Borobudur Engineering Review
Vol. 05 No. 02 (2025) pp. 50-62
e-ISSN: 2777-0850

Karakteristik Getaran Mesin Penggerak Berbahan Bakar Biogas dengan Analisis Fast Fourier Transform (FFT)

Oesman Raliby Almanan[1], Rusmiyatun[2]*, Andriyanto[3], Sofyan kurniawan[3], Suroto Munahar[4]

[1] Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Magelang
[2]Program Akutansi, STIE Rajawali Purworejo
[3]Laboratorium Mesin Otomottif, Universitas Muhammadiyah Magelang
[4]Program Mesin Otomotif, Universitas Muhammadiyah Magelang
*email: mia.stiera@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.31603/benr.v5i2.15660

Abstract

Sambak Village is a tofu industry Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) area that produces biogas under the auspices of the Sambak Sustainable Biogas Group (KBLS). This MSME is located in Kajoran District, Magelang Regency, Central Java. The Sambak Tofu Industry MSME faces several problems, including the relatively high production costs for tofu production. This condition is caused by the soybean milling process, which is the initial process of tofu production, still using a drive engine with fossil fuels/diesel which has a fairly high price, thus having an impact on reducing the profits of the Sambak tofu industry MSME. Therefore, efforts are needed to optimize the use of biogas as a driving engine energy for soybean milling, and manage the distribution of biogas used by every household user and tofu industry MSME. Seeing these problems, this activity will design a driving engine with biogas fuel equipped with a synchronizer system and equipped with vibration analysis produced.

Keywords: *Biogas; Gas Fuel (BBG); Engine; KBLS; Engine vibration.*

Abstrak

Desa Sambak merupakan kawasan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) industri tahu yang menghasilkan biogas dibawah naugan Kelompok Biogas Lestari Sambak (KBLS). UMKM ini memiliki lokasi yang berada di Kecamatan Kajoran, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. UMKM Industri Tahu Sambak memiliki beberapa permasalahan yang dihadapi, diantaranya untuk memproduksi tahu memiliki biaya produksi cukup tinggi. Kondisi ini disebabkan karena selama proses penggilingan kedelai sebagai proses awal produksi tahu masih menggunakan mesin penggerak dengan bahan bakar fosil/solar yang memiliki harga cukup tinggi, sehingga memberikan berdampak pada penurunan keuntungan UMKM industri tahu Sambak. Untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalisasi penggunaan biogas menjadi energi mesin penggerak untuk penggilingan kedelai, dan pengelolaan distribusi biogas yang digunakan oleh setiap pengguna rumah tangga dan UMKM industri tahu. Melihat masalah tersebut kegiatan ini akan merancang mesin penggerak dengan bahan bakar biogas yang dilengkapi dengan sistem *synchronizer* dan dilengkapi dengan analisi getaran yang dihasilkan.

Kata Kunci: Biogas; Bahan Bakar Gas (BBG); Mesin Penggerak; KBLS; Getaran mesin.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

1. Pendahuluan

Pemanfaatan energi baru dan terbarukan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam pengembangan teknologi nasional guna mencapai kemandirian energi, khususnya melalui penggunaan Bahan Bakar Gas (BBG) berbasis biogas (Ristekdikti 2016). Urgensi ini muncul karena ketersediaan minyak fosil, baik secara nasional maupun global, semakin menurun sehingga diperlukan sumber energi alternatif. Salah satu langkah strategis untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah mendorong pemanfaatan energi alternatif, terutama energi baru dan terbarukan. Dalam lima tahun terakhir, konsumsi energi nasional mengalami peningkatan signifikan sehingga pemerintah perlu melakukan diversifikasi energi demi memenuhi kebutuhan energi nasional. Melalui Peraturan Pemerintah (PP) No. 5 Tahun 2006 mengenai kebijakan bauran energi, pemerintah menargetkan pemenuhan energi dari bahan bakar gas sebesar 30% serta energi terbarukan sebesar 17% (Elinur 2010).

Biogas merupakan salah satu bentuk energi baru terbarukan yang memiliki sejumlah keunggulan. Energi ini dapat diperbarui sehingga berpotensi besar mendukung keberlanjutan sistem energi (Oktavia and Firmansyah 2016). Produk energi biogas juga lebih ramah lingkungan karena dapat dinetralisasi oleh ekosistem alami. Selain itu, biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) (Saadabadi et al. 2019) maupun *Direct Biogas Solid Oxide Fuel Cell* (DB-SOFC) (Saengprajak et al,, 2019). Biogas dihasilkan melalui fermentasi bahan organik secara anaerobik, dengan kandungan utama berupa metana (CH4), hidrogen (H2), oksigen (O2), nitrogen (N2), serta hidrogen sulfida (H2S) yang bersifat mudah terbakar (Abdul, 2017). Sumber biogas dapat berasal dari limbah etanol etanol (Gita, 2013), kompos (Destilia, 2012), maupun kotoran hewan.

Saat ini, pengembangan teknologi biogas semakin ditingkatkan. Negara-negara Eropa telah menerapkan teknologi ini dalam sektor transportasi dan kelistrikan (Scarlat, et al., 2018; Torrijos, 2016). Beberapa metode dikembangkan untuk meningkatkan kualitas biogas, seperti penggunaan filter berbasis karbon serta proses pemurnian menggunakan kalsium hidroksida dan larutan amina (Fournier 2017). Energi panas matahari dengan temperatur mencapai lebih dari 60°C juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan volume biogas yang dihasilkan selama proses anaerobik (Rasul 2019). Meski demikian, teknologi biogas masih memiliki sejumlah kendala, seperti minimnya penelitian dan data teknis. Dalam periode tertentu dilaporkan lebih dari 50% instalasi biogas mengalami kegagalan fungsi dalam dua tahun operasional. Salah satu penyebabnya adalah kualitas logistik bahan baku yang kurang optimal pada *digester* sebagai reaktor biogas (Tumusime et al., 2019). Biogas juga mengandung beberapa gas pengotor seperti H2O, CO2, SO2, dan H2S. Meski demikian, berdasarkan berbagai keunggulan yang dimiliki, biogas tetap menjadi salah satu sumber energi alternatif yang potensial untuk mendukung pemenuhan bauran energi nasional.

Desa Sambak merupakan kawasan UMKM industri tahu yang memanfaatkan biogas dan tergabung dalam Kelompok Biogas Lestari Sambak (KBLS). Desa ini berada di Kecamatan Kajoran, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, dengan wilayah pegunungan pada ketinggian 438–750 meter di atas permukaan laut. Pada tahun 2004, Desa Sambak memiliki luas wilayah 334,5 hektare yang mencakup area persawahan, kebun campuran, tegalan, serta hutan rakyat dan hutan negara. Desa

Sambak memiliki potensi besar dalam pengembangan energi mandiri berbasis biogas yang dihasilkan dari limbah industri tahu. Terdapat lebih dari tujuh UMKM industri tahu terutama di Dusun Sindon yang menjadi sumber utama limbah organik, dan sebagian besar masyarakat setempat bekerja pada sektor ini. Pada tahun 2013, muncul keluhan warga terkait pencemaran lingkungan akibat limbah industri tahu. Melalui Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK), pada tahun 2016 limbah tersebut mulai dialihkan menjadi biogas. Hingga saat ini, KBLS mengelola limbah dari lebih dari tujuh UMKM industri tahu dan mengoperasikan enam *digester* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. *Digester* dab IPAL yang dimiliki oleh industri tahu yang dikelola oleh KBLS.

Dalam pengelolaan biogas, KBLS aktif mendorong peningkatan jumlah pengguna biogas, baik untuk keperluan rumah tangga maupun usaha. Kelompok ini juga menjalin kolaborasi dengan berbagai pihak, seperti DLHK dan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Jawa Tengah. Atas keberhasilan dalam pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT), Desa Sambak memperoleh penghargaan Desa Mandiri Energi (DME) kategori mapan dari Pemerintah Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2021. Pada UMKM Industri Tahu Sambak di bawah naungan KBLS, biaya produksi masih tergolong tinggi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan mesin penggiling kedelai yang masih berbasis bahan bakar fosil/solar (Gambar 2), sehingga berdampak pada menurunnya keuntungan usaha. Oleh karena itu, diperlukan upaya optimalisasi pemanfaatan biogas sebagai energi penggerak mesin penggilingan kedelai serta pengaturan distribusi biogas untuk keperluan rumah tangga dan UMKM. Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan ini bertujuan menyajikan konsep pengelolaan biogas yang memiliki potensi besar untuk dioptimalkan sebagai bahan bakar mesin penggerak. Namun demikian pada implementasi mesin penggerak dengan bahan bakar menghasilkan getaran yang mempengaruhi kesehatan para pekerja industri tahu, maka penelitian ini mempelajari karakteristik getaran yang dihasilkan.

Gambar 2. Mesin penggerak berbahan bakar fosil/solar untuk menggiling kedelai di UMKM industri tahu Sambak.

2. Metode

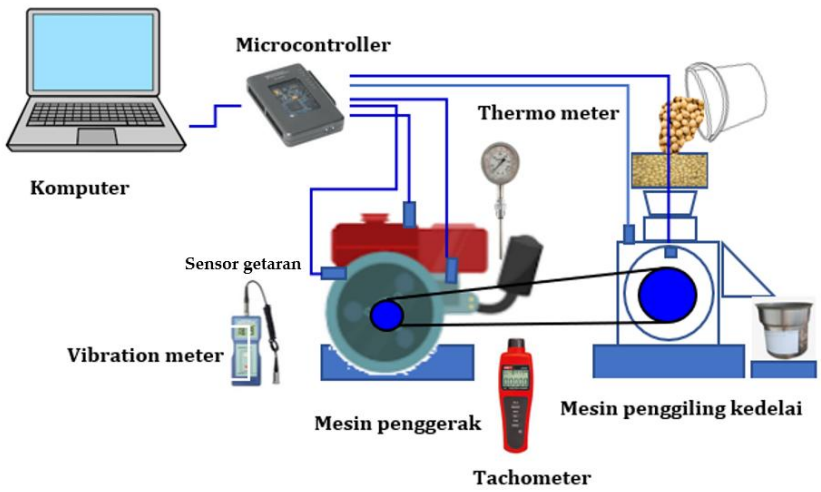
Pada tahap awal untuk pengembangan teknologi pemanfaatan biogas perlunya mengenali secara terperinci tentang permasalahan yang ada, diantaranya mengetahui kelebihan, kekurangan dan potensi pengembangan pemanfaatan biogas. Setelah mengetahui kondisi ini, perlu dirancang teknologi pemanfaatan biogas untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) dan sistem pengendalinya. Selama ini biogas yang ada dalam KBLS hanya digunakan kebutuhan memasak, sehingga perlu pengembangan teknologi untuk pemanfaatan energi biogas. Instalasi baik dari *digester* yang terlihat dalam Gambar 3 disalurkan langsung menuju dapur. Jumlah gas yang dihasilkan dari *digester* cukup banyak sehingga potensi pemanfaatan biogas sebagai energi penggerak untuk menjadi bahan bakar mesin penggerak cukup besar. Data Penelitian diolah menggunakan *software* : 1) *LabVIEW for Everyone* 2005, 64 bits; 2) *Excel* 2021, 64 bits; 3) *Origin* 2023, 64 bits.

Gambar 3. Instalasi dari *digester* disalurkan untuk memasak di dapur .

a. Set-up Aparatus Penelitian

Prinsip kerja mesin PLTBg dengan sumber energi biogas adalah sebagai berikut: biogas dari *digester* dialirkan ke gas regulator, untuk jaga tekanan masuk ke gas mixture yang dipasangkan pada intake manifold dengan tekanan konstan yaitu sekitar 0,3 bar (gauge). Pressure gauge harus dipasangkan pada dom *digester* untuk memonitor tekanan isi biogas pada dom *digester*. Gas Mixer

digunakan untuk mencampur biogas dengan udara untuk bisa menghasilkan kondisi campuran yang homogen. Ukuran diameter dalam gas mixer dihitung berdasarkan kapasitas mesin dari motor bensin yang digunakan. Untuk meminimalisir kandungan air yang terdapat pada biogas dipasang *water filter*. Untuk menghasilkan kinerja mesin yang optimum perlu dilakukan penyesuaian waktu pengapian (*Timing Ignition*). Penyesuaian dilakukan dengan menggeser pulsa pengapian lebih maju karena gas metan mempunyai karakteristik kecepatan rambat api yang lebih rendah dari gasoline /bensin. Penyesuaian lain yang perlu dilakukan adalah idle *mixture screw* dan *main jet* untuk menghasilkan komposisi campuran udara biogas yang sesuia dengan kondisi kerja mesin, mengingat campuran stoikiometri biogas-udara berbeda dengan stoikiometri bensin-udara. Selanjutnya mesin bensin yang sudah dimodifikasi sehingga menjadi mesin dengan bahan bakar biogas akan menggerakan generator listrik. Generator akan menghasilkan listrik AC yang akan digunakan untuk kebutuhan listrik. Untuk mengatur laju biogas ke mesin dipasangkan sistem injektor yang dikendalikan oleh sebuah engine control unit, selain itu data akuisisi disematkan untuk pengambilan data secara realtime yang terlihat pada Gambar 4. Pada Gambar ini diinformasikan tentang pemasang sensor getaran yang divalidasi oleh vibration meter. Selain itu untuk mengetahui perilaku mesin penggerak dipasang thermometer dan tachometer. Alat ini digunakan untuk memantau putaran mesin dan panas yang dihasilkan oleh mesin penggerak. Untuk spesifikasi mesin penggerak untuk setting teknologi terlihat pada Tabel 1.



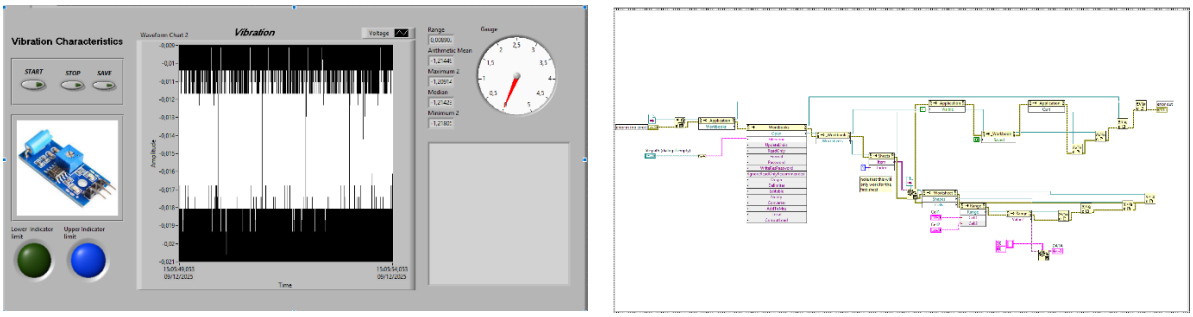
Gambar 4. Set-up aparatus penelitian.

Tabel 1. Spesifikasi mesin penggerak.

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Engine	Mesin bensin 4 tak
2.	Power Output	6 Hp
3.	Sensor getaran	SW 40 tipe digital 5 volt
4.	Mesin penggiling	12 inchi
5.	Trasnfer daya	V belt
6.	Putaran mesin	2000 rpm – 3000 rpm

b. Merancang Data Akuisisi

Getaran yang dihasilkan oleh mesin penggerak direkam oleh data akusisi yang terdiri dari interface modul *LabVIEW* yang terlihat pada Gambar 5 dan sensor getaran.



Gambar 4. Tampilan interface modul *LabVIEW*.

c. *Fast Faurier Transform* (FFT)

FFT merupakan teknik perhitungan matematika yang digunakan untuk mentrasformasi sinyal analog menjadi sinyal digital berbasis frekuensi. FFT membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks. FFT digunakan untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Karena sinyal-sinyal dalam sistem komunikasi bersifat kontinyu, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk transformasi fourier. Penelitian ini menggunakan FFT Karena persamaan FFT dan merubah dari sinyal getaran menjadi frekuensi getaran mesin penggerak dan dapat diukur frekuensi, serta dapat dikomparasi dengan kenyamanan orang bekerja FFT dapat didefinisikan dengan rumus(Kusuma 2021)(Irtawaty, Ulfah, and Rukhyah 2019):

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s\,(t) e^{-j2\pi ft} dt$$

S(f)	= sinyal dalam domain frekuensi (frequency domain)
s(t)	= sinyal dalam domain waktu (time domain)
$s(t)e^{-j2\pi ft}$	= konstanta nilai sebuah sinyal
f	= frekuensi
t	= waktu

d. Getaran

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. sedangkan yang dimaksud dengan getaran mekanik adalah getaran yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (engineering) mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan (Widowati 2015). Standar atau nilai ambang batas tingkat getaran whole body vibration yang berlaku ditingkat internasional dengan klasifikasi sebagai berikut (Rosallino et al. 2022):

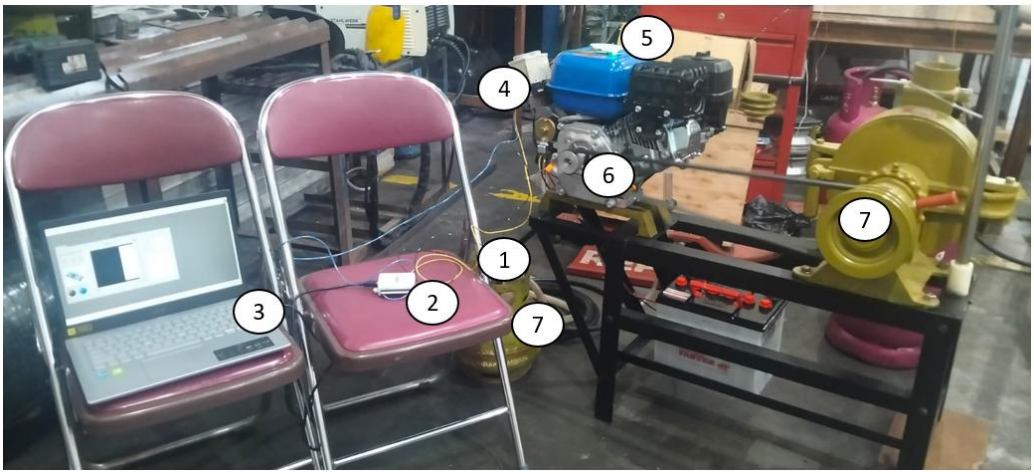
a. Kurang dari 0,315 m/dt² : nyaman.
b. 1,000 – 1,600 m/dt² : tidak nyaman.
c. Lebih dari 2,000 m/dt² : berbahaya.

3. Hasil dan Pembahasan

Mesin penggerak yang akan digunakan pada mitra menggunakan bahan bakar biogas. Untuk mengetahui set-up awal menggunakan bahan bakar gas LPG untuk memudahkan migrasi ke bahan bakar biogas.

a. Hasil Setting Data Akusisi pada Mesin Penggerak

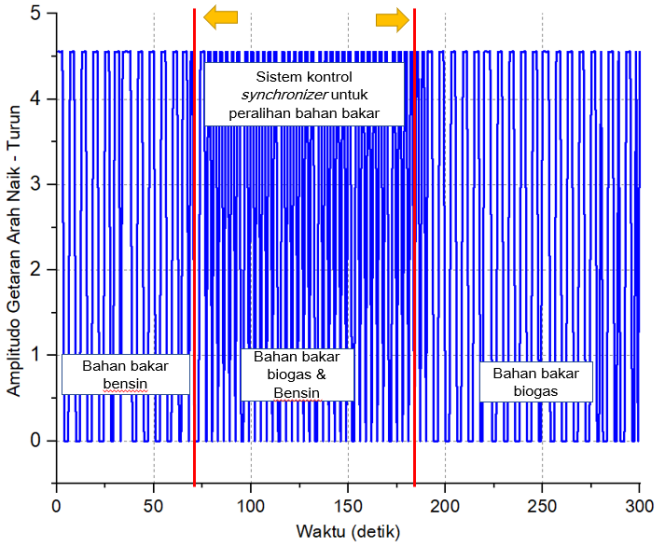
Pengambilan data getaran mesin penggerak berbahan bakar terlihat pada Gambar 5. Setting aparatus penelitian terdiri dari (1) tabung gas, (2) *micocontroller* NI 6009, (3) komputer, (4) sistem kontrol, (6) mesin penggerak, (7) mesin penggiling kedelai. Sedangkan untuk mengukur panas mesin menggunakan thermometer, putaran mesin dengan *tachometer*.



Gambar 5. Setting data akuisisi pada mesin penggerak berbahan bakar gas.

b. Hasil Pengukuran Data Getaran pada Mesin Penggerak

Sensor yang digunakan untuk merekam getaran menggunakan sensor SW 40 tipe digital. Sensor ini berkerja dengan nilai 0 – 4,5 point. 0 artinya tidak terjadi getaran, memiliki 4,5 ada getaran. Pengambilan data getaran dilakukan selama 5 menit. Periode pertama (0- 60 detik) mesin penggerak beroperasi menggunakn bahan bakar bensin. Kondisi ini memiliki getaran dengan jumlah relatif lebih sedikit. Periode kedua (61 – 180 detik) mesin beroperasi dengan dua bahan bakar (bensin dan gas). Periode ini mesin memiliki jumlah getaran lebih banyak karena sistem kontrol sychronizer sedang bekerja. Periode ketiga (181 – 300 detik) mesin penggerak bekerja dengan bahan bakar gas. Proses ini mesin menghasilkan jumlah getaran lebih sedikit jika dibandingkan pada periode kedua. Data yang dihasilkan proses berikutnya dianalisis menggunakan origin dengan persamaan FFT yang terlihat pada Gambar 6.

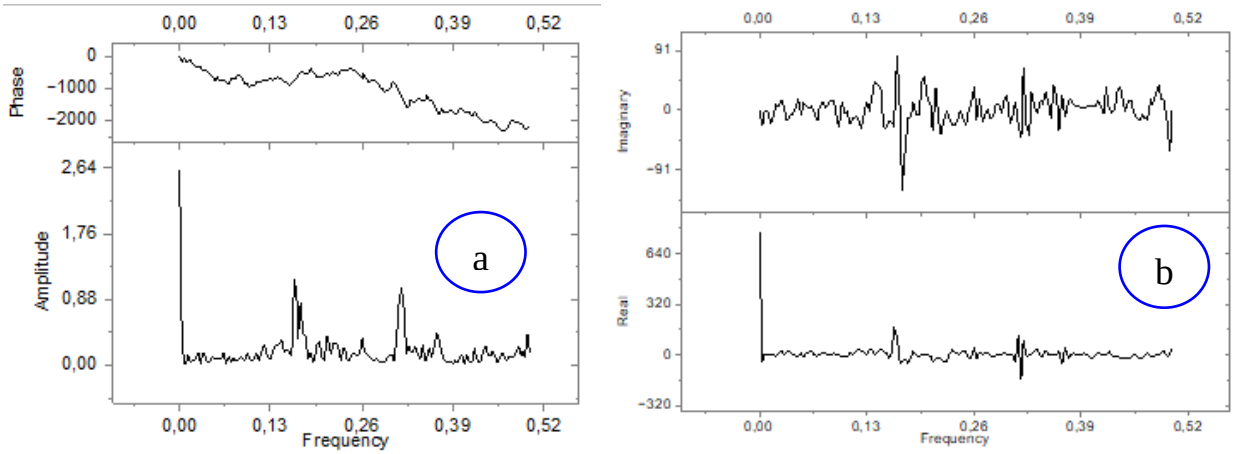


Gambar 6. Data amplitudo getaran dalam sistem digital yang memiliki putaran *fast idle.*

c. Hasil Analisis FFT

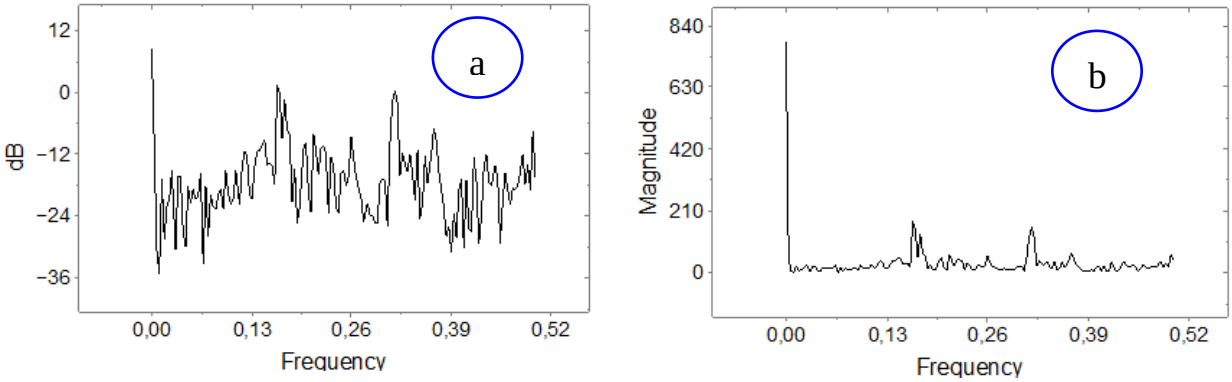
1) Data Perbandingan Frekuensi Amplitudo *Phase Real* dan *Imaginary*

Getaran mesin penggerak dievaluasi dari sisi frekuensi-amplitudo-phase real dan imaginer yang terlihat pada Gambar 7. Gambar 7(a) memiliki kondisi sinyal dengan komponen dominan yang sangat lambat (frekuensi mendekati 0). Namun, ada beberapa komponen frekuensi yang mengalami perubahan dari 0.13–0.40. Nilai fase yang menurun stabil menandakan sinyal cenderung halus dan memiliki pergeseran waktu. Mesin penggerak pada memiliki frekuensi tidak tinggi sehingga aman digunakan pada lingkungan kerja untuk manusai. Gambar 7(b) memiliki informasi data sinyal real dan imaginer terhadap frekuensi. Sinyal dengan data imeginer sebagai data sinyal amplitudo dengan metode cosine yang memiliki frekuensi antara 0~0,52 Hz. Sinyal dengan data real sebagai informasi amplitudo sine yang memiliki frekuensi antara 0~0,52 Hz. Mesin penggerak menghasilkan frekuensi tidak terlalu tinggi dengan sistem kontrol *synchronizer* atau tanpa sistem kontrol *synchronizer*.



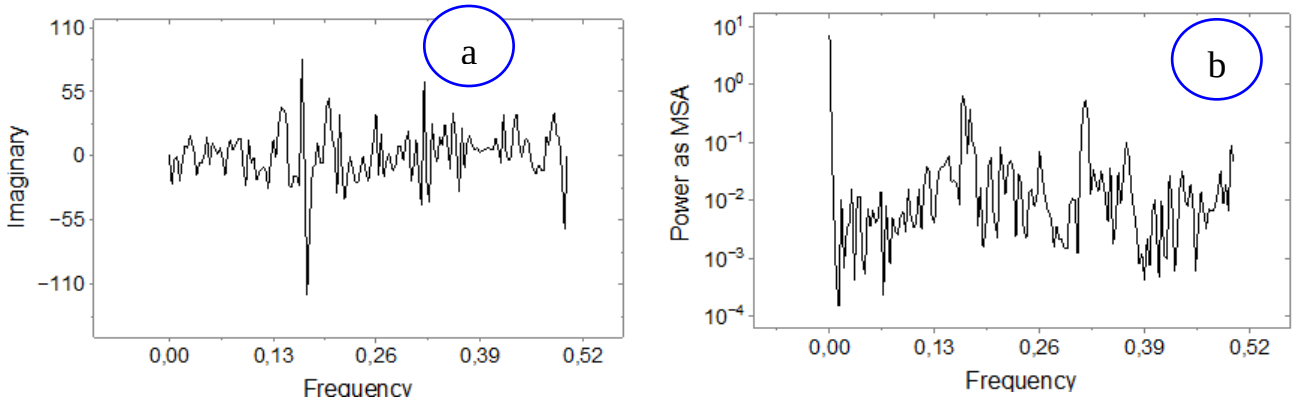
Gambar 7. Perbandingan frekuensi-amplitudo-phase (a) dan frekuensi *real-imaginary* (b).

Data mesin penggerak memiliki getaran yang dianalisis dari sisi frekuensi suara dan magnitude yang terlihat pada Gambar 8. Pada Gambar 8(a) mesin penggerak menghasilkan gelombang dalam satuan dB dan magnitude yang cukup kecil. Sinyal dengan nilai 10 dB memiliki frekuensi hampir 0. Sinyal dengan -24 memiliki frekuensi 0,1 – 0,13 hz. Kebanyakan sinyal dengan nilai 0 sampai -25 cukup besar. Analisi berikutnya dari sisi mahnitude yang terlihat pada Gambar 8(b). Besaran magnitude pada nilai 840 dengan frekuensi 0. Sinyal dengan frekuensi sekitar 0,3 hz memiliki magnitude sekitar 200 sedangkan, sinyal dengan frekuensi 0,52 hz memiliki magnitude mendekati 30.



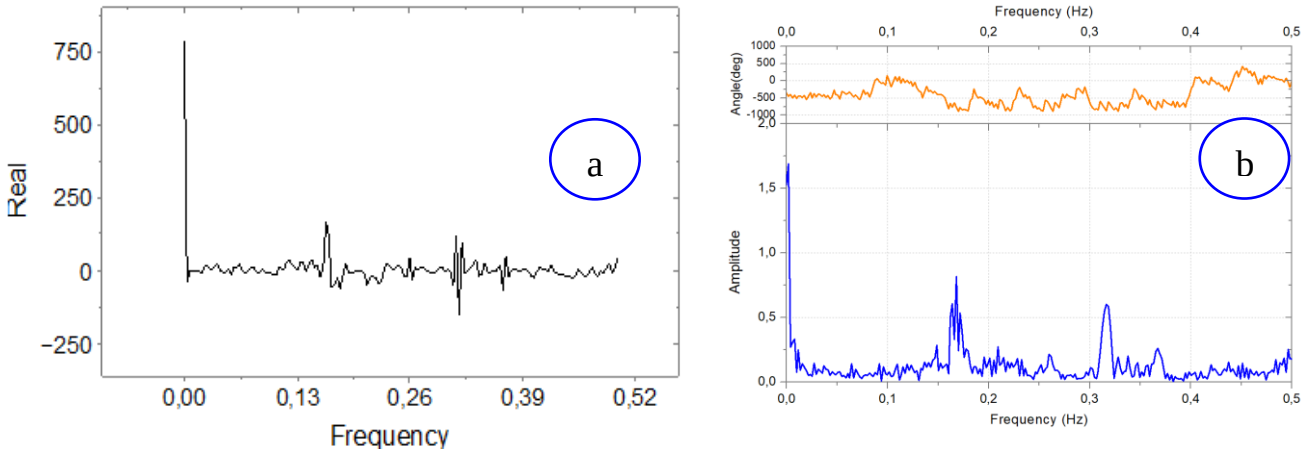
Gambar 8. Perbandingan frekuensi-gelombang suara (a) dan frekuensi-magnitude (b).

Proses selanjutnya getaran mesin penggerak dievaluasi dari sisi imaginery dan power MSA yang terlihat pada Gambar 9. Mesin penggerak menghasilkan getaran dengan power MSA dan frekuensi terlihat pada Gambar 9(b). Getaran dengan power MSA 10-1 sampai 10-3 memiliki rentang cukup banyak. Frekuensinya berada pada rentang 0 sampai 0,52 hz.



Gambar 9. Perbandingan frekuensi-imaginary (a) dan frekuensi-MSA (b).

Sudut sinyal dievaluasi dengan frekuansi yang terlihat pada Gambar 10. Sinyal getaran dengan sudut mendekati 500 memiliki frekuensi 0,45 hz. Sudut sinyal dengan nilai -1000 memiliki frekuasi 0,35. Amplitudo dengan nilai 0,7 memiliki frekuensi 0,33 hz. Amplitudo 0,2 memiliki frekuensi 0,5 hz. Untuk sinyal real 750 memiliki frekuensi mendekati 0. Sinyal ini memiliki real mendekati 0 pada frekuensi 0 sampai 0,52 hz.



Gambar 10. Perbandingan frekuensi-real (a) dan frekuensi-angel (b).

2) Analsis Percepatan Getaran

Hasil pengukuran percepatan getaran mesin penggerak diukur pada putaran *fast idle* menunjukkan nilai sebagai berikut periode pertama (0 - 60 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,3 m/dt². Periode kedua (61 – 180 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,6 m/dt². Periode ketiga (181 – 300 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,28 m/dt². Hasil pengukuran percepatan getaran getaran mesin penggerak pada periode pertama (0 - 60 detik) memiliki percepatan getaran nilai sebesar 0,3 m/dt² yang masuk kondisi nyaman untuk manusia. Periode kedua (61 – 180 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran yang masuk kategori cukup tidak nyaman. Periode kedua (61 – 180 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran yang masuk kategori nyaman. Nilai ini menguatkan dari hasil penelitian sebelumnya bahwa nilai percepatan getaran sangat mempengaruhi kenyaman berkendaraa (Rosallino et al. 2022). Dimana hubungan nilai percepatan getaran terhadap kenyamanan tubuh manusia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kluster kenyamanan tubuh manusia berdasarkan tingkat percepatan getaran

No.	Nilai percepatan getaran $(\mathrm{m/detik^2})$	Kluster Kenyamanan Bagi Manusia
1	0 – 0,315	Nyaman
2	0,316 – 0,500	Sedikit tidak nyaman
3	0,500 – 1,000	Cukup tidak nyaman
4.	1,001 – 1,600	Tidak nyaman
5.	1,601 – 2,500	Sangat tidak nyaman
6.	Lebih danri 2,5	Ektreme tidak nyaman

3) Analisis Arah Getaran

Pada arah getaran mesin penggerak yang ukur posisi atas – bawah yang memiliki nilai (1-2,5 mm) pada periode pertama dan ketiga. Sedangkan periode ketiga memiliki nilai menjadi (1,5 – 3,5 mm). Amplitudo getaran arah atas – bawah pada periode pertama dan ketiga memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan periode kedua. Periode kedua memiliki amplitudo paling besar karena terjadi proses pembakaran antara bensin dan gas yang memiliki karekter tidak sama sehingga menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna. Namun setelah periode ketiga yang bekerja pada mesin penggerak hanya bahan bakar gas.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat data kluster kenyamanan bagi manusia dengan getaran hasil yang dihasilkan. Dari hasil alat menunjukkan hasil getaran senilai 0,28 m/dt^2 , yang menunjukkan kategori nyaman bagi pekerja dan tidak memiliki impact negatif terhadap keselamatan pekerja.

4. Kesimpulan

Dari konsep yang ditawarkan ada beberapa yang perlu diperhatikan, diantaranya dalam bahwa dengan sistem *synchronizer* mampu menyelesaikan permasalahan mesin penggerak dengan bahan biogas dapat bekerja pada kualitas kurang baik, namun memiliki kekurangan saat terjadi proses peralihan bahan bakar dari bensi ke gas menghasilkan getaran dengan frekuensi dan amplitudo cukup besar. Setelah proses synchronisasi mesin penggerak bekerja dengan bahan bakar gas dan menghasilkan getaran lebih halus. Proses ini terlihat ketika mesin penggiling masuk periode pertama (0 - 60 detik) menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,3 m/dt^2. Periode kedua (61 – 180 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,6 m/dt^2. Periode ketiga (181 – 300 detik) mesin penggerak menunjukkan percepatan getaran nilai sebesar 0,28 m/dt^2. Kegiatan ini telah menghasil teknologi mesin penggiling kedelai yang digunakan pada industri tahu. Mesin ini kedelpan dapat dilengkapi sistem kontrol secara hybrid dengan gas lainnya agar saat biogas habis dapat dilanjutkan dengan bahan bakar gas lain sehingga kegiatan produksi tetap berjalan dengan lancar. Disamping itu Artificial Intteligent dapat digunakan dimasa mendatang untuk meingkatkan

5. Ucapan Terima Kasih

Kegiatan ini merupakan salah satu bagian dari hasil kegiatan yang telah dibiayai oleh Diktisaintek pada Tahun Anggaran 2025, disupport oleh LPPM Universitas Muhammadiyah Magelang dan LPPM STIE Rajawali Purworejo. Pelaksanaan untuk produksi biogas secara komunal akan dilaksanakan pada periode berikutnya dengan tujuan untuk mewujudkan *energy go green*. Ucapan terima kasih diucapkan untuk ketiga lembaga tersebut.

Referensi

Abdul M. R. dan Masrukhi. 2017. “Optimasi Kandungan Metana (CH4) Biogas Kotoran Sapi

Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben Abdul." *Jurnal Rona Teknik Pertanian* 10(2).

Destilia A., Mutiara B. P. dan David B. 2012. "Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan Dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas Dari Sampah Organik." *Jurnal Teknik Kimia* 18(1):17–23.

Elinur, Priyarsono D. S. dan Muhammad F. 2010. "Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia." *Indonesian Journal of Agricultural Economics* (IJAE) 2(1):97–119.

Fournier, J. 2017. "Development Biogas Purification 15th International of Development of Biogas Purification System Using Calcium Hydroxide and Amine Solution Using Calcium Hydroxide and Amine Solution Assessing the Feasibility of Using the a Heat Demand-Outdoor Aphichat Fun." Pp. 441–45 in *Energy Procedia*. Vol. 138. Elsevier B.V.

Gita K. dan Ika R. 2013. "Pengaruh Ph Dan Rasio Cod : N Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (VINASSE)." *Jurnal Teknik Kimia dan Industri* 2(3):1–7.

Irtawaty, Andi Sri, Maria Ulfah, and Silfi Fakhirotul Rukhyah. 2019. "Implementasi Metode Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Mengklasifikasikan Suara Pria Dan Wanita Di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Balikpapan." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu*), 7(2).

Kusuma, Dine Tiara. 2021. "Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik." J*urnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*,14(1):28–35.

Liu, Peng. 2018. "Time-Frequency Analysis of Event-Related Potentials Associated with the Origin of the Motor Interference Effect from Dangerous Objects." Brain Research 1682:44–53. doi: 10.1016/j.brainres.2018.01.005.

Oktavia, Indri, and Adi Firmansyah. 2016. "Pemanfaatan Teknologi Biogas Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif Di Sekitar Wilayah Operasional PT . Pertamina EP Asset 2 Prabumulih Field." *Jurnal Resolusi Konflik, CSR, dan Pemberdayaan* 1(1):32–36.

Rasul, G. 2019. "Opportunities for Solar Assisted Biogas Plant in Subtropical Climate and Cooling Climate Opportunities for International Solar Assisted Biogas in Subtropical in Australia : A Review in Australia : A Review Assessing the Feasibility Using the Heat Temperat." Pp. 683–90 in *Energy Procedia*. Vol. 160. Elsevier B.V.

Ristekdikti. 2016. Rencana Induk Riset Nasional 2015-2045. Vol. 2045.

Rosallino, Rendy, Rahayu Mekar Bisono, Alfi Tranggono Agus Salim, Yanuar Setiawan, and Denna Maulana Achmad. 2022. "Analisis Variasi Kecepatan LRT Jabodebek Terhadap Ride Index Pada Longspan Menggunakan Simulasi Longitudinal Train Dynamic." *Jurnal Perkeretaapian Indonesia* 6(2):20–25.

Saadabadi, S. Ali, Aditya Thallam, Liyuan Fan, Ralph E. F. Lindeboom, Henri Spanjers, and P. V Aravind. 2019. "Solid Oxide Fuel Cells Fuelled with Biogas : Potential and Constraints." *Renewable Energy* 134:194–214. doi: 10.1016/j.renene.2018.11.028.

Saengprajak, Arnusorn, Aree Katcharoen, Wutthisat Chockua, and Jenjira Piamdee. 2019. "Prospective Study of Application the Direct-Biogas Solid Oxide Fuel Prospective Study of Application the Solid Oxide Fuel Cell System to the Biogas Plant in Thailand Cell System to the Biogas Plant in Thailand Assessing the Feasibility of Using the Heat D." Pp. 978–83 *in Energy Procedia*. Vol. 158. Elsevier

B.V.

Scarlat, Nicolae, Jean-françois Dallemand, and Fernando Fahl. 2018. "Biogas : Developments and Perspectives in Europe." *Renewable Energy* 129:457–72. doi: 10.1016/j.renene.2018.03.006.

Torrijos, Michel. 2016. "State of Development of Biogas Production in Europe." P*rocedia Environmental Sciences* 35:881–89. doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.043.

Tumusiime, Edmund, John B. Kirabira, and Wilson B. Musinguzi. 2019. "Long-Life Performance of Biogas Systems for Productive Applications : The Role of R & D and Policy." *Energy Reports* 5:579–83. doi: 10.1016/j.egyr.2019.05.002.

Widowati, Retno. 2015. "*Aplikasi Modem Wavecom Pada Sistem Pendeteksi Getaran Bangunan Bertingkat Via Short Message Service (SMS)*." Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.

Zhang, Jikui, Nan Jiang, Chuanbo Zhou, Ke Zhao, and Bin Zhu. 2023. "Quantitative Evaluation Method of Human Comfort under the Influence of Blast Vibration Based on Human Physiological Indexes and Its Application." *Applied Acoustics* 202:109175. doi: 10.1016/j.apacoust.2022.109175.