

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terhadap Pengaruh Distorsi Harmonik Terhadap Penurunan Kapasitas Daya Trafo Distribusi 3 Fasa 400 kVA di Politeknik Negeri Semarang. Karya ilmiah ini memiliki tujuan melakukan analisis terhadap sistem kelistrikan di Polines. Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa kandungan harmonik trafo untuk total kandungan harmonik tegangan (THDV) semua di bawah standar ($< 5\%$) dan total kandungan harmonik arus (TDD) maupun IHD kedua trafo juga di bawah standar, sehingga tidak perlu dilakukan derating (Jamaah, 2013).

Penelitian terhadap pengaruh harmonisa pada transformator distribusi gedung dinas cipta karya, tata ruang, dan pertanahan pemerintah provinsi dki Jakarta. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kandungan harmonisa tegangan dan arus listrik pada transformator distribusi gedung dinas cipta karya, tata ruang, dan pertanahan pemerintah provinsi DKI Jakarta. Pengukuran dilakukan pada sisi sekunder 2 transformator 2000 KVA dengan menggunakan alat ukur “Kyoritsu Power Quality and Energy Analyzer 6315-03” pada waktu tertentu dimana intensitas pemakaian listrik pada gedung tersebut besar (Muhammad Jakfar, 2018).

Penelitian terhadap Losses dan Derating Akibat Pengaruh THD (Total Harmonic Distortion) pada Transformator distribusi di Fakultas Teknik (F1, F3, F4, G5, DAN G6) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam penelitian ini, Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai THD tegangan pada setiap fasa Sub Distribution Panel memiliki nilai THD tegangan yang memenuhi standar, hasil pengukuran THD arus sebagian besar tidak memenuhi standar. Hasil analisa losses akibat harmonisa sebesar 2,25 kW/hari. Derating yang terjadi pada transformator adalah sebesar 403,24 kW (Raden Saiful Ghazi ‘Adilin, 2017).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Beban Linier dan Non – Linier

2.2.1.1 Beban Linier

Beban linier merupakan beban yang arus tersebut berbanding lurus dengan tegangan pada setiap periode. Dengan melihat Hukum Ohm yang menyebutkan bahwa arus berbanding lurus dengan tegangannya, beban linier ini memiliki gelombang arus yang dihasilkan sama dengan bentuk gelombang tegangan. Jika diberikan tegangan sinusoidal maka arus yang mengalir ke beban linier juga berbentuk sinus. Bentuk gelombang yang sama baik arus maupun tegangannya dapat dikatakan bahwa beban linier tidak terjadi distorsi dan tidak menimbulkan harmonisa. Contoh beban linier yaitu elemen pasif (resistor), lampu pijar, pemanas, dan lain – lain.

2.2.1.2 Beban Non Linier

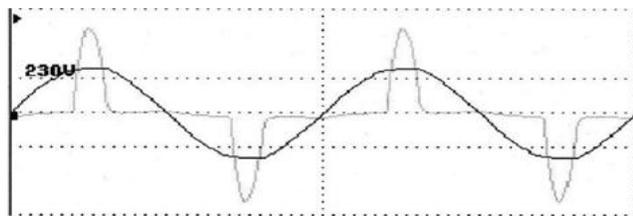
Beban non linier yaitu beban yang memiliki impedansi yang tidak tetap pada tiap periode tegangan masukan. Impedansi yang tidak tetap akan menghasilkan arus yang tidak sebanding dengan tegangan yang disalurkan. Sehingga beban yang demikian ini tidak sesuai dengan Hukum Ohm yang menyatakan arus yang berbanding lurus dengan tegangannya.

Beban non linier tersebut menghasilkan gelombang arus yang tidak berbanding lurus dengan bentuk gelombang tegangan sehingga mengakibatkan distorsi (cacat). Sehingga dengan pemakaian beban non linier yang semakin besar tersebut maka gelombang sinus ini dapat mengalami cacat.

Beberapa contoh beban non – linier yang biasa dipakai pada industri maupun rumah tangga yaitu :

1. Peralatan dengan Ferromagnetik :
 - a. Transformator
 - b. Balast Magnetik

- c. Motor Induksi, dll
- 2. Peralatan yang menggunakan busur api listrik :
 - a. Mesin Las
 - b. Electric Arc Furnace
 - c. Induction Furnace
- 3. Konverter Elektronik
 - a. Penyearah (Rectifier)
 - b. Charger
 - c. Balast Elektronik



Gambar 2.1 - Gelombang Tegangan dan Arus Beban Non - Linier

Kecenderungan pemakaian beban – beban elektronik dalam jumlah yang banyak merupakan penyebab masalah yang tidak bisa dihindari lagi. Berbeda halnya dengan beban listrik yang menarik arus sinusoidal, beban – beban elektronik menarik arus dengan bentuk non sinusoidal meskipun disuplai oleh tegangan sinusoidal. Beban – beban yang mempunyai karakteristik seperti ini disebut dengan beban non linier.

Peralatan yang menghasilkan gelombang arus yang memiliki bentuk sinus dengan frekuensi tinggi (harmonisa) biasa disebut beban non linier. Arus harmonisa ini menyebabkan banyak masalah yang ditimbulkan pada peralatan sistem tenaga listrik. Misalnya, pemanasan yang tinggi pada kapasitor, rugi – rugi jaringan akan meningkat, dan pada mesin – mesin listrik yang berputar, transformator dan juga kesalahan pada pembacaan alat ukur RMS.

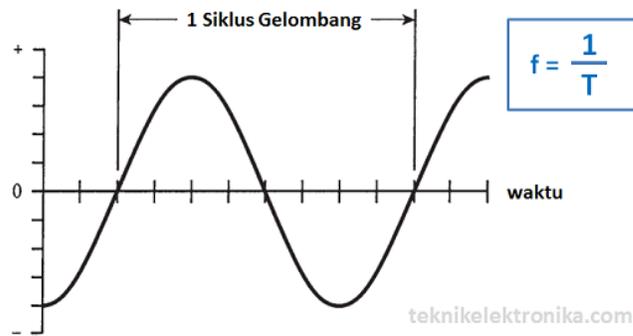
Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. menyampaikan dalam bukunya yang berjudul “Dinamika an Stabilitas Sistem Tenaga Listrik”, Kemajuan suatu negara dapat diukur dari tingkat konsumsi energi listriknya. Analisislah apakah

pernyataan tersebut dapat diterima. Buktikan dengan data-data tentang konsumsi energi listrik berbagai negara, baik negara maju maupun negara berkembang. Data-data dapat didapatkan dari berbagai sumber misalnya jurnal ilmiah, majalah, atau internet (2016).

2.2.2 Pengertian Kualitas Daya

2.2.2.1 Frekuensi

Dalam ilmu Fisika, Pengertian Frekuensi adalah jumlah getaran yang dihasilkan dalam setiap 1 detik. Sedangkan dalam ilmu elektronika, Frekuensi dapat diartikan sebagai jumlah gelombang listrik yang dihasilkan tiap detik. Frekuensi biasanya dilambangkan dengan huruf “f” dengan satuannya adalah Hertz atau disingkat dengan Hz. Jadi pada dasarnya 1 Hertz adalah sama dengan satu getaran atau satu gelombang listrik dalam satu detik (1 Hertz = 1 gelombang per detik). Istilah Hertz ini diambil dari nama seorang fisikawan Jerman yaitu Heinrich Rudolf Hertz yang memiliki kontribusi dalam bidang elektromagnetisme.



Gambar 2.2 Gambar grafik sinusoidal

$f = \frac{1}{T}$, dengan f adalah frekuensi (hertz) dan T periode (sekon atau detik), selain itu frekuensi juga berhubungan dengan jumlah getaran dengan rumusan

$f = \frac{n}{t}$, dengan n adalah jumlah getaran dan t adalah waktu

2.2.2.2 Tegangan

Tegangan Listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Tegangan listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt ini juga sering disebut dengan beda potensial listrik karena pada dasarnya tegangan listrik adalah ukuran perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik.

2.2.2.3 Arus

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan coulomb/detik atau Ampere. arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan resistansi sesuai dengan hukum ohm.

2.2.2.4 Pengertian Daya

A. Daya Aktif

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$
$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

B. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

$$Q = V.I.\sin \phi$$

$$Q = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin$$

C. Daya Semu

Daya nyata (Apparent Power) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.

$$S = P + jQ, \text{ mempunyai nilai/ besar dan sudut}$$

$$S = S \cdot \phi$$

$$S = \sqrt{P^2 + \sqrt{Q^2}}$$

Untuk mendapatkan daya satu phasa, maka dapat diturunkan persamaannya seperti di bawah ini :

$$S = P + jQ$$

2.2.2.5 Faktor Daya

Faktor daya (Cos) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

2.2.3 Harmonisa

Pada umumnya dari bentuk gelombang tegangan dan arus yang ditransmisikan hingga pendistribusian dari pembangkit hingga kepusat beban memiliki gelombang sinus asli. Ketika proses tersebut berjalan terjadi berbagai gangguan yang menyebabkan bentuk gelombang menjadi tidak sinus. Sehingga salah satu bentuk penyimpangan bentuk gelombang ini disebut dengan distorsi harmonik.

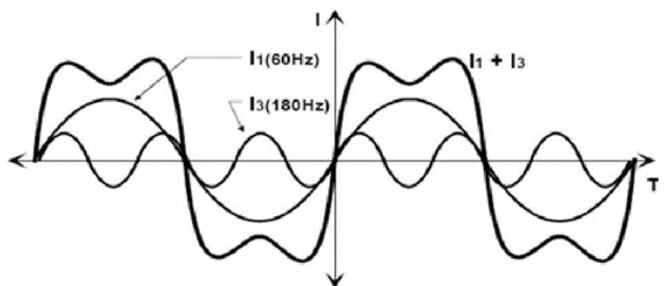
Harmonik dapat didefinisikan sebagai gejala pembentukan gelombang sinusoidal dengan frekuensi yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan

frekuensi operasinya. Jika telah terjadi superposisi antara gelombang frekuensi operasi dengan gelombang frekuensi harmonik maka terbentuklah frekuensi gelombang yang terdistorsi yang menjadikan bentuk gelombang tidak sinus.

Berdasarkan IEC (International Electrotechnical Commission) 6100 – 2 – 1-1990, harmonik didefinisikan dengan tegangan atau arus sinus yang memiliki kelipatan frekuensi pasokan sistem tenaga listriknya sebagaimana yang dirancang untuk beroperasi pada frekuensi 50 Hz atau 60 Hz.

Menurut IEEE (International of Electrical and Electronic Engineering) Standard 1159 – 1995 mendefinisikan bahwa harmonik sebagai arus maupun tegangan sinus yang memiliki kelipatan dari frekuensi yang mana pasokan sistem tenaga listriknya dirancang untuk beroperasi (frekuensi fundamental (50 Hz atau 60 Hz)).

Menurut Roger C. Dugan (1996) mengatakan bahwa bentuk gelombang yang terganggu dapat didekomposisi menjadi jumlah dari frekuensi fundamental dan frekuensi harmoniknya. Distorsi harmonik muncul akibat dari penggunaan beban yang mempunyai karakteristik beban non linier dan beban pada sistem tenaga listriknya.



Gambar 2.3 Gelombang Fundamental Terdistorsi Harmonik Ke-3

Menurut sumber gelombangnya, harmonisa ada dua macam antara lain harmonisa arus dan tegangan. Menurut urutan orde harmonisa, harmonisa dibagi menjadi harmonisa orde ganjil (even) dan genap (odd). Harmonisa yang termasuk orde ganjil yaitu harmonisa ke 3, 5, 7, 9, dan seterusnya. Orde harmonisa pertama ialah gelombang asli pada frekuensi fundamentalnya. Harmonisa orde genap yaitu

harmonisa ke 2, 4, 6, 8, dan seterusnya. Menurut urutan fasanya harmonisa ada tiga yaitu harmonisa urutan negatif, urutan nol, dan urutan positif. Harmonisa urutan negatif mempunyai fasa yang berlawanan dengan gelombang asli frekuensi fundamentalnya. Harmonisa urutan nol tidak memiliki pengaruh pada putaran medan tetapi menghasilkan panas pada sistem dan komponen. Harmonisa urutan fasa positif memiliki fasa yang sama dengan gelombang asli.

2.2.4 Indeks Harmonisa

Pengaruh harmonisa terhadap kualitas tegangan dan arus dapat dianalisa dengan menggunakan indeks harmonik, yaitu THD (Total Harmonic Distortion) dan TDD (Total Demand Distortion).

Indeks yang disebut dengan THD (Total Harmonic Distortion) merupakan perbandingan nilai komponen fundamental yang biasanya dalam bentuk persen. Biasanya THD dipakai untuk menentukan bentuk penyimpangan bentuk gelombang arus dan tegangan yang mengandung harmonisa terhadap gelombang sinus asli setiap satu periode.

Perbedaan THDV dan THDI yaitu pada THD_v digunakan untuk menentukan kualitas tegangan dari sumber sedangkan pada THDI untuk menentukan kualitas arus dari beban. Pada umumnya sumber dirancang untuk mengalirkan tegangan yang mendekati sinus asli sehingga nilai THD tegangan yang diizinkan jauh lebih kecil dibanding THDI – nya. Bahaya yang ditimbulkan oleh THDI yaitu mengakibatkan pemanasan yang berlebih. Akan tetapi, THD_v yang tinggi juga merupakan indikasi adanya harmonisa arus yang terlalu besar, sebab sumber tegangan yang umumnya dirancang sinus.

Persamaan (2.1) dan (2.2) adalah persamaan yang digunakan untuk menyatakan nilai THD arus dan tegangan. Peranan dari setiap komponen terhadap distorsi tegangan dan arus biasa dinyatakan oleh IHD (Individual Harmonic Distortion).

Untuk harmonisa tegangan dan arus pada orde ke $-h$, nilai IHD dinyatakan sebagai berikut :

Nilai THD dapat dilihat untuk menentukan besarnya arus terdistorsi, namun hal tersebut dapat salah diinterpretasikan. Kecilnya arus yang mengalir dapat mempunyai nilai THD yang tinggi, akan tetapi tidak dijadikan penyebab sistem tenaga listrik rusak. Banyak penganalisa mencoba menghindari kesulitan yang ada dengan merujuk THD pada arus beban puncak frekuensi fundamental dan tidak melihat sampel sesaat pada frekuensi fundamental. Hal ini disebut Total Demand Distortion (TDD) dan masuk dalam standar IEEE 519 – 1992, tentang “Recommended Practices and Requirement for Harmonic Control in Electrical Power System”.

Maka TDD dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

Dengan

I_h yaitu arus harmonisa orde ke – h

I_L yaitu arus beban puncak pada frekuensi dasar yang diukur pada PCC (the maximum demand load current)

Mencari nilai I_L dapat dilakukan dengan cara menghitung nilai rata – rata maksimum selama periode pengukuran.

2.2.5 Standar Harmonisa yang Diijinkan

2.2.5.1 Batas Distorsi Tegangan Harmonisa Utility

Berdasar pada IEEE Standar 519 – 1992 merekomendasikan nilai – nilai berikut yang merupakan batas maksimal yang disarankan untuk distorsi tegangan. Rekomendasi untuk distorsi harmonik tegangan dipaparkan pada tabel 2.1,

Tabel 2.1 IEEE Standart 519 – 1992, Standar Batas Distorsi Tegangan Harmonisa Maksimum

Nilai – nilai ini hanya digunakan untuk skenario kasus yang paling buruk yang dapat dipakai pada kondisi operasi dengan waktu sedikitnya satu jam. Untuk kondisi – kondisi yang sesaat seperti switching, permulaan atau starting beban, dan keadaan non steady – state lainnya, batas – batas ini mungkin bisa terlewati sampai 50 %.

2.2.5.2 Batas Distorsi Arus Harmonisa Utility

Merujuk pada IEEE standard 519 – 1992, merekomendasikan nilai – nilai berikut sebagai batas maksimum yang disarankan untuk distorsi arus.

dengan :

ISC yaitu nilai maksimum arus hubung singkat

IL yaitu arus permintaan maksimum

TDD (Total Demand Distortion (%))

2.2.5.3 Standar IEEE untuk ketidakseimbangan beban

| No | Parameter | Maksimum |
|----|--|--|
| 1 | Regulasi tegangan keadaan mantab | +5,-10 s/d 10%,-15% (ANSI C84,1-1970) adalah +6,-13% |
| 2 | Gangguan Tegangan Drop Tegangan sementara tegangan lebih transient | -25% s/d -30% tidak lebih dari 0,5 s -100% dengan lama 4 s/d 20ms +150 s/d 200% tidak lebih dari 0,2ms |
| 3 | Distorsi Tegangan Harmonik | 3-5% (beban linier) |
| 4 | Noise | Tidak ada standar |
| 5 | Variasi Frekuensi | 50Hz \pm 0,5 Hz sampai 1 Hz |
| 6 | Perubahan Frekuensi | Sekitar 1 Hz |
| 7 | Ketidakseimbangan Beban | 5 s/d 20% mak. Pada setiap fasa |
| 8 | Ketidakseimbangan Tegangan 3 | 2,5% s/d 5% |
| 9 | Faktor daya | 0,18 sampai dengan 0,9 |
| 10 | Kapasitas Beban | 0,75 s/d 0,85 (beban terpasang) |

Tabel 2.1 Standar IEEE Ketidakseimbangan Beban

Keterangan :

1, 2, 5, dan 6 tergantung pada sumbernya

3, 4, 7 interaksi antara sumber dan beban

8, 9, 10 tergantung pada jumlah beban

2.2.6 Pengaruh Harmonisa Pada Transformator

Pada transformator, rugi – rugi yang disebabkan harmonisa arus dan tegangan bergantung pada frekuensi. Kenaikan frekuensi mengakibatkan semakin meningkatnya rugi – rugi. Harmonisa dengan frekuensi tinggi adalah pemicu dari pemanasan utama dibandingkan harmonisa dengan frekuensi rendah.

Harmonisa arus menyebabkan peningkatan rugi – rugi fluks dan rugi – rugi tembaga. Sedangkan harmonisa tegangan menyebabkan peningkatan rugi – rugi besi bocor dan peningkatan stress pada isolasi. Efek keseluruhannya adalah over heating atau pemanasan berlebih apabila dibandingkan dengan operasi dengan gelombang sinus murni.

Transformator dirancang dengan tujuan untuk menyalurkan daya yang dibutuhkan ke beban dengan rugi – rugi minimum pada frekuensi dasarnya. Arus harmonisa dan juga tegangan secara signifikan akan menyebabkan pemanasan berlebih.

Losses berbeban terdiri dari rugi belitan, rugi arus eddy dan rugi sasaran lainnya (other stray loss), atau dalam bentuk persamaan dapat dinyatakan sebagai berikut:

dengan,

PDC adalah rugi – rugi yang dihasilkan oleh arus beban dan tahanan dc belitan

PEC adalah rugi – rugi arus eddy belitan

POSL adalah rugi – rugi sasaran lain dalam klem, tangki, dan lainnya

2.2.6.1 Pengaruh Harmonik pada Rugi Belitan

Jika nilai RMS arus beban meningkat dengan timbulnya komponen harmonisa, maka rugi – rugi belitan (PDC) akan bertambah dengan kuadrat arus.

Penambahan faktor penyebab yang menaikkan nilai rms arus pada rugi – rugi yang didasarkan pada kandungan harmonisa, dengan IR adalah arus nominal maka rugi – rugi dapat didefinisikan dengan persamaan dalam per-unit.

dengan,

PDC adalah rugi – rugi tembaga belitan trafo (watt)

$PDC - R$ adalah rugi – rugi tembaga belitan pada rating arus (watt)

I_h adalah arus harmonisa (perunit)

2.2.6.2 Pengaruh Harmonik pada Rugi Arus Eddy

Eddy Current losses yang dibangkitkan oleh fluks elektromagnetik dianggap bervariasi dengan kuadrat arus rms dan kuadrat dari frekuensi.

Dalam nilai per unit dapat dituliskan sebagai berikut :

dengan,

I_h yaitu arus rms pada orde harmonik (perunit)

$PEC - R$ yaitu rugi arus eddy pada kondisi rating kerja (perunit)

2.2.6.3 Pengaruh Harmonik pada Rugi Sasar Lainnya

Faktor rugi – rugi harmonisa untuk rugi – rugi sasar lain dapat di tulis dalam bentuk yang sama seperti untuk arus eddy belitan :

Oleh karena itu pada beban – beban harmonik, rugi – rugi sasar lain harus dikalikan dengan faktor rugi – rugi harmonik. Berdasarkan riset dan kajian pabrik untuk rugi – rugi sasar (other stray losses) tidak berpengaruh kritis pada belitan trafo type kering (dry type) maka rugi – rugi ini dapat diabaikan atau sama dengan nol..

2.2.7 Akibat yang Ditimbulkan Oleh Harmonik

Dampak yang ditimbulkan harmonisa ialah dapat merusak perlengkapan mesin – mesin listrik, transformator, switchgear, fuse dan rele proteksi. Tranformator, peralatan pemutus (switchgear), dan motor listrik akan mengalami peningkatan rugi – rugi dan pemanasan berlebih. Pada motor induksi akan

mengalami kesalahan gagal start dan berputar pada kecepatan subsinkron. Pemutus tenaga akan mengalami kesalahan pemutusan arus. Umur kapasitas akan lebih pendek disebabkan panas dan stress dari dielektriknya. Karakteristik arus waktu dari fuse dapat berubah, dan rele proteksi akan mengalami perilaku yang tak tentu.

Dampak lain yang ditimbulkan oleh adanya harmonisa antara lain adalah :

1. adanya getaran mekanik pada panel listrik yang membuat getaran resonansi mekanik terhadap pengaruh harmonik arus frekwensi tinggi. Harmonik akan menyebabkan tambahan torsi pada kWH meter jenis elektromekanis yang menggunakan piringan induksi berputar. Sebagai akibatnya terjadi kesalahan penunjukan kWH meter karena piringan induksi tersebut dirancang hanya untuk berputar pada frekwensi dasar.
2. Pemutus beban dapat bekerja di bawah arus pengenalnya atau mungkin tidak bekerja pada arus pengenalnya.
3. Interferensi frekwensi pada sistem telekomunikasi karena biasanya kabel untuk keperluan telekomunikasi ditempatkan berdekatan dengan kawat netral. Triplen harmonisa pada kawat netral dapat memberikan induksi harmonik yang mengganggu sistem telekomunikasi.
4. Kerusakan pada sistem computer

2.2.8 Derating Kapasitas Trafo

Derating adalah suatu langkah yang digunakan untuk mengurangi hal yang ditimbulkan oleh harmonisa pada transformator distribusi agar transformator memiliki umur pemakaian yang panjang sehingga dapat menjaga kehandalan sistem tenaga listrik dan menguntungkan dari segi ekonomisnya. Derating yang dimaksudkan dalam tugas akhir ini hanya membahas tentang analisis penurunan kapasitas daya trafo.

Menurut Bambangdjaya (2011), “Perhitungan untuk menentukan nilai derating suatu trafo dapat dilakukan dengan metode perhitungan nilai THDF (Transformer Harmonic Derating Factor)”. Faktor pengali yang dapat digunakan untuk menghitung besar kapasitas daya baru (kVAbaru) sebuah trafo yang biasa

disebut THDF. Pada dasarnya harga THDF trafo dipengaruhi oleh nilai THD terukur dari sebuah transformator akibat dibebani dengan beban non – linier.

Harga Transformer Harmonic Derating Faktor dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

dengan,

I_{rms} adalah arus rms fasa rata – rata (A)

I_{puncak} adalah arus puncak fasa rata – rata (A)

CF (Crest Factor) = I_{puncak} / I_{rms}

Persamaan untuk menghitung nilai kVA baru adalah :

dengan

kVA baru adalah kapasitas daya terpasang baru trafo kVA pengenal adalah kapasitas daya terpasang lama THDF adalah Transformer Harmonic Distortion Factor

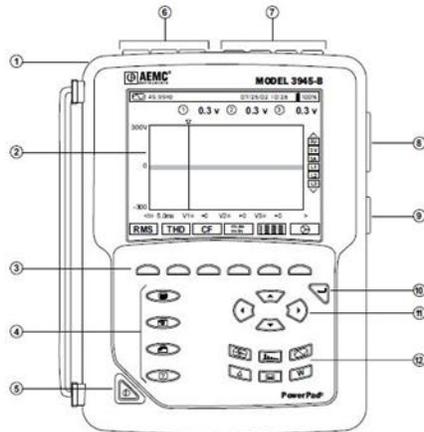
2.2.9 Power Quality Analyzer

Power quality analyzer yaitu suatu alat yang digunakan pengukuran untuk mengetahui kualitas daya dari tenaga listrik. Alat ini sangat lengkap, karena dapat digunakan untuk mengukur tegangan, arus listrik, frekuensi, daya kompleks, daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya

Power quality analyzer yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini yaitu PowerPad Model 3945-B. Power quality analyzer ini mudah digunakan dan tahan guncangan. Alat ini ditujukan untuk para teknisi dan engineer untuk melakukan pengukuran dan pekerjaan diagnostik serta kualitas daya bekerja pada satu, dua, atau tiga fase jaringan tegangan rendah.

Pengguna dapat mendapatkan bentuk gelombang dari karakteristik utama jaringan listrik, dan memonitor variasi pengukuran selama periode waktu tertentu. Sistem multi – tasking pengukuran yang simultan dapat menangani semua fungsi pengukuran dan tampilan bentuk gelombang dari berbagai besaran, deteksi, rekaman yang terus menerus.

Dibawah ini adalah gambar dari PowerPad Model 3945-B :



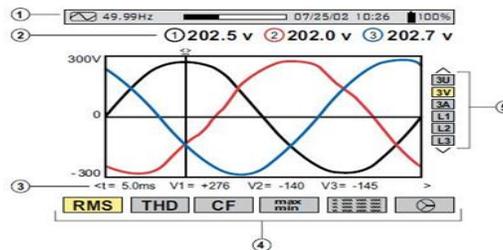
Gambar 2.4 PowerPad Model 3945-B

Keterangan gambar 2.11, sebagai berikut :

1. Over molded protective case
2. Layar LCD berwarna dengan representasi grafis dari parameter sistem dan pengukuran
3. Enam tombol fungsi yang digunakan untuk merubah mode tampilan
4. Empat tombol fungsi yang digunakan pengguna untuk :
 - a. Melakukan setup parameter pada alat
 - b. Mengambil gambar dari tampilan layar yang dapat disimpan di memori
 - c. Mencetak hasil pengukuran dari printer eksternal
 - d. Tombol bantuan
5. Tombol ON / OFF
6. Tiga masukan arus disisi atas alat yang dapat digunakan dari sensor arus
7. Empat tegangan masukan
8. RS-232 untuk transfer data ke PC
9. Daya masukan AC
10. Tombol enter
11. Empat tombol yang dapat memindahkan cursor
12. Enam tombol untuk mengganti mode pengukuran :
 - a. Transients, menampilkan bentuk gelombang dengan perubahan masukan

- b. Tampilan Harmonisa, menampilkan bentuk harmonisa dari tegangan, arus dan daya.
- c. Tampilan bentuk gelombang
- d. Mode daya
- e. Mode record
- f. Alarm event

Tampilan dari PowerPad model 3945-B dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.5 Tampilan dari PowerPad model 3945-B

Keterangan gambar :

1. Tampilan atas (baris indikator), berisi simbol mode pengukuran, frekuensi dari signal yang diukur, status bar kapasitas memori, tanggal dan waktu, status baterai
2. Hasil pengukuran RMS dengan bentuk gelombangnya
3. Nilai T dari signal
4. Pilihan Pengukuran
5. Pilihan tampilan bentuk gelombang

2.2.10 Hipotesis

Merujuk pada landasan teori dan hasil – hasil temuan dari penelitian yang pernah dilakukan maka penelitian ini dapat diambil hipotesis sebagai berikut :

1. THDv dan TDD hasil pengukuran melampaui standar IEEE 519 – 1992.
2. Diketahui data harmonik maka dapat dihitung nilai penurunan kapasitas trafo.
3. Trafo memiliki beban dengan beban non – linier seperti komputer, printer, AC, lampu hemat energy, dan beberapa peralatan elektronik lainnya mengakibatkan

distorsi harmonik tegangan (THD_v) serta distorsi harmonik arus (THD_i) yang cukup besar.