

PERANCANGAN SISTEM MONITORING VOLTAGE FLICKER BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)

Adhitya Wisnu Wardhana, Faisal Akhbar, Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.,
Jurusan D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: adhitya.wisnu13@mhs.ee.its.ac.id, Faisal13@mhs.ee.its.ac.id

Abstrak - PT. PLN(Persero) tiap tahunnya selalu berusaha memberi kualitas daya yang semakin baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah gangguan *Voltage Flicker*. *Voltage Flicker* adalah gangguan perubahan naik turun tegangan di sistem penyaluran tenaga listrik secara terus menerus yang diakibatkan oleh beban yang berdenyut-denyut (seperti : *arc furnace*, motor listrik, dan las listrik). Permasalahan pada tugas akhir ini adalah bagaimana memonitoring gangguan *Voltage Flicker* agar PLN dapat memberi kualitas daya listrik yang semakin baik. *Voltage Flicker* dapat menyebabkan cahaya lampu yang berkedip yang berefek iritasi pada mata, tidak bekerjanya relay proteksi dengan baik. Tujuan tugas akhir ini adalah membuat perancangan sistem monitoring *Voltage Flicker* yang hasilnya ditampilkan di *interface* Matlab dalam bentuk grafik dan hasil data tegangan dan arus dapat disimpan pada *SD Card* guna mengaudit hasil kualitas listrik. Alat pada Tugas Akhir ini dapat mendeteksi adanya *Voltage Flicker* lalu menghitung ΔV serta THDV dari beban yang diukur. Dari 5 macam beban yang diukur didapatkan hasil bahwa mesin Las Listrik Falcon 211GE berpotensi membangkitkan *flicker*. Alat ini juga dapat membuktikan bahwa metode *Fast Fourier Transform* (FFT) yang digunakan lebih cepat yakni membutuhkan waktu 0,000577069 detik untuk 2500 data sedangkan untuk metode DFT membutuhkan waktu 1,35219 detik. Hasil tegangan dan arus juga dapat disimpan pada *SD Card* dengan selang waktu 1 detik yang ditampilkan pada *Database*.

Kata Kunci: *Monitoring, voltage flicker, FFT, SD Card*

I. PENDAHULUAN

Data terakhir Dinas ESDM Jawa Timur mencatat, rasio elektrifikasi di wilayah Jawa Timur baru mencapai 83%. Dengan kata lain, sebanyak 17% warga Jawa Timur belum memiliki dan menikmati listrik di rumahnya. Semakin tahun angka ini akan meningkat, dengan meningkatnya rasio elektrifikasi Jawa Timur maka kualitas daya listrik yang diperlukan harus semakin baik [1].

Perhatian masyarakat terhadap kualitas daya semakin tahun semakin meningkat seiring dengan penggunaan energi listrik oleh masyarakat. Terdapat definisi yang berbeda tentang kualitas daya listrik, tergantung kerangka acuan yang digunakan dalam

mengartikan istilah tersebut sebagai contoh suatu pengguna utilitas kelistrikan dapat mengartikan kualitas daya listrik sebagai kehandalan, dimana dengan menggunakan angka statistik 99,98%, sistem tenaga listriknya mempunyai kualitas yang dapat diandalkan [2]. Kualitas daya sistem tenaga listrik dipengaruhi oleh adanya gangguan gangguan. Dengan kata lain adanya gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik yang menyebabkan kualitas daya menurun. Gangguan tersebut tidak hanya faktor eksternal seperti petir, pohon tumbang dan curah hujan yang tinggi sedangkan gangguan internal dengan rentang yang luas sehingga dapat mengganggu operasi dari beban industri yang sensitif dan mengganggu jalannya produksi. Gangguan internal masalah kualitas daya ialah *short interruptions, voltage dips, voltage swells, voltage and current transients, voltage and current harmonic distortion, voltage flicker, voltage unbalance, phase angle imbalance, and/or jump* [2]. Dari gangguan gangguan internal tersebut yang menjadi fokus kami adalah gangguan *Voltage Flicker*.

Flickers adalah gangguan perubahan naik turun tegangan di sistem penyaluran tenaga listrik secara terus menerus yang diakibatkan oleh beban yang berdenyut-denyut (seperti : *arc furnace*, motor listrik, dan las listrik) [3]. Pada saat ini dari pihak Perusahaan Listrik Negara jarang melakukan *monitoring* terhadap beban-beban yang dapat menyebabkan kualitas daya menurun, salah satunya *Voltage Flicker*. *Voltage Flicker* dapat menyebabkan cahaya lampu yang berkedip yang berefek iritasi pada mata, tidak bekerjanya relay proteksi dengan baik, menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik yang rentan terhadap adanya fluktuasi tegangan [4]. Alat *Voltage Flicker* meter saat ini telah tersedia, namun harga dari alat ini masih relatif mahal dan tidak digunakan oleh PLN pada setiap beban yang ada.

Dengan adanya sistem *monitoring* terhadap *Voltage Flicker* dapat membantu Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk memenuhi alat *Voltage Flicker* meter yang relatif murah dan melakukan langkah-langkah sejak dini ketika tanda-tanda *flicker* telah ada, sehingga pelayanan dari segi kualitas daya dari PLN terjamin mutu kualitasnya.

1.2 Permasalahan

Besarnya permintaan daya listrik oleh pelanggan yang semakin tinggi tiap tahunnya, menuntut Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk memberikan pelayanan terbaik bagi konsumennya, tidak hanya dari segi fasilitas yang baik namun dari segi kualitas daya yang diberikan pun menjadi tanggung jawab Perusahaan Listrik Negara

(PLN). Berbicara kualitas daya, banyak faktor yang mempengaruhinya, salah satunya adanya gangguan *Voltage Flicker*. Yang menjadi rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana *memonitoring* adanya gangguan *Voltage Flicker* pada sistem tenaga listrik agar kualitas daya yang diberikan PLN terjamin mutu kualitasnya.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah diatas, maka batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Parameter yang diukur adalah arus dan tegangan,
2. Sensor tegangan yang digunakan untuk mengukur besaran tegangan selama proses *sampling* berlangsung adalah ZMPT101B, yang nantinya akan diolah dengan metode FFT,
3. *Sampling* tegangan dilakukan sebanyak 2500 data,
4. Pengujian menggunakan beban 1 fasa arus maksimal 16 A, dengan 5 macam beban,
5. Besaran *Voltage Flicker* akan ditampilkan dalam bentuk gelombang pada HMI,
6. Penyimpanan data pada *SD Card* hanya berupa besaran arus dan tegangan,

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir Perancangan Sistem *Monitoring Voltage Flicker* ini adalah membuat perancangan sistem *monitoring Voltage Flicker*, yang hasil perhitungannya akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada *interface* yang menggunakan Matlab, serta mengukur beban yang dapat menyebabkan terjadinya *Voltage Flicker*. Serta mebuat tampilan *interface* berupa tampilan data yang tersimpan dalam *SD Card* sehingga dapat dilakukan audit kualitas tegangan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, studi literatur, perancangan sistem, simulasi hasil desain, implementasi dan analisis data, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

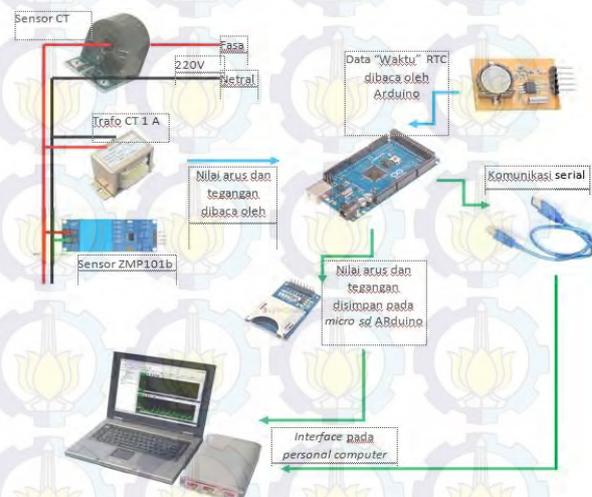
Pada tahap studi literatur akan dipelajari mengenai identifikasi sensor ZMPT101B, Identifikasi sensor arus CT, Identifikasi sensor tegangan, Identifikasi Arduino Mega 2560, identifikasi rangkaian RTC DS 1307, Identifikasi rangkaian *MMC Shield*, dan sistem *interface* pada Matlab. Pada tahap perancangan sistem akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, desain bangun, dan perangkat lunak yang berupa *software interface* menggunakan Matlab akan digunakan untuk menampilkan data dari *hardware*. Pada tahap pengujian dan analisa data, akan dilakukan pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap kepresisian sensor dan alat yang telah kami buat. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Tugas Akhir “Perancangan Sistem *Monitoring Voltage Flicker* Berbasis Arduino Dengan Metode *Fast Fourier Transform* (FFT)” ini mengenai sistem kerja alat secara keseluruhan. Dimana pada alat ini mempunyai dua fungsi yaitu sebagai *monitoring* beban yang dapat menyebabkan terjadinya *Voltage Flicker* serta dapat digunakan untuk menyimpan kondisi tegangan dan arus pada kondisi normal. Kedua fungsi tidak dapat digunakan secara bersamaan, karena ketika digunakan secara bersama maka akan mengganggu proses *sampling* sensor tegangan untuk mendeteksi adanya *Voltage Flicker*.

Sistem kerja dari alat untuk *monitoring Voltage Flicker* yakni diawali dengan melakukan pembacaan sensor tegangan ZMPT101B, kemudian tegangan *output* dari sensor akan dibaca oleh ADC Arduino dan akan diolah menjadi nilai tegangan, lalu hasil nilai tegangan akan dikirim ke *personal computer* dengan komunikasi serial. Pada *personal computer* akan dilakukan pengolahan data tegangan menggunakan *software* Matlab sehingga mendapatkan garfik sinus serta grafik frekuensi yang menjadi indikasi ada atau tidaknya *Voltage Flicker*. Sedangkan untuk sistem kerja pada kondisi normal yakni nilai tegangan dikonversi oleh sensor tegangan serta nilai arus dikonversi oleh sensor arus, kemudian *output* dari sensor akan dibaca oleh ADC Arduino dan diolah menjadi nilai tegangan dan arus yang sebenarnya. Setelah pembacaan sensor telah dilakukan maka Arduino akan mengambil data dari RTC yang berupa data waktu. Setelah itu nilai arus, nilai tegangan, serta data RTC akan disimpan dalam *SD Card* dalam bentuk file *excel*.

Diagram fungsional alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar I.1



Gambar I.1 Skema Sistem Keseluruhan

3.1 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah alat *Monitoring Voltage Flicker* pada Tugas Akhir ini berjalan baik atau tidak. Pengujian dilakukan sebanyak dua macam yaitu, pengujian terhadap beban

dan pengujian pembacaan data yang tersimpan pada *SD Card*.

Pegujian dengan menggunakan beban dilakukan sebanyak lima kali pada lima macam variasi beban yang berbeda – beda. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat sehingga Tugas Akhir ini bisa dikatakan berhasil. Beban yang digunakan merupakan beban yang biasa digunakan dilingkungan sekitar seperti mesin las listrik, gerinda tangan dan sebagainya. Untuk skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema Pegujian Keseluruhan

Dari skema pada Gambar 3.2 akan didapatkan hasil pengukuran yang akan ditampilkan pada layar laptop yang telah dibuat tampilan *interface*. Data yang didapatkan berupa nilai V_{rms} (V), ΔV Positif (V), ΔV Negatif (V), dan THDV (%). Selanjutnya akan ditranformasikan dengan menggunakan metode FFT, dan hasil tersebut akan dibandingkan dengan kondisi tegangan yang normal yakni ketika beban tidak aktif.

3.2 Pengujian Las Listrik Falcon 211GE

Pada pegujian ini menggunakan mesin las listrik Falcon 211GE dengan spesifikasi sebagai berikut [5]:

- Voltage* : 160 - 250 Volt
- Daya listrik* : 1300 - 2200 Watt
- Arus output* : 20 - 200 Ampere
- Diameter kawat las* : 2,0 - 5,0 mm
- Ukuran soket* : 25 mm
- Pendingin* : kipas
- Duty cycle* : 60 % (pada 200 A), 100 % (pada 160 A)

Skema pengujian sesuai dengan Gambar 3.2. Pengujian ini untuk mengetahui pengaruh mesin las Falcon 211GE terhadap kualitas tegangan terutama pada saat mesin las tersebut dalam keadaan aktif. Pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.3. Nilai yang dibandingkan pada pengujian ini diantaranya : grafik dari tegangan ketika mesin las aktif dan ketika tidak adanya beban, selain itu kondisi ΔV dan THDV juga akan dilihat dan dibandingkan nilainya.



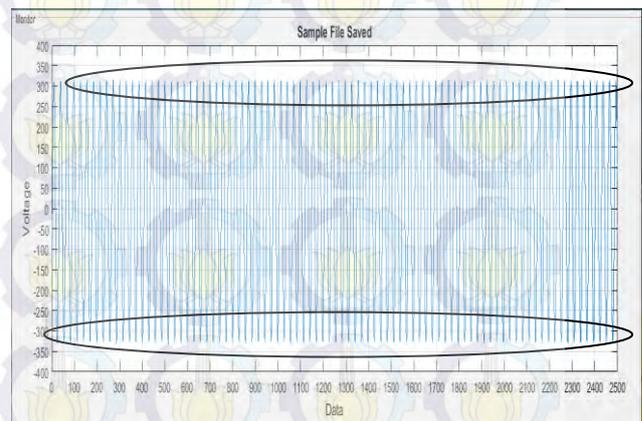
Gambar 3.3 Pengujian Las Listrik Falcon 211GE

Setelah dilakukan pengujian, maka data yang tampil pada *interface* berupa hasil pengujian terhadap las listrik Falcon 211GE yang terdapat pada Tabel 3.1.

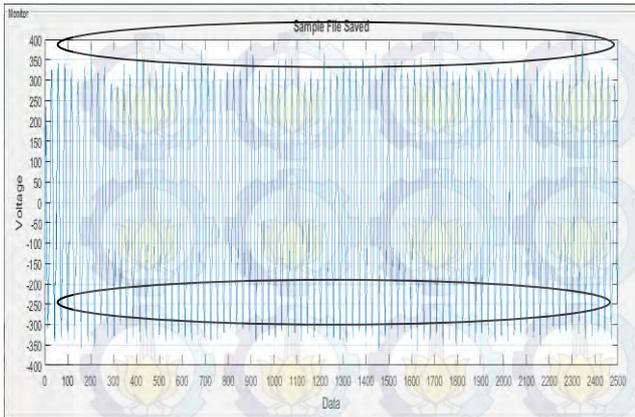
Tabel 3.1 Data Pengujian Las Listrik Falcon 211GE

No	Kondisi	V_{rms} (V)	ΔV Positif (V)	ΔV Negatif (V)	THD V (%)
1.	Tanpa Beban	223,514	2,0093	-4,3907	2,862
2.	Las Aktif	216,607	67,4886	-47,7314	13,42

Dari Tabel 3.1 terlihat perbedaan antara kondisi tidak berbeban (mesin las tidak aktif) dan ketika mesin las aktif. Dari kondisi V_{rms} yang turun ketika mesin las aktif, adanya pengaruh terhadap tegangan ketika mesin las aktif. Selain itu ΔV yang naik drastis dengan perbedaan yang sangat besar, mengindikasikan bahwa kondisi tegangan yang tidak stabil seperti pada kondisi tanpa beban. Data yang diambil dengan *sampling* tegangan sebanyak 2500 data *sampling*. Grafik gelombang dalam keadaan normal dan kondisi mesin las aktif ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Gelombang Ketika Tanpa Beban

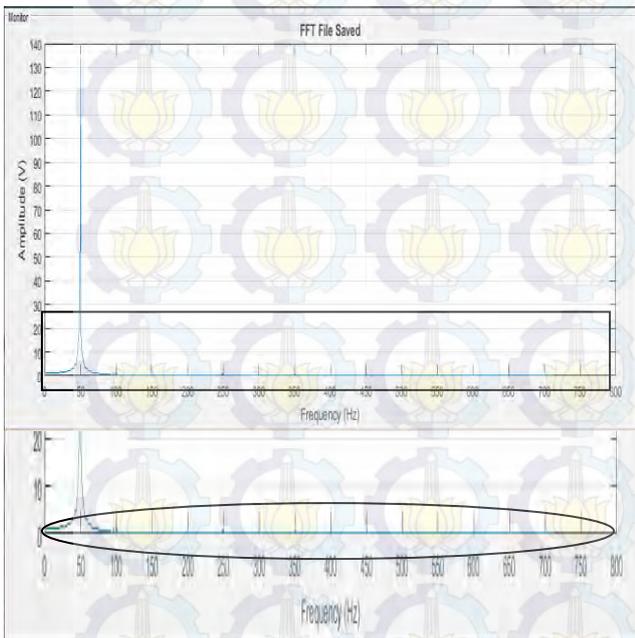


Gambar 3.5 Gelombang Ketika Mesin Las Aktif

Dari kedua Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 terlihat perubahan kondisi gelombang tegangan ketika mesin las diaktifkan. Mesin las akan menarik tegangan yang besar ketika diaktifkan. Pada Gambar 3.4 ketika kondisi tanpa beban terlihat gelombang yang stabil tanpa adanya perubahan naik atau turunnya tegangan. Hal tersebut yang menyebabkan ΔV yang tidak terlalu tinggi perubahannya.

Pada gelombang yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 terlihat adanya perubahan naik dan turunnya tegangan secara tidak beraturan. Hal tersebut berpengaruh terhadap kondisi ΔV yang berubah sangat tinggi, berarti terjadi perbedaan tegangan dalam waktu yang terus menerus selama mesin las diaktifkan.

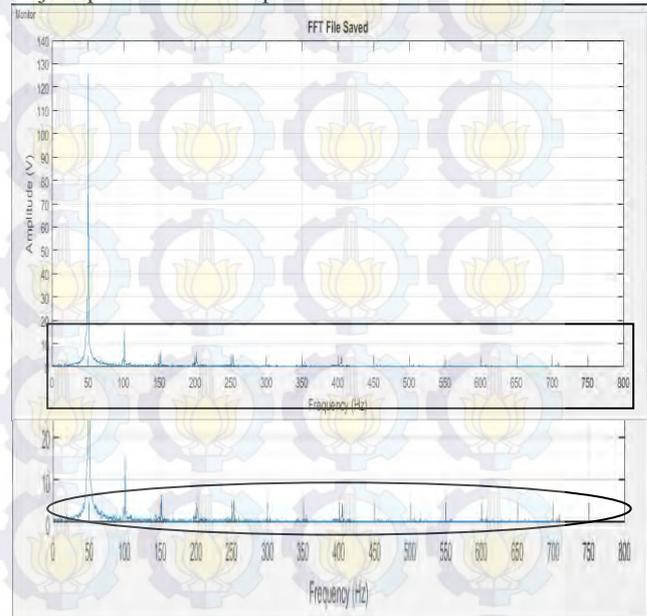
Selanjutnya akan dibandingkan grafik hasil transformasi dari domain waktu menjadi domain frekuensi menggunakan metode FFT. Gambar 3.6 adalah grafik hasil transformasi gelombang tegangan tanpa beban, pada Gambar 3.7 adalah grafik hasil transformasi gelombang saat melakukan pengelasan.



Gambar 3.6 Transformasi Gelombang Tanpa Beban

Dari Gambar 3.6 tidak terlihat adanya riak pada sekitar frekuensi 50 Hz. Dan pada frekuensi

kelipatannya yaitu 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, tidak terlihat adanya lonjakan, berarti kondisi tegangan dalam keadaan normal tidak ada harmonisa tegangan yang terjadi pada kondisi tanpa beban.



Gambar 3.7 Transformasi Kondisi Mesin Las Aktif

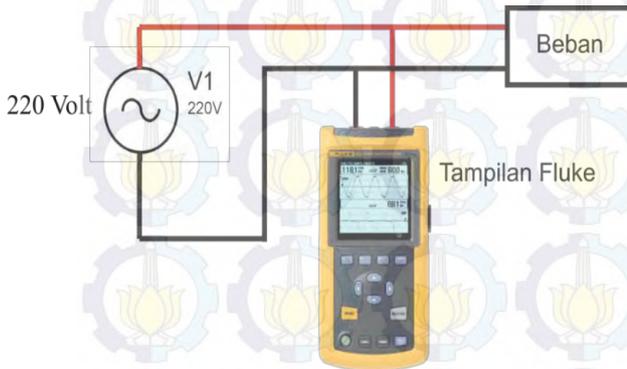
Pada Gambar 3.7 terlihat adanya lonjakan pada frekuensi selain frekuensi fundamental yaitu pada 50 Hz. Terdapat riak disekitar frekuensi 50 Hz berbeda dengan kondisi tanpa beban yang tidak ada riak disekitar frekuensi fundamental. Selain itu pada frekuensi kelipatan 50 Hz yaitu, 100 Hz adanya lonjakan yang sangat tinggi sekitar 13 Volt, pada frekuensi 150 Hz juga terdapat lonjakan sekitar 5 Volt, dan pada kelipatannya yakni 200 Hz, 250 Hz terdapat lonjakan tetapi sudah menurun. Dari hasil tersebut yang berpengaruh terhadap nilai THDV yang sangat tinggi yakni sekitar 13,4252 % .

Setelah dilakukan pengujian terhadap mesin las listrik Falcon 211GE yang didapatkan data-data diatas dapat disimpulkan, ketika mesin las aktif maka berpengaruh terhadap kondisi tegangan sekitar dimana hal tersebut dapat mempengaruhi peralatan yang ada disekitar. Selain itu mesin las Falcon 211GE berpotensi menghasilkan *flicker* yang dibuktikan dengan adanya gelombang yang tidak stabil yaitu pada Gambar 3.5 dimana terjadi naik dan turunnya tegangan yang tak beraturan. Serta terjadi lonjakan frekuensi yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 yang seharusnya tidak ada lonjakan selain frekuensi fundamental.

3.3 Pengujian dengan Power System Analyzer

Dilakukan pengujian ini untuk membandingkan hasil transformasi dari Tugas Akhir ini dengan *Power System Analyzer*. Hal bertujuan untuk mengetahui hasil transformasi dengan metode FFT pada Tugas Akhir ini apakah sudah sesuai dengan alat ukur yang telah diuji kebenarannya. Pada pengujian ini menggunakan alat ukur *Power System Analyzer* yang terhubung dengan sumber

tegangan, dan diparalel dengan beban yang nantinya akan diambil datanya. Skema pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Skema Pengujian *Power System Analyzer*

Pada pengujian ini digunakan beban gerinda tangan maktec, pengambilan data dilakukan ketika gerinda ini aktif. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 3.9 merupakan hasil dari pengukuran *Power System Analyzer* dan Gambar 3.10 merupakan hasil dari Tugas Akhir ini.



Gambar 3.9 Hasil *Power System Analyzer*



Gambar 3.10 Hasil Transformasi FFT

Dari Gambar 3.9 dan Gambar 3.10 terlihat hasil transformasi untuk beban dalam keadaan aktif, yang hasilnya menunjukkan pada frekuensi fundamental 50 Hz akan muncul, sedangkan pada kelipatannya tidak ada puncak yang muncul dari kedua gambar diatas.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil dari metode FFT yang digunakan pada Tugas Akhir ini telah sesuai dengan hasil alat ukur yang telah teruji

kebenaran, dan dapat diartikan bahwa alat ini dapat digunakan untuk pengambilan data *Voltage Flicker*.

IV. ANALISA RELEVANSI

Alat ini merupakan perancangan awal untuk *monitoring Voltage Flicker*. Apabila akan diimplementasikan pada kehidupan sehari-hari perlu adanya penyesuaian dengan beban yang akan diukur, karena pada alat ini kemampuan pengukuran hanya dibatasi pada beban dengan batas arus maksimal 16 A dan hanya dapat digunakan untuk beban 1 fasa.

Voltage Flicker banyak terjadi pada beban 3 fasa, untuk melakukan pengukuran pada beban 3 fasa maka perlu dilakukan penambahan komponen pada alat yang telah dibuat pada Tugas Akhir ini. Proses *monitoring* tidak berlangsung secara terus menerus, hanya dilakukan sebanyak 2500 data *sampling*, ketika diimplementasikan pada kehidupan sehari – hari, sebaiknya proses *sampling* dilakukan secara terus-menerus, sehingga data yang didapat lebih baik dari data yang hanya terbatas pada 2500 data.

Diharapkan dengan adanya alat *monitoring Voltage Flicker* maka dapat membantu PT PLN (Persero) dalam memberikan pelayanan yang terbaik kepada konsumen. Serta dapat mencegah adanya kerusakan pada peralatan konsumen karena penggunaan peralatan yang dapat menimbulkan *Voltage Flicker* dapat dihindari ataupun diberi peralatan tambahan untuk mengurangi dampak dari *Voltage Flicker*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada Tugas Akhir ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi adanya *Voltage Flicker* dengan jumlah *sampling* sebanyak 2500 data, selain itu kondisi tegangan dan arus yang terukur saat tidak monitoring flicker dapat disimpan pada *SD Card* dengan jeda 1 detik. Hasil penyimpanan data ini sangat perlu untuk mengaudit kondisi tegangan dan juga arus.

Pada Tugas akhir ini terdapat komponen RTC yang pembacaannya memiliki kesalahan 0 %. RTC ini diperlukan untuk mengetahui waktu sekarang dan waktu saat penyimpanan data tegangan dan arus pada *SD Card*. Kesimpulan lain bahwa, dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) perhitungan dapat dilakukan lebih cepat membutuhkan waktu 0,000577069 detik untuk 2500 data. Pada monitoring *flicker* juga dapat mendeteksi nilai dari ΔV serta THDV dari tegangan terukur untuk mengetahui beban yang terukur tersebut tergolong beban potensi *flicker* dan harmonisa atau tidak. Untuk pengambilan data percobaan pada Tugas Akhir ini, menggunakan 5 macam jenis beban yang diuji dan di dapatkan hasil bahwa beban Las Listrik Falcon 211GE berpotensi menimbulkan *Voltage Flicker*.

REFERENSI

[1] J. Lewis Blackburn, **Protective Relaying Principles and Applications, Second Edition.**

- [2] Burke, J.J. and Lawrence, D. J., **IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems**, vol. PAS-103, no. 1, pp. 1-6, January 1984.
- [3], **Buku 1 Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik**, PT PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [4] Fariadin, D., Prototipe Deteksi Lokasi Gangguan pada Tegangan Menengah Menggunakan Mikrokontroler, **Tugas Akhir**, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2014.
- [5], **Falcon 211GE**, <http://www.perkakasku.com/>, 11 Maret 2014

