Kebutuhan beban.....	46
2.2.9 Karatristik beban	46
2.2.10 Transformator.....	48

BAB III METODE PENELITIAN	58
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	58
3.1.1 Tempat Penelitian.....	58
3.1.2 Waktu Penelitian	58
3.2 Tahapan Penelitian	59
3.3 Alat Dan Bahan Penelitian Tugas Akhir	61
BAB IV PEMBAHASAN.....	62
4.1 Data Penelitian	62
4.2 Analisis Data Penelitian	62
4.2.1 Data Transformator I Gardu Induk 150 KV Wates.....	63
4.2.2 Data Transformator II Gardu Induk 150 KV Wates	64
4.2.3 Data Penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo	66
4.3 Peramalan Beban Trafo	68
4.3.1 Peramalan beban pada trafo I di Gardu Induk 150 KV Wates.....	68
4.3.2 Peramalan Beban Pada Trafo II Gardu Induk 150 KV Wates	80
4.3.3 Analisis Keseluruhan Trafo I dan II.....	90
BAB V KESIMPULAN	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Berbagai Jenis Gardu Induk.....	9
Tabel 2. 2 vektor group dan daya transformator	18
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	59
Tabel 4. 1 Spesifikasi Trafo I.....	63
Tabel 4. 2 Data Beban Trafo I.....	63
Tabel 4. 3 Spesifikasi Trafo II.....	64
Tabel 4. 4 Data Beban Trafo II	65
Tabel 4. 5 Jumlah Penduduk dan PDRB Kabupaten Kulon Progo	66
Tabel 4. 6 Perhitungan Perkiraan Jumlah Penduduk dan PDRB 10 Tahun Yang Akan Datang	68
Tabel 4. 7 Beban dan Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Beban Trafo I	69
Tabel 4. 8 Persamaan Regresi Pada Trafo I.....	70
Tabel 4. 9 Hasil Estimasi Dengan Metode Regresi Linier Berganda pada Trafo I Gardu Induk 150 KV Wates 30 MW	73
Tabel 4. 10 Laju Pertumbuhan Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016	75
Tabel 4. 11 Laju Pertumbuhan Beban Setelah NYIA Beroperasi Pada Tahun 2019	78
Tabel 4. 12 Beban Dan Faktor Yang Mempengaruhi Trafo II.....	80
Tabel 4. 13 Data Persamaan Regresi Pada Trafo II Gardu Induk 150 KV Wates	81
Tabel 4. 14 Hasil estimasi dengan metode regresi linier berganda pada trafo II Gardu Induk 150 KV Wates 60 MW 10 tahun yang akan mendatang.....	84
Tabel 4. 15 Laju Pertumbuhan Kabupaten Muara Bungo 2011 – 2016	86
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Beban Setelah Beroperasinya NYIA.....	88
Tabel 4. 17 Tabel Perbandingan Pembebanan Trafo I Dan Trafo II Tanpa Pengaruh NYIA	90
Tabel 4. 18 Pengaruh NYIA Terhadap Beban Trafo	92
Tabel 4. 19 Data beban <i>Feeder</i> Bulan Mei Tahun 2018.....	93
Tabel 4. 20 setelah pergeseran <i>feeder</i> tahun 2018	94
Tabel 4. 21 <i>feeder</i> tahun 2021	95
Tabel 4. 22 Hasil <i>Uprating</i> Trafo I dan Pergeseran <i>Feeder</i>	96

DAFTAR SINGKATAN

AC	= <i>Alternating Current</i>
CB	= <i>Circuit Breaker</i>
CT	= <i>Current Transformer</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
GI	= Gardu Induk
GIS	= <i>Gas Insulated Substation</i>
KV	= Kilo Volt
LA	= <i>Lightning Arrester</i>
MVA	= Mega Volt Ampere
MW	= <i>Mega Watt</i>
MWh	= <i>MegaWatt hour</i>
NGR	= <i>Neutral Grounding Resistance</i>
NYIA	= <i>New Yogyakarta International Airport</i>
OCR	= <i>Over Current Relay</i>
PDRB	= <i>Produk Domestik Regional Bruto</i>
PLN	= Perusahaan Listrik Negara
PLTA	= Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTD	= Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTGU	= Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
PLTN	= Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
PLTS	= Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTU	= Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PMS	= Saklar Pemisah Tegangan
PMT	= Pemutus Tegangan
PT	= <i>Potential Transformer</i>
SPLN	= Setandar Perusahaan Listrik Negara
STM	= Saluran Tegangan Menengah
STR	= Saluran Tegangan Rendah
SUTET	= Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi
SUTT	= Saluran Udara Tegangan Tinggi
TPS	= Transformator Pakai Sendiri
V	= Volt

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2. 2 Gardu Induk Pasang Luar.....	11
Gambar 2. 3 Gardu Induk Pasang Dalam.....	12
Gambar 2. 4 Gardu induk pasang setengah luar	13
Gambar 2. 5 Gardu induk mobil	14
Gambar 2. 6 Transformator Daya.....	19
Gambar 2. 7 <i>Neutral grounding resistance (NGR)</i>	20
Gambar 2. 8 <i>Lightning Arrester (LA)</i>	21
Gambar 2. 9 Pemutus Tegangan (PMT)	22
Gambar 2. 10 Saklar Pemisah Tegangan (PMS).....	23
Gambar 2. 11 <i>Current Transformer (CT)</i>	24
Gambar 2. 12 Potential Transformer (PT)	24
Gambar 2. 13 <i>Circuit Breaker (CB)</i>	25
Gambar 2. 14 Transformator Pemakaian Sendiri (TPS)	26
Gambar 2. 15 Panel Kontrol	27
Gambar 2. 16 Batrai	29
Gambar 2. 17 Gedung	29
Gambar 2. 18 Traformator	49
Gambar 2. 19 Transformator Step-up	51
Gambar 2. 20 Transformator Step-down	52
Gambar 2. 21 keadaan Tanpa Beban.....	52
Gambar 2. 22 Transformator Keadaan Berbeban	54
Gambar 2. 23 Arus Penguat Transformator	55
Gambar 3. 1 Denah Lokasi Penelitian	58
Gambar 3. 2 <i>Block diagram</i> penelitian tugas akhir.....	59
Gambar 4. 1 Spesifikasi Trafo I	63
Gambar 4. 2 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo I 2013 – 2016	64
Gambar 4. 3 Spesifikasi Trafo II.....	64
Gambar 4. 4 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo II 2013 – 2016.....	65
Gambar 4. 5 Grafik Laju Pertumbuhan Beban Trafo I Gardu Induk 150 KV Wates.....	74
Gambar 4. 6 Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016.....	75
Gambar 4. 7 Laju Pertumbuhan PDRB Bandara Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016.....	76
Gambar 4. 8 Laju Pertumbuhan Beban Trafo I 30 MVA Gardu Induk 150 KV Wates 2013 – 2027.....	79
Gambar 4. 9 grafik laju pertumbuhan beban pada trafo II.....	85

Gambar 4. 10 Laju Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016.....	86
Gambar 4. 11 Laju Pertumbuhan PDRB Bandara Kabupaten Muara Bungo 2010 – 2016.....	86
Gambar 4. 12 Laju Pertumbuhan Beban Trafo II Setelah NYIA Beroperasi Pada Tahun 2019	89
Gambar 4. 13 Grafik Pertumbuhan Beban Trafo Tanpa Pengaruh NYIA.....	91
Gambar 4. 14 laju pertumbuhan beban setelah beroperasinya NYIA.....	92
Gambar 4. 15 Grafik Beban Setelah Pergeseran <i>Feeder</i>	94