

TAGUCHI L4 (2³) TERHADAP UJI PERFORMA LINEARITAS JUMLAH PUTARAN PADA KIPAS ANGIN PENGGERAK MAGNET PERMANEN HEMAT LISTRIK

Joko Yuniarto Prihatin^{1*}, Rizki Bobby Syahputra², Roedy Kristiyono³, Sulistyadi⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

³Program Studi Teknik Elektronika, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Kimia Tekstil, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo, Indonesia

*Email: jokoy@sttw.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit energi listrik kini mengalami problematika, ini disebabkan karena menipisnya fosil maupun batu bara yang di gunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Sehingga para peneliti mulai mencari solusi dengan melakukan penelitian terkait PLTA, PLTU, PLTG, PLTMn. Penelitian ini bertujuan menganalisa performa energi mekanis putaran yang ditimbulkan dari gaya tolak menolak magnet sejenis untuk memutar fly wheel. Dari sistem energi mekanis putaran itu di salurkan ke kipas untuk mengalirkan udara. Metode riset ini adalah statistik taguchi dengan desain eksperimen L4 menerapkan 3 faktor dan 2 level. Capaian utama adalah perbandingan optimal dari nilai sudut tolak magnet dan jumlah putaran kipas. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa Kipas angin berpengerak magnet permanen ini menghasilkan jumlah putaran maksimal sebesar 1.7 putaran pada komposisi ke 1 dan minimal senilai 1.3 putaran. Nilai perbandingan jumlah putaran yang dihasilkan antara kipas angin berpengerak listrik mencapai 8 putaran sedangkan dengan berpengerak magnet permanen senilai 1.7 putaran. Sehingga dengan pengembangan penentuan karakter magnet yang lebih cermat, bisa berpotensi terhadap kinerjanya hemat energi listrik dengan tanpa mengurangi estetika dari kipas angin itu sendiri.

Kata kunci: jumlah putaran, kipas angin, magnet permanen, Taguchi.

ABSTRACT

Electrical energy generation is now experiencing problems. This electrical energy is due to the depletion of fossils and coal used as fuel for power plants. So the researchers started looking for solutions by researching PLTA, PLTU, PLTG, and PLTMn. This study aims to analyze the performance of the rotating mechanical energy arising from the repulsive force of similar magnets to rotate the flywheel. The rotation from the mechanical energy system is channeled to the fan to circulate air. This research method is Taguchi statistics with the L4 experimental design applying three factors and two levels. The main achievement is the optimal comparison of the value of the magnetic repulsion angle and the number of fan rotations. The results of this study are that this permanent magnet-driven fan produces a maximum number of rotations of 1.7 revolutions in composition one and a minimum of 1.3 revolutions. The ratio of rotations produced between an electric fan reaches eight revolutions, while a permanent magnet drive is 1.7 revolutions. With the development of a more careful determination of the magnetic character, there could be potential for energy-saving performance without reducing the aesthetics of the fan itself.

Keywords: number of revolutions, fans, permanent magnets, Taguchi

1. PENDAHULUAN

Kipas angin adalah komponen elektronika yang merupakan salah satu kebutuhan kenyamanan dalam rumah tinggal. Fungsi utama kipas angin tersebut diantaranya sebagai media sirkulasi mencegah kelembaban udara didalam ruangan. Setiap rumah tinggal rerata memiliki 3 sampai 6 kipas angin menyesuaikan bidang kamar yang ada. Kipas angin rumah tangga berpengerak motor listrik berkisar 25-45 watt setiap kipas angin atau 250 watt pada rerata 1 rumah. Beban listrik tersebut dominan diperoleh dari PLN berkisar 900 watt. Frekuensi dinyalakan berkisar 10-12 jam setiap harinya, terutama jika pada kondisi cuaca siang hari. Dalam 1 detik mengalirkan tenaga listrik ke motor listrik kipas angin berdiameter 45cm mampu menghasilkan 8 putaran kipas yang memiliki 3 sudu.

Permasalahan utama adalah penggunaan listrik untuk kipas angin cukup besar mencapai 250 watt atau 28% dari beban listrik pada 1 rumah. Sehingga kebutuhan listrik lainnya seperti lampu, lemari es dan setrika, televisi, mesin cuci menjadi tidak maksimal.

Dengan menggunakan metode kualitatif, yaitu dengan menggunakan teori-teori mengenai energi listrik, sumber tenaga listrik dan apa saja yang dapat menghasilkan energi listrik.[2]

Kajian kipas angin berpengerak magnet permanen dengan menggunakan analisa statistik taguchi, diperoleh nilai optimal jarak tolak antar magnet sebesar 20,133mm dan sudut tolak antar magnet sebesar 93,912°.[6]

Berdasarkan permasalahan diatas, maka pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan kipas angin bebas energi listrik dengan sistem pengerak bersumber dari gaya tolak menolak pada magnet permanen sejenis. Di satu sisi tetap bertumpu pada prinsip dengan tanpa merusak manfaat awal dari kipas angin tersebut. Sehingga bisa menghasilkan desain yang baik tanpa mengganggu estetika dari kipas angin tersebut.

Pada penelitian ini bertitikberat kepada kajian performa linearitas jumlah putaran yang dihasilkan kipas angin berpengerak magnet permanen prototype. Desain eksperimen menerapkan taguchi L4, sehingga diharapkan menghasilkan data yang tepat dan efektif sesuai prinsip dasar mekanisme kipas angin yang bebas energi listrik.

Penelitian ini lebih fokus kepada penyelesaian dari rumusan masalah sebagai berikut :

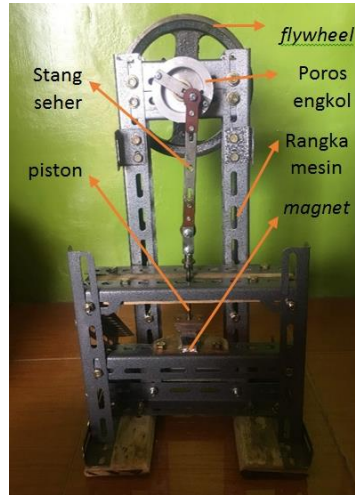
1. Berapakah jumlah putaran maximal dan minimal pada kipas angin berpengerak magnet permanen ini.?
2. Pada komposisi berapa yang menghasilkan jumlah putaran kipas yang maksimal ?
3. Bagaimana nilai perbandingan jumlah putaran yang dihasilkan antara kipas angin berpengerak listrik dengan berpengerak magnet permanen.?

2. BAHAN DAN METODE

Kegiatan penelitian kipas angin magnet permanen menerapkan skala laboratorium fluida di STT Warga Surakarta. Pelaksanaan pengujian dan pengambilan data pada bulan agustus tahun 2022. Perlengkapan pokok pada penelitian ini adalah mesin kipas angin magnet.

Berdasarkan rancangan yang dibuat, komponen *fly wheel* yang digunakan berfungsi sebagai penyeimbang putaran pada mesin. Selanjutnya terdapat poros engkol yang digunakan penghubung antara *fly wheel* dan stang seher. Besi siku berlubang 4x5cm berperan menjadi rangka konstruksi. Kerangka bawah terdapat 2 sisi yang digunakan untuk menopang mesin dan meredam getaran mesin ketika kipas berputar. Selanjutnya

piston yang berfungsi sebagai sumber energi yang dihasilkan dari sistem gaya tolak menolak *magnet*. Spesifikasi mesin kipas angin berpengerak magnet permanen ini sesuai dijelaskan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Mesin kipas angin berpengerak magnet permanen

Jenis magnet neodmium yang dimodifikasi dengan klep motor diaplikasikan pada kajian ini dengan tujuan untuk menghasilkan gaya tolak menolak antar kedua kutub yang optimal. Pully type A (high speed) berfungsi sebagai Fly wheel yang dirakit sesuai dengan beban maksimum yang dihasilkan dari magnet.

Klasifikasi variabel atau bahan utama yang diterapkan adalah nilai besarnya beban, jari jari beban dan jumlah putaran awal. Pada setiap variabel tersebut menggunakan 2 variasi level. Variabel yang terikat pada penelitian ini fokus pada nilai sudut tolak dan jumlah putaran kipas angin yang dihasilkan. Variabel dan level sesuai deskripsi pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Variasi 3 faktor 2 level pengujian jumlah putaran kipas angin magnet permanen

Variasi	Level		Jumlah putaran	
	1	2	Minimal	maksimal
A Beban (gr)	88	3344		
B Jumlah putaran awal (putaran)	1	1.5		
C Jari jari beban (mm)	5	6		

Rancangan pengujian pada penelitian ini menerapkan ststistik orthogonal array L4 (2^3) yaitu terdapat 4 komposisi dengan dikombinasikan 3 tahap pengambilan hasil data. Klasifikasi secara detail sesuai pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Desain pengujian sudut tolak dan jumlah putaran kipas angin magnet permanen

Nomor Eksperimen	Faktor dan Level			Sudut tolak (derajat)			Sum Rerata
	Beban (gr)	Jumlah putaran awal (putaran)	Jari jari beban (mm)	Jumah putaran (putaran)			
				xl	xII	xIII	
1	1	1	1				
2	1	2	2				
3	2	1	2				
4	2	2	1				

Hasil pengujian berupa data sudut tolak dan jumlah putaran kipas dengan acuan bahwa nilai tertinggi dikategorikan nilai terbaik. Selanjutnya dilakukan analisa pendekatan grafik untuk mengetahui selisih dan perbandingannya. Nilai jumlah dan rerata dari data tersebut kemudian disesuaikan dengan kajian pustaka dari beberapa penelitian yang serupa. Sehingga dengan kajian tersebut dapat diambil keputusan yang tepat dalam penentuan pengembangan desain mesin selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pengujian nilai kecepatan putaran diperoleh dengan cara memberikan gaya dorong awal pada flywheel. Selanjutnya selama awal berputar dan berakhir diukur menggunakan stop watch dan dibaca jumlah putarannya sesuai tanda pada sisi fly wheel tersebut.

Dalam pengujian Sudut Tolak (derajat), dengan tahapan sebagai berikut yaitu : caliper untuk proses pengukuran jarak gaya tolak piston antara magnet atas dan magnet bawah. Busur dan penggaris untuk mengukur sudut tolak (derajat) yang terjadi pada pully poros engkol. Timbangan digital 10 kg untuk mengukur berat fly wheel dan baling-baling kipas. Catat dan hasil pengujian untuk analisis data, sesuai deskripsi pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengujian sudut tolak dan jumlah putaran kipas angin magnet permanen

Nomor Eksperimen	Jumah putaran (putaran)			Sum	Rerata	Sudut tolak (derajat)			Sum	Rerata
	xi	xii	xiii			xi	xii	xiii		
1	1	1,5	1,5	4	1.3	303	142	147	592	197
2	1,6	1,8	1,8	5.2	1.7	101	33	41	175	58
3	2	1	1,7	4.7	1.6	210	322	56	588	196
4	1,7	1,7	1,5	4.9	1.6	72	89	350	511	170

3.2 Pembahasan

Berdasarkan data dari hasil pengujian selanjutnya dilakukan analisa efektifitas performa menggunakan pendekatan tabel 4 dibawah ini. Bahwa sudut tolak terbesar terjadi pada komposisi ke-1 senilai rerata 197°. Sedangkan jumlah putaran terbanyak yang dihasilkan pada komposisi ke-2 senilai rerata 1.7 putaran. Kedua komposisi tersebut sama menggunakan jenis beban senilai 88gr yang dapat berpengaruh cukup signifikan terhadap nilai maksimal gaya tolak magnet yang berkaitan dengan frekuensi linearitas kemampuan putaran flywheel.

Sesuai dengan penelitian serupa, bahwa kecepatan putaran yang paling tinggi dari ketiga baling-baling (2, 3, 4) dengan kemiringan sudut (00, 150, 300) adalah jumlah baling-baling (3) pada kemiringan sudut 150° dengan hasil pengukuran, yaitu 14353 rpm.[1]

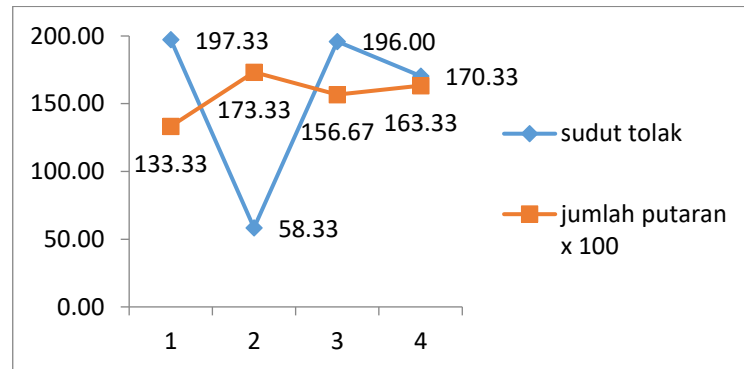
Tabel 4. Rekap rerata Hasil pengujian kipas angin magnet permanen

Karakteristik	Komposisi				Rerata
	1	2	3	4	
Sudut tolak	197.33	58.33	196.00	170.33	155.50
Jumlah putaran x100	133.33	173.33	156.67	163.33	156.67

Data rerata masing-masing hasil pengujian dapat dikelompokkan dalam analisa grafik 2 dibawah ini. Bahwa nilai rerata sudut terkecil dihasilkan pada komposisi ke-2

senilai 58° dan jumlah putaran paling sedikit dihasilkan pada komposisi ke-1 senilai 1.3 putaran.

Analisa pendekatan seperti hasil penelitian terkait, bahwa penggunaan magnet nanokomposit cukup berpotensi sebagai magnet permanen masa depan. Struktur mikroskopis yang ideal dari magnet nanokomposit berkinerja tinggi adalah ukuran kristalit magnetik keras dan lunak harus relatif seragam. Ukuran kristalit magnetik keras dan lunak masing-masing berada pada kisaran 5-10 nm dan 10-20 nm yang harus terdistribusi secara merata antara satu sama lain sehingga terjadi exchange spring coupling secara optimal.[3]



Gambar 2. Grafik perbandingan rerata pengujian kipas angin magnet permanen

Sudut pandang lain yang dapat sebagai pendekatan hasil pengujian ini adalah pada kajian pengaruh kecepatan angin terhadap frekuensi bunyi angin. Bahwa faktor dimensi dan karakteristik fisik dari kipas yang digunakan berperan pada waktu putar yang dihasilkannya. Semakin besar kecepatan angin dan baling-baling yang digunakan frekuensi bunyi alarm akan semakin besar. Sedangkan waktu putar yang semakin besar menyebabkan frekuensi semakin kecil. Garis regresi besar kecepatan sumber terhadap frekuensi bunyi berupa garis regresi positif linier dengan persamaan $y = 1,6 X + 4,6$ dan $R^2 = 0,9552$. Garis regresi jari-jari baling-baling terhadap frekuensi bunyi berupa garis regresi positif linier dengan persamaan $y = 1,1677 X - 4,6108$ dan $R^2 = 0,9995$. Garis regresi waktu putar baling-baling terhadap frekuensi bunyi berupa garis regresi positif linier negatif dengan persamaan $y = -0,0025 X + 9,533$ dan $R^2 = 0,75$. [5].

Hasil penelitian ini hanya menghasilkan kecepatan putar maksimal 1.7 putaran yang terdapat selisih karakter peran kipas angin dalam pengembangannya. Dalam penelitian terkait Rancang bangun pendingin portabel dengan penerapan kombinasi seri-paralel telah didapatkan daya listrik cukup rendah 27,87 watt mampu menghasilkan 8 putaran kipas. Pada alat penelitian ini lebih efektif untuk jarak jauh mencapai dua meter. Sehingga karakter pendinginan merata jika cooler dan kipas harus sebanding dari sudut pandang kecepatan putar, jarak penempatannya. [4].

Pengembangan yang terkait pada penelitian terkait, bahwa Kajian Penambahan Manfaat Energi Kinetik Kipas Angin Rumahan tersebut dapat berperan sebagai pendingin juga bisa sebagai penerangan.[2]

Hasil kajian diatas ditemukan garis tengahnya bahwa tujuan untuk menghasilkan kipas angin bebas energi listrik dengan sistem penggerak bersumber dari gaya tolak menolak pada magnet permanen sejenis dan beban grafitasi cukup tercapai namun terbatas. Namun dengan pengembangan penentuan karakter magnet yang lebih cermat bisa berpotensi terhadap kinerjanya yang hemat energi listrik tanpa mengurangi estetika dari kipas angin itu sendiri. Jenis magnet yang dipakai dan letak pemasangannya dijelaskan pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Konstruksi magnet, piston dan jarak pemasangannya

4. KESIMPULAN

Pernyataan dari hasil penelitian yang dapat disimpulkan secara spesifik adalah sebagai berikut :

1. Kipas angin berpengerak magnet permanen ini menghasilkan jumlah putaran maksimal sebesar 1.7 putaran dan minimal senilai 1.3 putaran.
2. Pada komposisi ke-1 yang menghasilkan jumlah putaran kipas yang maksimal.
3. Nilai perbandingan jumlah putaran yang dihasilkan antara kipas angin berpengerak listrik mencapai 8 putaran sedangkan dengan berpengerak magnet permanen senilai 1.7 putaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deninta.T, Syahputra.W, Yuniati, Mustika.D, 2019,Pengaruh Jumlah dan Sudut Kemiringan terhadap Kecepatan Putaran Baling-Baling dan Tingkat Kebisingan yang Dihasilkan Kipas Angin Sederhana, GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains, Vol (2) No (1) Tahun 2019, pp.28-30.
- [2] Fuad.A, 2015, Kajian Penambahan Manfaat Energi Kinetik Kipas Angin Rumahan, Inosains Volume 10 Nomor 2, Agustus 2015, pp.80-87
- [3] Idayantia.N, Manafa.A, Dedi, 2018, Magnet Nanokomposit Sebagai Magnet Permanen Masa Depan, Metalurgi (2018) 1, V. 33.1.2018, E-ISSN 2443-3926, pp.1 – 18
- [4] Iman.N, Haryanto.H, 2017, Rancang Bangun Pendingin Portable Dengan Menggunakan Konsumsi Daya Rendah., SENTER 2017 Seminar Nasional Teknik Elektro, 15-16 Desember 2017, pp. 175~185, ISBN: 978-602-512-810-3
- [5] Khoiril.A, Munaji.A, Dedi, 2014, Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Frekuensi Bunyi Angin Topan, S P E K T R A, Jurnal Kajian Pendidikan Sains, pp55-65.
- [6] Prihatin.J.Y, Kustanto.H, Ardiyanto.F, Syahputra.R.B, 2018, Kajian Optimasi Magnetic Grafity Fan Free Energy Terhadap Sudut Tolak Dan Jarak Tolak Magnet, Jurnal SIMETRIS, Vol. 9 No. 2 November 2018 P-ISSN: 2252-4983, E-ISSN: 2549-3108.pp.947-952.