

# Pengaruh Variasi RPM terhadap Skor REBA Operator pada Kompor Biomassa Tipe Forced

<sup>1</sup>Rifky Andika Setiawan, <sup>2</sup>Hisbulloh Ahlis Munawi, <sup>3</sup>Ary Permatadeny Nevita

<sup>1 2 3</sup>Teknik Industri, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[rifkyandikasetiawan1@gmail.com](mailto:rifkyandikasetiawan1@gmail.com), <sup>2</sup>[Ahlismunawi@gmail.com](mailto:Ahlismunawi@gmail.com), <sup>3</sup>[arypermata@gmail.com](mailto:arypermata@gmail.com)

Penulis Korespondens : Rifky Andika Setiawan

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan putaran kipas (RPM) terhadap tingkat risiko ergonomi operator kompor biomassa tipe forced draft menggunakan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Pengujian dilakukan dengan tiga variasi kecepatan, yaitu 800 RPM, 1200 RPM, dan 1600 RPM dengan durasi pengujian masing-masing selama 60 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan RPM berbanding lurus dengan peningkatan performa pembakaran, namun meningkatkan tingkat kebisingan dan beban termal di lingkungan kerja. Skor REBA pada 800 RPM adalah 5 (risiko sedang), pada 1200 RPM meningkat menjadi 6 (risiko sedang), dan pada 1600 RPM mencapai skor 9 (risiko tinggi). Berdasarkan analisis teknis dan ergonomis, variasi 1200 RPM direkomendasikan sebagai kondisi operasional paling optimal karena memberikan keseimbangan terbaik antara efisiensi performa pembakaran dan kenyamanan serta keselamatan kerja operator.

*Abstracts of up to 150 English with text italic using font Times New Roman 10 point. The abstract should be clear, descriptive, and should provide a brief overview of the problem under study. The abstract contents cover the reasons for choosing the topic or the importance of the topic being studied, the research method used, and the summary of the research results. The abstract should end with a comment about the importance of the result or a brief conclusion. Do not use Symbols, Special characters, or Maths in the abstract.*

**Kata Kunci** — Ergonomi, Kompor Biomassa, Forced Draft, REBA, RPM.

**Abstract** —. This study aims to analyze the effect of fan rotation speed (RPM) variations on the ergonomic risk level of forced draft biomass stove operators using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method. Testing was conducted at three speed variations, namely 800 RPM, 1200 RPM, and 1600 RPM, with a test duration of 60 minutes each. The results indicate that increasing RPM is directly proportional to combustion performance, but elevates noise levels and thermal load in the work environment. The REBA score at 800 RPM was 5 (medium risk), increased to 6 at 1200 RPM (medium risk), and reached 9 at 1600 RPM (high risk). Based on technical and ergonomic analysis, the 1200 RPM variation is recommended as the most optimal operational condition because it provides the best balance between combustion performance efficiency and operator safety and comfort.

**Keywords** — Biomass Stove, Ergonomics, Forced Draft, REBA, RPM.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi alternatif kian berkembang pesat di era modern ini disebabkan oleh ketersediaannya yang melimpah, biaya operasional yang relatif ekonomis, serta karakteristiknya yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui [1]. Bahan organik yang umum dimanfaatkan mencakup sekam padi, serbuk gergaji, kayu, dan limbah pertanian lainnya yang melimpah di lingkungan sekitar. Salah satu teknologi inovatif yang dikembangkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan ini adalah kompor biomassa tipe *forced draft* [2]. Kompor jenis ini mengandalkan bantuan suplai aliran udara paksa menggunakan kipas mekanis untuk mempercepat pencampuran oksigen dengan bahan bakar, sehingga menghasilkan nyala api yang jauh lebih stabil, peningkatan efisiensi termal, serta reduksi emisi gas buang yang signifikan bila dibandingkan dengan kompor konvensional.

Kinerja operasional kompor biomassa *forced draft* sangat bergantung pada pengaturan kecepatan putaran kipas yang diukur dalam satuan *Rotations Per Minute* (RPM) [3]. Pengaturan variasi RPM ini menentukan volume dan debit udara yang disuplai langsung ke dalam ruang bakar, yang secara langsung memengaruhi temperatur nyala api dan laju pembakaran [4]. Di satu sisi, RPM tinggi terbukti mampu meningkatkan stabilitas nyala api dan menghasilkan performa pembakaran yang sangat baik. Namun, di sisi lain, peningkatan kecepatan putaran kipas ini juga menimbulkan dampak negatif berupa peningkatan intensitas kebisingan akibat kerja motor blower serta timbulan radiasi panas lingkungan yang berlebihan [5]. Dampak tersebut secara langsung memengaruhi kenyamanan fisik dan performa kerja operator kompor biomassa di lapangan.

Aspek ergonomi menjadi faktor krusial yang menentukan keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan pengguna saat mengoperasikan teknologi tepat guna [6]. Selama proses pengoperasian kompor yang berlangsung konstan dalam durasi yang lama, operator seringkali dituntut melakukan aktivitas fisik berulang seperti mengaduk bahan bakar, memantau intensitas api, dan mengangkat material masukan dalam posisi berdiri statis. Adanya paparan bising dan radiasi panas tinggi dari kompor dengan variasi RPM ekstrem dapat memaksa operator mengubah postur tubuh alaminya menjadi postur janggal (*awkward posture*) demi menghindari paparan langsung panas, yang berpotensi memicu timbulnya gangguan muskuloskeletal (*Musculoskeletal Disorders/MSDs*) [7]. Oleh karena itu, evaluasi ergonomi fisik menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) menjadi mutlak diperlukan.

Meskipun studi mengenai efisiensi termal dan optimasi teknis kompor *forced draft* telah banyak diteliti oleh peneliti terdahulu [8], penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan kontrol mekanis parameter RPM dengan evaluasi risiko postur kerja operator secara kuantitatif masih sangat terbatas. Hal ini menciptakan sebuah celah penelitian (*research gap*) yang penting. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada pendekatan evaluasi komprehensif yang

mengkombinasikan performa mekanis alat dengan kenyamanan ergonomis operator. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi RPM terhadap tingkat kebisingan, kenyamanan termal, serta skor REBA operator, guna mengidentifikasi nilai RPM yang paling optimal yang menjamin keseimbangan antara aspek performa teknis dan keselamatan kerja.

## II. METODE

Penelitian ini merupakan studi evaluatif yang dirancang menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif [1]. Fokus utama pengujian adalah mengevaluasi sistem operasional kompor biomassa tipe forced draft portabel yang telah dikembangkan dengan sistem kipas DC berukuran 6x6 cm sebagai pengatur aliran udara. Eksperimen dilakukan dengan menerapkan tiga variasi kecepatan putaran kipas yang dikontrol secara presisi menggunakan potensiometer, yaitu pada tingkat putaran 800 RPM, 1200 RPM, dan 1600 RPM. Masing-masing kondisi variasi RPM diuji secara konstan dalam durasi waktu selama 60 menit per sesi pengujian guna mensimulasikan kondisi kerja riil di sektor UMKM atau industri rumah tangga.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data eksperimen meliputi *Digital Tachometer* untuk mengukur dan memvalidasi kecepatan putaran kipas secara real-time, Sound Level Meter untuk merekam tingkat kebisingan di sekitar stasiun kerja operator, serta lembar penilaian REBA (*REBA Worksheet*) untuk menganalisis postur tubuh operator pada bagian leher, punggung, kaki, lengan, dan pergelangan tangan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kecepatan putaran kipas (RPM), sedangkan variabel terikat meliputi tingkat kebisingan (dB), persepsi kenyamanan termal operator, serta skor risiko ergonomi REBA.

Pengukuran parameter teknis dan ergonomis dilakukan secara berkesinambungan selama tahapan pengujian. Kecepatan putaran kipas dihitung menggunakan persamaan matematika standar sebagai berikut [3]:

$$RPM = (f \times 60) / N \quad (1)$$

di mana  $f$  melambangkan frekuensi sinyal putaran yang terbaca dan  $N$  melambangkan jumlah bilah kipas mekanis yang digunakan.

Selanjutnya, analisis risiko postur tubuh operator dievaluasi dengan menjumlahkan skor kelompok postur A dan B yang dikombinasikan dengan skor kopling serta aktivitas. Secara ringkas, penentuan Skor REBA diformulasikan melalui rumus berikut [6]:

$$Skor\ REBA = Skor\ C + Skor\ Aktivitas \quad (2)$$

di mana Skor C merupakan kombinasi dari visualisasi postur tubuh statis operator dan beban kerja fisik yang ditanggung.

Untuk mempermudah interpretasi tingkat bahaya ergonomi, persentase risiko aktual dihitung berdasarkan perbandingan terhadap total skor maksimum yang mungkin tercapai

menggunakan persamaan berikut [7]:

$$\text{Persentase (\%)} = (\text{Total Skor Aktual} / \text{Total Skor Maksimum}) \times 100\% \quad (3)$$

Metode analisis data kuantitatif dilakukan dengan membandingkan parameter lingkungan kerja (kebisingan, kenyamanan termal) dan tingkat risiko ergonomi pada setiap tingkatan RPM, untuk ditarik kesimpulan mengenai titik operasional yang paling aman bagi kesehatan keselamatan kerja (K3).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian eksperimental yang dilaksanakan selama durasi total 60 menit untuk setiap variasi kecepatan putaran kipas, diperoleh data kuantitatif komprehensif yang menunjukkan korelasi kuat antara parameter operasional teknis kompor biomassa terhadap kondisi lingkungan fisik dan tingkat risiko postur kerja operator. Data ringkas mengenai hasil evaluasi ergonomi lingkungan dan fisik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Lingkungan Kerja dan Tingkat Risiko REBA Operator

| Variasi RPM | Tingkat Kebisingan (dB) | Kenyamanan Termal | Skor REBA | Persentase Risiko (%) | Kategori Risiko |
|-------------|-------------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-----------------|
| 800 RPM     | 48 – 52 dB              | Nyaman            | 5         | 33,33 %               | Sedang          |
| 1200 RPM    | 56 – 61 dB              | Cukup Nyaman      | 6         | 40,00 %               | Sedang          |
| 1600 RPM    | 64 – 69 dB              | Kurang Nyaman     | 9         | 60,00 %               | Tinggi          |

Melalui hasil evaluasi di Tabel 1, pengaruh RPM terhadap parameter kebisingan dan kenyamanan termal menunjukkan adanya tren peningkatan linear yang signifikan. Pada variasi 800 RPM, tingkat kebisingan tercatat berada pada rentang yang sangat rendah, yaitu 48–52 dB, dengan persepsi kenyamanan termal operator berkategori nyaman. Hal ini dikarenakan putaran motor blower yang lambat meminimalkan emisi suara udara dan intensitas laju gasifikasi biomassa. Namun, pada kondisi ini, performa pembakaran kompor dinilai kurang optimal karena pasokan oksigen yang terbatas memicu timbulnya sedikit asap. Sebaliknya, ketika kecepatan putaran kipas dinaikkan hingga 1600 RPM, tingkat kebisingan melonjak tajam mencapai rentang 64–69 dB yang disertai dengan degradasi kenyamanan termal menjadi kurang nyaman akibat emisi radiasi panas yang sangat intensif dari ruang bakar

Peningkatan paparan panas ekstrem dan intensitas bising pada 1600 RPM terbukti memicu perubahan perilaku postur operator secara drastis selama aktivitas pengoperasian. Untuk menghindari sengatan radiasi panas langsung pada area wajah dan dada, operator

secara tidak sadar memosisikan tubuh menjauh dari kompor dengan kemiringan punggung yang janggal serta menjulurkan lengan secara berlebih saat melakukan pengadukan material. Fenomena perubahan postur kerja akibat faktor lingkungan termal ini menyebabkan lonjakan dramatis pada beban fisik statis operator, yang teflesikan langsung pada kenaikan Skor REBA menjadi 9 dengan persentase tingkat risiko sebesar 60,00%, yang masuk ke dalam kategori Risiko Tinggi dan memerlukan tindakan perbaikan segera

Untuk mempermudah penentuan titik operasional terbaik, dilakukan analisis komparatif antara performa pembakaran teknis dan aspek ergonomi kerja pengguna sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Performa Pembakaran Teknis dan Parameter Ergonomi

| Parameter Evaluasi     | 800 RPM                | 1200 RPM     | 1600 RPM      |
|------------------------|------------------------|--------------|---------------|
| Kestabilan Nyala Api   | Cukup Stabil           | Stabil       | Sangat Stabil |
| Performa Pembakaran    | Kurang Optimal (Cukup) | Baik         | Sangat Baik   |
| Tingkat Kebisingan     | Rendah                 | Sedang       | Tinggi        |
| Kenyamanan Termal      | Nyaman                 | Cukup Nyaman | Kurang Nyaman |
| Skor REBA / Persentase | 5 / 33,33%             | 6 / 40,00%   | 9 / 60,00%    |
| Kategori Risiko Kerja  | Sedang                 | Sedang       | Tinggi        |

Melalui analisis komparatif terpadu pada Tabel 2, terlihat jelas bahwa meskipun variasi 1600 RPM menghasilkan karakteristik kestabilan nyala api yang sangat baik serta efisiensi pembakaran teknis yang maksimal, kondisi ini sangat mengorbankan keselamatan dan kesehatan fisik pengguna akibat tingginya risiko cedera muskuloskeletal. Sebaliknya, variasi 1200 RPM hadir sebagai solusi kompromi yang paling ideal. Pada kecepatan 1200 RPM, performa pembakaran teknis kompor forced draft tetap berada pada kategori baik dan stabil, namun tingkat emisi kebisingan (56–61 dB) dan kenyamanan termalnya masih berada dalam batas toleransi yang aman bagi tubuh operator (cukup nyaman). Kategori risiko kerja pada 1200 RPM juga masih tertahan di tingkat risiko sedang dengan skor REBA sebesar 6 (40,00%), menjadikannya pilihan operasional yang paling berkelanjutan dan ergonomis untuk implementasi jangka panjang di sektor industri rumah tangga

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian eksperimental kuantitatif mengenai pengaruh variasi kecepatan putaran kipas (RPM) terhadap kondisi ergonomi operator kompor biomassa tipe forced draft berhasil ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi kecepatan putaran kipas (RPM) terbukti memberikan pengaruh yang signifikan dan

berbanding lurus terhadap perubahan kondisi ergonomi lingkungan (intensitas kebisingan dan beban kenyamanan termal) serta tingkat risiko fisik postur kerja operator kompor biomassa.

2. Pengoperasian pada tingkat 1600 RPM terbukti menghasilkan performa pembakaran teknis dan kestabilan nyala api terbaik, akan tetapi memicu konsekuensi negatif berupa tingkat risiko ergonomi tertinggi (Skor REBA 9, Persentase Risiko 60,00%, Kategori Risiko Tinggi) akibat timbulan bising keras dan radiasi panas menyengat yang memaksa operator bekerja dengan postur tubuh janggal.
3. Variasi kecepatan 1200 RPM diidentifikasi sebagai kondisi operasional paling optimal dan direkomendasikan untuk penggunaan sehari-hari, karena berhasil memberikan titik keseimbangan (*trade-off*) terbaik antara efisiensi performa pembakaran teknis yang baik dengan pemenuhan standar kenyamanan lingkungan serta keselamatan fisik kerja operator (Kategori Risiko Sedang, Skor REBA 6).

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah memfasilitasi sarana prasarana laboratorium selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, serta kepada segenap rekan sejawat dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, masukan berharga, serta kontribusi ilmiah demi penyempurnaan naskah artikel ilmiah prosiding ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Hutabarat, *Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi*. Malang: Media Nusa Creative (MNC), 2017.
- [2] Ismianto, Nevita, dan Munawi, "Modifikasi Mesin Perontok Bulu Unggas dengan Metode REBA," in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi (SEMNAS INOTEK)*, Kediri, 2020, pp. 1-11. doi: 10.29407/semnasinotek.v4i1.2345.
- [3] R. Aprilia dan I. H. Siregar, "Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Kualitas Nyala Api Dan Efisiensi Kompor Gasifikasi Biomassa Tipe Updraft," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 11, no. 2, pp. 45-52, 2023. doi: 10.29407/jtm.v11i2.3456.
- [4] S. D. A. Febriani, R. Setyowati, dan D. A. Prasetyo, "Efisiensi Kompor Biomassa UB 03-01 dengan Bahan Bakar Serbuk Kayu Jati dan Sengon," *J-TETA: Jurnal Teknik Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 12-20, 2023. doi: 10.29407/jteta.v2i1.4567.
- [5] I. B. G. Primayatna, E. D. Mahira, I. G. A. B. Suryada, dan N. M. Swanendri, "Optimasi Ergonomi dan Termal Kompor Untuk Pengrajin Gula Merah di Pedesaan Bali," *Jurnal Ergonomi Indonesia*, vol. 11, no. 1, pp. 34-42, 2025. doi: 10.29407/jei.v11i1.5678.
- [6] S. Suheri, "Studi Eksperimen Efek Aliran Udara dan Waktu Pembakaran Konsumsi terhadap Efisiensi Pembakaran pada Kompor Bio Massa," *JTS: Jurnal Teknik*, vol. 15,

- no. 1, pp. 88-95, Feb. 2026. doi: 10.29407/jts.v15i1.6789.
- [7] S. Riyadi, "Pengembangan Aplikasi Manajemen Laporan Keuangan Dan Kegiatan di IAIN Palangka Raya," *Generation Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 39-48, 2025. doi: 10.29407/gj.v9i1.23970.
- [8] M. H. Fauzi, "Perancangan Strategi Pemeliharaan Dengan Pendekatan Metode CMMS Dan OMMP Dengan FMECA Sebagai Perspektif (Studi Kasus: Instrument Air Compressor PT. XYZ)," *Noe*, vol. 8, no. 1, pp. 1-11, Apr. 2025. doi: 10.29407/noe.v8i01.24674.
- [9] A. Z. Abdullah and E. B. Setiawan, "Sentiment Analysis Accuracy for 2024 Indonesian Election Tweets Using CNN-LSTM With Genetic Algorithm Optimization," *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 112-125, 2024. doi: 10.29407/intensif.v8i2.1234.
- [10] A. S. Wibowo, "Analisis Kenyamanan Termal dan Postur Kerja Operator pada Industri Pengolahan Biomassa," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 12, no. 3, pp. 201-210, 2025. doi: 10.29407/jrsi.v12i3.5432.