



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK I - Surabaya, 26 Juni 2021

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2021.1813

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043

Email : snestik@itats.ac.id

Analisis *Harmonisa* pada Sistem Kelistrikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Surabaya

Nanik Sukmawati¹, Titiek Suheta², Mat Syai'in³

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: naniksukmawati@gmail.com

ABSTRACT

State Vocational High School 5 (SMKN 5) is a technical school that has many practical tools and non-linear loads in every laboratory, such as computers, chargers, power electronic devices, and so on. One of the laborites that often get damaged in the CPU and UPS is the computer laboratory. The measurement result obtained shows that the harmonic value in the computer laboratory was high enough, namely 90.76% and it had exceeded the IEEE STD 519-2014 standard limit of 5%. IF this harmonic allowed to continue, it would cause problems with other electrical equipment, like transformers. It would decrease the power and increase losses. The damage of electrical equipment because of age reduce of the tools and cable burnt. Therefore, it is necessary to reduce the harmonic by designing a single tuned passive filter simulation that was attached to the computer laboratory bus, so, it could reduce harmonic value and met the standard of 5%.

Keywords: CPU; Harmonics; IEEE; Single tuned passive filter; UPS.

ABSTRAK

Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 merupakan sekolah teknik yang di dalamnya banyak terdapat alat-alat praktik di setiap laboratoriumnya dan memiliki banyak beban non-linear seperti komputer, *charger*, perangkat elektronika daya, dan lain sebagainya. Salah satu laboratorium yang sering mengalami kerusakan, seperti perangkat CPU dan UPS adalah laboratorium komputer. Dari hasil pengukuran, didapatkan bahwa nilai *harmonisa* pada laboratorium komputer cukup tinggi, yaitu sebesar 90,76% yang sudah melebihi batas standar IEEE STD 519-2014, yaitu 5%. Jika nilai *harmonisa* dibiarkan terus-menerus, akan menimbulkan masalah pada peralatan listrik lainnya, seperti pada transformator. Yang terjadi ialah dayanya menurun dan bertambahnya *losses*, rusaknya peralatan listrik karena umur dari alat tersebut berkurang, dan terbakarnya kabel. Oleh karena itu, perlu dilakukan peredaman *harmonisa* dengan mendesain simulasi filter pasif *single*

tuned yang dipasang pada bus laboratorium komputer sehingga dapat mengurangi nilai *harmonisa* yang ditimbulkan dan memenuhi standar 5%.

Kata kunci: CPU; Filter pasif *single tuned*; Harmonisa; IEEE; UPS.

PENDAHULUAN

Salah satu penyebab yang membuat kualitas daya menurun adalah *harmonisa*. *Harmonisa* disebabkan oleh beban yang tidak seimbang pada peralatan elektronik yang di dalamnya terdapat komponen semikonduktor. Dalam sistem tenaga listrik, dikenal dua jenis beban, yaitu beban linear dan beban non-linear. Beban linear merupakan beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran linear. Arus yang mengalir akan sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Beban linear ini bersifat pasif dan tidak mampu memproduksi energi listrik. Justru, akan menjadi konsumen energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya yaitu elemen pemanas dan lampu pijar [1].

Saat ini, perangkat elektronik adalah suatu kebutuhan yang sangat penting. Terbukti saat ini banyak peralatan elektronik yang sangat membantu manusia dalam hal perkantoran maupun rumah tangga. Peralatan elektronik tersebut dapat digolongkan sebagai beban non-linear yang membutuhkan daya yang besar dan stabil agar peralatan tersebut tidak mengalami kerusakan. Beban non-linear inilah yang mengakibatkan arus dari jala-jala sistem menjadi non-sinusoidal terdistorsi atau memiliki *total harmonic distortion* (THD) yang sangat tinggi. Untuk mengetahui nilai THD pada suatu instalasi listrik, dibutuhkan alat ukur *harmonisa* yaitu *harmonic analyzer*. Tetapi, alat ukur *harmonisa* tersebut masih relatif mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan alat ukur yang lebih sederhana dan memiliki tingkat akurasi yang menyerupai *harmonic analyzer*. Dalam perancangan dan implementasi, alat ukur ini memanfaatkan sensor tegangan dan arus untuk mendapatkan nilai daya tampak serta menggunakan analisis transformasi Fourier diskrit dalam mendapatkan nilai komponen *harmonisa* yang digunakan untuk mendapatkan nilai THD [2].

Seperti yang sudah diketahui, beban listrik terdiri dari dua jenis, yaitu beban linear dan beban non-linear. Beban disebut linear, jika nilai gelombang berbanding lurus dengan tegangan beban dan menyebabkan bentuk gelombang arus menjadi sama dengan tegangan bentuk gelombang dari beban [3].

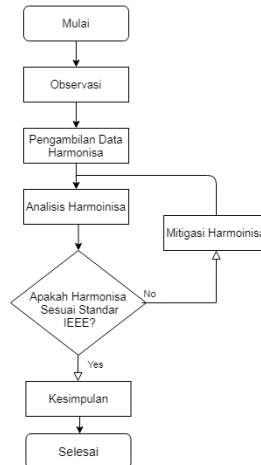
Kualitas sistem tenaga merupakan aspek penting dalam layanan tenaga listrik kepada masyarakat. Terdapat berbagai permasalahan yang dapat menurunkan kualitas sistem tenaga dalam penyediaan layanan tenaga listrik kepada masyarakat. Kualitas daya (*power quality*) berkaitan sangat erat dengan kualitas sistem tenaga. Dengan demikian, permasalahan yang muncul dalam kualitas daya listrik akan dapat sangat mempengaruhi suatu sistem tenaga. Salah satu permasalahan dalam kualitas daya yang dapat sangat mempengaruhi keadaan suatu sistem tenaga adalah *harmonisa*. *Harmonisa* dalam sistem tenaga listrik umumnya disebabkan oleh keadaan beban non-linear yang dalam hal ini adalah beban pada sektor industri yang banyak menggunakan peralatan dengan komponen *converter* atau *thyristor*. *Harmonisa* yang diakibatkan oleh keadaan tersebut dapat menyebabkan distorsi pada tegangan dan arus. Distorsi tersebut dapat memiliki frekuensi yang merupakan kelipatan dari frekuensi dasar sistem. Hal tersebut kemudian dapat menyebabkan gelombang tegangan dan arus yang dihasilkan menjadi tidak sinusoidal murni sehingga pada akhirnya dapat memberikan gangguan pada peralatan sistem tenaga [4].

Dalam dunia pendidikan, Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 5 merupakan sekolah teknik yang di dalamnya banyak terdapat beban non-linear, khususnya di laboratorium komputer. Oleh karena itu, diperlukan suatu perhitungan dan analisis untuk menentukan besar kapasitas dari filter *harmonisa* yang akan dipasang. Penelitian ini akan membahas mengenai upaya penekanan kandungan *harmonisa* pada pemakaian tenaga listrik di laboratorium komputer SMKN 5 Surabaya.

METODE

Alur Penelitian

Pada penelitian tentang perbaikan kualitas daya, alur penelitian yang dibuat seperti pada Gambar 1. Analisis data *harmonisa* menggunakan standar IEEE.



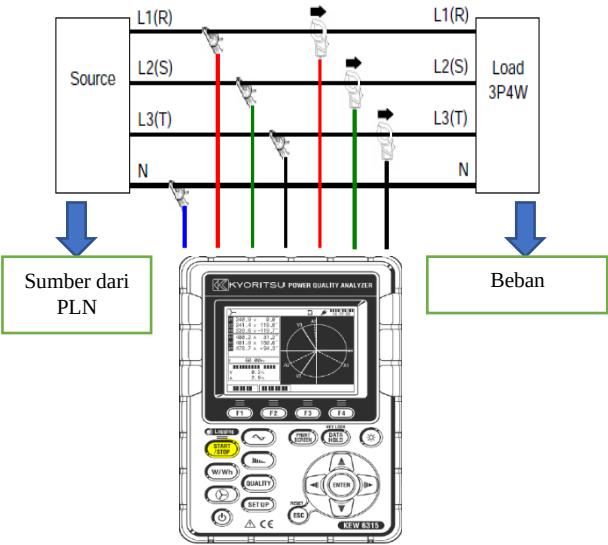
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengambilan Data Primer

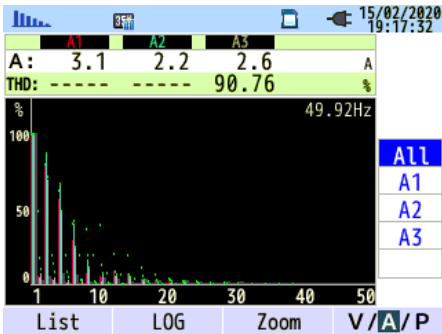
Kandungan harmonisa arus dan tegangan listrik pada penelitian ini dapat diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur *power quality analyzer* Kyoritsu KEW-6315. Alat ukur ini digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya, faktor daya, *harmonisa* (THD) arus dan tegangan. Berdasarkan cara memperolehnya, data primer merupakan data yang diambil secara langsung dari objek penelitian [5]. Data primer dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dari hasil observasi secara langsung di laboratorium komputer SMKN 5 Surabaya. Data primer tersebut adalah *static load*. Peralatan listrik yang dikategorikan dalam *static load* adalah peralatan yang memiliki kondisi saturasi dan peralatan elektronika daya, seperti *power supply* dan AC.

Rangkaian instalasi pengukuran seperti pada Gambar 2. Untuk tahapan pengukuran *harmonisa* arus dan tegangan menggunakan *power quality analyzer* Kyoritsu KEW-6315 sebagaimana berikut.

1. Menghubungkan kabel *probe input* terminal pada lubang terminal alat ukur.
2. Menghubungkan kabel *probe* biru ke kawat netral.
3. Menghubungkan kabel *clamp* sensor arus dan tegangan (merah) ke kawat fasa R.
4. Menghubungkan kabel *clamp* sensor arus dan tegangan (hijau) ke kawat fasa S.
5. Menghubungkan kabel *clamp* sensor arus dan tegangan (hitam) ke kawat fasa T.
6. Melakukan pengambilan data mulai pukul 09.00–11.30 WIB di laboratorium komputer mulai hari Senin-Rabu.



Gambar 2. Gambaran instalasi pengukuran.



Gambar 3. Persentase harmonisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Individual harmonic distortion (IHD) adalah rasio antara nilai RMS dari *harmonisa* individual dan nilai RMS dari fundamental. *Total harmonic distortion* (THD) adalah rasio antara nilai RMS dari komponen *harmonisa* dan nilai RMS dari fundamental. Hubungan antara THD dan IHD dapat dilihat dari Persamaan 1 berikut [6].

$$I_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

(1)

Tabel 1. Hasil analisis *harmonisa* arus bulan Desember 2019.

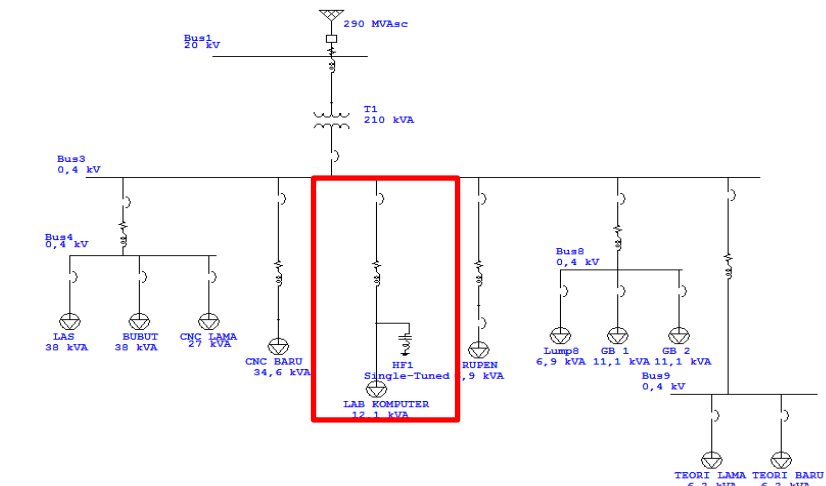
Tanggal	Jam	% Harmonisa
9	09.00.17	99,8574
	09.30.17	103,9430
	10.00.17	104,8018
	10.30.17	101,3221
	11.00.17	103,5157
	11.30.17	103,9430

Tanggal	Jam	% Harmonisa
10	09.00.00	275,6109
	09.30.00	153,8779
	10.00.00	160,2986
	10.30.00	154,8548
	11.00.00	158,7833
	11.30.00	155,0061
11	09.00.00	35,7051
	09.30.00	34,8150
	10.00.00	34,4487
	10.30.00	34,3811
	11.00.00	34,4584
	11.30.00	34,6462
16	09.00.17	98,5171
	09.30.17	110,3574
	10.00.17	72,7054
	10.30.17	99,8574
	11.00.17	112,0389
	11.30.17	73,9985
17	09.00.17	103,9430
	09.30.17	111,6363
	10.00.17	72,3854
	10.30.17	104,8018
	11.00.17	114,8842
	11.30.17	76,8465
18	09.00.17	101,3149
	09.30.17	103,3077
	10.00.17	78,9887
	10.30.17	103,5157
	11.00.17	107,0754
	11.30.17	85,2367
19	09.00.17	1,2875
	09.30.17	1,2708
	10.00.17	1,2263
	10.30.17	1,3686
	11.00.17	1,3361
	11.30.17	1,4351

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa persentase THDi di laboratorium komputer pada jam 11.00 ke atas berada pada kisaran diatas 5%. Bila mengacu kepada standar IEEE bahwa persentase THDi paling besar adalah 5% maka persentase THDi di laboratorium komputer Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Surabaya saat ini tidak memenuhi standar yang diizinkan.

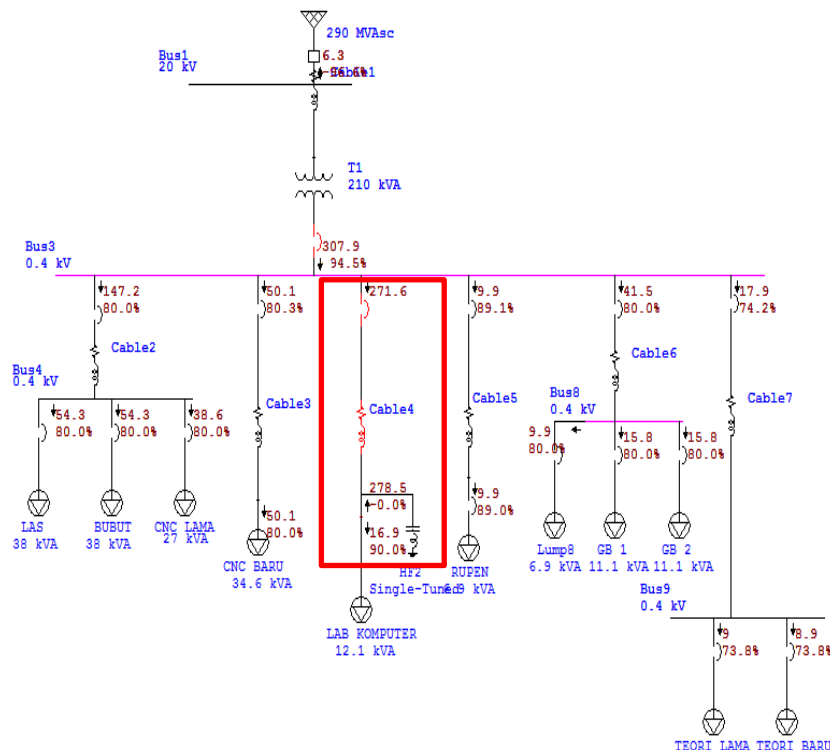
Hasil Simulasi Pemasangan Filter

Simulasi pemasangan filter pada panel laboratorium komputer sebelum menuju ke beban, seperti tampak pada Gambar 4. Sebelum dilakukan pemasangan filter, ada hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu dalam perancangan filter. Filter dipasang hanya sesuai dengan kebutuhan. Perhitungan dari filter pada simulasi ini dimasukkan pada parameter sehingga hasilnya dapat dilihat saat *run* program *load flow analysis* maupun pada saat *harmonic load flow*.



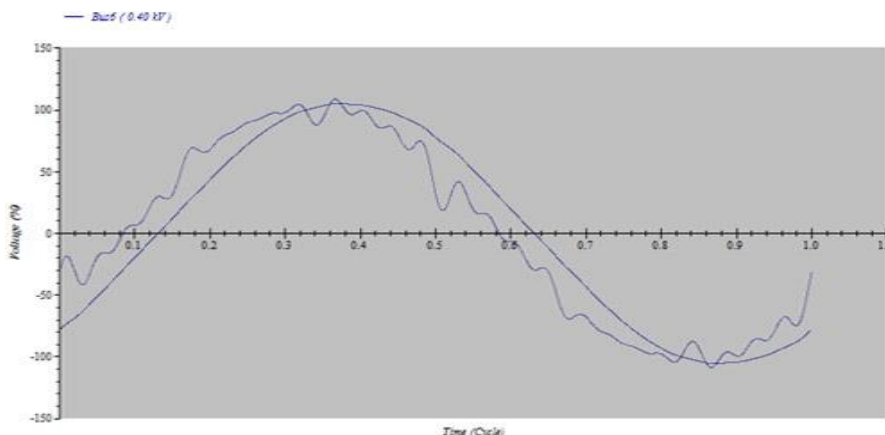
Gambar 4. Single line setelah dipasang filter.

Untuk hasil *running* program simulasi, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil *run* load flow analysis setelah dipasang filter.

Setelah dilakukan pemasangan filter, hasil dari *waveform* mendekati fundamental, seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. *Waveform* setelah dipasang filter.

Pada Gambar 6, sumbu x adalah waktu dan sumbu y adalah tegangan. Pada Gambar 6 dapat dilihat dengan jelas perbandingan *swaveform* sebelum dan sesudah pemasangan filter sehingga dapat dikatakan bahwa peredaman *harmonisa* tepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pada sistem kelistrikan laboratorium di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Surabaya memiliki faktor daya yang kurang baik, yaitu sebesar 67% serta memiliki kandungan *harmonisa* yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan perancangan filter *harmonisa* untuk dipasang pada bus yang bermasalah. Dapat disimpulkan bahwa penambahan filter *harmonisa* (*single tuned filter*) merupakan solusi paling tepat untuk mengatasi permasalahan pada kelistrikan laboratorium komputer di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Surabaya. Hasil simulasi dan analisis pemasangan filter pasif sebagai upaya optimalisasi kualitas daya pada sistem kelistrikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Surabaya, setelah dilakukan pemasangan filter, nilai kandungan *harmonisa* dapat diminimalisasi dan nilai *power factor* sesuai dengan standar PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Koerniawan and A. W. Hasanah, "Kajian harmonisa pada pemakaian tenaga listrik gedung STT-PLN Jakarta," *Kilat*, vol. 8, no. 2, pp. 180–189, 2019, doi: 10.33322/kilat.v8i2.547.
- [2] A. Kasim and T. Ariyadi, "Pengurangan arus harmonisa dengan filter akibat beban nonlinier di kampus A universitas bina darma palembang," pp. 1–6, 2010.
- [3] N. P. U. Putra, A. Soeprijanto, N. K. Aryani, and D. F. U. Putra, "Harmonic Effect for Voltage Stability Condition in Radial Distribution System," *Proc. - 2019 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2019*, pp. 165–170, 2019, doi: 10.1109/ISITIA.2019.8937215.
- [4] S. B. Mulia, P. T. Elektro, P. E. Indorama, D. K. Kuning, and G. Harmonisa, "Kelistrikan Pabrik Peleburan Baja," vol. 2, no. 2, pp. 74–82, 2017.
- [5] I. Suwanda, "Kajian Gangguan Harmonisa dan Simulasi Perbaikan Sistem Kelistrikan Di Gedung Rektorat Politeknik Negeri Ketapang," *Energi & Kelistrikan*, vol. 11, no. 2, pp. 114–128, 2019, doi: 10.33322/energi.v11i2.840.
- [6] H. Sugiarto, "Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak," *Vokasi*, vol. 8, no. 2, pp. 80–89, 2012.

Halaman ini sengaja dikosongkan