

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kualitas daya pada sistem tenaga merupakan salah satu permasalahan yang banyak dibahas dalam penelitian dan disertasi mahasiswa-mahasiswa, khususnya mahasiswa teknik elektro. Masalah ini dianggap penting, sehingga tidak sedikit para insinyur mencurahkan perhatiannya dalam menulis buku-buku yang membahas secara lengkap mengenai kualitas daya. Karena perhatian terhadap permasalahan tersebut, maka *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) atau lembaga standarisasi lainnya membuat batasan-batasan yang menjadi acuan secara *International* dalam permasalahan kualitas daya.

Kualitas daya sendiri telah banyak disebutkan definisinya oleh ahli-ahli kelistrikan dalam buku-buku serta disertasi-disertasi mereka. Dalam sebuah disertasi berjudul *On Harmonic Distortion in Power Systems* disebutkan bahwa, "Penyebutan kualitas daya telah banyak digunakan selama dekade terakhir ini dan mencakup semua aspek mengenai penyimpangan sistem dari operasi normalnya. Namun untuk membedakan hal itu lebih tepatnya bukan (disebut sebagai) kualitas daya, tapi kualitas tegangan dan arus, karena kualitas daya merupakan bagian dari konsep yang lebih luas". (Lunquist, 2001)

Karena kualitas daya mencakup permasalahan yang luas dalam sistem tenaga listrik, maka sisi tinjauannya menjadi luas. Terdapat dua sisi tinjauan mengenai kualitas daya yaitu tinjauan dari sisi sumber dan beban. Sisi sumber

secara umum dapat dikatakan sebagai penyuplai daya ke beban termasuk utilitas, sedangkan beban secara umum dapat dikatakan sebagai pengguna daya listrik. Karena adanya dua sisi tinjauan ini maka definisi kualitas daya menjadi berbeda-beda sesuai sisi tinjauannya.

Kennedy dalam *Power Quality Primer* mengatakan, kualitas daya dapat didefinisikan dari dua perspektif yang berbeda, tergantung apakah anda memasok atau mengkonsumsi listrik. Kualitas daya pada generator biasanya mengacu pada kemampuan generator untuk membangkitkan daya pada 60/50 Hz dengan sedikit variasi, sementara kualitas daya pada tingkat transmisi dan distribusi mengacu pada tegangan mantap sistem dengan toleransi plus atau minus 5 persen. (Kennedy, 2000)

Sangkanan mengatakan bahwa, kualitas daya adalah sebuah istilah yang memiliki nilai yang berbeda bagi setiap orang. Dalam standard IEEE1100 *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) mendefinisikan kualitas daya sebagai konsep *powering* dan pentanahan peralatan elektronik yang sensitif dan cocok untuk peralatan. (Sangkanan, 2002)

Dalam *Power Quality Primer* Kennedy juga mengutip definisi kualitas daya yang dibawakan Roger Dugan, Mark McGranaghan, dan Wayne Beaty dalam buku mereka *Electrical Power Systems Quality* mengatakan, "Permasalahan daya dapat diwujudkan dalam tegangan, arus, atau penyimpangan frekuensi yang mengakibatkan kegagalan atau kehilangan pengoperasian pada utilitas atau peralatan pengguna" (Kennedy, 2000)

Karena definisi-definisi kualitas daya yang ada pada umumnya semua mengacu pada kualitas tegangan dan arus serta penyimpangan frekuensi. Dengan demikian dapat dirangkum satu definisi yang berlaku umum untuk dua sisi tinjauan kualitas daya baik pada sisi sumber maupun beban yaitu, "Adanya penyimpangan terhadap nilai tegangan, arus dan penyimpangan frekuensi yang mengakibatkan adanya kegagalan atau kehilangan pengoperasian pada komponen sistem tenaga pada sisi sumber dan utilitas serta peralatan pengguna, yang diakibatkan oleh adanya, *"Power Frequency Disturbances, Electro Magnetic Interference, Power System Transients, Electro Static Discharge, Power System Harmonics, Power Factor, dan Grounding And Bonding"*. (Sangkaran, 2002)

Secara umum masalah diatas merupakan masalah yang terjadi pada sisi sumber dan utilitas, adapun harmonisa pada sistem tenaga (*Power System Harmonics*) kebanyakan terjadi pada sisi beban, dan dapat mempengaruhi beban serta utilitas.

Dalam fisika, harmonisa sendiri didefinisikan sebagai getaran atau osilasi. Jika definisi ini diperluas maka dapat dikatakan bahwa harmonisa adalah, "Getaran pada sinyal listrik sinusoidal pada frekuensi kompleks".

Defisi harmonisa yang paling tepat adalah definisi yang disebutkan dalam buku-buku teknik. Sangkaran dalam *Power Quality* mendefinisikan harmonisa sebagai "Cacat pada komponen sinusoidal dari gelombang periodik yang memiliki frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi dasar." (Sangkaran, 2002)

Masalah harmonisa sebenarnya terkait dengan distorsi gelombang akibat penggunaan beban non linear seperti elektronika daya yang dioperasikan

sehingga, De La Rosa dalam *Harmonics And Power System* mengatakan, “Penting untuk menekankan bahwa distorsi gelombang harmonisa hanyalah salah satu dari banyaknya gangguan yang mengganggu operasi sistem kelistrikan. Harmonisa juga merupakan salah satu masalah yang khusus baik dalam penerangan, atau peningkatan penggunaan elektronika daya, yang pada dasarnya beroperasi melalui *elektronik switching*” (De La Rosa, 2006)

Jenis beban yang termasuk dalam kategori beban non-linear juga disebutkan dalam disertasi berjudul *On Harmonic Distortion in Power Systems* diantaranya, “*TV’s, Video recorders, Computers, Printers, Micro wave ovens, Adjustable speed drives (low power), H.F. fluorescent lighting, Small UPS’s, etc*” (Lunquist, 2001)

Dari pemaparan diatas, maka harmonisa yang terjadi pada sistem tenaga adalah akibat pengoperasian beban-beban non-linear. Dengan adanya pengoperasian beban-beban non-linear, khususnya pada sisi beban, seperti pada sistem kelistrikan kampus terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Teknik Elektro sebagai pengguna akhir, dimungkinkan dapat menyebabkan harmonisa dan mempengaruhi kualitas daya, karena kualitas daya dapat dipengaruhi oleh jenis peralatan dan yang digunakan pada sisi beban.

Kennedy mengatakan bahwa, jenis peralatan yang digunakan oleh pengguna akhir, mempengaruhi kualitas daya pada tingkat pengguna akhir tersebut. (Kennedy, 2000)

Dengan dilatar belakangi oleh beberapa hal diatas, penulis kemudian mengambil judul untuk skripsi ini “Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap

Kualitas Daya Listrik di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”

## 1.2. Perumusan Masalah

Kemajuan teknologi tidak selalu memberikan dampak yang baik bagi sistem kelistrikan. Ketika sistem melayani beban yang bersifat non-linear dari teknologi-teknologi yang sedang berkembang saat ini, maka pembebanan non-linear tersebut dapat mempengaruhi operasi sistem kelistrikan dan menimbulkan distorsi pada sinyal sinusoidal.

Guru besar teknik elektro Institut Teknologi Bandung Sudaryatno Sudirham dalam *Analisis Rangkaian Listrik Jilid 3* mengatakan, “Adanya perkembangan teknologi yang terjadi di sisi beban mengarah pada peningkatan efisiensi peralatan dalam penggunaan energi listrik. Alat-alat seperti *air conditioner, refrigerator, microwave oven*, sampai ke mesin cuci dan lampu-lampu hemat energi makin banyak digunakan dan semua peralatan ini menggunakan daya secara *intermittent*. Peralatan elektronik, yang pada umumnya memerlukan catu daya arus searah juga semakin banyak digunakan sehingga diperlukan penyearahan arus. Pembebanan pembebanan semacam ini membuat arus beban tidak lagi berbentuk gelombang sinus” (Sudirham, 2010)

Sudaryatno Sudirham juga mengatakan, “Pada pembebanan non-linier, arus yang mengalir ke beban merupakan arus periodik non-sinus, walaupun sumber memberikan tegangan sinus” (Sudirham, 2010)

Terkait dengan pemanfaatan teknologi sumber harmonisa, sebagai lembaga pendidikan yang profesional, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sendiri banyak mengaplikasi dan menggunakan teknologi-teknologi sumber harmonisa sebagai fasilitas untuk menunjang kinerja Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk keperluan praktikum mahasiswa Teknik Elektro misalnya, disediakan puluhan unit komputer, monitor, beberapa unit router dan switch, papan *Power Elektronik Trainer* PT970721, dan masih banyak lagi teknologi-teknologi yang termasuk dalam kategori beban non-linear yang digunakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan adanya beban-beban non-linear tersebut, peluang timbulnya permasalahan pada sistem kelistrikan Laboratorium dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menjadi lebih besar.

De La Rosa mengatakan dalam *Harmonics And Power Systems*, "Beban non-linear dapat menyebabkan sejumlah gangguan baik distorsi gelombang tegangan, panas berlebih pada transformator dan berbagai perlengkapan daya, kelebihan arus pada peralatan yang terhubung dengan konduktor netral, gangguan telepon, dan masalah pada *kontrol mikroprosesor* dan lain sebagainya". (De La Rosa, 2006)

Agar dapat mengetahui dan menelaah lebih jauh permasalahan harmonisa dan pengaruhnya terhadap kualitas daya, maka penulis melakukan penelitian di Panel Listrik Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Diharapkan dari penelitian ini, penulis mampu memberikan informasi yang ilmiah mengenai pengaruh harmonisa terhadap kualitas daya di

Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta akibat penggunaan beban-beban non-linear, dan pengaruh harmonisa terhadap sistem kelistrikan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta secara umum.

### **1.3. Tujuan dan Manfaat Penulisan**

Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk menevaluasi kualitas daya di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terhadap pengaruh harmonisa akibat sistem mengkonsumsi beban yang bersifat non-linear serta dampak yang ditimbulkannya terhadap sistem, dengan mengacu pada standar *Institute of Electrical and Elecronic Engineers (IEEE) 192.1992*.

### **1.4. Batasan Masalah**

Agar pembahasan yang dipaparkan dalam skripsi ini terarah, maka penulis memberikan batasan masalah antara lain :

1. Analisa data hasil pengukuran dikawasan waktu dan perhitungan terhadap nilai amplituda, sudut fasa, nilai rms arus dan tegangan, daya aktif, daya reaktif dan daya kompleks pada kondisi sinusoidal dan harmonisa.
2. Evaluasi nilai *Total Harmonic Distortion (THD)* arus dan tegangan hasil pengukuran berdasarkan standar yang ditetapkan *Institute of Electrical and Elecronic Engineers (IEEE) 192.1992*.

3. Evaluasi nilai faktor daya hasil pengukuran, baik faktor daya displacement atau faktor daya true sebagai tinjauan kualitas daya di

Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta akibat pengaruh harmonisa.

4. Evaluasi konsumsi daya reaktif Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada kondisi fundamental dan harmonisa.
5. Evaluasi kualitas daya dikawasan fasor dengan meninjau ketidak seimbangan beban akibat adanya harmonisa pada fasa R, S, T dan konduktor netral.
6. Tidak membahas *losses* pada transformator Universitas muhammadiyah Yogyakarta.
7. Tidak membahas filter harmonisa pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Tidak membahas kompensasi daya reaktif pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini antara lain :

1. Studi literatur, yaitu studi kepustakaan dari buku-buku pendukung yang terkait dengan materi dan judul skripsi.
2. Studi himbangan berupa konsultasi bersama dosen pembimbing



## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sebagai gambaran tentang skripsi yang sedang dibuat ini maka sistematika penulisan disusun sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Memuat penjelasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, metode pengumpulan data, sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Berisi penjelasan mengenai harmonisa dan deret Fourier, definisi fungsi periodik harmonisa dan deret Fourier, deret Fourier trigonometri, deret Fourier eksponensial, spektrum garis dan fasa, kesimetrian gelombang non-sinus, harmonisa pada sistem tenaga listrik, pembebanan non-linear ditinjau dari sisi beban dan sumber, daya fundamental dan harmonisa, nilai efektif arus dan tegangan harmonisa, sistem tiga fasa-empat kawat hubung bintang, sistem per-

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Berisi penjelasan mengenai langkah pengukuran, metode pengukuran, jenis alat ukur, bentuk alat ukur *three phase power quality analyzer 3949*, spesifikasi alat ukur *three phase power quality analyzer 3949-b*.

### **BAB IV ANALISA DATA HASIL PENGUKURAN**

Berisi analisa langkah pendekatan perhitungan arus hubung singkat di pcc, analisis pembebanan non-linier data hasil pengukuran dalam kawasan waktu dan kawasan fasor.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran