EVALUASI KAPASITAS TERSEDIA TRANSFORMATOR DAYA SISTEM TENAGA LISTRIK KILANG *POLYPROPYLENE* PT. PERTAMINA (PERSERO) RU III PLAJU

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

WAHYUDI AZWAN
(03091404020)

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2013

621.314 07
Wah
e
2014

EVALUASI KAPASITAS TERSEDIA TRANSFORMATOR DAYA SISTEM TENAGA LISTRIK KILANG *POLYPROPYLENE* PT. PERTAMINA (PERSERO) RU III PLAJU

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
UPT PERPUSTAKAAN

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

WAHYUDI AZWAN
(03091404020)

KEMENTRIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2014

LEMBAR PERSETUJUAN

EVALUASI KAPASITAS TERSEDIA TRANSFORMATOR DAYA SISTEM TENAGA LISTRIK KILANG *POLYPROPYLENE* PT. PERTAMINA (PERSERO) RU III PLAJU

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

WAHYUDI AZWAN

(03091404020)

Palembang, Juni 2014

Pembimbing Utama,

Ir.H. Edy Lazuardi, MT

NIP. 195806021982031003

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI KAPASITAS TERSEDIA TRANSFORMATOR DAYA SISTEM TENAGA LISTRIK KILANG *POLYPROPYLENE* PT. PERTAMINA (PERSERO) RU III PLAJU

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

WAHYUDI AZWAN
(03091404020)

Palembang, Juni 2014

Mengetahui,

Pembimbing Utama

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir.H. Edy Lazuardi, MT

NIP. 195806021982031003

Ir. Sariman, MS

NIP. 195807071987031004

ABSTRAK

Dalam operasinya, Transformator Daya memiliki kemampuan tertentu dalam melayani beban. Jika Transformator Daya itu dibebani dengan beban penuh secara kontinyu maka Transformator Daya akan mengalami panas yang berlebih, yang akan menyebabkan kerusakan isolasi Transformator Daya tersebut.

Berdasarkan dari hasil evaluasi yang dilakukan, dibutuhkan data beban untuk menghitung kapasitas beban tersebut.

- Pada saat beban dalam kondisi berputar (running) memerlukan kapasitas beban sebesar 5364 kVA. Bearti dalam keadaan normal bisa menggunakan 1 Trafo saja, dikarenakan jika terjadi gangguan atau perbaikan salah satu trafo tersebut sebab pada industri seperti PT. Pertamina tidak diperbolehkan kilang berhenti atau stop pada saat beroperasi, sehingga diperlukan sepasang trafo.

- Pada saat beban dalam kondisi starting, dalam hal ini diasumsikan hanya pada beban motor ZM – 2501 – 1. Lalu beban – beban motor lain diasumsikan suadah dalam kondisi berputar atau running. Maka kapasitas beban yang diperlukan oleh kapasitas Trafo Daya sebesar 12.334,6 kVA untuk mealyani semua beban yang beroperasi. Dari Kpasitas yang tersedia sebesar 2x7000 kVA.

Kata Kunci : Data beban , kapasitas beban dan Kapasitas Trafo

MOTTO

- Tidak ada keberhasilan tanpa perjuangan dan tidak ada perjuangan tanpa pengorbanan
- Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi dan saya wisuda
- Tiada doa yg lebih indah selain doa agar skripsi ini cepat selesai

Kupersembahkan Kepada :

- Papa & Mama, Kak Ade & Surya, dan ayukku Maya tersayang
- Teman – Teman seperjuangan
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh,

Alhamdulillah, Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul "**Evaluasi Kapasitas Tersedia Transformator Daya Sistem Tenaga Listrik Kilang *Polypropylene* PT. Pertamina (Persero) Plaju"** untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Studi S1 pada jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan serta kerja sama dari berbagai pihak, baik berupa tenaga, pikiran dan waktunya. Dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat :

Bapak Ir.H. Edy Lazuardi, MT Selaku Dosen Pembimbing

atas bimbingan dan pengarahan yang sangat beharga dalam mengerjakan skripsi ini dari awal hingga selesai. Dan pada kesempatan ini pula, Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Saudara dan seluruh anggota keluarga Penulis yang telah memberikan dorongan dan materil.
2. Ibu Rektor Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. Firmansyah Burlian, MT selaku Ketua Program Fakultas Teknik Kampus Palembang Universitas Sriwijaya.

4. Ibu Ir. Sri Agustina, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Antonius Hamdadi MS selaku pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen serta staf administrasi Teknik Elektro Unsri Palembang.
7. Bapak Ir. Syarifuddin, Penulis mengucapakan terima kasih sebanyak – banyaknya atas bantuannya baik berupa tenaga, pikiran dan waktunya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Brilian Andal GBP, Aris Wiwit Parando selaku teman satu bimbingan, terima kasih atas bantuan selama penulisan tugas akhir ini.
9. Teman – Temanku Angkatan 2009 : Devid, Yoga, Leo, Andi, Phica, dll Terima kasih atas semuanya.
10. Semua pihak yang telah membantu, dalam penyelesaian skripsi.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang ingin mengetahui dan mempelajari tentang "**Evaluasi Kapasitas Tersedia Transformator Daya Sistem Tenaga Listrik Kilang *Polypropylene* PT. Pertamina (Persero) Plaju"** Dengan demikian akan bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Wassalmu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh.

Palembang, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PERSETUJUAN ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

ABSTRAK iv

MOTTO dan PERSEMBAHAN v

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang I-1

1.2. Masalah Yang Akan Dibahas I-2

1.3. Tujuan Penulisan I-2

1.4. Batasan masalah I-2

1.5. Metodologi Penulisan I-3

BAB II. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Kelistrikan Pada PT. Pertamina Plaju II-1

2.2 Distribusi Tenaga Listrik II-2

2.2.1. SubStation II-2

2.2.1.1.Switchgear II-3

2.2.1.2.Motor Control Center (MCC) II-3

2.3. Transformator Daya II-4

2.3.1. U m u m II-4

2.3.2. Prinsip Kerja Transformator II-5

2.3.3. Rangkaian Ekuivalen Transformator II-9

2.3.4. Jenis – Jenis Pendingin Pada Transformator II-10

2.3.5. Konstruksi Transformator Tiga Fasa II-13

2.3.5.1. Bila Rangkaian Primer Atau Sekunder Trafo Terhubung Delta II-13

2.3.5.2. Bila Rangkaian Primer Atau Sekunder Trafo Terhubung Bintang II-14

2.3.6. Rugi – Rugi Pada Transformator II-16

2.3.6.1.Rugi Arus Pusar (*eddy current*) II-16

2.3.6.2 Rugi Hysterisis II-16

2.3.6.3 Rugi Tembaga II-17

2.3.7. Transformator Pada Bilangan Angka Jam II-18

2.4. Karakteristik Umum Beban II-20

2.4.1. Faktor Daya (Power Factor) II-20

2.4.2. Faktor Beban (Load Factor) II-24

2.4.3. Faktor Rugi (Loss Factor) II-25

2.5. Effisiensi Transformator II-25

BAB III. METODELOGI

3.1. Lokasi Objek Penelitian dan Waktu III-1

3.2. Metodelogi Penelitian III-1

3.2.1. Pendahuluan III-1

3.2.2. Observasi, Pengambilan Data Lapangan, Analisa,

Pembahasan dan Kesimpulan dan Saran III-2

3.3. Diagram Alir Penelitian III-3

BAB IV. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Pembahasan IV-1

4.2. Data – Data Kilang *polypropylene* IV-3

4.2.1.Data – Data Spesifikasi Transformator 7000 kVA IV-3

4.2.2.Data – Data beban – beban motor pada Trafo 2 x 7000

adalah IV-5

4.2.3. One Line Diagram di Kilang *Polypropylene* IV-6

4.3. Hasil Perhitungan Kapasitas beban pada saat kondisi berputar normal (runing) IV-7

4.4. Hasil Perhitungan Kapasitas beban pada saat starting IV-17

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan V-1

5.2 Saran V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Rangkaian Transformator II-5

Gambar 2.2. Grafik arus, tegangan dan fluks yang terjadi II-8

Gambar 2.3. Rangkaian Ekuivalen Transformator II-9

Gambar 2.4. Rangkaian ekuivalen yang telah disederhanakan II-10

Gambar 2.5. Pendingin tipe ONAN II-11

Gambar 2.6. Pendinginan Tipe ONAF II-11

Gambar 2.7. Rangkaian Terhubung Delta II-13

Gambar 2.8 Rangkaian Terhubung Bintang II-14

Gambar 2.9. Arus pusar yang berputar pada material inti II-16

Gambar 2.10. Grafik hysterisis Iex terhadap Φ II-17

Gambar 2.11. Angka Jam dengan Group Vektor Dyn – 11 ..... II-18

Gambar 2.12. Segitiga Daya II-23

Gambar 3.1 Diagram alir (*flowchart*) penelitian III-3

Gambar 4.1 Sistem Tenaga Listrik Kilang *Polypropylene* IV-6

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1. Tap Changer Transformator 7000 kVA IV-4

Tabel 4.2. Data Beban – beban pada Trafo 2 x 7000 kVA IV-5

Tabel 4.3. Feeder – Feeder Tegangan Tinggi IV-10

Tabel 4.4. Feeder – Feeder Tegangan Rendah IV-13

Tabel 4.5 Total Keseluruhan Kapasitas Beban IV-15

Tabel 4.6 Motor Main Drive ZM – 2501 – 1..... IV-18

Tabel.4.7 Total Keseluruhan Kapasitas Beban saatberputar normal / running kecuali motor ZM -2501-1..... IV-20

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 One Line Diagram Kilang *Polypropylene* L-1

Lampiran 2 Perhitungan Kapasitas Daya Untuk Motor L-2

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
UPT PERPUSTAKAAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pada sistem kelistrikan dalam industri transformator daya merupakan elemen penting untuk mendukung proses produksi. Kilang *Polypropylene* merupakan salah satu Kilang Petro Kimia di PT. Pertamina Plaju, yang memiliki sistem kelistrikan sendiri untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam operasinya.

Sistem kelistrikan itu terdiri dari sistem pembangkit dan sistem distribusi, pada bagian sistem distribusi diatur agar mendapatkan kehandalan sistem yang tinggi dan menghasilkan effiensi yang cukup.

Sehubungan dengan itu dibangunlah kilang Polypropylene dengan Perencanaan awal untuk menentukan kapasitas trafo daya untuk melayani kapasitas beban terpasang. Sehingga dapat diketahui kapasitas cadangan dari trafo yang tersedia, jika ada penambahan beban berupa beban yang digerakkan oleh motor.

Maka dari itu, dibutuhkan evaluasi dalam hal ini apabila dilakukan penambahan beban.

1.2 MASALAH YANG AKAN DIBAHAS

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas Transformator Daya 2x7 MVA terhadap beban terpasang dengan beban yang tersedia.

1.3 TUJUAN

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengevaluasi dan mengetahui apakah kapasitas trafo yang tersedia masih mampu melayani beban yang terpasang pada Sistem Tenaga Listrik di Kilang Polypropylene PT. Pertamina Plaju.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penulisan tugas akhir ini sesuai dengan tujuan penulis, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas yaitu: Evaluasi kapasitas tersedia Transformator Daya 2x 7000 kVA, agar pembebanan transformator daya tidak melebihi dari kapasitas yang tersedia.

1.5 METODOLOGI PENULISAN

Metode yang digunakan dalam penulisann tugas akhir ini adalah :

1. Studi Pustaka :
   - Melingkupi dokumen penunjang Plant Engineering & Construction Division
   - Mempelajari rumus – rumus yang digunakan untuk membantu dalam Evaluasi Kapasitas Transformator Daya.
2. Pengumpulan data :

   Melakukan tinjauan langsung pada sistem tenaga listrik kilang polypropylene PT. Pertamina RU III Plaju
3. Bimbingan / Konsultasi
   - Melakukan konsultasi dan diskusi dengan pengawas di kilang polypropylene terutama di bagian Engineering PT. Pertamina Plaju dan teman-teman sesama mahasiswa.
4. Analisa
   - Menganalisa dan membandingkan antara teoritis yang didapat di perguruan tinggi dengan masalah – masalah yang ada di lapangan.

Daftar Pustaka

Buku

[1] Areva T&D. 2008. *Power Transformer (Vol.1 Fundamental).* Paris: Arena T&D

[2] Sutrisno dan Tan Ik Gie.1979. Fisika Dasar. ITB:Bandung

[3] Suparlan.2011.Transformator Tenaga. Unsri:Palembang

[4] Mitsui Engineering & ShipBuilding Co,. LTD.

[5] Prayoga Aditya dkk. 2010. Transformer Teknik Tenaga Listrik. UI:Depok

[6] Ramdhani Mohammad. 2008. Rangkaian listrik. ITT:Bandung

[7] Zuhal.1980.Dasar Tenaga Listrik. ITB:Bandung

Skripsi / Tugas Akhir

[1] Kusmanadi. 1995. Studi Kerja Paralel Transformator Daya gardu Induk Talang Ratu PT. PLN (Persero) Wilayah IV Sektor Keramasan Palembang. Skripsi :Palembang

[2] Ritonga Daniel dkk. 2009. Penggantian Steam Turbine Penggerak Pompa P-3B Menjadi Motor Listrik Di CDU- VI Kilang CD & L Sungai Gerong. Laporan Kerja Praktek : Palembang.

Artikel dan Jurnal dari Internet

http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/03/faktor-faktor-dalam pembangkitan.html

http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/12/perbaikan-faktor-daya-menggunakan.html

http://malinda24.blogspot.com/2013/02/makalah-pengukuran-daya.html