

ANALISA PENGARUH DISTORSI HARMONISA SAAT PENGOPERASIAN FILTER HYBRID TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA

Kadek Ary Susiawan¹, I Wayan Rinas², I Made Suartika³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana
arysusiawan@gmail.com¹, rinas@unud.ac.id², madesuartika@unud.ac.id³

ABSTRAK

Meningkatnya penggunaan beban non linier mengakibatkan terjadinya distorsi harmonisa pada gelombang arus dan tegangan sehingga dapat menurunkan keandalan dan kualitas daya sistem. Beban non linier yang sering digunakan adalah motor induksi, akibatnya penggunaan motor induksi akan berdampak pada tingginya harmonisa sistem. Dampak dari harmonisa tersebut dapat diredam dengan menggunakan filter *hybrid*. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung pada obyek yang diteliti berupa data arus, putaran motor dan THDi motor induksi 3 ϕ . Penelitian ini menggunakan simulasi berbasis Simulink yang bertujuan untuk mengurangi distorsi harmonisa pada sistem dan melihat pengaruh harmonisa terhadap unjuk kerja motor induksi 3 fasa pada putaran dan torsi. Hasil analisa menunjukkan filter *hybrid* dapat mengurangi kandungan harmonisa pada jaringan. Penurunan THDi, yaitu sebesar 11,96% pada fasa R, 11,95 % pada fasa S dan 11,96% pada fasa T dengan beban 3 motor. Penggunaan filter *hybrid* mampu membuat putaran motor stabil pada 0,17 s, namun putaran motor induksi tetap 1498 rpm dan pada torsi 0,4682 Nm.

Kata Kunci : filter *hybrid*, harmonisa, motor induksi, *matlab*

ABSTRACT

The increasing use of non-linear loads can make harmonic distortion in the current and voltage waves so that it can reduce the reliability and quality of the power system. Non-linear loads that are often used are induction motors, consequently the use of induction motors will have an impact on the high harmonics of the system. The impact of these harmonics can be reduced by using a hybrid filter. The method used is direct measurement of the object under study in the form of current data, motor rotation and 3 induction motor THDi. This research uses a Simulink-based simulation which aims to reduce the harmonic content in the network and to see the effect of harmonics on the performance of the 3-phase induction motor on rotation and torque. The results of the analysis show that the hybrid filter can reduce the harmonic content in the network. The decrease that occurs in THDi is 11.96% in the R phase, 11.95% in the S phase and 11.96% in the T phase with a load of 3 motors. Using hybrid power filter is able to make the motor rotation stable at 0.17 s. However, the rotation of the induction motor remains at 1498 rpm and a torque of 0.4682 Nm.

Keywords: *hybrid filter, harmonic, induction motor, matlab*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer masyarakat saat ini, sehingga keandalan dan kualitas daya listrik harus tetap terjaga. Kualitas daya listrik yang tidak baik mengakibatkan kerugian bagi

konsumen maupun penyedia layanan tenaga listrik. Salah satu faktor yang menyebabkan kualitas daya listrik menurun adalah rugi - rugi akibat harmonisa.

Dampak harmonisa pada sistem tenaga listrik cukup besar. Harmonisa menyebar ke sistem dan juga berpengaruh ke sumber energi. Harmonisa pada motor induksi mengakibatkan meningkatnya rugi rugi tembaga dan inti yang akan menurunkan efisiensi motor. Selain itu harmonisa pada motor induksi menimbulkan torsi harmonik bersamaan dengan torsi fundamental menghasilkan getaran yang pengaruhnya cukup besar pada operasi motor induksi[1].

Ada beberapa cara untuk menanggulangi atau meredam harmonisa. Harmonisa dapat diredam dengan menggunakan filter harmonisa. Filter yang sering digunakan adalah filter pasif, filter aktif dan filter hybrid.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa pengaruh distorsi harmonisa saat pengoperasian filter *hybrid* terhadap unjuk kerja motor induksi 3 fasa berbasis *simulink* MATLAB.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi

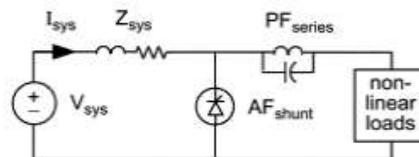
Motor induksi berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk tenaga putar. Motor induksi memiliki dua bagian utama yaitu rotor dan stator. Pada motor Induksi, rotor tidak menerima energi listrik secara langsung, namun secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator. Oleh karena itu motor AC dikenal dengan motor induksi [2].

2.2 Dampak Harmonisa

Harmonisa menimbulkan berbagai efek yang buruk terhadap sistem tenaga listrik, harmonisa pada tegangan dapat mengakibatkan meningkatnya rugi besi. Sedangkan harmonisa pada arus dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan rugi-rugi tembaga. Rugi-rugi yang terjadi akibat harmonisa merujuk pada terjadinya pemanasan berlebih (*overheating*) akibat timbulnya harmonik ketiga yang dibangkitkan oleh peralatan listrik satu fasa [3].

2.5 Filter Hybrid

Filter *Hybrid* adalah filter harmonisa yang terdiri dari filter aktif dan filter pasif. Implementasi filter *hybrid* disimulasikan dalam bentuk perpaduan antara pemasangan filter aktif paralel dan filter pasif paralel [4]. Dalam membuat parameter dan spesifikasi filter, nilai kVAR dari filter juga diperhitungkan sehingga mampu menanggulangi distorsi harmonisa. Cara kerja dari filter *hybrid* adalah filter pasif menyaring harmonisa dasar dominan sementara filter aktif, melalui kontrol presisi, mengurangi harmonik yang lebih tinggi. Ini secara efektif akan mengurangi ukuran distorsi dari harmonisa.[5]. Pada gambar 1 adalah sebuah filter *hybrid* dimana filter aktif dipasang seri dengan beban dan filter pasif ditempatkan paralel dengan beban non linier.



Gambar 1. Filter *Hybrid*

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung pada obyek yang diteliti berupa data arus, putaran motor dan THD_i motor induksi 3 ϕ . Selanjutnya dilakukan simulasi pada Matlab

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Laboratorium Dasar Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana yang berlokasi di Kampus Bukit Jimbaran mulai pada bulan Januari.

3.2 Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam Skripsi ini berasal dari data motor induksi 3 fasa di Laboratorium Dasar Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana yang diperoleh melalui metode pengukuran langsung pada obyek yang diteliti berupa

data arus, putaran motor dan THD_i motor induksi 3 ϕ .

3.3 Analisis Data

Adapun langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

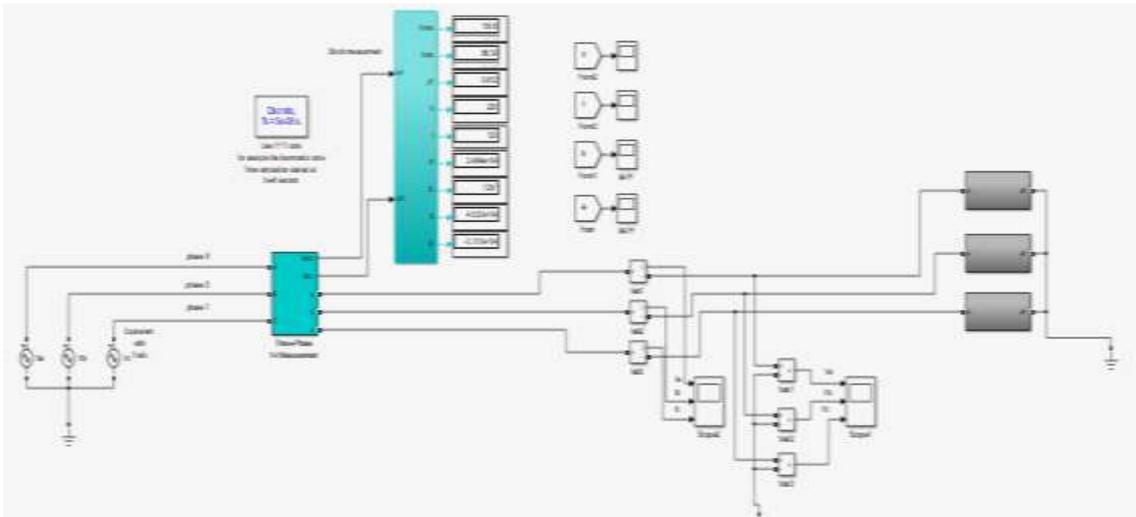
1. Data motor induksi 3 fasa Fakultas Teknik Universitas Udayana Jimbaran.
2. Data jumlah putaran dan torsi pada motor induksi 3 ϕ .
3. Pengukuran THD_i , putaran dan torsi pada motor induksi 3 ϕ .
4. Membuat pemodelan sistem tanpa menggunakan filter dan dengan menggunakan filter *hybrid*.
Simulasi sistem tanpa filter dan dengan menggunakan filter *hybrid*.

5. Analisa perbandingan hasil simulasi THD_i , torsi dan putaran motor pada kondisi sebelum dipasang filter *hybrid*. Analisa perbandingan hasil simulasi THD_i , torsi dan putaran motor pada kondisi sesudah di pasang filter *hybrid*.
6. Kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Pada Kondisi Existing

Pada simulasi akan dilakukan penentuan inputan 3 fasa pada simuling matlab dengan tegangan 220 volt dan frekuensi sebesar 50 Hz dengan arus AC pada setiap fasa. Pemodelan simulasi pada kondisi eksisting dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan pada kondisi *existing*

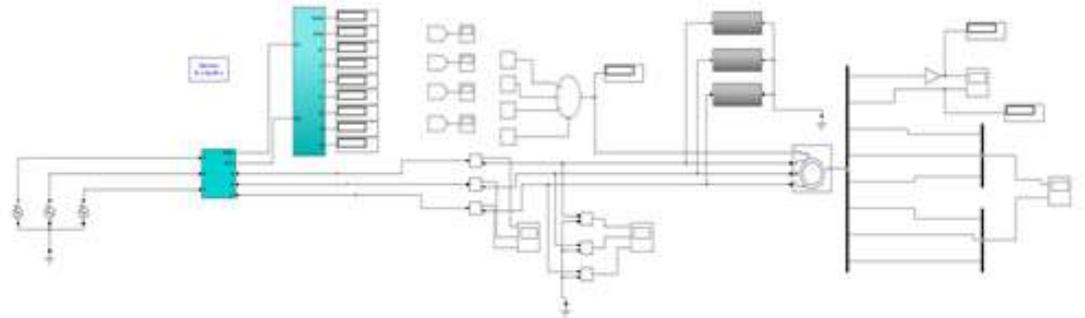
Dari simulasi yang telah dilakukan saat kondisi *existing*, nilai THDi fasa R, S dan T dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. THD pada kondisi *existing*

Fasa	THD _i (Arus)
R	18,10 %
S	18,09 %
T	18,11 %

4.2 Simulasi Menggunakan Beban Motor

Pada simulasi menggunakan motor induksi 3 fasa. Daya motor 5,4 HP, tegangan fasa ke fasa 400 V, frekuensi 50 Hz dan kecepatan pengenal 1430 rpm. Pemodelan simulasi penggunaan motor induksi 3 fasa dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan dengan motor induksi 3 fasa

Pada gambar 3, simulasi menggunakan beban motor akan dilakukan 3 simulasi yaitu dengan menggunakan 1 motor, 2 motor dan 3 motor. Dalam simulasi menggunakan beban motor didapatkan hasil THDi dari sistem, putaran dan torsi dari motor induksi 3 fasa yang dapat dilihat pada tabel 2,3 dan 4.

Tabel 2. THDi pada kondisi sebelum menggunakan filter *hybrid*

Beban	Fasa		
	R	S	T
1 Motor	18,46%	18,45%	18,47%
2 Motor	18,83%	18,82%	18,83%
3 Motor	19,20%	19,19%	19,21%

Tabel 3. Putaran motor induksi 3 fasa sebelum menggunakan filter *hybrid*

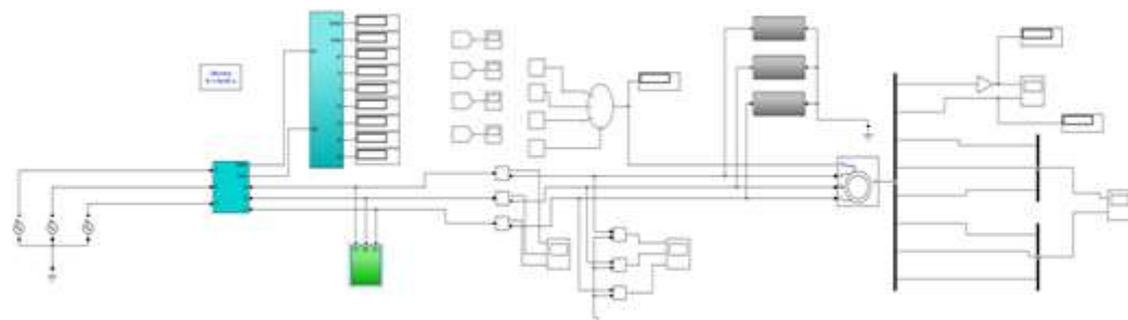
Beban	Putaran (rpm)		
	Motor 1	Motor 2	Motor 3
1 Motor	1498	-	-
2 Motor	1498	1498	-
3 Motor	1498	1498	1498

Tabel 4. Torsi induksi 3 fasa sebelum menggunakan filter *hybrid*

Beban	Torsi (Nm)		
	Motor 1	Motor 2	Motor 3
1 Motor	0.4682	-	-
2 Motor	0.4682	0.4682	-
3 Motor	0.4682	0.4682	0.4682

4.3 Simulasi Menggunakan Beban Motor dengan Filter *Hybrid*

Terdapat penambahan filter *hybrid* dengan rangkaian seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Pemodelan sistem dengan filter *hybrid*

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan filter *hybrid* didapatkan hasil

THDi, putaran dan torsi motor seperti yang ditunjukkan pada tabel 5, 6, dan 7.

Tabel 5. THDi pada kondisi setelah menggunakan filter *hybrid*

Beban	Fasa		
	R	S	T
1 Motor	7,21%	7,21%	7,21%
2 Motor	7,23%	7,23%	7,23%
3 Motor	7.24%	7.24%	7.25%

Tabel 6. Putaran setelah menggunakan filter *hybrid*

Beban	Putaran (rpm)		
	Motor 1	Motor 2	Motor 3
1 Motor	1498	-	-
2 Motor	1498	1498	-
3 Motor	1498	1498	1498

Tabel 7. Torsi setelah menggunakan filter *hybrid*

Beban	Torsi (Nm)		
	Motor 1	Motor 2	Motor 3
1 Motor	0.4682	-	-
2 Motor	0.4682	0.4682	-
3 Motor	0.4682	0.4682	0.4682

Hasil yang diperoleh setelah menggunakan filter *hybrid*, terjadi penurunan THDi di setiap fasa. Sementara putaran dan torsi pada motor tetap.

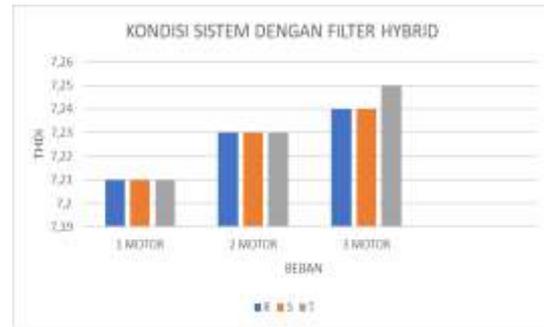
4.4 Analisa Hasil Simulasi Menggunakan Matlab Sebelum dan Sesudah Pemasangan Filter *Hybrid*

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan akan dilakukan analisa sebelum dan sesudah penggunaan filter *hybrid*.



Gambar 5. THDi sistem menggunakan beban motor

Hasil yang diperoleh pada gambar 5, bila beban motor ditambahkan ke sistem maka THDi dari sistem akan meningkat seiring dengan jumlah motor yang ditambahkan.



Gambar 6. THDi Sistem Menggunakan Beban Motor Setelah Penambahan Filter *Hybrid*

Dapat dilihat dari gambar 6, setelah ditambahkan filter *hybrid* terjadi penurunan THDi sistem dan sudah sesuai dengan standar THDi yaitu dibawah 8%.



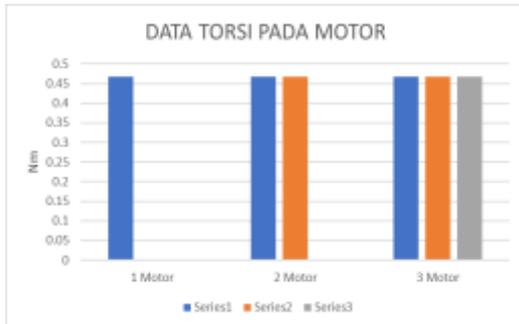
Gambar 7. Data putaran motor



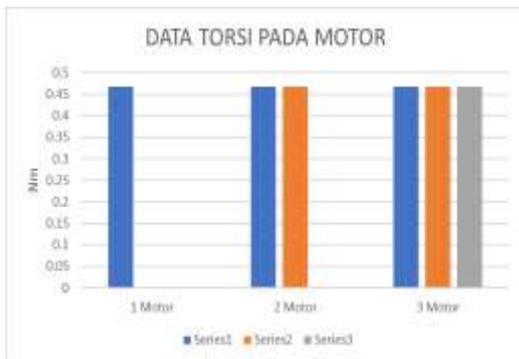
Gambar 8. Data putaran motor setelah penambahan filter *hybrid*

Dapat dilihat dari gambar 7 dan gambar 8 tidak ada perubahan dalam

putaran motor. Motor tetap berputar pada kecepatan 1498 rpm. Penggunaan filter *hybrid* mampu membuat putaran motor stabil pada 0.17 s, lebih cepat 0.05 s dari kondisi eksisting.



Gambar 9. Data Torsi Motor Setelah Penambahan Filter *Hybrid*



Gambar 10. Data Torsi Motor Setelah Penambahan Filter *Hybrid*

Dapat dilihat dari gambar 9 dan gambar 10, torsi tidak ada perubahan yaitu sebesar 0,4682 Nm

7. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa pengaruh distorsi harmonisa saat pengoperasian *filter hybrid* terhadap unjuk kerja motor induksi 3 ϕ maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Beban non linier tidak mempengaruhi nilai putaran dan torsi dari motor induksi 3 fasa. Namun penambahan beban non linier mengakibatkan lamanya motor untuk mencapai putaran konstan dengan waktu 0,23 s. Penggunaan beban motor induksi 3 fasa dapat menimbulkan kandungan

harmonisa (THD_i) bila ditambahkan beban motor lebih dari satu.

2. Penambahan filter *hybrid* mampu meredam harmonisa pada sistem. THD_i yang dihasilkan berada dibawah 8% dan sudah sesuai dengan standar harmonisa. Penggunaan filter *hybrid* mengakibatkan motor mencapai kecepatan konstan pada 0,17 s. Namun putaran motor induksi tetap 1498 rpm dan pada torsi 0,4682 Nm.

8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efandi, Rahmat., dkk. 2015. *Studi Perencanaan Filter Hybrid Untuk Mengurangi Harmonisa Pada Proyek Pakistan Deep Water Container Port* : Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November
- [2] Kasim, Ali, dkk. 2016 *Pengaruh Harmonisa Motor Induksi rotor Belitan Slip Recovery* : Jurusan Teknik Elektro, Universitas Palembang
- [3] Dugan, R.C. 1996. *Electrical Power System Quality*. New York: Marcell Deker.
- [4] Kasim, Ali, dkk. 2016 *Pengaruh Harmonisa Motor Induksi rotor Belitan Slip Recovery* : Jurusan Teknik Elektro, Universitas Palembang
- [5] Rinas, I.W. , 2013. *Simulasi Penggunaan Filter Pasif, Filter Aktif dan Filter Hybrid Shunt untuk Meredam Meningkatnya Distorsi Harmonisa yang Disebabkan Oleh Munculnya Gangguan Resonansi* : jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.