

Analisis Ergonomi dan Ekonomi Mesin Pencacah Plastik Tipe Reel

Ergonomic and Economic Analysis of Reel Type Plastic Cutting Machine

Wahyu Sugandi*, S. Rosalinda, Rizky Mulya Sampurno, Ahmad Thoriq

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-Sumedang km 21, Jatinangor, Sumedang, 45363

*Email: wahyu.sugandi@unpad.ac.id

Diterima: 23 September 2022; Disetujui: 22 Desember 2022

ABSTRAK

Penanganan sampah yang tidak efektif memberikan dampak buruk bagi lingkungan, terutama sampah anorganik atau non biodegradable. Salah satu sampah anorganik yang banyak dihasilkan dari suatu proses industri atau rumah tangga adalah sampah plastik. Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran sudah mengembangkan mesin pencacah plastik tipe reel namun mesin tersebut belum dilakukan analisis ekonomi dan ergonomi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis kelayakan ergonomi dan ekonomi untuk mesin tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei deskriptif yaitu melalui pengukuran antropometri, perhitungan beban kerja, biomekanik, ekonomi dan tingkat kebisingan, pengisian kuesioner dan wawancara. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut; observasi lapang, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, analisis beban kerja, analisis biomekanika, analisis ekonomi dan analisis kebisingan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi mesin pencacah plastik berdasarkan hasil pengukuran antropometri belum memenuhi kaidah ergonomi karena tinggi hopper 170 cm melebihi tinggi bahu operator 140 cm dan tinggi outlet 40 cm lebih rendah dari tinggi pinggul operator 96 cm sehingga pada saat pengoperasian mesin operator merasa tidak nyaman. Hasil skor REBA yang didapat yaitu 7 untuk posisi menyalakan mesin dan pengambilan hasil cacahan sementara didapatkan skor 6 untuk posisi memasukkan bahan ke dalam hopper, hasil tersebut menunjukkan belum sesuai dengan kaidah ergonomi karena tergolong tingkat resiko sedang. Hasil uji kebisingan yaitu pada hopper 97,9 dB dan outlet 102,24 dB kondisi dengan beban, hasil tersebut belum sesuai dengan kaidah ergonomi karena melebihi standar yaitu 85 dB. Hasil analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa mesin sudah layak secara ekonomi, karena hasil menunjukkan NPV Rp. 37.354.120 > 0, BCR 1,11 > 1, IRR 2,07% > suku bunga MARR (suku bunga deposito Bank BRI 2%), dan PBP pada bulan ke- 24.

Kata kunci: analisis ergonomi; analisis kelayakan usaha; mesin pencacah plastik tipe reel

ABSTRACT

Ineffective waste management harms the environment, mainly inorganic or non-biodegradable waste. Plastic waste is one of the many inorganic wastes produced from an industrial or household process. Agricultural Equipment and Machinery Laboratory, Faculty of Agricultural Industrial Technology, University of Padjadjaran, had developed a reel-type plastic chopping machine, but the economic and ergonomics analysis of this machine had not been carried out. The purpose of this study is to analyze the ergonomics and economic feasibility of the machine. The method used in this research was a descriptive survey through measurement, calculation, filling out questionnaires and interviews. The study's results indicate that the anthropometric results still do not meet the ergonomics rules because the hopper height exceeds the operator's shoulder height and the outlet height is lower than the operator's hip height. The results of the REBA score obtained are 7 for the position of starting the engine and taking the results of the quick chop. A score of 6 is obtained for entering the material into the hopper. These results indicate that it is not following ergonomics rules because it is classified as a moderate level of risk. The noise test results are at the hopper 97.9 dB and the outlet 102.24 dB under load conditions; these results are not in accordance with ergonomics rules because they exceed the standard of 85 dB. The results of the business feasibility analysis show that the machine is economically feasible because the results show an NPV of Rp. 37,354,120 > 0, BCR 1.11 > 1, IRR 2.07% > MARR interest rate (2%), and PBP in the 24th month.

Keywords: ergonomic analysis; economic analysis; reel type plastic cutting machine

PENDAHULUAN

Sampah diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang bersifat mudah terurai seperti sayuran, sisa makanan, daun-daun kering, dan lain-lain. Sementara anorganik merupakan sampah yang tidak mudah terurai atau sampah yang kering seperti plastik, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sebagainya. Sampah-sampah tersebut biasanya dihasilkan dari hasil aktivitas rumah

tangga, kegiatan industri dan kantor, kegiatan pertanian, kegiatan perdagangan, dan hasil sampah dari sekitar jalanan raya (Kurniaty et al., 2016).

Krisis sampah plastik di Indonesia kini semakin memprihatinkan. Krisis tersebut terjadi karena semakin bertambahnya sampah plastik tanpa dibarengi dengan bertambahnya pengolahan. Menurut data yang diambil dari *National Plastic Action Partnership*, sampah plastik di Indonesia menghasilkan sekitar 6,8 juta ton per tahun dan diperkirakan terus bertumbuh 5% setiap tahunnya. 6,8 juta

ton sampah plastik tersebut hanya 10% masuk pengumpulan dan daur ulang, 20% pengumpulan dan pembuangan akhir yang terkontrol, 9% pengumpulan dan penimbunan resmi yang tidak terkontrol, 47% pembakaran terbuka, 5% pembuangan di tanah, 9% kebocoran ke laut, danau, dan sungai (National Plastic Action Partnership (NPAP), 2020).

Faktor yang mempengaruhi kejadian tersebut salah satunya karena kurang efektifnya pengelolaan dan pengolahan sampah plastik saat ini, selain daripada itu masih banyak teknologi yang tidak tepat guna pada TPS (Tempat Pembuangan Sementara) dan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) daerah. Hal ini bisa dilihat dari hasil pengumpulan data oleh NPAP Indonesia bahwa sampah plastik yang ditangani oleh pemerintah daerah sebanyak 2,1 juta ton atau 32% dari jumlah plastik terkumpul dan hampir seluruh sampah tersebut dibuang ke TPA (Tempat pembuangan akhir) *landfill* atau ke *dumpsite* (Tempat pembuangan terbuka) yang resmi tetapi tidak dikelola sehingga di sinilah awal kebocoran sampah ke lingkungan (National Plastic Action Partnership (NPAP), 2020).

Plastik merupakan persoalan sampah yang serius karena semakin lama jumlahnya tidak mudah terurai dan akan cenderung bertambah apabila keberadaannya diabaikan. Plastik yang paling sering dijumpai adalah botol plastik yang berjenis *Polyethylene Terephthalate* (PET). Botol plastik merupakan sampah yang mengganggu lingkungan namun sebenarnya jika diolah dengan benar botol plastik tersebut dapat menjadi barang yang dapat dipakai lagi serta memiliki nilai jual. Untuk itu diperlukan sistem daur ulang plastik supaya menjadi barang yang mempunyai nilai jual. Salah satu sistem daur ulangnya yaitu mereduksi ukuran sampah plastik menjadi serpihan plastik. Para pengepul sampah biasanya menjual sampah plastik ke bandar dengan keadaan utuh. Apabila sampah botol plastik berbentuk serpihan ini bisa didaur ulang maka harganya akan lebih mahal dibandingkan dalam kondisi utuh. Salah satu solusi untuk untuk merubah sampah plastik untuk menjadi serpihan harus menggunakan mesin pencacah sampah plastik (Yetri et al., 2016).

Mesin pencacah sampah plastik merupakan mesin yang digunakan untuk memperkecil ukuran plastik (Segara, 2019). Mesin pencacah sampah plastik memiliki komponen penyusun pencacah seperti pisau pencacah, saringan hasil cacahan, penutup atas, dan motor penggerak (Sugandi dkk, 2019; Syamsiro et al., 2016). Salah satu contoh mesin pencacah sampah plastik yaitu mesin pencacah tipe *shredder*. Napitupulu, dkk. (2013) yang telah melakukan penelitian rancang bangun mesin pencacah plastik tipe *shredder*. Mesin tersebut dirancang dengan sistem menggunting dan hasil cacahan dari mesin pencacah tipe *shredder* ini ukurannya belum seragam. Sehingga Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran telah mengembangkan mesin pencacah plastik tipe *reel*. Dimana hasil pencacahan pada mesin ini lebih seragam dan panjang pemotongan bisa diatur sesuai kebutuhan. Mesin pencacah plastik tipe memiliki 2 pisau yaitu *bed knife* dan *movable blade*.

Mesin pencacah plastik tipe *reel* ini belum dilakukan analisis ergonomi maupun ekonomi dan mesin ini perlu dianalisis kelayakan ergonomi dan ekonomi karena analisis ergonomi penting dilakukan untuk menyesuaikan pengguna atau operator dengan kenyamanan lingkungan kerja serta berperan dalam penerapan peningkatan faktor keselamatan, kesehatan kerja, dan desain serta evaluasi produk. Sementara analisis ekonomi penting dilakukan sebagai dasar perencanaan usaha dari pencacahan plastik dan sebagai informasi kelayakan investasi mesin pencacah plastik tipe *reel*. Sehingga apabila analisis ergonomi dan ekonominya telah dikaji maka mesin tersebut diharapkan

dapat mempunyai nilai guna terutama user dan nilai jual yang kompetitif.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Bengkel Alat dan Mesin Pertanian Gedung 4 Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Alat ukur yang digunakan diantaranya meteran untuk mengukur dimensi mesin dan operator, *sound level meter* untuk mengukur tingkat kebisingan, *stopwatch* untuk mengukur waktu kerja operator, timbangan untuk mengukur berat bahan dan hasil, dan *oximeter* untuk mengukur denyut jantung operator. Alat pendukung yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya laptop untuk mengolah data dan hasil, kalkulator untuk menghitung data dan hasil, *software ergofellow* untuk mengklasifikasikan penilaian REBA, dan *handphone* untuk dokumentasi penelitian. Adapun subjek yang diukur adalah operator khusus mesin pencacah plastik dengan jumlah 1 orang dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol plastik jenis PET sebanyak 10 kg. Adapun tahapan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Observasi Lapangan

Pencarian informasi/literatur dan observasi lapang dilakukan dengan cara mencari informasi berbagai hal yang dibutuhkan untuk pendukung penelitian dari berbagai sumber baik secara *online*, referensi buku, jurnal, dan observasi ke tempat penelitian.

Pengumpulan Data Ergonomi

Pengumpulan data ergonomi berupa pengukuran dimensi tubuh operator meliputi mengukur dimensi tubuh operator saat posisi berdiri dan posisi jongkok. Perekaman gerak kerja operator mesin yang meliputi sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki, pengukuran dimensi pencacah plastik, perekaman gerak kerja operator yang diawali dengan memasukkan sampah plastik ke dalam *hopper* mesin dan pengambilan hasil cacahan plastik, pengukuran denyut jantung, serta pemberian kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) kepada operator.

Ekonomi

Pengumpulan data ekonomi berupa mencari dan menghitung biaya investasi mesin, menghitung harga pokok produksi, menghitung titik impas, *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period* (PBP).

Pengolahan dan Analisis Data Ergonomi

Analisis ergonomi dilakukan dengan analisis antropometri, analisis beban kerja, analisis biomekanika dengan metode REBA dan NBM, serta analisis kebisingan.

Analisis antropometri

Analisis antropometri dilakukan dengan data antropometri yang telah diukur kemudian dievaluasi dimensi mesin pencacah yang berhubungan langsung dengan dimensi dari tubuh operator saat pengoperasian mesin.

Analisis Beban Kerja

Analisis beban kerja dilakukan dengan penentuan nilai *Increase Ratio of Heart Rate* (IRHR) yang dimana menurut Syuaib (2003) dalam Fil'Aini (2012) dapat dihitung dengan Persamaan 1 serta dilakukan pengukuran nilai konsumsi energi dengan data tinggi badan dan berat badan operator yang dihitung dengan Persamaan 2, 3, dan 4.

$$IRHR = \frac{HR_{Work}}{HR_{Rest}} \quad (1)$$

$$BME = KVO_2 \times \alpha \quad (2)$$

$$WEC = \frac{W \times g \times 2f \times h}{\beta} \quad (3)$$

$$TEC = BME + WEC \quad (4)$$

Keterangan:

KVO₂ : Laju Konsumsi Oksigen (kkal/menit)
 α : Konstanta konversi (0,005 kkal/ml)
 W : Berat Badan (kg)
 β : Faktor kalibrasi joule ke kkal (4200)
 HR_{Rest} : Denyut jantung istirahat (bpm)
 f : Frekuensi step-test (siklus/menit)
 g : Percepatan gravitasi
 h : Tinggi bangku step-test (m)
 HR_{work} : Denyut jantung bekerja (bpm)

Analisis biomekanika dengan metode NBM diklasifikasikan berdasarkan hasil skor yang diperoleh dan untuk metode REBA hasil rekam gerak kerja operator diolah dengan penentuan sudut dari tiap posisi menyalakan mesin, memasukkan bahan ke dalam *hopper*, dan mengambil hasil cacahan, kemudian hasilnya diolah dengan aplikasi *Ergofellow* dan hasilnya adalah klasifikasi nilai dari skor REBA (Siska, 2012).

Melakukan Pengukuran Kebisingan

Pengukuran tingkat kebisingan akan dilakukan dengan menggunakan *vibration meter* pada bagian depan, belakang, samping kanan dan kiri mesin (Prabawa, 2012). Adapun jarak ukur antara alat dengan benda objek yang diukur adalah 2 m.

Ekonomi

Analisis ekonomi berupa perhitungan untuk mengetahui nilai kelayakan investasi penggunaan mesin pencacah plastik tipe *reel*.

Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan penjumlahan biaya tetap dan biaya variabel (Kastaman, 2004). Biaya produksi dapat dihitung dengan Persamaan 5 sebagai berikut:

$$BP = BT + BV \quad (5)$$

Keterangan:

BP : Biaya Produksi (Rp/Bulan)
 BT : Biaya Tetap (Rp/Bulan)
 BV : Biaya Variabel (Rp/Bulan)

Harga Pokok Produksi (HPP)

Harga pokok produksi digunakan untuk acuan dalam penentuan harga pokok produksi (Kastaman, 2004). Nilai HPP dapat dihitung dengan Persamaan 6.

$$HPP = BP / KP \quad (6)$$

Keterangan :

HPP : Harga Pokok Produksi (Rp/kg)
 KP : Kapasitas Produksi (kg/bulan)

Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi dilihat dari hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PBP). Perhitungan nilai tersebut dapat dihitung dengan Persamaan 7, 8, dan 9 (Pujawan, 2019).

$$NPV = \sum PV_{in} - \sum PV_{out} \quad (7)$$

$$BCR = \sum PV_{in} / \sum PV_{out} \quad (8)$$

$$IRR = i_1 - NPV \frac{(i_2 - i_1)}{(NPV_{i_2} - NPV_{i_1})} \quad (9)$$

Keterangan :

PV_{in} : Nilai sekarang bersih dari perhitungan dana masuk
 PV_{out} : Nilai sekarang bersih dari perhitungan dana keluar
 i₁ : Suku bunga ke- 1
 i₂ : Suku bunga ke- 2
 NPV₁ : *Net Present Value* pada suku bunga ke- 1
 NPV₂ : *Net Present Value* pada suku bunga ke- 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ergonomi

Analisis ergonomi yang dilakukan pada penelitian ini berkaitan dengan aktivitas kerja pada pengoperasian mesin pencacah plastik tipe *reel*, yang dimulai dari memasukkan sampah plastik ke dalam *hopper* mesin dan pengambilan hasil cacahan plastik. Salah satu bagian penting yaitu *hopper* yang merupakan awal memasukkan bahan plastik kedalam mesin pencacah plastik. Hal ini harus sesuai dengan postur dan ketinggian operator agar operator nyaman. Bila tidak sesuai maka harus dialisis untuk memperbaiki mesin selanjutnya. Aspek ergonomi yang dianalisis meliputi analisis antropometri, pengukuran beban kerja, analisis biomekanika dengan metode REBA dan NBM, serta analisis kebisingan.

Antropometri

Analisis penyesuaian data antropometri ini digunakan untuk mengevaluasi dimensi mesin pencacah plastik tipe *reel* yang berhubungan langsung dengan dimensi dari tubuh operator ketika mengoperasikan mesin, yang kemudian akan diketahui apakah dimensi dari mesin yang berhubungan dengan kesesuaian sikap kerja. Informasi dari kesesuaian data antropometri dapat dijadikan acuan untuk pertimbangan dalam proses modifikasi ataupun perbaikan dari mesin pencacah plastik tipe *reel*. Hasil pengukuran antropometri yang terkait dengan mesin pencacah plastik tipe *reel* terhadap operator dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran dimensi mesin yang berkaitan dengan tubuh operator dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Data dimensi tubuh operator

No	Parameter	Dimensi (cm)
1	Tinggi Tubuh Bergerak	174
2	Tinggi Bahu	140
3	Tinggi Pinggul	96

Tabel 2. Dimensi mesin pencacah

No	Parameter	Dimensi (cm)
1	Tinggi Hopper	170
2	Tinggi Outlet	40

Hasil analisis antropometri menunjukkan bahwa tinggi *hopper* melebihi tinggi bahu operator dengan selisih 30 cm. Berdasarkan kuesioner NBM dinyatakan agak sakit sebesar 14,2% dengan 28 indikator pengukuran. Oleh karena itu, sebaiknya untuk peneliti selanjutnya memberikan operator alat bantu pijakan dengan tinggi minimal 30 cm agar tinggi *hopper* dapat menyamai tinggi bahu dan operator akan merasa lebih nyaman saat mengoperasikan (Gambar 1). Kemudian hasil analisis untuk tinggi *outlet* mesin diketahui bahwa tingginya lebih rendah dari tinggi pinggul operator dengan selisih 56 cm. Namun karena pengambilan hasil dari *outlet* hanya dilakukan pada akhir proses maka operator tidak mengalami keluhan pada pinggul saat bekerja. Untuk memberikan kenyamanan operator maka sebaiknya dilakukan *redesign* dengan cara menaikkan posisi *outlet* hasil cacahan plastik minimal ketinggiannya 50 cm dari permukaan lantai.



Gambar 1. Pengerasian mesin pecacah plastik

Analisis Beban Kerja

Pengukuran beban kerja diawali dengan penghitungan nilai *Basal Metabolic Energy* (BME). Nilai BME didapatkan dari data dimensi tubuh (tinggi badan, berat badan, dan umur). Data tersebut kemudian dihitung dengan Persamaan (1). Selanjutnya dapat dikonversi untuk mendapatkan nilai laju konsumsi oksigen. Luas permukaan tubuh operator yaitu 1,87 m² dan dari luas tubuh tersebut didapatkan nilai laju konsumsi oksigen sebesar 231 ml/menit. Sehingga didapatkan nilai BME sebesar 1,155 Kkal/menit dengan menggunakan Persamaan (2).

Selanjutnya perhitungan nilai *Work Energy Cost* (WEC), nilai WEC yaitu nilai energi tambahan yang dikeluarkan oleh tubuh saat melakukan aktivitas kerja. Nilai WEC didapatkan sebesar 1,824 Kkal/menit. Setelah diperoleh nilai BME dan WEC maka dapat dihitung nilai *Total Energy Cost* (TEC). Nilai TEC yang didapatkan yaitu 2,979 Kkal/menit, nilai

tersebut menunjukkan bahwa konsumsi energi yang diperlukan operator dengan tinggi 174 cm dan berat badan 71 kg yaitu sebesar 2,979 Kkal/menit. Apabila energi yang dikeluarkan per menitnya yaitu 2,979 Kkal maka bila operator bekerja dalam satu hari 5 jam maka energi yang dikeluarkan operator yaitu 893,75 Kkal. Menurut Permenkes nomor 41 tahun 2014 tentang Pedoman Gizi Seimbang, usulan menu asupan yang harus dikonsumsi oleh operator dalam 5 jam bekerja yaitu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Usulan menu asupan untuk operator

Waktu asupan	Menu	Nilai (Kkal)
Pagi	Nasi putih	175
	Tahu	80
	Telur	50
	Hati ayam	75
	Kangkung	25
	Pisang	50
Siang	Nasi putih	175
	Ayam goreng	150
	Bayam	25
	Mangga	50
	Susu Sapi	50

Perhitungan selanjutnya yaitu nilai IRHR atau *Internal Ratio of Heart Rate*. IRHR adalah perbandingan relatif antara denyut jantung seseorang ketika melakukan aktivitas dan ketika sedang istirahat. Nilai IRHR adalah 1,22 Nilai tersebut masuk dalam kategori kerja ringan, hal ini disebabkan karena beban yang diangkat oleh operator hanya 2 kg dalam satu kali proses.

Analisis Biomekanika

Analisis biomekanika diawali dengan pengisian kuesioner NBM oleh operator. Hasil kuesioner NBM menunjukkan bahwa operator mengalami keluhan agak sakit pada bagian lengan atas kanan, pinggang, lengan bawah kanan, dan pergelangan kaki kanan. Hal itu dikarenakan operator melakukan pekerjaan menyalakan mesin menggunakan engkol yang memang memerlukan tenaga yang besar serta dengan posisi yang membungkuk, selain itu disebabkan saat posisi memasukkan bahan ke dalam *hopper* yang posisinya cukup tinggi. Jumlah skor kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yaitu 30, berdasarkan hasil tersebut maka tingkat risiko cedera operator untuk mesin pencacah plastik tipe *reel* itu tergolong rendah sehingga belum diperlukan tindakan perbaikan (Wijaya, 2019).

Analisis biomekanika selanjutnya yaitu dengan menggunakan metode REBA dan dilakukan pada 3 posisi yaitu posisi saat menyalakan mesin, memasukkan bahan ke dalam *hopper*, dan mengambil hasil cacahan.

Posisi Menyalakan Mesin

Gerakan menyalakan mesin menggunakan engkol dilakukan oleh Bapak Feri. Gerakan tersebut tangan berfungsi untuk mengayuh engkol hingga mesin diesel nyala, kedua kaki menahan beban tubuh, serta punggung yang membungkuk. Berikut merupakan hasil pengamatan gerak kerja dengan metode REBA yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Gambar 2 menunjukkan gerakan saat operator menyalakan mesin menggunakan engkol. Operator berada pada posisi punggung membungkuk membentuk sudut 85,88°. Posisi lengan atas dengan badan membentuk sudut 96,76°, posisi lengan bawah dan lengan atas membentuk sudut 39,91°, serta posisi kaki menekuk membentuk sudut 45,17°. Beban yang diangkat kurang dari 5 kg dan bagian tangan melakukan perulangan gerakan hingga mesin menyala. Sudut yang telah diukur dan keterangan beban

serta informasi gerakan tersebut diolah menggunakan Aplikasi Ergofellow dengan *tools* REBA dan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Posisi menyalakan mesin

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

☐ Neck, trunk and legs ☐ Load ☐ Upper arm, lower arm and wrist ☐ Coupling ☐ Activity

RESULT

SCORE: 7

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Buttons: RESULT, SAVE, DATABASE, CONTROL, INFORMATION

Gambar 3. Skor REBA posisi menyalakan mesin

Gambar 3. Menunjukkan hasil skor REBA yang diperoleh gerakan operator saat menyalakan mesin menggunakan engkol, nilai tingkat keamanan yang dihasilkan yaitu tujuh yang berarti memiliki tingkat keamanan resiko sedang dan diperlukan perbaikan. Hasil tersebut disebabkan karena operator menyalakan mesin dengan posisi membungkuk lebih dari 60° serta pengayuhan engkol yang terus-menerus yang dapat menyebabkan kelelahan atau kemungkinan cedera pada anggota tubuh seperti punggung dan pada bagian lengan kanan (Hutabarat, 2017). Untuk memberikan kenyamanan pada operator sebaiknya mesin pencacah plastik menggunakan sistem listrik untuk menyalakan mesin, sehingga operator tidak perlu memutar engkol dan mengalami keluhan pada bagian punggung dan lengan.

Posisi Operator Memasukkan Bahan

Gambar 4 menunjukkan operator memasukkan bahan ke dalam *hopper* dan tubuh operator dalam keadaan berdiri tegak tidak membungkuk. Punggung operator membentuk sudut 0°, posisi kedua tangan terangkat menjauhi badan dan sudut antara lengan atas dan badan membentuk sudut 135,19° dan 143,91°, lengan bawah dan lengan atas membentuk sudut 0°, serta kedua kaki menopang tubuh dan

dalam posisi lurus sejajar dengan badan. Beban yang diangkat operator yaitu 2 kg. Sudut yang telah diukur, keterangan berat dari beban serta informasi gerakan tersebut kemudian diolah menggunakan aplikasi *ergofellow* dengan *tools* REBA dan dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Menunjukkan hasil skor REBA yang diperoleh dari gerakan memasukkan bahan ke dalam *hopper*, skor REBA yang didapatkan yaitu enam yang berarti memiliki tingkat keamanan resiko sedang dan memerlukan perbaikan. Hasil tersebut disebabkan karena posisi kedua lengan operator mengangkat bahan terlalu atas hingga membentuk sudut 135,19° dan 143,91°. Bila gerakan dilakukan terus menerus dengan posisi tangan mengangkat seperti pada Gambar 4, maka dapat menyebabkan kelelahan kerja atau cedera pada bagian lengan kanan dan lengan kiri (Hutabarat, 2017). Oleh karena itu untuk kenyamanan operator diperlukannya modifikasi terhadap mesin oleh peneliti selanjutnya berupa bangku kerja dengan minimal ketinggian 30 cm agar ketinggian *hopper* menyamakan tinggi bahu operator.



Gambar 4. Posisi memasukkan bahan

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

☐ Neck, trunk and legs ☐ Load ☐ Upper arm, lower arm and wrist ☐ Coupling ☐ Activity

RESULT

SCORE: 6

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Buttons: RESULT, SAVE, DATABASE, CONTROL, INFORMATION

Gambar 5. Skor REBA posisi memasukkan bahan

Posisi Pengambilan Hasil Cacahan

Gambar 6 menunjukkan gerakan operator mengambil hasil cacahan dilakukan dalam kondisi tubuh jongkok karena posisi *outlet* yang berada dibawah. Operator dalam posisi punggung membungkuk dan membentuk sudut 54°, lengan

atas dan badan membentuk sudut $60,41^\circ$, lengan bawah dan lengan atas membentuk sudut $52,86^\circ$, serta kaki posisinya jongkok dengan menahan beban tubuh. Hasil skor REBA dapat dilihat dari Gambar 7.

Dilihat dari Gambar 7 skor REBA dari gerakan operator mengambil hasil cacahan dari *outlet* yaitu tujuh. Skor tersebut tingkat keamanannya tergolong resiko sedang dan perlu perbaikan. Hal tersebut disebabkan oleh posisi operator saat mengambil bahan di *outlet* yang terlalu rendah sehingga operator harus jongkok untuk mengambil bahan dari *outlet* mesin pencacah plastik tipe *reel*. Namun karena pada proses ini hanya dilakukan saat akhir proses ketika hasil sudah mulai mengering maka operator tidak mengalami keluhan pada proses ini.



Gambar 6. Posisi pengambilan hasil cacahan

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 7. Skor REBA posisi mengambil hasil cacahan dari *outlet*

Uji Kebisingan

Pengujian kebisingan dalam penelitian ini dilakukan lima pengulangan dan dilakukan pada putaran 700 rpm. Uji kebisingan dilakukan pada dua kondisi yaitu saat tanpa beban dan dengan beban, hasil uji kebisingan pada kondisi tanpa beban (bahan belum masuk ke mesin pencacah) didapatkan rata-rata 90,04 dB (*hopper*) dan 93,718 dB (*outlet*) sementara pada kondisi dengan beban (bahan telah masuk ke mesin pencacah) didapatkan rata-rata sebesar 94,88 dB (*hopper*) dan 102,24 dB (*outlet*). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri hasil tingkat kebisingan yang diterima operator saat mengoperasikan mesin menunjukkan melebihi batas aman dan hanya dapat bekerja dalam waktu maksimal 1 jam ketika operator memasukkan bahan dan 15

menit maksimal ketika operator mengambil hasil cacahan. Bila operator akan bekerja melebihi batas aman yaitu 85 dB yang tertera pada Permenkes Nomor 70 Tahun 2016 maka operator dianjurkan untuk menggunakan alat pelindung diri seperti *ear muff*. *Ear muff* merupakan alat proteksi pendengaran yang berbentuk *headband* dan dilengkapi dengan dua buah penutup telinga, alat proteksi ini dapat mengurangi kebisingan hingga 30 dB (Putra, 2018).

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi pada mesin pencacah plastik tipe *reel* memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan usaha serta penentuan harga sewa mesin minimum dan juga harga produk cacahan plastik minimum. Analisis ekonomi dilakukan dengan menggunakan data hasil survei lapangan, asumsi, serta data hasil pencarian pustaka. Asumsi yang digunakan antara lain suku bunga bank BRI Kredit Usaha Mikro sebesar 14% pertahun, dengan nilai ekonomis mesin selama 5 tahun, nilai depresiasi mesin 10% dari harga mesin, hari kerja dalam satu bulan, jumlah pekerja, rata-rata upah pekerja, jam operasi mesin, dan biaya tempat sewa usaha. Asumsi lain yang digunakan adalah asumsi semua produksi cacahan plastik yang diproses secara keseluruhan dan akan terjual habis pada tiap tahunnya. Semua data dan asumsi digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan analisis ekonomi.

Biaya Investasi Usaha Jasa Sewa Mesin Pencacah Plastik Tipe Reel

Analisis ekonomi membutuhkan data awal berupa nilai investasi dari kegiatan produksi cacahan plastik. Nilai investasi yang paling utama yaitu harga dari mesin pencacah plastik. Komponen biaya investasi untuk usaha jasa sewa mesin terdiri dari mesin pencacah plastik tipe reel dengan motor diesel sebesar 5 kW, selang, wadah, dan timbangan. Total biaya investasi awal sejumlah Rp. 43.721.000 dan untuk rincian dari biaya investasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Besarnya nilai investasi digunakan untuk menghitung besar dari biaya penyusutan setiap komponen usaha jasa mesin pencacah plastik tipe reel dan bunga modal yang akan mempengaruhi biaya produksi. Biaya variabel usaha jasa sewa mesin yang didapatkan adalah Rp. 3.487.671/bulan. Oleh karena itu dapat dihitung biaya produksi yang merupakan penjumlahan dari biaya tetap dan biaya variabel. Dimana biaya tetap produksi berdasarkan perhitungan adalah Rp 3.258.532/bulan dan biaya variabel usaha produksi cacahan plastik adalah Rp 14.582.871/bulan. Sehingga biaya produksi yang didapatkan dari usaha jasa sewa mesin yaitu sebesar Rp. 6.746.203/bulan. Mengacu dari kapasitas produksi per bulan yaitu 3173,8 kg/bulan, maka didapatkan Harga Pokok Produksi (HPP) usaha jasa penyewaan mesin pencacah plastik sebesar Rp. 2.126/kg. Sementara untuk usaha produksi cacahan plastik didapatkan Harga Pokok Produksi (HPP) sebesar Rp. 5.621/kg.

Penentuan Biaya Jasa Sewa Mesin

Optimasi harga jasa sewa didasarkan pada asumsi bahwa seluruh waktu produksi cacahan, yaitu sebanyak 3713,8 kg/bulan, tersewa seluruhnya. Penentuan harga jasa sewa dipertimbangkan dari hasil perhitungan NPV, BCR, IRR, dan PBP. Sewa minimal untuk rentang jam kerja 1 – 8 jam kerja/hari. Apabila mesin dioperasikan 5 jam per hari maka harga sewa minimalnya yaitu Rp. 2.704/kg. pada harga tersebut usaha layak dijalankan dengan nilai NPV Rp. 37.354.120, nilai BCR 1,1, nilai IRR 2,07%, dan PBP pada bulan ke-24.

Tabel 4. Biaya investasi usaha jasa sewa mesin pencacah plastik tipe reel

No	Nama Peralatan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)	Biaya penyusutan
1	Mesin Pencacah	1	Unit	42.636.000	42.636.000	639.540
2	Selang	1	Unit	35.000	35.000	525
3	Wadah	5	Unit	70.000	350.000	5.250
4	Timbangan	1	Unit	700.000	700.000	10.500
Total					43.721.000	655.815

KESIMPULAN

Hasil analisis ergonomi pada penelitian ini yaitu tinggi *hopper* melebihi tinggi bahu operator serta tinggi *outlet* lebih rendah dari tinggi pinggul operator, hasil skor REBA yang didapat yaitu 7 untuk posisi menyalakan mesin dan pengambilan hasil cacahan serta didapatkan skor 6 untuk posisi memasukkan bahan ke dalam *hopper*. Hasil uji kebisingan didapatkan kebisingan dengan beban pada *hopper* 94,88 dB dan pada *outlet* 102,24 dB. Hasil analisis kelayakan usaha untuk mesin pencacah plastik tipe reel selama 5 tahun adalah nilai NPV Rp. 37.354.120, nilai BCR 1,1, nilai IRR 2,07%, dan PBP pada bulan ke-24.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Program Studi Teknik Pertanian Universitas Padjadjaran yang telah memfasilitasi penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fil'Aini, R. (2012). Analisis Beban Kerja Petani Pada Pengoperasian Sprayer Gendong Semi-Otomatis. Institut Pertanian Bogor.
- Hutabarat, Y. (2017). Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi (1st ed.). Media Nusa Creative.
- Kastaman, R. (2004). Ekonomi Teknik Untuk Pengembangan Kewirausahaan. Pustaka Giratuna dan ELOC-UNPAD.
- Kurniaty, Y., & Nararya, Bani Haji Wahyu, Turawan, Nabila Ranatasya, Nurmuhamad, F. (2016). Mengefektifkan Pemisahan Jenis Sampah sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Terpadu di Kota Magelang. *Varia Justicia*, 12(1), 135–150.
- Maruta, H. (2018). Analisis Break Even Point (BEP) Sebagai Dasar Perencanaan Laba Bagi Manajemen. *Jurnal Akuntansi Syariah*, 2(1), 9–28.
- Maulana, F., Yusuf, A., Thoriq, A., & Sugandi, W. K. (2020). Analisis Kelayakan Ekonomi Usaha Penyewaan AMMDES Pengolah Kopi untuk Aktifitas Pengolahan Kopi Huller dan Pulper. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 167–171.
- Napitupulu, R., Subhkan, M., & Nita, L. D. (2013). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Jurnal Manutech*, 3(1), 1–5.
- National Plastic Action Partnership (NPAP). (2020). Mengurangi Polusi Plastik Secara Radikal di Indonesia Rencana Aksi Multipemangku Kepentingan. Retrieved April 31, 2021, from <https://globalplasticaction.org/wpcontent/uploads/NP>

[AP-Indonesia-Multistakeholder](#)

Action-Plan_April-

2020.pdf

- Prabawa, S. (2012). Analisis Kebisingan dan Getaran Mekanis pada Traktor Tangan. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 29(2), 103–107.
- Pujawan, I. N. (2019). *Ekonomi Teknik* (L. Mayasari (ed.); 3rd ed.). Lautan Pustaka.
- Putra, I. G. P. M. (2018). Hubungan Manusia, Masa Kerja dan Penggunaan Sumbat Telinga dengan Keluhan Subyektif Pekerja. *Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar*.
- Regiana, Elga. (2020). Perancangan dan Pembuatan Pisau pada Mesin Pencacah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate Ketebalan Kurang Dari 2 mm. *Skrpsi. Fakultas Teknologi Industri, Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional, Bandung*.
- Rochman, T., Astuti, R. D., & Setyawan, F. D. (2012). Perancangan Ulang Fasilitas Fisik Kerja Operator di Stasiun Penjilidan pada Industri Percetakan Berdasarkan Prinsip Ergonomi. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 11(1), 1–8.
- Segara, F. (2019). Desain Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink Kapasitas 10kg/Jam. *Skrpsi. Fakultas Teknik, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan*.
- Siska, M., & Teza, M. (2012). Analisa Posisi Kerja Pada Proses Pencetakan Batu Bata Menggunakan Metode Niosh. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(155), 61–70.
- Sugandi, W. K., & Yusuf, A. (2019). Analisis Kelayakan Ekonomi Mesin Pencacah Rumput Gajah Tipe Reel. *Agrikultura*, 29(3), 144.
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A. N., & Mufrodi, Z. (2016). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal (JMST)*, 1(2), 43–48.
- Yetri, Y., Sawir, H., & Hidayati, R. (2016). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah dan Limbah Plastik. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, d, 375:

Halaman ini sengaja dikosongkan