

**ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI
TRANSFORMATOR PADA PLTA WONOGIRI**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

WAHYU HIDAYAT

D400160047

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI
TRANSFORMATOR PADA PLTA WONOGIRI**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

WAHYU HIDAYAT

D400160047

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. JATMIKO, M.T

NIK. 622

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI
TRANSFORMATOR PADA PLTA WONOGIRI

OLEH


WAHYU HIDAYAT

D400160047

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 30 Juni 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, M.T
(Ketua Dewan Penguji)

()

2. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T
(Anggota I Dewan Penguji)

()

3. Umar, S.T., MT
(Anggota II Dewan Penguji)

()

Dekan,



Wahyu Hidayat, M.T., Ph.D., IPM

NIK.628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 30 Juni 2020

Penulis



WAHYU HIDAYAT

D 400 160 047

ANALISA PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR PADA PLTA WONOGIRI

Abstrak

Transformator adalah suatu alat yang menggunakan prinsip kerja induksi magnet secara sederhana, handal, dan efisien, yang akan mengubah tegangan bolak-balik dari tingkat ke tingkat lainnya. Transformator mempunyai peranan penting dalam produksi dan distribusi energi listrik. Pola pembebanan yang dilayani oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air Wonogiri yang sifatnya fluktuatif, karena kebutuhan energi listrik diperuntukan pada sektor rumah tangga. Beban yang sifatnya fluktuatif inilah yang akan menimbulkan rugi-rugi pada transformator. Apabila transformator diberikan sumber energi listrik, maka akan menimbulkan rugi-rugi tembaga, rugi-rugi inti. Rugi-rugi bocor adalah penyebab terjadinya sumber panas dan dapat pemicu kenaikan suhu pada kumparan dan minyak transformator. Kinerja transformator daya ditentukan melalui parameter rugi-rugi daya (losses) yang terjadi pada transformator. Jika rugi rugi pada inti besi dapat menyebabkan timbulnya panas dan getaran yang berlebih pada transformator sehingga menyebabkan nilai efisiensi transformator menjadi berkurang.

Kata Kunci beban, transformator, efisiensi

Abstract

A transformer is a device that uses the principle of magnetic-induction work simply, reliably, and efficiently, which will change the alternating voltage from one level to another. Transformers have an important role in the production and distribution of electrical energy. The pattern of loading that is served by the Wonogiri Hydroelectric Power Plant is fluctuating, because the demand for electricity is intended for the household sector. This fluctuating load will cause losses on the transformer. If the transformer is given an electric energy source, it will cause copper losses, core losses. Leakage losses are a source of heat generation and can trigger a rise in temperature in the coil and transformer oil. Power transformer performance is determined through parameters losses that occur in the transformer. If the loss at the iron point can cause excessive heat and vibration on the transformer, causing the transformer efficiency to be reduced.

Keywords: load , transformer, efficiency,

1. PENDAHULUAN

Beban listrik merupakan sesuatu beban yang harus "dipikul" oleh pembangkit listrik dalam menyuplai energi kepada pelanggannya. Dalam aplikasinya dapat digambarkan bahwa pembangkit listrik bertanggung jawab penuh atas kebutuhan beban energi listrik, dalam rumah tangga ada beberapa contoh beban listrik antara lain lampu penerangan, kulkas, mesin cuci, dan lain-lain. Pada keseluruhan sistem, total daya adalah jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik. Jadi dalam penggunaan rumah tangga,

total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tentu tersebut tidak menggunakan daya listrik. Transformator memiliki peranan yang penting dalam produksi dan kelangsungan energi listrik pada sistem pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Beban yang sifatnya tidak stabil (Fluktuatif) inilah yang akan mengakibatkan timbulnya rugi-rugi pada inti besi transformator, rugi-rugi ini akan menimbulkan panas, dari panas inilah yang akan menurunkan nilai efisiensi pada transformator itu sendiri. Efisiensi merupakan perbandingan antara tegangan input dengan tegangan output. Dalam kehidupan sehari-hari, sangat jarang ditemukan transformator yang memiliki efisiensi 100%. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar efisiensi transformator pada pembangkit akibat beban yang fluktuatif.

Transformator merupakan suatu alat yang menggunakan prinsip induksi-magnet yang handal, sederhana, dan efisien yang dapat mengubah tegangan arus bolak-balik dari tingkat ke tingkat yang lain. Transformator memegang peranan yang sangat penting dalam kelangsungan dan produksi energi listrik. Pola Pembebanan yang ditanggung oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air di Wonogiri sifatnya tidak stabil (fluktuatif), karena sebagian besar energi listrik disalurkan kepada pelanggan rumah tangga.

Rugi-rugi yang terdapat di dalam transformator adalah rugi-rugi inti dan rugi-rugi tembaga, rugi-rugi yang terdapat pada transformator ini menyebabkan perbedaan daya masukan dengan daya keluaran, semakin besar rugi-rugi yang dihasilkan maka semakin besar pula energi yang terbuang oleh transformator sendiri. Transformator pada PLTA Wonogiri merupakan transformator step up dari 6,6 kV dari generator menjadi 20 kV yang di kirim ke gardu induk.

2. METODE

Langkah-langkah penelitian ini menggunakan beberapa metode:

2.1. Studi Literature

Studi literature yang dilakukan dengan mengumpulkan bahan penelitian yang diambil dari beberapa sumber referensi jurnal maupun buku.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diambil langsung di PLTA Wonogiri data yang diambil antara lain:
Tegangan

,beban, arus, rugi inti dan rugi tembaga. Setelah dilakukan pengumpulan data selama 24 jam.

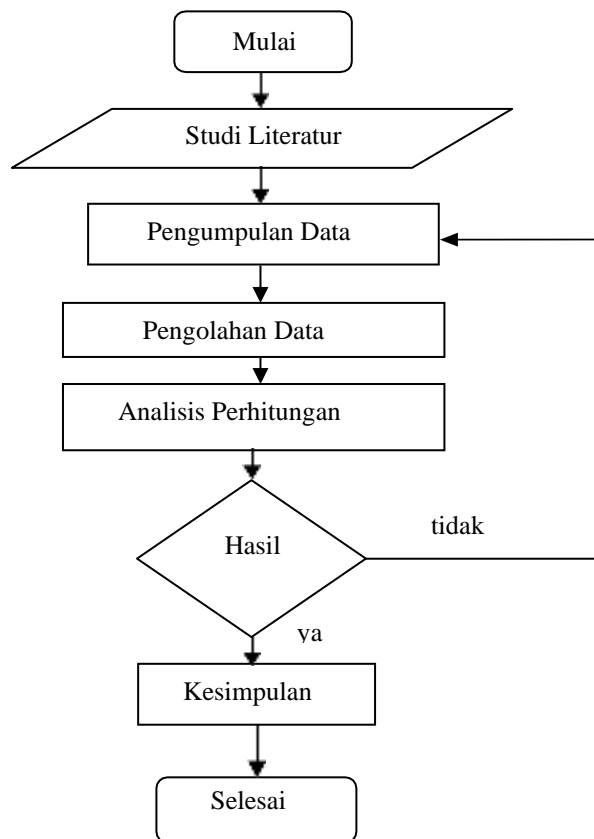
2.3. Perhitungan Data

Data yang sudah di kumpulkan kemudian dihitung untuk mengetahui nilai efisiensi pada transformator tersebut. Kemudian hasil yang sudah didapatkan akan dilakukan analisa.

2.4. Tahap Kesimpulan

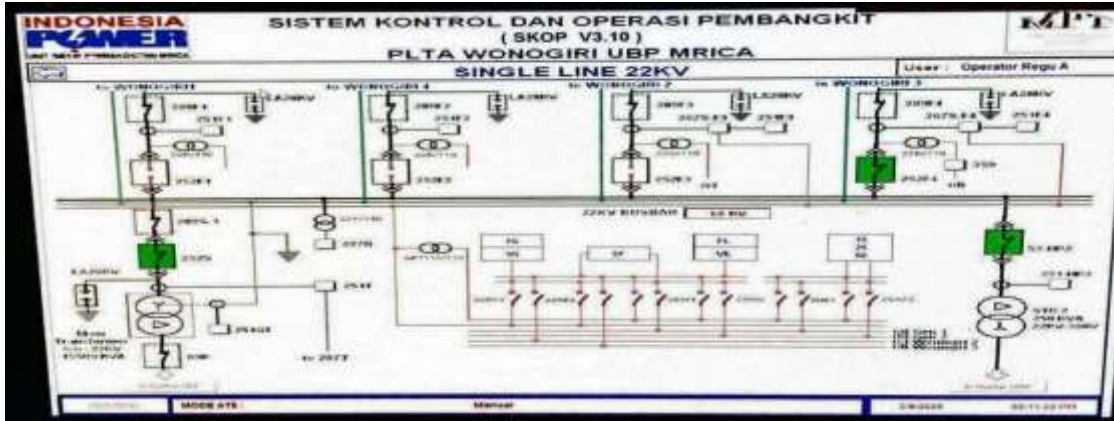
Setelah melakukan perhitungan untuk mengetahui perbandingan hasil perhitungan menggunakan rumus dengan data yang dilapangan.

2.5. Flowchart



Gambar 1. Flowchart.

2.6. Single Line Diagram



Gambar 2. Diagram sambungan listrik utama garis tunggal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Operasi dan Name Plate Transformator

Pengambilan data yang bertujuan agar memperoleh data yang dibutuhkan saat melakukan metode perhitungan. Data yang telah peroleh dari operator PLTA Wonogiri yang bertugas untuk mengolah data selama unit beroperasi, data operasi. Transformator yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan merupakan data operasi pada bulan 27 Januari 2018 selama 24 jam pada Transformator utama PLTA Wonogiri.

3.1.1. Data Transformator

Table 1. Main Transformer

Serial No	820769
Date	1982
Model	Power
Phase	3
Primary	6600 Volt
Secondary	22000 Volt
Frequency	50 Hz
Quantity of Oil	7700 L
Impedance(%Z)	5.73
Cooling	ONAN
Temp Rise	50
Rated Power	15500 KVA
Weight Total	32100 Kg

3.1.2. Data Operasi dan Perhitungan

1) Data Operasi

Tabel 2. Data Operasi Transformator

Jam	Tegangan (kV)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVAR)	Arus (A)
01.00	20.6	11.76	3.0	364
02.00	20.6	11.70	3.0	364
03.00	20.8	11.84	3.0	364
04.00	20.6	11.70	3.0	364
05.00	20.6	11.82	3.0	364
06.00	20.6	11.82	3.0	364
07.00	20.6	11.70	3.0	364
08.00	20.6	11.81	3.0	364
09.00	20.6	11.70	3.0	364
10.00	20.6	11.82	3.0	364
11.00	20.6	11.82	3.0	364
12.00	20.6	11.70	3.0	364
13.00	20.6	11.82	3.0	364
14.00	20.6	11.70	3.0	364
15.00	20.6	11.82	3.0	364
16.00	20.6	11.86	3.0	364
17.00	20.6	11.84	3.0	364
18.00	20.8	11.81	3.0	364
19.00	20.6	11.80	3.0	364
20.00	20.8	11.81	3.0	364
21.00	20.6	11.70	3.0	364
22.00	20.6	11.70	3.0	364
23.00	20.6	11.70	3.0	364
24.00	20.4	11.70	3.0	364

2) Data hasil uji rugi tembaga dan inti di transformator utama.

Tabel 3. Data hasil pengujian inti dan tembaga.

No	Tag Number	Rated Power (MVA)	Voltage (kV)	Load Losses (kW)	No Load Losses (kW)
1	JEC-204	15.5	6.6/22	33	16

3) Perhitungan

Maka nilai Efisiensi transformator saat berbeban adalah:

A. 27 Januari 2018 pukul 01.00

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (1)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 20600 \cdot 364$$

$$S = 12.98 \text{ MVA}$$

$\cos\emptyset$

$$\cos\emptyset = \frac{P (W)}{S(VA)} \quad (2)$$

$$\cos\emptyset = \frac{11.76}{12.98}$$

$$\cos\emptyset = 0.90$$

Sedangkan rugi-rugi tembaga saat berbeban sebesar:

$$pt_2 = (s_2/s_1)^2 \times pt_1 \quad (3)$$

$$pt_2 = \left(\frac{12.98}{15.5}\right)^2 \times 33$$

$$pt_2 = 23.14$$

$$R_{tot} = \text{Rugi Tembaga} + \text{Rugi Inti} \quad (4)$$

$$= 23.14 + 16$$

$$= 39.14$$

Maka nilai Efisiensi transformator saat berbeban adalah:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma \text{Rugi-rugi}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\eta = \frac{11760}{11760 + 39.14} \times 100\%$$

$$\eta = 99.66\%$$

Berdasarkan data operasi pada tabel 2 dan perhitungan di atas maka nilai efisiensi pada transformator utama dalam waktu 24 jam dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 4. Hasil perhitungan transformator.

Jam	Tegangan (kV)	Daya Aktif (MW)	Daya Reaktif (MVAR)	Arus (A)	Cos Phi (Ø)	Total Losses (kW)	Efisiensi (η%)
01.00	20.6	11.76	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
02.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
03.00	20.8	11.84	3.0	364	0.90	39.6	99.66%
04.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
05.00	20.6	11.82	3.0	364	0.91	39.14	99.67%
06.00	20.8	11.82	3.0	364	0.90	39.6	99.66%
07.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
08.00	20.8	11.81	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
09.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
10.00	20.6	11.82	3.0	364	0.91	39.14	99.67%
11.00	20.4	11.82	3.0	364	0.92	38.71	99.67%
12.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
13.00	20.6	11.82	3.0	364	0.91	39.14	99.67%
14.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
15.00	20.6	11.82	3.0	364	0.91	39.14	99.67%
16.00	20.8	11.86	3.0	364	0.91	39.6	99.66%
17.00	20.6	11.84	3.0	364	0.91	39.14	99.67%
18.00	20.8	11.81	3.0	364	0.90	39.6	99.66%
19.00	20.6	11.80	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
20.00	20.8	11.81	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
21.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
22.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
23.00	20.6	11.70	3.0	364	0.90	39.14	99.66%
24.00	20.4	11.70	3.0	364	0.90	38.71	99.67%

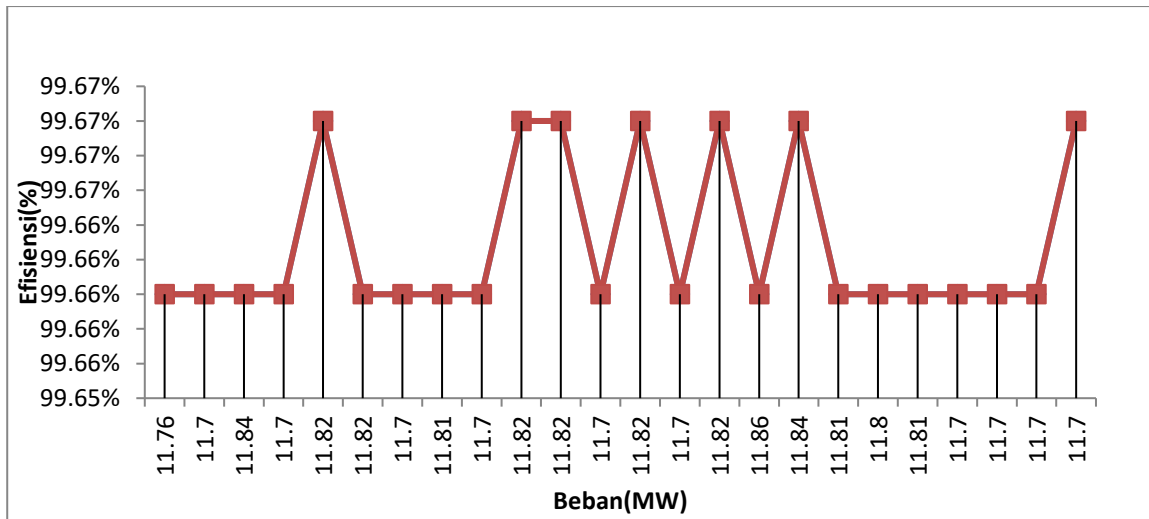
3.2 Analisa dan Pembahasan

Untuk memudahkan dalam menganalisa_maka di buat dalam bentuk grafik yang akan memperlihatkan hasil perhitungan data operasi, berdasarkan data_diatas, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan bahan perbandingan, diantaranya adalah ditampilkan pada grafik dibawah ini :

3.2.1. Perbandingan antara Daya saat Pembebanan dengan Efisiensi

Berikut adalah tampilan grafik perbandingan antara daya saat berbebanan dengan efisiensi didalam transformator utama PLTA Wonogiri.

Grafik 1. Grafik Perbandingan Daya Terhadap Efisiensi



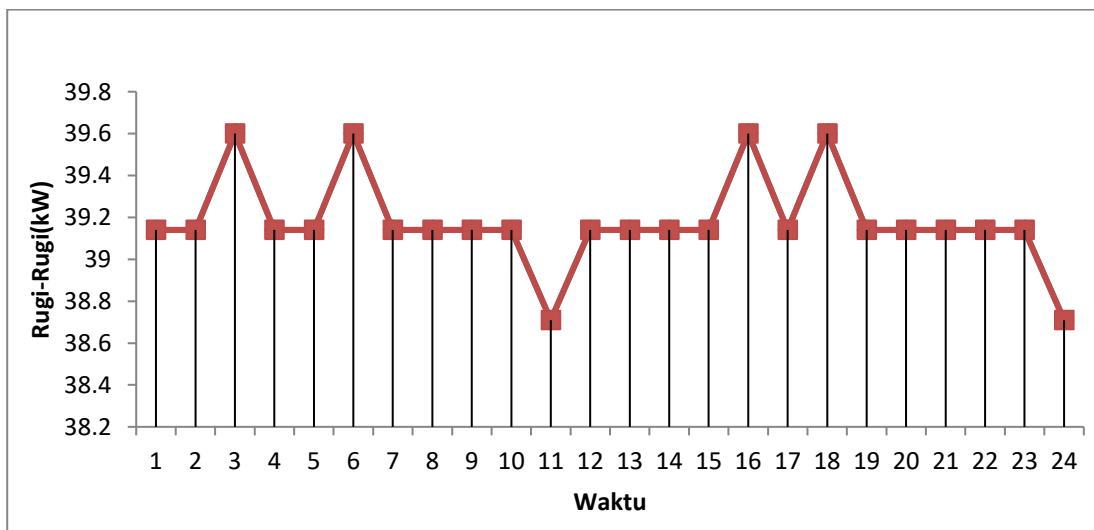
Grafik diatas menampilkan data-data saat pembebanan, maka dapat dilihat juga pengaruhnya terhadap efisiensi transformatornya.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa, pada transformator utama baik saat beban tertinggi ataupun saat beban terendah dapat mempengaruhi nilai efisiensinya, walaupun nilainya tidak terlalu signifikan. Hal ini sesuai persamaan berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum R_{ugi-rugi}} \times 100\%$$

Dilihat dari persamaan diatas hal yang dapat mempengaruhi efisiensi merupakan rugi-rugi transformator itu sendiri, maka hal ini dapat mempengaruhi nilai efisiensinya.

Grafik 2. Perbandingan Daya saat Pembebanan



Grafik diatas menampilkan data-data saat terjadinya pembebanan, sehingga dapat terlihat pengaruhnya terhadap rugi-rugi transformator, dimana rugi-rugi tersebut akan mempengaruhi nilai dari efisiensi transformator itu sendiri.

Dilihat dari grafik diatas dapat dilihat bahwa transformator utama, apabila terjadi perubahan beban, maka dapat berpengaruh terhadap nilai rugi-rugi total pada transformator, maka hal tersebut dapat mempengaruhi rugi-rugi tembaga, sedangkan rugi-rugi inti tidak ada perubahan dimana :

$P_{\text{rugi total}} = \text{rugi tembaga} + \text{rugi inti}$

Dengan persamaan tersebut perubahan rugi-rugi_ tembaga terhadap perubahan daya juga bisa di ketahui menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_{t2} = (s_2/s_1)^2 \times P_{t1}$$

Dengan menggunakan persamaan tersebut maka dapat diketahui bahwa perubahan daya dapat mempengaruhi perubahan rugi tembaga itu sendiri.

4. PENUTUP

Berdasarkan dari hasil analisa transformator, maka bisa diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

1. Presentase rata-rata efisiensi dalam 24 jam 99%,
2. Nilai efisiensi dapat di pengaruhi oleh rugi-rugi tembaga yang di sebabkan oleh perubahan beban.
3. Perawatan secara berkala pada sistem pendinginan dapat mempengaruhi kinerja transformator.

PERSANTUNAN

Syukur Alhamdulillah penulis dapat utarakan kepada Allah SWT dimana telah melimpahkan nikmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Tak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak-pihak yang telah membantu terselesainya tugas akhir ini antara lain :

Kepada kedua orang tua penulis yang sudah memberikan nasehat, dukungan, serta doanya.

Bapak Ir. Jatmiko, M.T, selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahnya serta ilmunya terkait tugas akhir ini.

Bapak Anang selaku SPS PLTA Wonogiri yang telah memberikan dan mencarikan data terkait tugas akhir ini.

Semua dosen jurusan Teknik Elektro yang sudah memberikan banyak ilmunya selama perkuliahan.

Kepada teman-teman Teknik Elektro angkatan 2016 yang sudah memberikan semangat dan dorongan agar dapat terselesainya tugas akhir ini.

Kepada teman-teman komunitas KMTE ROBOT REARCH yang telah membantu terselesainya tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Choiri, A., Sabilillah, E., & Umar, S. T. (2018). Analisis Pengaruh Pembebanan terhadap Efisiensi Transformator 20kV/150kV di PLTU Cilacap Unit 1&2 2x300 MW PT. Sumber Segara Primadaya Cilacap (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Hasiholan, P. Studi Efisiensi Transformator Daya Dalam Melayani Beban Pada Pltu Riau Power (Studi Kasus: PT. RAPP).

Himawan, A. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Daya Di PLTU Pangkalan Susu PT. Pln (Persero).

<https://www.indonesiapower.co.id/id/profil/Pages/Performa-Perusahaan.aspx> di akses pada tanggal 13 mei 2020.

Pardamean, H. (2019). STUDI ANALISIS PENGARUH_PERUBAHAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DAYA DI PLTA PT. WAMPU ELECTRIC POWER (WEP).