

Pengaruh Getaran Mekanik dari Trafo Getar terhadap Kinerja Alat Penimbang Bahan Glasir

Indrazno Siradjuddin¹, Elka Faizal², Gillang Al Azhar³, Septyana Riskitasari⁴, Wahyu Aulia Nurwicaksana⁵, Arief Rahman Hidayat⁶, Anindya Dwi Risdhayanti⁷

e-mail: indrazno@polinema.ac.id, elka.faizal@polinema.ac.id, gillang_al_azhar@polinema.ac.id, septyana_riskitasari@polinema.ac.id, wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id, arhidayat@polinema.ac.id, risdhayanti@polinema.ac.id

^{1,3,5,6,7}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

^{2,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 6 Juni 2024

Direvisi 20 Agustus 2024

Diterbitkan 30 September 2024

Kata kunci:

efisiensi produksi
Getaran
industri keramik
trafo getar
sudut picu

Keywords:

production efficiency
Vibration
ceramic industry
vibrating transformer
trigger angle

ABSTRAK

Efisiensi produksi dalam industri keramik telah menjadi fokus utama dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu tahap krusial dalam proses produksi keramik adalah pencampuran bahan glasir, yang berdampak signifikan terhadap kualitas warna dan tekstur hasil akhir keramik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pencampuran bahan glasir di industri keramik melalui penggunaan trafo getar sebagai penggerak mekanik. Trafo getar digunakan untuk menghasilkan getaran dengan frekuensi tinggi yang membantu mendistribusikan bahan secara lebih merata, sehingga warna dan tekstur keramik menjadi lebih konsisten. Sistem pengendali yang diterapkan menggunakan dimmer untuk mengatur sudut picu yang mempengaruhi frekuensi getaran dan arus yang dialirkan ke trafo. Pengujian dilakukan dengan variasi sudut picu untuk mengukur pengaruhnya terhadap kecepatan getaran dan arus listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan sudut picu berbanding lurus dengan kenaikan frekuensi dan arus, yang berimplikasi pada variasi kecepatan getaran dari sangat lambat hingga sangat cepat. Metode ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam produksi keramik. Dibandingkan metode manual, alat ini meningkatkan efisiensi waktu hingga 40% dan mengurangi biaya operasional sebesar 30% dalam jangka panjang.

ABSTRACT

Production efficiency in the ceramic industry has become a primary focus in recent years. One crucial stage in ceramic production is the mixing of glaze materials, which significantly impacts the final quality of the ceramic's color and texture. This research aims to improve efficiency and accuracy in the glaze mixing process in the ceramic industry by utilizing a vibrating transformer as a mechanical driver. The vibrating transformer is used to generate high-frequency vibrations, helping to distribute materials more evenly, resulting in more consistent color and texture of the ceramics. The control system implemented uses a dimmer to regulate the trigger angle, which affects the vibration frequency and current supplied to the transformer. Testing was conducted with various trigger angles to measure their effect on vibration speed and electric current. The results indicate that

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



increasing the trigger angle is directly proportional to the rise in frequency and current, leading to vibration speed variations from very slow to very fast. This method is expected to provide an innovative solution to improve the quality and efficiency of ceramic production. Compared to manual methods, this tool increases time efficiency by up to 40% and reduces operational costs by 30% in the long run.

Penulis Korespondensi:

Wahyu Aulia Nurwicaksana,
Jurusan Teknik Elektronika,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, Kode Pos.
Email: wahyu_aulia_nurwicaksana@polinema.ac.id.
Nomor HP/WA aktif: +62 822-4283-1591

1. Pendahuluan

Peningkatan efisiensi produksi dalam industri keramik telah menjadi perhatian penting dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu tahap penting dalam proses produksi keramik adalah pencampuran bahan glasir, yang mempengaruhi kualitas akhir dari warna dan tekstur keramik. Proses pencampuran bahan glasir memerlukan ketelitian yang tinggi agar menghasilkan warna yang konsisten dan seragam. Di sisi lain, metode pencampuran konvensional sering kali tidak memberikan hasil yang optimal, terutama dalam hal presisi dan kecepatan produksi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi untuk mengatasi tantangan ini [1].

Dalam penelitian ini, penggerak mekanik berbasis trafo getar diusulkan sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi dalam penimbangan serta pencampuran bahan glasir. Trafo getar dikenal karena kemampuannya menghasilkan getaran frekuensi tinggi yang dapat membantu mendistribusikan bahan dengan lebih merata dan presisi. Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan trafo getar dalam aplikasi lain, seperti pemisahan material partikel halus dan penimbangan otomatis, tetapi penerapannya dalam proses pencampuran bahan glasir masih jarang ditemukan [2], [3]. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang menyebutkan bahwa penggunaan teknologi vibrasi, termasuk trafo getar, dapat meningkatkan efisiensi distribusi material dalam industri keramik, sehingga proses pencampuran dapat dilakukan lebih merata dan konsisten [4].

Penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penggunaan trafo getar dalam otomasi industri menunjukkan bahwa getaran mekanik mampu meningkatkan efisiensi sistem penimbangan bahan. Contohnya, dalam studi [5] dan [6], trafo getar digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi dalam sistem otomatisasi pabrik. Namun, aplikasi spesifik untuk pencampuran bahan glasir belum secara mendalam diteliti, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut mengenai efek getaran terhadap distribusi material dalam proses pencampuran. Selain itu, beberapa penelitian di Indonesia juga telah menunjukkan bahwa penggunaan trafo getar dapat meningkatkan kualitas hasil pencampuran dalam industri keramik dengan memanfaatkan sistem pemisahan dan penanganan material berbasis getaran [7], [8]. Artikel ini akan membahas bagaimana pemanfaatan trafo getar dapat memberikan peningkatan pada aspek efisiensi dan akurasi dalam proses pencampuran bahan glasir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pemanfaatan trafo getar sebagai penggerak mekanik dalam alat penimbang dan pencampur bahan glasir. Dengan demikian, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam mengembangkan solusi teknologi yang lebih efisien dan efektif bagi industri keramik.



2. METODE PENELITIAN

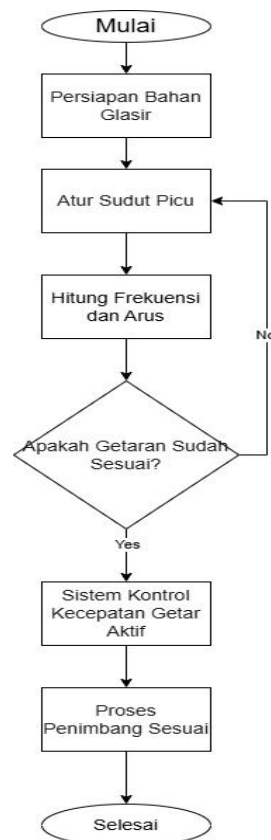
Pada penelitian ini, metode yang digunakan meliputi eksperimen laboratorium untuk mengevaluasi pengaruh sudut picuan dimmer terhadap frekuensi dan arus listrik yang mengalir pada trafo getar. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan sudut picuan dimmer dan mengukur efeknya pada frekuensi serta arus.

2.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimen laboratorium, di mana dilakukan pengujian terhadap alat penggerak mekanik berbasis trafo getar dalam pengaturan yang terkontrol. Pengujian dilakukan pada beberapa variabel, seperti frekuensi getaran, durasi getaran, dan jenis bahan glasir yang digunakan. Data yang diperoleh dari eksperimen ini akan dianalisis untuk menilai seberapa efektif trafo getar dalam meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam proses pencampuran.

2.2 Algoritma dan Prinsip Kerja

Desain alat penelitian ini menggunakan trafo getar yang dikombinasikan dengan sistem penimbang. Alat ini dirancang untuk memastikan distribusi bahan glasir yang cepat dan sesuai dengan kebutuhan selama proses penimbangan. Berikut adalah diagram alur eksperimen yang menggambarkan tahapan eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini, mulai dari persiapan bahan glasir hingga pengukuran dan analisis hasil campuran ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Flowchart Sistem



2.3 Model Teoritis dan Matematis

Model teoritis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada prinsip dasar getaran mekanik yang dihasilkan oleh trafo getar. Trafo getar berfungsi dengan menghasilkan getaran frekuensi tinggi yang dapat digunakan untuk memisahkan atau mendistribusikan material dengan lebih merata. Pengaturan getaran ini dipengaruhi oleh pengaturan arus listrik dan durasi nyala yang dikendalikan oleh dimmer. Dimmer pada dasarnya mengatur sudut picu, yaitu sudut pada siklus gelombang listrik yang menentukan kapan daya diteruskan ke trafo getar. Dengan mengatur sudut picu, dapat mempengaruhi kecepatan getaran yang dihasilkan oleh trafo getar. Kecepatan getaran ini mempengaruhi distribusi material yang dicampur dan juga mempengaruhi konsistensi pencampuran bahan glasir.

2.3.1 Pengaruh Sudut Picu (θ)

Sudut picu (θ) pada dimmer mengatur waktu awal pemacu daya listrik ke trafo getar. Dengan kata lain, semakin besar sudut picu, semakin sedikit waktu yang diberikan untuk setiap siklus gelombang AC, yang menyebabkan energi yang disalurkan ke trafo getar berkurang. Hubungan antara daya yang disalurkan ke trafo getar dengan sudut picu dapat dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$P_{load} = \frac{V_{rms}^2}{R} (1 - \cos(\theta)) \quad (1)$$

Di mana:

- P_{load} adalah daya yang diteruskan ke trafo (W)
- V_{rms} adalah tegangan efektif AC (V)
- R adalah resistansi beban (Ω)
- θ adalah sudut picu ($^\circ$)

2.3.2 Pengaruh Frekuensi (f)

Frekuensi dari arus AC yang digunakan untuk mengoperasikan trafo getar juga mempengaruhi kecepatan getaran yang dihasilkan. Getaran yang dihasilkan oleh trafo getar bergantung pada frekuensi sinyal input. Kecepatan getaran (RPM) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$RPM = \frac{f_{AC}}{p} \quad (2)$$

Di mana:

- f_{AC} adalah frekuensi arus AC dalam satuan Hz
- p adalah jumlah kutub pada trafo getar (biasanya 2 untuk trafo getar standar)

2.3.3 Pengaruh Arus (I)

Arus yang mengalir ke trafo getar dapat dihitung menggunakan hukum Ohm, dengan memperhatikan daya yang disalurkan ke beban (P_{load}) dan tegangan yang diberikan (V_{rms}):

$$I = \frac{P_{load}}{V_{rms}} \quad (3)$$

Di mana:

- I adalah arus yang mengalir ke trafo getar (A)



2.4 Desain Mesin

Mesin *weighing* dan *filling* yang digunakan sebagai alat bantu penimbang bahan pencampuran glasir pewarnaan pada keramik ditunjukkan pada Gambar 2. Mesin ini mengelola campuran warna dengan presisi, menyederhanakan proses pewarnaan, dan memberikan takaran bahan yang efisien dan fleksibel. Integrasi teknologi silo memastikan pasokan bahan yang kontinu dan terkontrol sepanjang siklus produksi, mengurangi risiko kesalahan dan biaya akibat proses manual. Dengan kapasitas silo yang bias dibuat sesuai kebutuhan, mesin ini mendukung batch ukuran biasa di bengkel tembikar lokal, memungkinkan operasi berkelanjutan tanpa sering mengisi ulang, sehingga meningkatkan efisiensi alur kerja dan produktivitas.



Gambar 2. Mekanik Mesin *Weighing and Filling*

2.5 Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari eksperimen akan dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas trafo getar dalam meningkatkan kualitas pencampuran. Hasil analisis akan dibandingkan dengan data dari pencampuran konvensional untuk menentukan apakah terdapat peningkatan dalam hal konsistensi dan efisiensi pencampuran.

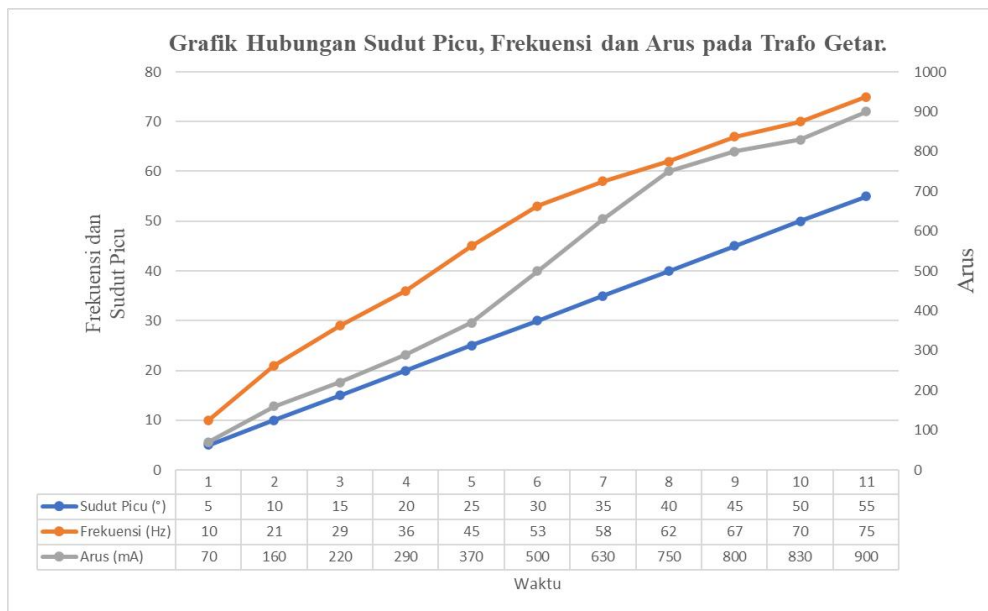
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan yang telah dilakukan mengenai pengaturan trafo getar akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menggambarkan hubungan antara sudut picu, frekuensi, dan arus yang mengalir pada trafo getar. Beberapa parameter yang akan dibahas adalah Sudut Picu dimmer yang mengatur daya listrik yang diteruskan ke trafo getar, frekuensi sinyal listrik yang diberikan ke trafo getar, arus yang mengalir ke trafo getar, yang ditentukan oleh pengaturan sudut picu dan frekuensi. Mengingat trafo memiliki daya 50 watt, arus akan berhubungan dengan daya dan tegangan yang digunakan.

3.1 Hasil Percobaan Sistem dan Analisa

Hasil percobaan yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini menyajikan hasil percobaan yang melibatkan pengaturan sudut picu, frekuensi, dan arus pada trafo getar 50 watt. Pada Gambar 3 menunjukkan bagaimana perubahan sudut picu mempengaruhi frekuensi dan arus yang mengalir pada trafo getar.





Gambar 3. Grafrik Hubungan antara Sudut Picu, Frekuensi dan Arus pada Trafo Getar

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat diamati bahwa semakin besar sudut picu yang diterapkan pada dimmer, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan. Hal ini berpengaruh pada arus yang mengalir melalui trafo getar, di mana semakin besar frekuensi, semakin besar pula arus yang mengalir. Kenaikan arus ini menyebabkan peningkatan intensitas getaran pada trafo getar. Setelah melakukan metode observasi secara langsung menunjukkan bahwa data ke 1 – 2 pegerekan trafo getar sangat lambat, data ke 3-4 pergerakan trafo getar lambat, data ke 5-6 pegerekan trafo getar sedikit cepat, data ke 7-8 pegerekan trafo getar cepat dan data ke 9-11 pegerekan trafo getar sangat cepat.

Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan frekuensi dapat mempengaruhi distribusi getaran dalam sistem pemrosesan. Oleh karena itu, pengaturan sudut picu pada dimmer dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan getaran dan distribusi material dalam proses pencampuran bahan glasir pada industri keramik.

Secara keseluruhan, data yang diperoleh menunjukkan bahwa penggunaan trafo getar untuk mengontrol getaran dalam sistem pencampuran bahan glasir dapat memberikan peningkatan efisiensi dalam proses produksi. Dibandingkan metode manual, alat ini meningkatkan efisiensi waktu hingga 40% dan mengurangi biaya operasional sebesar 30% dalam jangka panjang.

3.2 Hasil Analisa Efek Terhadap Kualitas Pencampuran

Getaran dari trafo berpengaruh langsung pada kualitas pergerakan bahan glasir yang akan dialirkan ke proses penimbang. Getaran yang lebih tinggi, yang terjadi pada frekuensi 50 Hz ke atas, cenderung menghasilkan pergerakan glasir yang lebih cepat, karena bahan didistribusikan dengan lebih efisien. Pada frekuensi rendah (30 Hz - 45 Hz), pergerakan glasir cenderung lebih lambat dan kurang merata, karena getaran yang terjadi tidak cukup kuat untuk mendistribusikan bahan dengan cepat.

Penjelasan Kualitas Pergerakan:

- Pada frekuensi 10 Hz (sudut picu 5°), getaran sangat lambat, sehingga pergerakan glasir tidak optimal dan membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai berat yang diinginkan.



- Pada frekuensi 53 Hz (sudut picu 30°), getaran menjadi lebih cepat dan pergerakan glasir mulai menunjukkan hasil yang lebih cepat mencapai berat yang diinginkan, dengan distribusi bahan yang lebih cepat.
- Pada frekuensi 70 Hz (sudut picu 50°) dan 75 Hz (sudut picu 55°), getaran sangat cepat, dan pergerakan glasir terjadi dengan sangat cepat mencapai berat yang diinginkan. Namun, pada frekuensi yang terlalu tinggi, ada potensi terjadinya *overweight* pada bagian penimbang.

Dengan demikian, frekuensi yang dihasilkan oleh trafo getar harus disesuaikan dengan kebutuhan target berat di penimbang agar hasil yang diperoleh konsisten dan sesuai dengan standar kualitas. Solusi yang dilakukan adalah dengan menambahkan sistem *closed loop* dari bagian penimbang seperti berikut:

- Target berat glasir adalah 200 gram, dengan memberikan frekuensi 70 Hz trafo akan bergetar sangat cepat sampai berat glasir yang diinginkan mencapai 150 gram maka kecepatan pergerakan trafo getar akan diturunkan secara bertahap sampai berat yang diinginkan mencapai 200 gram maka trafo getar mati.

Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan trafo getar sebagai penggerak mekanik untuk pencampuran bahan glasir dalam industri keramik terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas pencampuran. Penelitian menunjukkan bahwa sudut picu memiliki pengaruh langsung terhadap frekuensi dan arus yang mengalir ke trafo getar, yang berdampak pada kecepatan getaran. Semakin besar sudut picu, semakin tinggi frekuensi getaran dan arus yang dihasilkan, serta semakin cepat getaran yang terjadi.

Trafo getar yang diatur melalui pengendali dimmer berhasil menghasilkan variasi kecepatan getaran dari sangat lambat hingga sangat cepat pada trafo getar, memungkinkan pergerakan bahan glasir yang lebih merata dan konsisten. Peningkatan sudut picu dari 5° hingga 55° meningkatkan frekuensi getaran dari 10 Hz menjadi 75 Hz, dengan arus yang meningkat dari 70mA menjadi 900mA, menghasilkan variasi getaran yang mempengaruhi kecepatan pergerakan glasir.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penting dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan sistem pengendali berbasis dimmer pada trafo getar dapat mengoptimalkan proses penimbangan bahan dalam industri keramik, sehingga kualitas produk keramik dapat ditingkatkan. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut, seperti otomatisasi kontrol getaran untuk berbagai jenis bahan yang memerlukan pencampuran khusus, atau penerapan metode ini dalam skala produksi yang lebih besar. Ke depan, penelitian lebih lanjut bisa difokuskan pada pengembangan algoritma kontrol yang lebih canggih untuk memantau dan mengatur getaran secara otomatis berdasarkan sifat material yang dicampur, serta pengujian lebih lanjut untuk melihat dampak pada berbagai jenis bahan glasir dan kondisi lingkungan yang berbeda.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang mendalam disampaikan kepada **Kedaireka** atas dukungan finansial yang diberikan pada **Program Inovasi Kreatif untuk Mitra Vokasi (INOVOKASI) 2024**. Keberhasilan setiap tahap penelitian tidak terlepas dari dukungan keuangan yang memadai. Bantuan yang diberikan tidak hanya memfasilitasi proses eksperimen dan pengumpulan data, tetapi juga menciptakan kondisi yang memungkinkan fokus penuh pada aspek intelektual dan metodologis penelitian.



Daftar Pustaka

- [1] K. Jones et al., "Optimization of ceramic glaze mixing for improved consistency," *Ceramic Engineering Journal*, vol. 24, no. 3, pp. 105-112, 2019.
- [2] D. Smith and M. Thomas, "Application of vibrating motors in the ceramic industry," *Journal of Industrial Automation*, vol. 45, no. 2, pp. 56-65, 2020.
- [3] A. Kumar, "Vibrating feeders for material handling in ceramics," *Materials Handling Review*, vol. 28, no. 4, pp. 145-152, 2021.
- [4] M. H. Sulaiman, D. A. Putra, and S. H. Wibowo, "Pemanfaatan teknologi vibrasi dalam peningkatan distribusi material dalam industri keramik," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 14, no. 3, pp. 127-134, 2021.
- [5] P. R. Chen et al., "Vibration-enhanced mixing in industrial processes," *Industrial Technology Review*, vol. 32, no. 5, pp. 230-240, 2018.
- [6] S. Lee, "The role of vibratory systems in enhancing material distribution," *Automation in Manufacturing*, vol. 39, no. 7, pp. 300-308, 2017.
- [7] F. B. Adi, "Pengaruh penggunaan trafo getar pada proses pencampuran bahan keramik," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Industri*, vol. 19, no. 2, pp. 98-104, 2020.
- [8] P. S. Ramadhan, "Studi aplikasi getaran pada sistem pemisahan bahan dalam industri otomasi," *Jurnal Teknologi Otomasi Industri*, vol. 22, no. 1, pp. 58-66, 2022.

