



ANALISA PERANCANGAN FILTER PASIF HARMONISA PADA INSTALASI SISTEM TENAGA LISTRIK MOTOR INDUKSI BERBASIS MATLAB SIMULINK

Arfani Nanda Aristiantoro

Article History:

Submitted: 12-08-2021
Revised: 17-08-2021
Accepted: 24 – 08 - 2021

Keywords:

Harmonic, THD, IEEE, Matlab Simulink

Kata Kunci:

Harmonisa, THD, IEEE, Matlab Simulink

Koresponding:

Universitas Islam Kediri Kediri,
Jawa Timur, Indonesia
Email:
arfaniaristantoro@gmail.com

Abstract

This study discusses harmonics in a 3-phase network in a husk mill Using a 3-phase motor and the use of an inverter in the control. One of the causes of a decrease in power quality is harmonics, which is caused by the formation of waves with different frequencies at one load. In the mill, one of the loads is a motor and inverter which can cause harmonics. In this study, the analysis was carried out by comparing the THD before using the filter and before using the filter using simulation. Where the proportion of THD harmonics allowed according to the IEEE standard is a maximum of five percent. To determine the THD proportion of the voltage and current harmonics in the installation of a power system, a simulation was designed using Matlab Simulink. From the test results without a filter, the results of the phase voltage THD R = 137.12%, S = 137.58%, T = 137.51% and THD phase current R = 25.01 %, S = 24.90%, T = 25.01%, while when using the filter the results obtained are THD phase voltage R = 0.0006 %, S = 0.0006%, T = 0.0006% and THD phase current R = 0.01%, S = 0, 01%, T = 0.01%).

Abstrak

Pada penelitian ini membahas harmonisa pada jaringan 3-fasa pada sebuah penggilingan sekam yang menggunakan motor 3-fasa dan pemakaian inverter pada kontrol. Salah satu hal penyebab terjadinya penurunan kualitas daya adalah harmonisa, yang disebabkan oleh pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda pada salah satu bebannya. Pada tempat penggilingan salah satu bebannya berupa motor dan inverter yang dapat menyebabkan harmonisa. Pada penelitian ini analisa dilakukan dengan membandingkan antara THD sebelum pemakaian filter dan sesudah pemakaian filter menggunakan simulasi. Dimana persentase THD harmonisa yang diperbolehkan menurut standart IEEE maksimal sebesar lima persen. Untuk mengetahui persentase THD harmonisa tegangan dan arus tersebut pada instalasi sistem tenaga dirancang sebuah simulasi dengan Matlab Simulink. Dari hasil pengujian tanpa filter didapat hasil THD tegangan fasa R = 137.12 %, S = 137.58%, T = 137,51% dan THD arus fasa R = 25.01 %, S = 24.90%, T = 25,01%, sedangkan pada saat menggunakan filter didapatkan hasil THD tegangan fasa R = 0.0006 %, S = 0.0006%, T = 0.0006% dan THD arus fasa R = 0.01%, S = 0.01%, T = 0.01%).

PENDAHULUAN

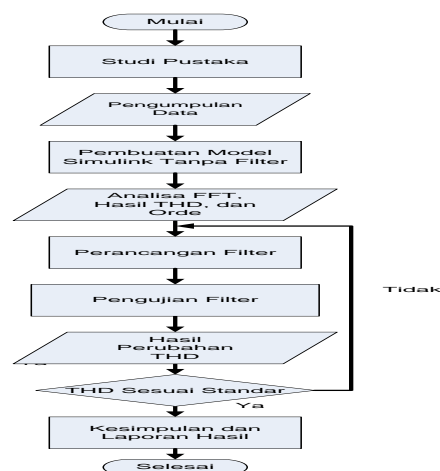
Perusahaan penggilingan sekam di Desa Sumberejo Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri merupakan perusahaan yang bergerak sebagai penggiling sekam untuk campuran pakan ternak. Di suatu industry yang menggunakan beban motor induksi, inverter, dan lain-lain pasti akan timbul harmonisa. Harmonisa atau harmonik adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dengan frekuensi dasarnya (fundamental). Hal ini disebut frekuensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik.

Salah satu hal penyebab terjadinya penurunan kualitas pada daya adalah harmonisa. Harmonisa disebabkan oleh pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda atau bisa juga disebabkan adanya beban-beban karena adanya beberapa perangkat yang menggunakan bahan semikonduktor seperti perangkat computer, LED, dan lain-lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa persentase harmonisa tegangan pada sistem instalasi penggilingan sekam. Dikarenakan standar yang dibolehkan dari IEEE sendiri hanya memperbolehkan persentase THD dari harmonisa sebesar 5% saja. Karena semakin besar harmonisa pada sebuah sistem kelistrikan dapat mengganggu pendistribusian pada sistem tenaga listrik dan juga dapat merugikan konsumen dan produsen listrik (PLN). Tujuan dari penelitian merancang filter untuk membuat THD harmonisa di bawah lima persen. Untuk mengetahui persentase THD harmonisa tegangan dan arus pada instalasi sistem tenaga dapat ditambahkan filter pasif yang dirancang dengan Matlab Simulink

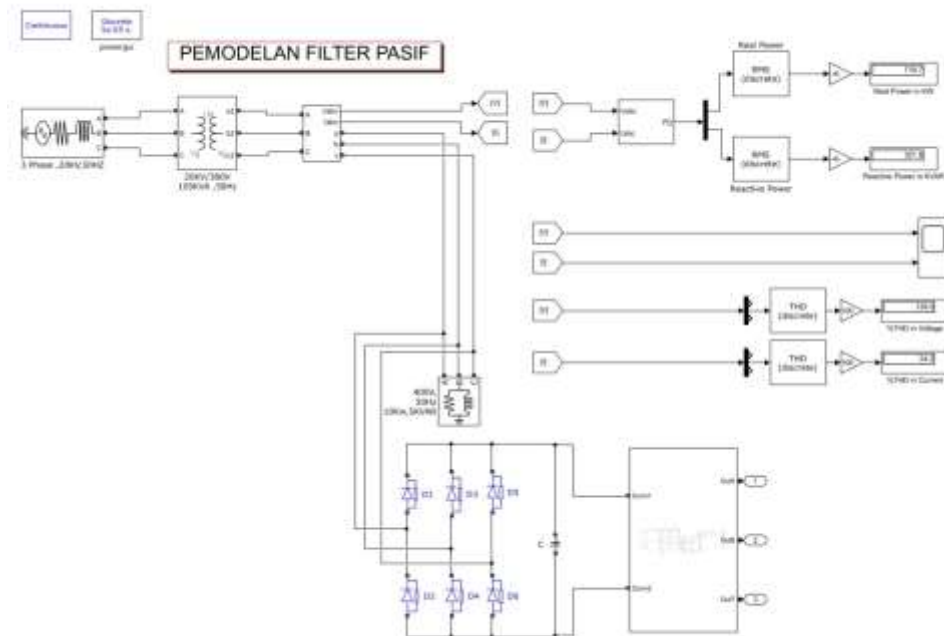
METODE PENELITIAN

Analisa masalah dengan melakukan pengukuran baik pengukuran berbasis instrument maupun matlab simulink parameter sistem kelistrikan pada SMDP sebuah inverter dan motor 55 KW dan mengetahui tingkat THD yang terjadi. Dari THD yang terjadi dan melebihi standar yang diizinkan maka dilakukan perancangan sebuah filter passive single tuned, hasil perancangan tersebut dimodelkan dalam bentuk simulink matlab dari hasil simulasi ini akan dianalisa dan di ketahui perubahan perbaikan tingkat THD nya. Membuat perancangan simulasi untuk mengetahui persentase THD menggunakan filter dan THD tanpa menggunakan filter dengan parameter yang di inginkan. Dengan melihat keadaan pada tempat yang akan diteliti kemudian merealisasikan simulasi tersebut. Mendapatkan hasil yang diinginkan yang sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan pada simulasi Filter pada Matlab Simulink, simulasi harus ditambahkan beban semikonduktor. Penambahan beban tersebut berupa motor, inverter sebagai beban non linear dan beban RLC (400 Volt 10 KW 5 KVAR 50 Hz). untuk mengetahui besar persentase THD pada arus dan tegangan.



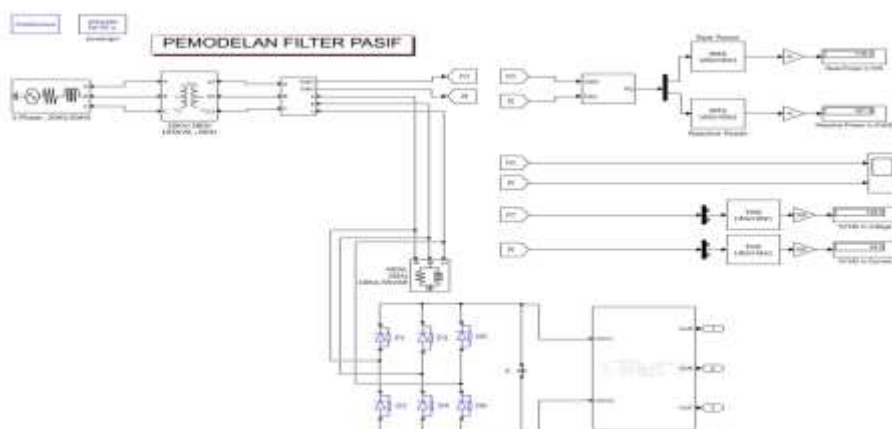
Gambar 1. Flowchart.

Gambar 2 Pemodelan Simulasi Dengan Tenaga Listrik



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama dilakukan pemodelan simulasi harmonisa tahap ini digunakan unruk mengetahui tingkat persentase (THD arus dan THD tegangan) yang dihasilkan dari inverter dan motor 3-fasa 55 KW. Analisa harmonisa ini diperlukan untuk mengetahui besar THD yang dihasilkan sehingga didapatkan hasil pengukuran sebagai bahan perhitungan untuk filter. Pemodelan Simulink Matlab Tanpa Filter adalah seperti gambar berikut :



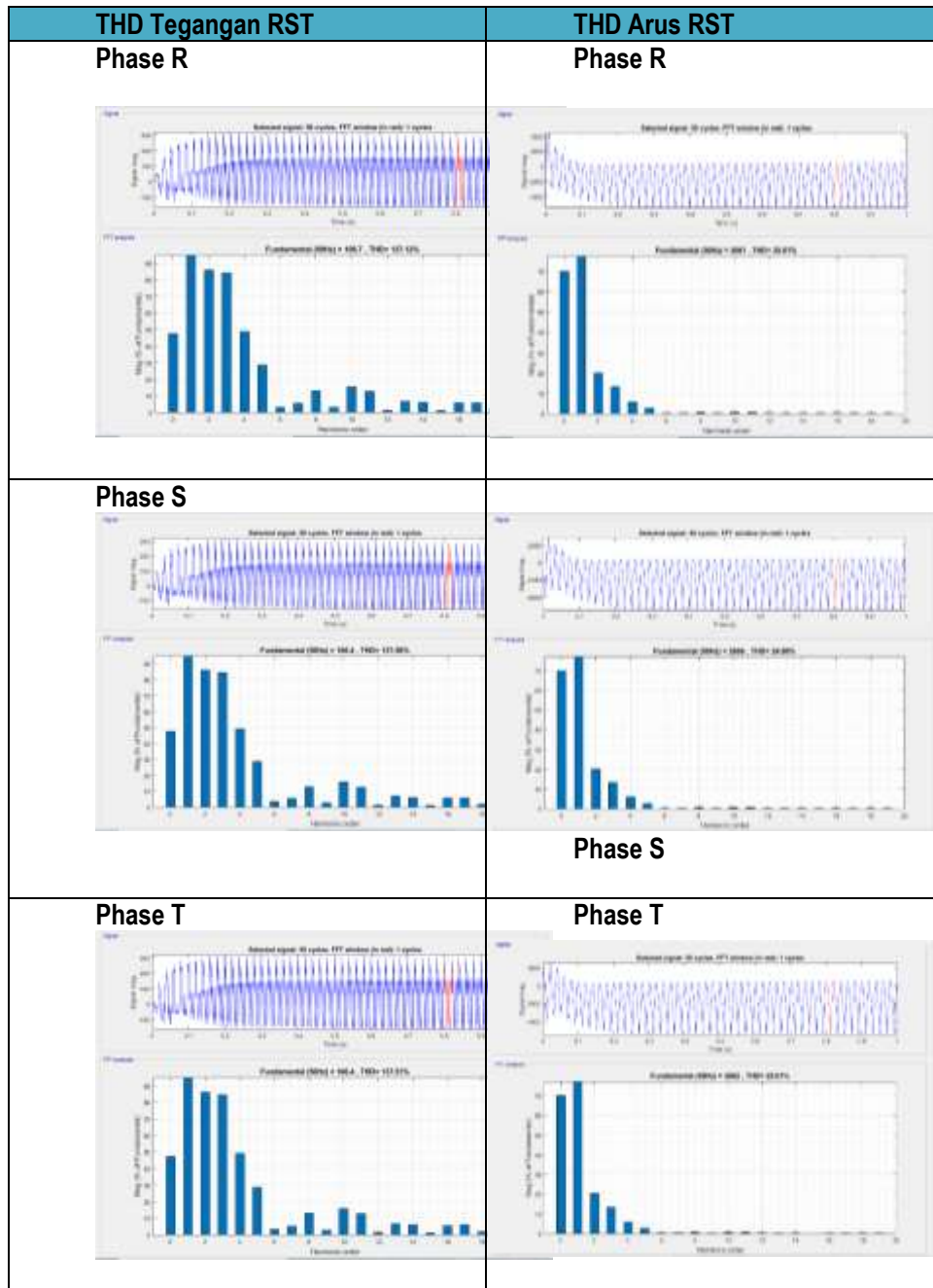
Gambar 3. Simulasi Tanpa Menggunakan Filter

Gambar 3. merupakan pemodelan simulasi dengan melihat sistem instalasi pada obyek penelitian. Pemodelan simulasi ini bertujuan untuk mengetahui tingkat persentase THD pada obyek penelitian pada saat belum ada rancangan filter.

Title: Analisa Perancangan Filter Pasif Harmonisa Pada Instalasi Sistem Tenaga Listrik Motor Induksi Berbasis Matlab Simulink

Identitas Author: Arfani N.A.

Tabel 1. analisa FFT pada fasa RST tanpa filter



Tabel 2. nilai THD pada fasa RST tanpa filter

Fasa	THD tegangan (%)	THD Arus (%)
R	137,12	25,01
S	137,58	24,90

T	137,51	25,01
---	--------	-------

Tabel 1. dan Tabel 2. merupakan analisa FFT dan hasil pengukuran untuk mengetahui orde tertinggi, yang digunakan untuk perhitungan pada saat perancangan filter dan untuk mengetahui tingkat persentase THD pada setiap fasa.

Tabel 3. Hasil Running pada Simulasi Tanpa Menggunakan Filter

V Input	THD Arus	THD Tegangan
105 KVA	24,2%	139,5%

Pada tabel 3. merupakan hasil pengujian THD Arus dan THD Tegangan yang telah diukur menggunakan Matlab Simulink tanpa menggunakan filter dan menggunakan beban pada tempat penggilingan sekam. Dari pengujian simulasi tanpa menggunakan filter dan menggunakan beban pada tempat penggilingan sekam didapatkan hasil nilai persentase THD arus dan THD tegangan, yaitu untuk THD tegangan : 139,5% dan THD arus : 24.2%. Dari hasil nilai persentase tersebut, didapatkan nilai THD tegangan 139,5 %, nilai tersebut sangat melebihi standar dikarenakan nilai persentase melebihi standar IEEE diatas 5%. Untuk THD Arus sebesar 24.2%, nilai persentase tersebut sudah sesuai pedoman standar IEEE karena pada pengujian tersebut tanpa menggunakan Filter pada software Matlab Simulink dan menghasilkan nilai persentase lebih dari 5%.

Pada tahapan kedua dilakukan perancangan filter pasif pertama harus diketahui pada orde keberapa lonjakan THD yang paling tinggi. Setelah mengetahui pada orde keberapa baru dapat dirancangan filter pasif. Lonjakan tertinggi berada di orde-1 pada THD arus dan THD tegangan. Berikut merupakan tahapan dalam menentukan nilai komponen filter.

(a) Faktor daya awal dan akhir

$$PF \text{ awal} = 0,86 \quad \theta = 30,68^\circ$$

$$PF \text{ akhir} = 0,98 \quad \theta = 11,478^\circ$$

(b) Menentukan daya reaktif kapasitor

$$Q_c = P \times (\tan \theta \text{ awal} - \tan \theta \text{ akhir})$$

$$Q_c = 105 \times (\tan 30,68 - \tan 11,478)$$

$$Q_c = 105 \times (0,593 - 0,203)$$

$$Q_c = 40,95 \text{ Var}$$

(1)

(c) Menentukan frekuensi tuning, untuk faktor keamanan filter dituning 5% dibawah orde aslinya.

$$\text{Orde} - (5\% \times \text{Orde}) = \dots\dots\dots$$

$$1 - (5\% \times 1) = 0,95$$

(2)

(d) Menentukan nilai kapasitor.

$$X_c = V^2/Q_c = \dots$$

$$X_c = (380)^2 / 40,95 = 3526,25 \Omega$$

(3)

$$C = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c) = \dots$$

$$C = 1/(2 \times 3,14 \times 50 \times 3526,25) = 9,03 \times 10^{-7} \text{ F}$$

(4)

(e) Menentukan nilai kapasitor.

$$X_L = X_c/n = \dots$$

$$X_L = 3526,25/0,95$$

$$X_L = 3711,84 \Omega$$

(5)

$$L = X_L/(2 \cdot \pi \cdot f) = \dots$$

$$L = 3711,84/(2 \times 3,14 \times 50) =$$

$$L = 11,82 \text{ H}$$

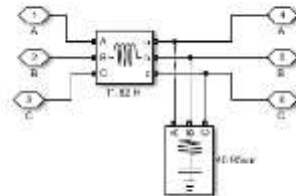
(6)

Tabel 4. Nilai Pada Filter

Spesifikasi	Nilai
L	0,032 H
X_L	3711,84 Ω
C	$9,03 \times 10^{-7}$ F
X_c	3526,25 Ω

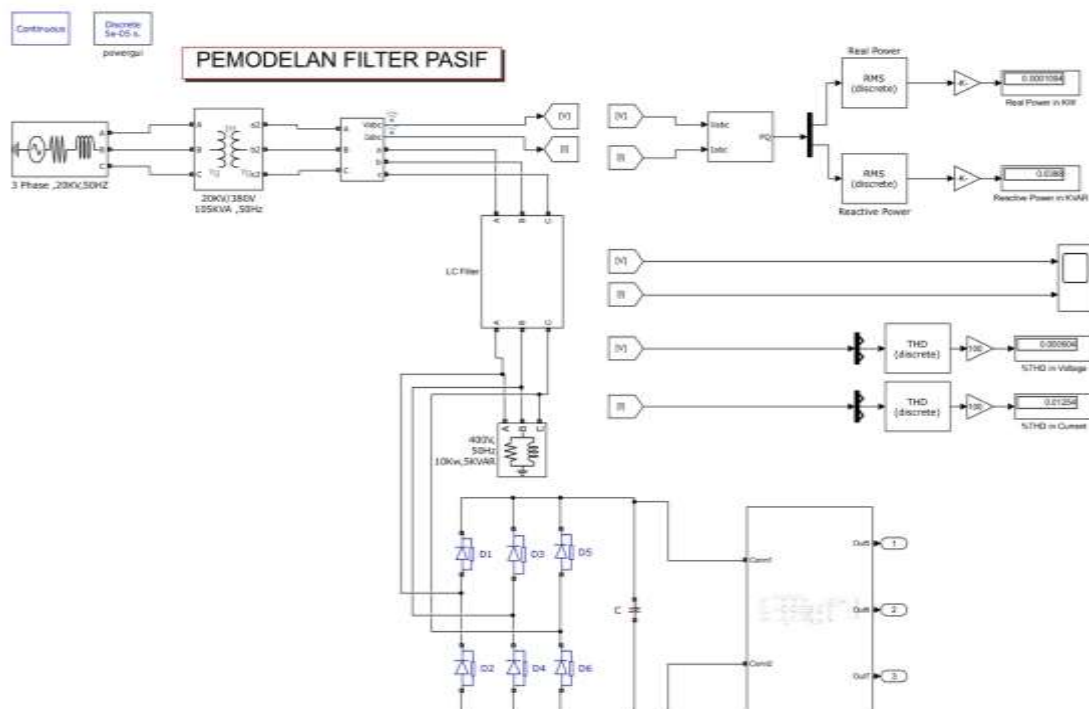
Qvar	49,95 Var
Rating Tegangan	380 V

Tabel 4. merupakan nilai-nilai yang didapatkan dari perhitungan untuk menentukan nilai komponen yang akan digunakan pada saat perancangan filter. Rancangan filter untuk memperbaiki kualitas daya listrik kondisi di atas maka diperlukan rancangan filter di sistem simulasi. Perancangan filter seperti gambar berikut :



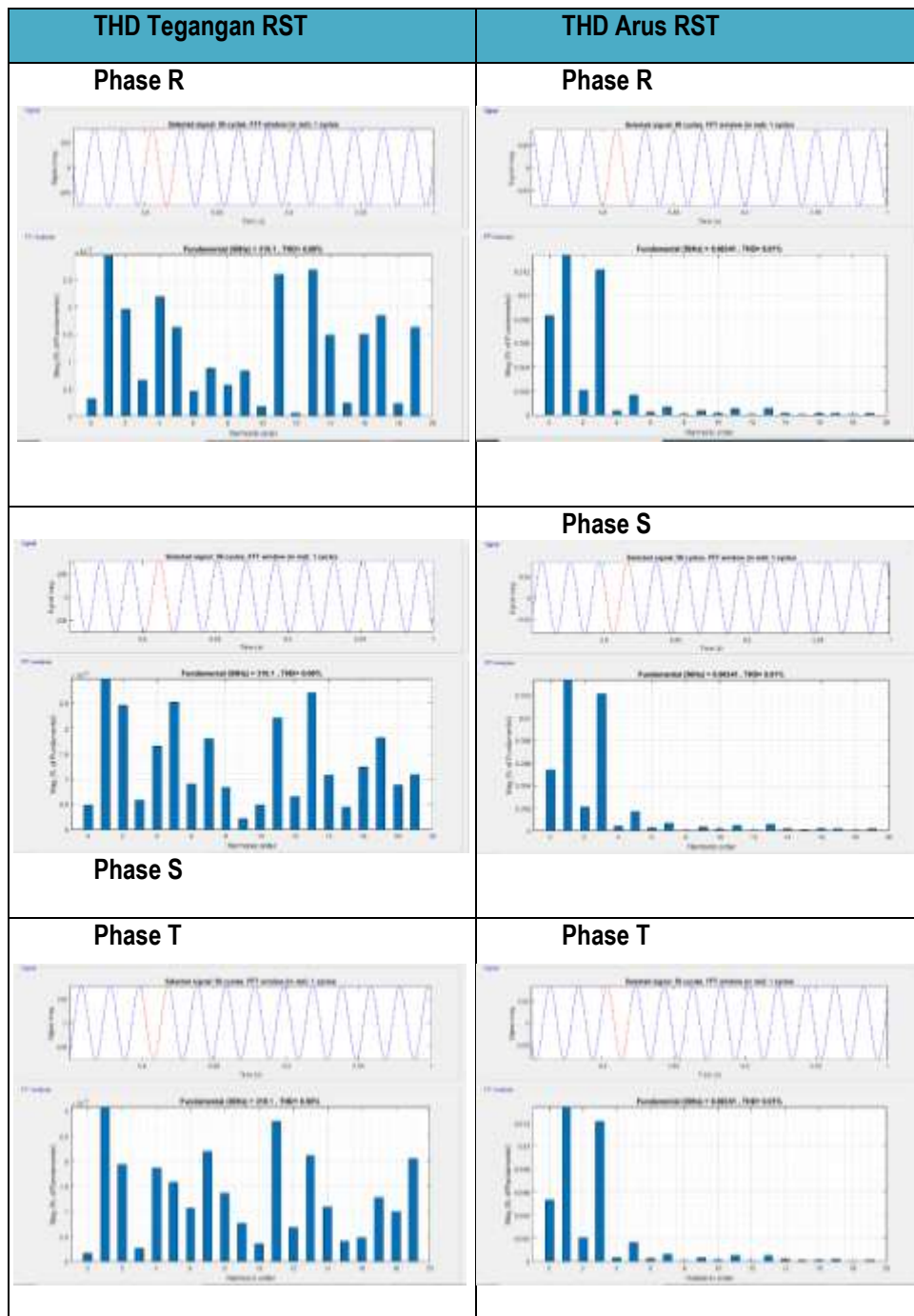
Gambar 4. Rancangan Filter dengan *Matlab Simulink*

Yang ketiga adalah pemodelan simulasi dengan filter yang telah dirancangan. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui tingkat persentase THD harmonisa yang dihasilkan pada saat terbebani inverter dan motor 3-fasa 55KW dengan pemasangan filter yang sudah dirancangan. Pemodelan Simulink Matlab dengan Filter adalah seperti gambar berikut :



Gambar 4. Simulasi Menggunakan Filter

Tabel 5. analisa FFT pada fasa RST dengan penambahan filter



Tabel 5. nilai THD pada fasa RST dengan penambahan filter

Fasa	THD tegangan (%)	THD Arus (%)
R	0,0006	0,01
S	0,0006	0,01
T	0,0006	0,01

Tabel 5 dan Tabel 6 merupakan analisa FFT dan hasil pengukuran pada setiap fasa RST dengan simulasi menggunakan filter. Didapatkan hasil penurunan tingkat persentase THD pada setiap fasa-nya.

Tabel 7. Hasil Running pada Simulasi Tanpa Menggunakan Filter dan Beban

P Input	THD arus	THD tegangan
105 KVA	0,000604 %	0,01254%

Pada tabel 7 merupakan hasil pengujian THD arus dan THD tegangan yang telah diukur menggunakan Matlab Simulink tanpa menggunakan filter dan menggunakan beban pada tempat penggilingan sekam. Dari pengujian simulasi tanpa menggunakan filter dan menggunakan beban pada tempat penggilingan sekam didapatkan hasil nilai persentase THD arus dan THD tegangan, yaitu untuk THD tegangan : 0.01254% dan THD arus: 0.000604% .Dari hasil nilai persentase tersebut, didapatkan nilai THD tegangan 0.01254%, nilai tersebut sudah sesuai standar IEEE, karena dalam pengujian ini tingkat persentase THD tidak melebihi 5%. Untuk THD arus sebesar 0.000604%, nilai persentase tersebut juga sudah sesuai pedoman standar IEEE karena pada pengujian tersebut menggunakan Filter pada software Matlab Simulink dan menghasilkan nilai persentase tidak melebihi dari 5%.

KESIMPULAN

Simulasi tanpa menggunakan filter pengujian simulasi tanpa menggunakan filter pada tempat penggilingan sekam didapatkan hasil nilai persentase THD arus dan THD tegangan, yaitu untuk THD tegangan : 139,5% dan THD arus : 24,2%. Dari data dengan menggunakan filter dan beban hasil persentase yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar IEEE, yaitu tidak lebih dari 5%, yaitu THD arus sebesar : 0,000604%, THD tegangan sebesar : 0,01254%. Filter berjalan efektif saat memperbaiki persentase harmonisa yang timbul pada simulasi dilakukan tanpa filter. Untuk perbandingan hasil simulasi tanpa filter dan menggunakan filter didapatkan hasil yang berbeda. Dimana hasil simulasi dengan tanpa menggunakan filter didapatkan tingkat persentase THD melebihi standar IEEE di atas 5% sedangkan hasil simulasi dengan menggunakan filter lebih baik dimana hasil tidak menyentuh persentase 5%.

LITERATUR

- Ady Wartono, Irzan Zakir, Massus Subekti (2016) "HARMONISA LISTRIK GEDUNG PUSDIKLAT KETENAGALISTRIKAN ENERGI BARU TERBARUKAN DAN KONSERVASI ENERGI (KEBTKE) CIRACAS (SUATU STUDI PENELITIAN DI GEDUNG UTAMA PUSDIKLAT CIRACAS)"
- Elektronika, Dasar. 2020. *Pengertian Filter*. <https://elektronika-dasar.web.id/filter-pasif/>. diakses pada tanggal 17 November 2020.
- Erwin Dermawan, Mushoffa Ali Firdaus, Anwar Ilmar Ramadhan (2016) "ANALISIS PENGARUH HARMONISA TERHADAP KABEL 'NYA' "
- I.G Ariana, I.W. Rinas, I.G.D Arjana (2017) "Analisis Pengaruh Harmonisa Terhadap Rugi-Rugi Daya (Losses) Pada Transformator di Penyulang Sedap Malam"
- M. Fadlan Siregar, Jhoni Hidayat, Syamsul Bahri (2018) "Perbandingan Nilai Distorsi Harmonisa pada Tiga Buah Laptop yang Berbeda"
- Sam, Rasyid. 2020. *Pengertian Pasif*. <https://www.samrasyid.com/2020/05/pengertian-filter-aktif.html>. Diakses pada tanggal 18 November 2020.
- Swan, Statistics. 2018. *Pengertian Matlab*. <https://swanstatistics.com/pengertian-matlab/>. Diakses pada tanggal 17 November 2020.