



## Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

[ranahresearch@gmail.com](mailto:ranahresearch@gmail.com)

<https://jurnal.ranahresearch.com/>



### Implementasi Metode *Fast Fourier Transform* pada Sistem *Monitoring Voltage Flicker*

Rani Kurnia<sup>1</sup>, Riki Mukhaiyar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Negeri Padang, Indonesia, [ranikurnia603@gmail.com](mailto:ranikurnia603@gmail.com)

<sup>2</sup> Universitas Negeri Padang, Indonesia, [riki.mukhaiyar@yahoo.co.uk](mailto:riki.mukhaiyar@yahoo.co.uk)

Corresponding Author: [ranikurnia603@gmail.com](mailto:ranikurnia603@gmail.com)

**Abstract:** *West Sumatra is recorded to have an electrification ratio of 92.96%. Every year this figure will continue to increase, with the increase in the electrification ratio in West Sumatra, the quality of the required electric power will increase. Meanwhile, an increase in the electrification ratio will cause a decrease in the quality of electric power. The power quality of the electric power system is affected by disturbances. In other words, some disturbances occur in the electric power system which causes a decrease in power quality. The disturbance is in the form of external factors and internal factors. External factors include lightning, fallen trees, and others, while internal factors include short interruptions, voltage swells, voltage and current transients, and voltage flicker. Of these disturbances, the discussion will be focused on voltage flicker disturbances. Voltage flickers have several pathways, including causing malfunctions in the protective relay, and voltage surges that can cause bright and dim flickering of lighting lamps. The purpose of this final project is to create a tool to detect the presence of Voltage Flicker using the fast Fourier transform method so that it can observe the flicker that occurs with fast Fourier transform waves in Matlab applications.*

**Keyword:** *Fast Fourier Transform, Monitoring, Voltage Sag.*

**Abstrak:** Sumatera Barat tercatat memiliki rasio elektrifikasi sebesar 92,96%. Setiap tahun angka ini akan terus meningkat, dengan meningkatnya rasio elektrifikasi di Sumatera Barat maka kualitas tenaga listrik yang dibutuhkan akan meningkat. Sedangkan peningkatan rasio elektrifikasi akan menyebabkan penurunan kualitas tenaga listrik. Kualitas daya sistem tenaga listrik dipengaruhi oleh gangguan. Dengan kata lain, beberapa gangguan terjadi pada sistem tenaga listrik yang menyebabkan penurunan kualitas daya. Gangguan tersebut berupa faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal meliputi petir, pohon tumbang, dan lain-lain, sedangkan faktor internal meliputi gangguan singkat, pembengkakan tegangan, transien tegangan dan arus, dan kedipan tegangan. Dari gangguan tersebut, pembahasan akan difokuskan pada gangguan kedip tegangan. Kedipan tegangan memiliki beberapa jalur, antara lain menyebabkan malfungsi pada relai pelindung, dan lonjakan tegangan yang dapat

menyebabkan kedip terang dan redup pada lampu penerangan. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat alat untuk mendeteksi adanya Voltage Flicker menggunakan metode fast Fourier transform sehingga dapat mengamati kedipan yang terjadi dengan gelombang transformasi Fourier cepat pada aplikasi Matlab.

**Kata Kunci:** Transformasi Fourier Cepat, Pemantauan, Sag Tegangan.

---

## PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) Sumatera Barat mencatat rasio elektrifikasi di Sumatera Barat mencapai 92,96%. Dengan kata lain sebanyak 7,04% masyarakat Sumatera Barat belum menikmati listrik di rumahnya. Setiap tahun angka ini akan terus meningkat, dengan meningkatnya rasio elektrifikasi di Sumatera Barat maka kualitas daya listrik yang diperlukan semakin meningkat. Sedangkan dengan meningkatnya rasio elektrifikasi maka akan menyebabkan kualitas daya listrik menurun.

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 berupa faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal berupa petir, pohon tumbang dan curah hujan yang tinggi sedangkan faktor internal berupa *short interruption, voltage dips, voltage swells, voltage and current transients, voltage and current harmonic distortion, voltage flicker, voltage unbalance, phase angle imbalance*. Dari gangguan – gangguan tersebut pembahasan akan difokuskan pada gangguan *voltage flicker*.

*Flicker* atau kedip tegangan adalah variasi tegangan atau fluktuasi tegangan yang disebabkan beban yang berubah sangat cepat dan terjadi terus menerus. Fluktuasi tegangan adalah suatu perubahan tegangan yang sistematis atau serangkaian perubahan tegangan secara acak dimana *magnitude* dari tegangan mempunyai nilai yang tidak semestinya (Roger C. Dugan 1996), yaitu di luar rentang tegangan ditentukan oleh ANSI C84.1 sebesar 0,9 pu sampai 1,1 pu. Menurut IEC 61000-2-1 salah satu fluktuasi tegangan mempunyai karakteristik sebagai rangkaian tegangan acak yang berfluktuasi secara terus menerus. Istilah *flicker* atau kedip tegangan berasal dari dampak adanya fluktuasi tegangan terhadap lampu yang dianggap berkedip seperti mata manusia yang berkedip. *Voltage flicker* merupakan salah satu dari beberapa gangguan serius dalam permasalahan kualitas daya yang dapat memperburuk stabilitas dan efisiensi dari sebuah sistem tenaga.

*Fast Fourier Transform* dalam bahasa Indonesia adalah Transformasi *Fourier* Cepat adalah sumber dari suatu algoritma untuk menghitung *Discrete Fourier Transform* (transformasi *fourier* diskrit atau DFT) dengan cepat, efisien dan *inversnya*. *Fast Fourier Transform* (FFT) diterapkan dalam beragam bidang dari pengolahan sinyal digital dan memecahkan persamaan diferensial parsial menjadi algoritma – algoritma untuk pengandaan bilangan integer dalam jumlah banyak. Ada pun kelas dasar dari algoritma FFT yaitu *Decimation In Time* (DIT) dan *Decimation In Frequency* (DIF). Garis besar dari kata *fast* diartikan karena formulasi FFT jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode perhitungan algoritma *Fourier Transform* sebelumnya. FFT menjadi salah satu bentuk transformasi yang umum digunakan untuk merubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT dalam pengolahan isyarat meliputi periode dan frekuensi

Alat *voltage flicker* meter yang tersedia saat ini harganya relatif mahal dan tidak digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada setiap beban yang ada. Dengan biaya pembuatan yang relatif murah dan dengan beberapa proses pengembangan lebih lanjut maka alat ini diharapkan bisa menjadi solusi terhadap permasalahan tersebut, sehingga pelayanan dari segi kualitas daya dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) terjamin mutu kualitasnya. Untuk mempermudah mengamati flicker yang terjadi dilakukan dengan *interface* data *flicker*

ke aplikasi matlab dengan menggunakan metode *fast fourier transform* (FFT), sehingga ketika terjadinya *flicker* bisa diamati secara langsung melalui gelombang.

## METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu studi literature, perancangan sistem, pengujian dan analisa. Dimana setiap tahapan merupakan langkah awal untuk menuju tahap berikutnya. Sehingga setiap tahapan harus dilakukan secara berurutan dan sistematis.

Pada tahapan studi literatur akan dipelajari mengenai *voltage flicker*, komponen yang akan digunakan untuk mendeteksi *voltage flicker*, penyebab *voltage flicker* dan metode *fast fourier transform* (FFT). Pada tahap perancangan sistem dilakukan perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan *hardware* berupa pembuatan alat *monitoring voltage flicker*. Sedangkan untuk perancangan *software* yaitu pemrograman alat menggunakan aplikasi arduino IDE dan interface data hasil monitoring melalui *Graphical User Interface* (GUI) pada aplikasi matlab. Prinsip kerja alat ini yaitu mendeteksi terjadinya *flicker* dan melakukan *interface* dari hasil pembacaan ke aplikasi matlab dengan metode *fast fourier transform* (FFT). Pada tahap pengujian dan analisa data akan dilakukan pengujian, pengukuran secara keseluruhan dengan berbagai macam variasi beban. Pada tahap ini setiap data yang diperoleh akan di *interface* ke aplikasi matlab dengan metode *fast fourier transform* (FFT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem *monitoring voltage flicker* dengan metode *fast fourier transform* ini bertujuan untuk melihat terjadinya *voltage flicker* melalui aplikasi matlab dengan metode *fast fourier transform*. FFT dalam pengolahan isyarat meliputi periode dan frekuensi. Secara umum periode di definisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk sebuah isyarat atau gelombang mencapai suatu gelombang penuh dan dapat menentukan nilai periodesitasnya. Perlu dicermati bahwa pengertian ini berlaku untuk isyarat monokromatis, isyarat yang dimaksud adalah gelombangnya bersifat tunggal, pasti memiliki sebuah periode. Dengan demikian isyarat itu dikenal dengan istilah periodis, pengamatan dapat dilakukan dengan memantau gelombang untuk mengetahui nilai yang terkandung dalam isyarat dan periodenya.

Adapun cara kerja alat ini yaitu mendeteksi terjadinya *voltage flicker* dengan 3 buah beban dan melakukan *interface* pada aplikasi matlab. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah alat *monitoring voltage flicker* bekerja sesuai dengan fungsinya atau tidak. Pengujian dilakukan sebanyak 2 macam yaitu pengujian menggunakan beban dan pengujian tanpa beban. Pengujian menggunakan beban dilakukan sebanyak enam kali dengan variasi beban berbeda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui akurasi alat *monitoring voltage flicker* tersebut. Beban – beban tersebut meliputi peralatan rumah tangga, seperti: kulkas, mesin cuci dan *charger* HP.

### Beban Kulkas

Salah satu alasan pemilihan beban kulkas untuk mendeteksi terjadinya *voltage flicker* adalah arus *start* yang di butuhkan kulkas relatif besar. Hal ini dibuktikan dengan MCB yang sering turun atau *off* dengan sendirinya ketika kulkas baru dinyalakan. Pada pengujian beban kulkas menggunakan kulkas LG dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tegangan	: 220 Volt
Arus	: 1,8 Ampere
Daya	: 396 Watt
Kecepatan Putar	: 1400 R/s
Frekuensi	: 50 Hz

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kulkas LG terhadap kualitas tegangan terutama pada saat kulkas tersebut aktif. Pada pengujian diambil 2 buah sampel

yaitu ketika tanpa beban atau kulkas mati dan dengan beban kulkas atau kondisi ketika kulkas aktif. Pengujian ditunjukkan pada gambar 1:

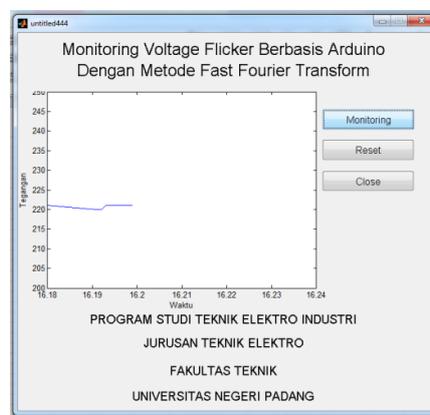


**Gambar 1. Pengujian dengan beban kulkas**

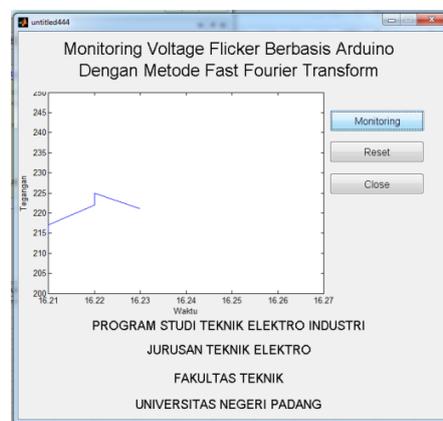
Setelah dilakukan pengujian dengan 2 kondisi yaitu tanpa beban dan menggunakan beban kulkas. Dimana sampel yang digunakan sebanyak 5 buah untuk setiap kondisi. Sedangkan delay untuk setiap pengujian sampel yaitu 1000 detik diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 1. Pengujian beban kulkas**

Kondisi	Tegangan pada kondisi ke- (delay 1000)				
	1	2	3	4	5
Tanpa Beban	221 V	220 V	220 V	221 V	221 V
Beban Kulkas	215 V	217 V	222 V	225 V	221 V



**Gambar 2. Hasil interface tanpa beban pada aplikasi matlab**



**Gambar 3. Hasil interface beban kulkas pada aplikasi matlab**

Dari tabel 1 terlihat perbedaan antara kondisi tidak berbeban (kulkas tidak aktif) dan kondisi berbeban (kulkas aktif). Dimana ketika kulkas tidak aktif tegangan relatif stabil dan tidak terdeteksi adanya *voltage flicker*. Sedangkan ketika kulkas aktif menunjukkan adanya indikasi *voltage flicker* karena terjadi *fluktuasi* tegangan yang disebabkan oleh beban kulkas. Dimana *fluktuasi* tegangan yang disebabkan oleh beban kulkas menyebabkan kenaikan dan penurunan nilai tegangan pada kisaran 2 volt sampai dengan 5 volt. Berdasarkan data tersebut maka kulkas dapat digolongkan sebagai salah satu beban pada instalasi 1 fasa yang memiliki indikasi *voltage flicker*.

### Pengujian Beban Mesin Cuci

Salah satu alasan pemilihan beban mesin cuci adalah daya yang dibutuhkan relatif besar dan digunakan dalam jangka waktu agak lama. Pada pengujian beban mesin cuci menggunakan mesin cuci LG dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan : 220 Volt
- Arus : 2 Ampere
- Daya : 440 Watt
- Kecepatan Putar : 1400 Rpm
- Frekuensi : 50 Hz

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mesin cuci LG terhadap kualitas tegangan terutama pada saat mesin cuci tersebut aktif. Hal ini bertujuan untuk melihat indikasi beban penghasil flicker satu persatu. Pada pengujian diambil 2 buah sampel yaitu ketika tanpa beban atau mesin cuci mati dan dengan beban mesin cuci atau kondisi ketika mesin cuci aktif. Pengujian beban mesin cuci ditunjukkan seperti tampak pada gambar 4 berikut ini:

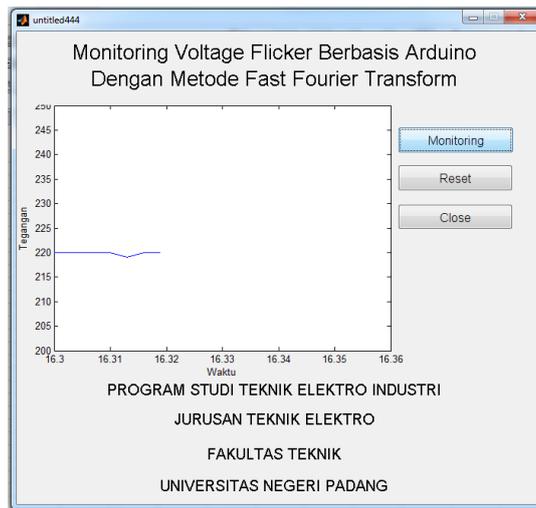


Gambar 4. Pengujian dengan beban mesin cuci

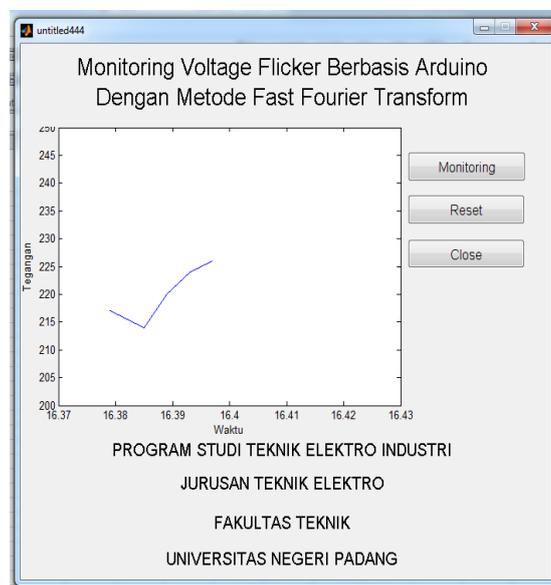
Pengujian ini dilakukan dengan 2 buah kondisi yaitu tanpa beban (ketika mesin cuci tidak aktif) dan menggunakan beban (ketika mesin cuci aktif). Dimana setiap kondisi diambil 5 buah sampel dengan delay 1000. Dari hasil pengujian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian Beban Mesin Cuci

Kondisi	Tegangan pada kondisi ke- (delay 1000)				
	1	2	3	4	5
Tanpa Beban	220 V	220 V	219 V	220 V	220 V
Beban mesin cuci	217 V	214 V	220 V	224 V	226 V



Gambar 5. Hasil interface tanpa beban pada aplikasi matlab



Gambar 6. Hasil interface beban mesin cuci pada aplikasi matlab

Dari tabel 2 terlihat perbedaan antara kondisi tidak berbeban (mesin cuci tidak aktif) dan kondisi berbeban (mesin cuci aktif). Kondisi tegangan yang relatif stabil ketika tanpa beban, yaitu pada kisaran 219 V sampai dengan 220 V. Ketika menggunakan beban (ketika mesin cuci aktif) terlihat adanya *fluktuasi* tegangan pada kisaran 214 V sampai 226 V. Hal ini menunjukkan adanya *indikasi voltage flicker* ketika menggunakan beban mesin cuci. Oleh karena itu mesin cuci digolongkan sebagai beban penyebab *voltage flicker* pada instalasi 1 fasa.

### Pengujian Beban *Charger HP*

Pemilihan beban *charger HP* dilakukan karena pada kondisi saat ini *charger HP* merupakan hal yang umum digunakan setiap hari. Pada pengujian beban *charger HP* menggunakan *charger Vivo* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan : 220 Volt
- Arus : 0,5 Ampere
- Daya : 110 Watt
- Frekuensi : 50 Hz

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban *charger HP* terhadap kualitas tegangan. Pengujian dilakukan dengan 2 buah sampel yaitu tanpa beban (*charger*

tidak aktif) dan kondisi ketika berbeban (*charger* aktif). Pengujian ditunjukkan pada gambar 16 berikut:



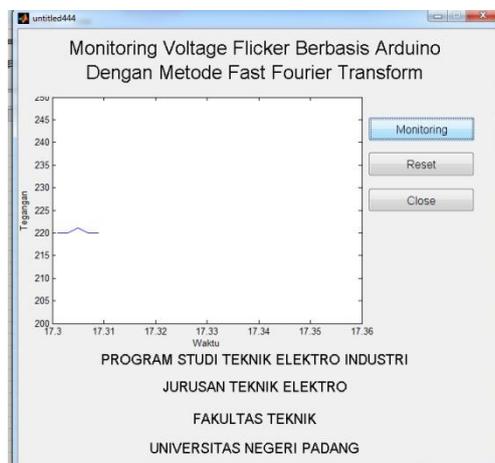
**Gambar 7. Pengujian dengan beban charger HP**

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan beban *charger* HP dengan 2 sampel yaitu tanpa beban (*charger* tidak aktif) dan dengan beban (*charger* aktif). Pengujian dilakukan dengan 5 kondisi untuk setiap keadaan dengan delay 1000. Dari hasil pengujian didapat hasil pengukuran sebagai berikut:

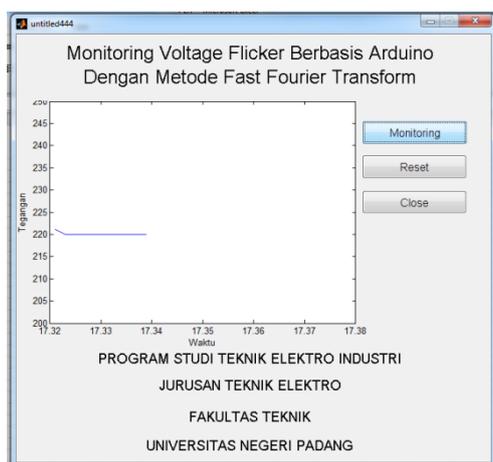
**Tabel 3. Hasil Pengujian Beban Charger HP**

Kondisi	Tegangan pada kondisi ke- (delay 1000)				
	1	2	3	4	5
Tanpa Beban	22 0 V	22 0 V	2 21 V	22 0 V	22 0 V
Beban <i>charger</i> HP	22 1 V	22 0 V	2 20 V	22 0 V	22 0 V

Dari tabel 3 terlihat bahwasanya pada kondisi tanpa beban (*charger* tidak aktif) dan kondisi berbeban (*charger* aktif) tegangan relatif stabil. Hal ini menunjukkan bahwasanya beban *charger* bukanlah penyebab terjadinya *voltage flicker*. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwasanya beban *charger* bukanlah penyebab teradinya *voltage flicker* pada instalasi 1 fasa.



**Gambar 8. Hasil Interface Tanpa Beban Pada Aplikasi Matlab**



**Gambar 9. Hasil Interface Beban Charger HP Pada Aplikasi Matlab**

Dari tabel 3 terlihat bahwasanya pada kondisi tanpa beban (*charger* tidak aktif) dan kondisi berbeban (*charger* aktif) tegangan relatif stabil. Hal ini menunjukkan bahwasanya beban *charger* bukanlah penyebab terjadinya *voltage flicker*. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwasanya beban *charger* bukanlah penyebab terjadinya *voltage flicker* pada instalasi 1 fasa.

Dari ketiga data hasil percobaan dapat disimpulkan bahwasanya beban kulkas dan mesin cuci dapat menimbulkan terjadinya *voltage flicker*. Sedangkan untuk beban dengan menggunakan *charger* HP tidak menimbulkan *voltage flicker*. Untuk beban kulkas menimbulkan *drop* tegangan sebesar 6 Volt. Untuk beban mesin cuci menimbulkan *drop* tegangan sebesar 5 Volt. Hal ini menunjukkan adanya indikasi beban sebagai penyumbang penyebab terjadinya *voltage flicker* pada instalasi 1 fasa. Sedangkan untuk penggunaan beban *charger* HP terjadi *drop* tegangan yang kecil yaitu 0,5 Volt yang berarti hal ini tidak menunjukkan indikasi adanya *voltage flicker*, sehingga beban *charger* HP bisa digolongkan kepada beban bukan penyumbang terjadinya *voltage flicker*.

*Voltage flicker* memiliki beberapa dampak diantaranya menyebabkan malfungsi pada relay proteksi. Malfungsi yang terjadi pada relay proteksi dapat mengganggu sistem proteksi jaringan yang telah dikoordinasikan dengan baik. *Voltage flicker* juga dapat merusak peralatan elektronik yang sensitif terhadap fluktuasi tegangan. Selain itu *voltage flicker* menyebabkan fluktuasi tegangan yang dapat menyebabkan kedipan terang dan redup pada lampu penerangan yang dapat mengganggu kenyamanan penglihatan mata manusia, tidak bekerjanya relay proteksi dengan baik menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik yang rentan terhadap adanya fluktuasi tegangan.

Alat *monitoring voltage flicker* yang telah dibuat ini merupakan perancangan awal untuk *monitoring voltage flicker*. Apabila alat ini akan diimplementasikan pada instalasi rumah tangga perlu adanya penyesuaian dengan beban – beban yang digunakan pada rumah tangga. Alat ini memiliki keterbatasan pengukuran yaitu 6 Ampere yang berarti baru bisa digunakan pada instalasi listrik 450 VA, 900 VA, dan 1300 VA pada beban 1 fasa.

*Voltage Flicker* juga terjadi pada beban 3 fasa, untuk melakukan pengukuran *voltage flicker* pada beban 3 fasa maka perlu dilakukan penyempurnaan berupa penambahan komponen pada alat ini. Dengan adanya alat *monitoring voltage flicker* ini diharapkan dapat membantu PT. PLN (Persero) dalam memberikan pelayanan kepada konsumen sehingga kualitas daya listrik yang diterima pelanggan terjamin kualitasnya. Pada sisi konsumen diharapkan dapat meminimalisir penggunaan alat penyumbang *flicker* terbesar, sehingga dapat menanggulangi kerusakan pada peralatan rumah tangga selain itu dapat memberikan alternatif lain pada peralatan rumah tangga tersebut dengan metode *kompensasi flicker* seperti pemasangan saluran baru, *kompensasi capacitif*, dan *kompensator* dengan elektronika daya untuk mencegah terjadinya *flicker*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat *monitoring voltage flicker* ini maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwasanya alat ini dapat digunakan untuk mendeteksi *voltage flicker* yang terjadi dan mengindikasikan beban penyebab terjadinya *flicker* dan mampu melakukan *interface* ke aplikasi matlab, sehingga dapat mengamati *voltage flicker* yang terjadi pada aplikasi matlab. Berdasarkan pengujian terhadap 3 buah beban pada instalasi rumah tangga dapat diperoleh kesimpulan bahwasanya beban penyumbang terjadinya *voltage flicker* yaitu: kulkas dan mesin cuci, Sedangkan penggunaan beban *charger* HP bukanlah penyebab terjadinya *voltage flicker*.

Dengan adanya alat *monitoring voltage flicker* ini diharapkan dapat membantu PT. PLN (Persero) dalam memberikan pelayanan kepada konsumen sehingga kualitas daya listrik yang diterima pelanggan terjamin kualitasnya. Pada sisi konsumen diharapkan dapat meminimalisir penggunaan alat penyumbang *flicker* terbesar, sehingga dapat menanggulangi kerusakan pada peralatan rumah tangga

## REFERENSI

- A.R. Marjan, R. Mukhaiyar, "Perancangan Konveyor Pengangkut Buah Semangka Berdasarkan Berat Berbasis Mikrokontroler", *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, iss. 1, pp. 219-225, 2020.
- Caldara, S., Nuccio, S., & Spataro, C. (1998). A virtual instrument for measurement of flicker. *IEEE Transactions on instrumentation and measurement*, 47(5), 1155-1158.
- Chen, M. T., & Meliopoulos, A. S. (2000, October). Wavelet-based algorithm for voltage flicker analysis. In *Ninth International Conference on Harmonics and Quality of Power. Proceedings (Cat. No. 00EX441) (Vol. 2, pp. 732-738)*. IEEE.
- D. Ika, "Alat Otomatisasi Pengukur Kadar Vitamin C Dengan Metode Titrasi Asam Basa," *J. Neutrino J. Fis. dan Apl.*, 2009.
- D. Kho, "Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerja LCD." Retrieved from [https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal ...](https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal...), 2019.
- D.A. Putra, R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time", *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp.26-34, 2020.
- D.E. Myori, R. Mukhaiyar, E. Fitri, "Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic", *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 19, iss. 1, pp. 9-16, 2019
- F. Djuandi, "Pengenalan arduino," *E-book. www. tobuku*, pp. 1-24, 2011.
- Girgis, A. A., Stephens, J. W., & Makram, E. B. (1995). Measurement and prediction of voltage flicker magnitude and frequency. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 10(3), 1600-1605.
- H. Aulia, R. Mukhaiyar, "A New Design of Handless Stirred Device", *Proceeding 4<sup>th</sup> International Conference on Technical and Vocational Education and Training (TVET)*, pp. 579-582, 2017.
- H. Temongmere and B. Marsudi, "Rancang Bangun Prototipe Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Berbasis Arduino." Sekolah Tinggi Teknik PLN, 2018.
- Huang, S. J., & Lu, C. W. (2004). Enhancement of digital equivalent voltage flicker measurement via continuous wavelet transform. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 19(2), 663-670.

- I. Dinata and W. Sunanda, "Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 83–88, 2015.
- M.S. Yoski, R. Mukhaiyar, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 158-161, 2020.
- M. Syukri, R. Mukhaiyar, "Alat Pendeteksi Formalin Pada Makanan Menggunakan IoT", *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, iss. 2, pp. 56-64, 2021.
- Morcos, M. M., & Gomez, J. C. (2002). Flicker sources and mitigation. *IEEE Power Engineering Review*, 22(11), 5-10.
- Nuccio, S. (1997, May). A digital instrument for measurement of voltage flicker. In *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Sensing, Processing, Networking. IMTC Proceedings (Vol. 1, pp. 281-284)*. IEEE.
- R.C.J. Wydmann, R. Mukhaiyar, "Augmented Reality dalam Penggunaan Alat Rumah Tanggal Berbasis Internet Of Things", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp.84-91, 2020.
- R.F. Ramadhan, R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi", *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 129-134, 2020.
- R. Mukhaiyar, "Digital Image dan Remote Sensing Image as a Data for an Identification of a Quality of a Non-Point Source Pollutant in Ciliwung River, Indonesia", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 32, pp. 142-151, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Klasifikasi Penggunaan Lahan dari Data Remote Sensing", *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, vol. 2, iss. 1, pp. 1-16, 2010.
- R. Mukhaiyar, "Cancellable Biometric using Matrix Approaches", *Theses in Newcastle Univesity*, UK, 2015.
- R. Mukhaiyar, "The Comparation of Back Propagation Method and Kohon Method for Gas Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 13, iss. 38, pp. 97-103, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Geographic Information System and Image Classification of Remote Sensing Synergy for Land-Use Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 16, iss. 53, pp. 245-251, 2019
- R. Mukhaiyar, "Quality of Non-Point Source Pollutant Identification using Digital Image and Remote Sensing Image", *International Journal of Computer, Electrical, Automation Control, and Information Engineering*, World Academy of Science, Engineering, and Technology, vol. 5, iss. 7, pp. 753-758, 2011.
- R. Mukhaiyar, "Core-Point, Ridge-Frequency, and Ridge-Orientation Density Roles in Selecting Region of Interest of Fingerprint", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 30, pp. 146-150, 2017.
- R. Mukhaiyar, "Analysis of Galton-Henry Classification Method for Fingerprint Database FVC 2002 and 2004", *International Journal of GEOMATE*, vol. 12, iss. 40, pp. 118-123, 2017.
- R. Mukhaiyar, "The Comparation of Back Propagation Method and Kohon Method for Gas Identification", *International Journal of GEOMATE*, vol. 13, iss. 38, pp. 97-103, 2017.

- R. Mukhaiyar, R. Safitri, "Implementation of Artificial Neural Network: Back Propagation Method on Face Recognition System", *Proceedings 2019 16<sup>th</sup> International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, November 14, 2019.
- R. Mukhaiyar, Syawaludin, "Security System Design on Feature Information of Biometric Fingerprint using Kronecker Product Operation and Elementary Row Operation", *Proceedings of 2019 16<sup>th</sup> International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, November 14, 2019.
- R. Mukhaiyar, "Generating a Cancellable Fingerprint using Matrices Operations and Its Fingerprint Processing Requirements", *Asian Social Sciences*, vol. 14, no. 6, pp. 1-20, 2018
- R. Mukhaiyar, S.S. Dlay, W.L. Woo, "Alternative Approach in Generating Cancellable Fingerprint by Using Matrices Operations", *Proceeding of ELMAR-2014*, pp. 1-4, 2014
- S.M. Liusmar, R. Mukhaiyar, "Perancangan Sistem Otomasi Penggunaan Barcode Scanner Pada Trolley Berbasis Arduino Mega 2560", *VoteTEKNIKA: Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 43-49, 2020.