

Analysis of Mental Workload in Plastic Packaging Production Operators' Activities Using the Modified Cooper Harper Method **Analisis Beban Kerja Mental pada Aktivitas Operator Produksi Kemasan Plastik Menggunakan Metode Modified Cooper Harper**

Sandika Wira Prastiono¹⁾, Boy Isma Putra^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: boy@umsida.ac.id

Abstract. *UD Restu Jaya is a manufacturing enterprise producing plastic packaging products from polypropylene (PP) and polyethylene (PE) materials. The variation in task allocation across production lines leads to differing levels of mental workload experienced by operators. Excessive mental workload has the potential to decrease operator focus, accuracy, and overall operational efficiency. Therefore, this study aims to measure and analyze the mental workload of production operators using the Modified Cooper Harper (MCH) method. Primary data were collected through direct workplace observations, in-depth interviews, and questionnaire distribution to the operators. The analysis results indicate that blowing machine setup (7.63), blowing machine troubleshooting (7.94), and cutting machine setup (7.72) fall into the overload category. Meanwhile, most other production activities are categorized as optimal load, whereas machine startup, product weighing, and packing activities are classified as underload. Based on these findings, proposed improvement recommendations focus on high-workload tasks, particularly machine setup and troubleshooting, to minimize cognitive stress, optimize operator performance, and maintain continuous production quality at UD Restu Jaya.*

Keywords - Mental workload, Modified Cooper Harper, production Operators, Ergonomics.

Abstrak. *UD Restu Jaya merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi kemasan plastik berbahan dasar polypropylene (PP) dan polyethylene (PE). Variasi alokasi tugas di sepanjang lini produksi memicu perbedaan tingkat beban kerja mental yang dirasakan oleh para operator. Beban kerja mental yang berlebihan berpotensi menurunkan fokus, ketelitian, serta efisiensi operasional secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis beban kerja mental operator produksi menggunakan metode Modified Cooper-Harper (MCH). Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di tempat kerja, wawancara mendalam, serta penyebaran kuesioner kepada operator. Hasil analisis menunjukkan bahwa setup mesin blowing (7,63), troubleshooting mesin blowing (7,94), dan setup mesin cutting (7,72) masuk dalam kategori overload. Sementara itu, sebagian besar aktivitas produksi lainnya tergolong optimal load. Adapun pemanasan awal (startup) mesin, penimbangan produk, dan kegiatan pengemasan diklasifikasikan sebagai underload. Berdasarkan temuan tersebut, rekomendasi perbaikan yang diusulkan berfokus pada tugas-tugas dengan beban kerja tinggi, khususnya setup dan penanganan masalah mesin. Langkah ini penting untuk meminimalkan tekanan kognitif, mengoptimalkan kinerja operator, serta menjaga kualitas produksi yang berkelanjutan di UD Restu Jaya.*

Kata Kunci - Beban Kerja Mental, Modified Cooper Harper, Oprator Produksi, Ergonomi.

I. PENDAHULUAN

Pada dasarnya, produksi merupakan kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai guna suatu barang atau jasa demi memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Dalam proses ini, peran tenaga kerja sangatlah penting. Pada industri pembuatan plastik, tahapan produksi terdiri dari beberapa proses utama, terutama *blowing* dan *mixing*. Proses *blowing* mengolah bahan baku menjadi plastik, sedangkan *mixing* bertugas mencampur dan mengaduk menjadi Sifat plastic sesuai dengan spesifikasi produk [1]. Salah satu pabrik yang bergerak di bidang ini adalah UD Restu Jaya, perusahaan pembuat kemasan plastik PP dan PE yang berdiri sejak tahun 1998. Perusahaan ini memproduksi berbagai ukuran kantong plastik untuk pembungkus kerupuk, makanan ringan, gula, dan kebutuhan harian lainnya, serta melayani jasa cetak sablon sesuai pesanan konsumen. Dalam menjalankan operasionalnya, manajemen menetapkan target produksi harian bagi setiap pekerja. Target kinerja ini berdampak langsung pada besarnya beban kerja yang harus ditanggung oleh pekerja di lapangan. Oleh karena itu, penilaian beban kerja mental sangat penting dilakukan agar perusahaan bisa mengetahui tingkat tekanan pikiran yang dialami operator, sehingga manajemen dapat

merancang langkah perbaikan yang tepat untuk mencegah dampak buruk akibat beban kerja yang berlebihan [2]. Mengukur tekanan psikologis di tempat kerja menjadi alat penting bagi manajemen untuk memetakan tingkat stres kognitif staf, sehingga organisasi dapat mengambil tindakan pencegahan untuk meminimalkan dampak buruk dari beban kerja yang terlalu tinggi [3].

Dalam menjalankan produksi kemasan plastik ini, pabrik menetapkan target hasil harian sebesar 3 kuintal untuk kemasan ukuran kecil dan 5 kuintal untuk kemasan ukuran besar. Target tersebut harus dipenuhi oleh 34 orang operator dimana dibagi 2 yaitu operator mesin blowing dan operator cutting dan packing yang dibagi ke dalam dua shift kerja, di mana masing-masing shift berlangsung selama 8 jam. Selama jam kerja berlangsung, operator harus terus-menerus mengawasi mesin yang berjalan tanpa berhenti, sehingga waktu istirahat harus dilakukan secara bergantian. Di saat yang sama, pekerja juga bertanggung jawab untuk menjaga kualitas hasil produksi. Meskipun demikian, data produksi menunjukkan bahwa tingkat kerusakan barang masih berada di angka 5%, atau sekitar 15 kg untuk kemasan kecil dan 25 kg untuk kemasan besar. Kondisi kerja seperti ini menuntut ketelitian dan konsentrasi yang terus-menerus dari para pekerja selama shift yang panjang agar target produksi tetap tercapai sekaligus menekan jumlah barang yang rusak. Tuntutan kerja yang berat seperti ini diperkirakan akan meningkatkan tingkat beban mental operator selama menjalankan rutinitas produksi [4]. Hal ini memaksa para pekerja untuk selalu fokus dan waspada sepanjang jam kerja demi menjaga kelancaran operasional, mempertahankan jumlah produksi yang tinggi, serta memenuhi target harian yang sudah ditentukan [5].

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada proses produksi, dibutuhkan sebuah cara atau metode yang tepat untuk mengukur seberapa besar tingkat beban kerja mental yang ditanggung oleh operator. Penelitian ini menggunakan metode Modified Cooper Harper (MCH) karena pengerjaannya tergolong praktis, tidak memakan waktu lama, dan bisa dipakai di bermacam-macam jenis pekerjaan. Teknik MCH ini sangat cocok diterapkan pada bidang kerja yang melibatkan interaksi langsung antara manusia dengan mesin, seperti aktivitas memantau jalan kerja mesin, mengambil keputusan, berkomunikasi, hingga mengawasi jalannya proses produksi secara keseluruhan. Ditambah lagi, alur penilaian pada metode MCH menggunakan skala rentang 1 sampai 10 yang memudahkan pekerja saat memberikan penilaian terhadap tingkat beban mental yang mereka rasakan. Karyawan di bagian produksi memang cukup rawan terkena kelelahan kerja akibat beratnya beban tugas dan tingginya tuntutan ketelitian saat bekerja [6]. Oleh sebab itu, mengukur tingkat beban pikiran dapat memberikan gambaran penting mengenai seberapa berat tugas yang ditanggung pekerja, sekaligus menjadi dasar untuk merancang sistem kerja dan lingkungan kerja yang lebih ergonomis [7].

Penggunaan skala *Modified Cooper-Harper* (MCH) sudah banyak digunakan di berbagai sektor untuk menilai beban kerja mental. Target beban kerja yang tinggi ditambah dengan jam lembur terbukti meningkatkan beban psikologis secara signifikan pada karyawan bagian penagihan di PT Bank X ketika diukur menggunakan metode MCH [8]. Di samping itu, hasil riset dari Fathonah juga membuktikan kalau beban kerja mental punya hubungan erat dengan tingkat kelelahan kerja, yang artinya semakin tinggi beban mental seseorang, makin besar pula risiko pekerja tersebut mengalami kelelahan [9].

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja mental yang dialami operator produksi di UD Restu Jaya menggunakan metode *Modified Cooper Harper* (MCH). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat beban kerja mental operator serta menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam melakukan evaluasi dan perbaikan kondisi kerja sehingga produktivitas dan kualitas hasil produksi dapat ditingkatkan.

II. METODE

A. Pengumpulan Data

Penelitian deskriptif kuantitatif ini mengukur beban kerja mental operator pada pembuatan kemasan plastik di UD Restu Jaya menggunakan pendekatan ergonomi. Data beban kerja dikumpulkan secara sistematis pada setiap tahapan produksi menggunakan kuesioner yang disusun sesuai prosedur penilaian standar *Modified Cooper-Harper* (MCH). Penelitian ini dilaksanakan di UD Restu Jaya, sebuah perusahaan manufaktur kemasan plastik yang berlokasi di Pandelegan, Desa Sumberejo, Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur 67156, Indonesia.

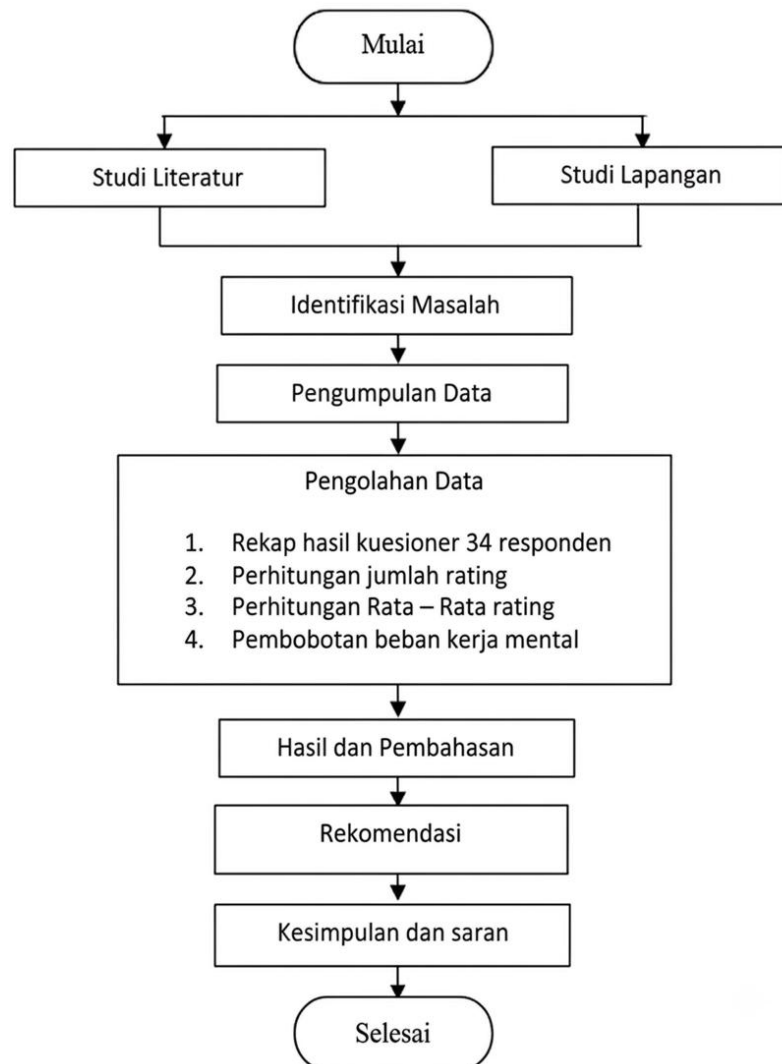
Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi lapangan, wawancara, serta penyebaran kuesioner *Modified Cooper-Harper*. Dengan menggunakan teknik sampel jenuh (*total sampling*), penelitian ini melibatkan seluruh populasi operator produksi di UD Restu Jaya yang berjumlah 34 orang sebagai responden, yang terdiri atas 16 pekerja di bagian Operator mesin *blowing* dan 18 pekerja di bagian Cutting dan packing. Selain itu, wawancara mendalam juga dilakukan dengan pemilik UD Restu Jaya untuk menggali informasi detail mengenai kondisi operasional, pembagian tugas, tingkat kerumitan pekerjaan, tekanan di tempat kerja, serta rutinitas harian dalam

produksi kemasan plastik. Hasil wawancara ini berfungsi untuk memperkuat dan memperjelas interpretasi dari hasil evaluasi beban kerja mental.

Penelitian ini menggunakan kuesioner *Modified Cooper-Harper* yang disesuaikan berdasarkan penilaian dari Pramestari et al. Penyesuaian dilakukan dengan mengubah deskripsi tugas agar mencerminkan alur kerja operasional yang nyata pada operator di UD Restu Jaya, tanpa mengubah struktur utama pohon keputusan (*decision tree*) maupun skala 1 hingga 10 dari metode MCH. Karena penelitian ini menggunakan alat ukur subjektif yang sudah terstandar dan hanya menyesuaikan deskripsi konteks pekerjaannya saja, maka uji validitas dan reliabilitas statistik tidak lagi dilakukan.

Adapun data sekunder berupa laporan perusahaan yang di butuhkan penelitian ini meliputi :

- Data jumlah operator produksi
- Data jam kerja dan pembagian aktivitas oprator produksi
- Data tahapan proses pembuatan kemasan plastik.



Gambar 1. Diagram alir

Dari Gambar di atas, dapat diketahui bahwa penelitian diawali dengan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan melalui observasi langsung serta wawancara di UD Restu Jaya untuk mengetahui kondisi kerja operator produksi pada aktivitas pembuatan kemasan plastik. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori, jurnal, dan referensi terkait beban kerja mental serta metode *Modified Cooper Harper* (MCH). Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah dan perumusan masalah guna menentukan fokus utama penelitian, kemudian menetapkan tujuan penelitian secara jelas.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, serta penyebaran kuesioner *Modified Cooper Harper* kepada operator produksi untuk menilai beban kerja yang dirasakan. Sementara itu, data sekunder meliputi jumlah operator, jam kerja, pembagian aktivitas kerja, serta tahapan proses produksi. Data yang telah terkumpul kemudian diolah melalui rekapitulasi hasil kuesioner, perhitungan rating, rata-rata nilai, serta pembobotan untuk menentukan tingkat beban kerja mental operator. Pengumpulan dan pengolahan data yang terstruktur menjadi langkah penting agar hasil analisis dapat menggambarkan kondisi kerja yang sebenarnya dan digunakan sebagai dasar evaluasi serta perbaikan sistem kerja operator produksi [10].

Setelah proses pengolahan data selesai, dilakukan analisis untuk menginterpretasikan hasil klasifikasi beban kerja mental operator ke dalam kategori tertentu. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam pembahasan untuk mengidentifikasi aktivitas kerja dengan tingkat beban mental tertinggi serta menentukan usulan perbaikan yang sesuai dengan kondisi kerja. Selanjutnya, hasil pengolahan data direkapitulasi sebagai bahan analisis untuk menghasilkan solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan yang terjadi. Tahap akhir penelitian berupa penarikan kesimpulan dan pemberian saran yang dapat digunakan perusahaan sebagai bahan evaluasi guna meningkatkan kualitas, produktivitas kerja, serta mengurangi beban kerja mental operator [11].

Ergonomi

Ergonomi merupakan pendekatan menyeluruh yang digunakan untuk menyesuaikan tugas pekerjaan, peralatan, metode, hingga lingkungan kerja secara keseluruhan agar selaras dengan kemampuan fisik, mental, serta keterbatasan para pekerja, sehingga tercipta suasana kerja yang aman, nyaman, sehat, dan produktif. Tujuan utama dari penerapan prinsip-prinsip ergonomi adalah membangun keseimbangan yang harmonis antara tuntutan pekerjaan dengan kapasitas nyata yang dimiliki oleh tenaga kerja, yang berdampak langsung pada peningkatan keselamatan, kesehatan, kinerja harian, serta kesejahteraan fisik dan psikologis mereka secara utuh [12]. Dalam lingkungan industri, penerapan prinsip ergonomi membantu mengidentifikasi faktor risiko pada aktivitas operasional sehari-hari, sekaligus menjadi acuan dasar yang jelas untuk memperbaiki sistem kerja, menekan risiko cedera, dan memperlancar alur operasional [13]. Selain berfokus pada faktor fisik, ergonomi juga memperhatikan dimensi kognitif, di mana beban mental seperti tuntutan fokus yang terus-menerus, pengolahan informasi, dan pengambilan keputusan secara cepat berperan langsung terhadap kinerja pekerja. Oleh karena itu, analisis terhadap beban kerja mental menjadi hal yang sangat penting untuk merancang sistem kerja yang tetap menghargai batas kemampuan Berkonsentrasi manusia [14].

Beban Kerja mental

Beban kerja mental merupakan tingkat tuntutan pikiran atau Mental yang dirasakan oleh seseorang saat menjalankan tugas-tugas yang membutuhkan proses berpikir, pengolahan informasi, konsentrasi, hingga pengambilan keputusan. Timbulnya beban kerja mental ini dapat dipicu oleh tingginya tuntutan pekerjaan, kerumitan tugas, tekanan waktu, serta keharusan bagi pekerja untuk selalu menjaga fokus sepanjang mereka beraktivitas. Karena setiap jenis pekerjaan memiliki karakteristik dan tingkat kesulitan yang berbeda-beda, maka beban mental yang ditanggung oleh setiap pekerja pun bervariasi. Oleh sebab itu, pengukuran beban kerja mental sangat penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tuntutan psikologis yang diterima pekerja, sekaligus menilai sejauh mana kesesuaian antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki individu [15]. Ketidaksesuaian antara tuntutan pekerjaan dan kapasitas mental operator dapat meningkatkan beban Mental, yang pada akhirnya mengganggu kemampuan dalam menjaga konsentrasi, mengambil keputusan, serta menyelesaikan pekerjaan secara optimal. Menganalisis beban kerja mental di lingkungan industri sangat krusial untuk menemukan faktor-faktor pekerjaan yang memicu peningkatan stres mental, sekaligus mengukur seberapa berat beban yang dirasakan pekerja selama menjalani aktivitas operasional [16]. Lebih jauh lagi, evaluasi beban kerja mental berfungsi sebagai dasar utama dalam mengoptimalkan sistem kerja, misalnya seperti mengatur ulang pembagian beban tugas dan menyesuaikan jumlah kebutuhan personel agar lebih sesuai dengan kapasitas pekerja. Langkah ini sangat penting untuk meningkatkan kenyamanan, keselamatan kerja, serta produktivitas operasional di lingkungan industri [17].

Modified Cooper Harper (MCH)

Skala *Modified Cooper-Harper* (MCH) merupakan alat ukur subjektif yang digunakan untuk menilai beban kerja mental berdasarkan persepsi pekerja terhadap tingkat kesulitan tugas yang mereka jalankan. Dirancang khusus untuk mengukur tingkat beban mental selama aktivitas kerja berlangsung, metode ini memanfaatkan alur pohon keputusan (*decision tree*) yang memungkinkan proses penilaian berjalan secara sistematis hingga menghasilkan skor angka yang menggambarkan besarnya beban kognitif. Struktur pohon keputusan yang terarah ini memudahkan responden dalam menilai kondisi kerja mereka secara lebih objektif, sehingga menghasilkan data yang akurat sesuai dengan tekanan mental yang benar-benar mereka rasakan [18]. Metode MCH telah banyak diterapkan di berbagai bidang untuk mengidentifikasi jenis pekerjaan yang memiliki tuntutan Beban Mental paling tinggi. Temuan dari hasil penilaian ini menjadi acuan dasar dalam menguji kondisi tempat kerja serta menentukan prioritas perbaikan sistem berdasarkan tingkat beban mental yang dialami oleh para personel. Dalam lingkungan industri, metode MCH sangat efektif untuk

menyoroti titik-titik kegiatan operasional yang krusial dan membutuhkan perhatian lebih lanjut, sehingga perusahaan dapat menyusun langkah perbaikan yang tepat sasaran berdasarkan data beban kerja yang nyata [19].

Tahapan Pengukuran *Modified Cooper Harper*

Pengukuran beban kerja mental menggunakan metode *Modified Cooper Harper* (MCH) dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis, meliputi pemetaan aktivitas kerja, pengamatan langsung di lapangan, penyebaran kuesioner, hingga analisis data untuk mendapatkan nilai rata-rata beban mental pada setiap tahap produksi [20].

$$\text{Rata - rata bobot} = \frac{\text{Jumlah rating}}{\text{Jumlah Responden}} \quad (1)$$

Sumber [20]

Skor rata-rata beban kerja mental pada setiap aktivitas kerja dihitung menggunakan Persamaan (1). Selanjutnya, persentase beban kerja dihitung menggunakan rumus persentase yang dikembangkan oleh Wakil & Ernawaty [21], di mana nilai rata-rata beban kerja mental yang telah diperoleh pada tahap perhitungan sebelumnya digunakan sebagai angka pembagi (*numerator*).

$$\text{Mental Workload Weight (\%)} = \frac{\text{average Mental Workload Score}}{\text{Maksimum Score}} \times 100 \quad (2)$$

Sumber [21]

Klasifikasi Tingkat Beban Kerja Mental

Metode *Modified Cooper-Harper* (MCH) menggunakan rentang penilaian subjektif dari skala 1 hingga 10 untuk mengukur besarnya tekanan kognitif yang dirasakan pekerja saat menjalankan tugasnya. Nilai 1 menunjukkan tingkat beban mental yang sangat ringan, sedangkan nilai 10 menandakan adanya tuntutan kognitif yang sangat tinggi. Sesuai dengan tahapan evaluasi MCH yang dijelaskan oleh Prayoga Dwi Firmansyah dan Boy Isma Putra [20], rata-rata *rating* MCH yang diperoleh dari para operator kemudian diubah menjadi indeks beban kerja berbentuk persentase melalui Persamaan (2), dengan menetapkan angka 10 sebagai batas nilai tertinggi.

Untuk mempermudah proses analisis data, hasil perhitungan skor beban kerja mental tersebut dikelompokkan ke dalam empat kategori: *Underload* (10%–40%), *Optimal Load* (41%–60%), *Overload* (61%–80%), dan *High Overload* (81%–100%). Pekerjaan yang masuk dalam kategori *Underload* umumnya berupa tugas-tugas sederhana dan bersifat rutin yang hanya membutuhkan sedikit konsentrasi atau pengambilan keputusan. Sementara itu, kategori *Optimal Load* menggambarkan kondisi kerja yang seimbang, di mana tuntutan tugas masih sesuai dengan kapasitas mental operator sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik tanpa memicu stres berlebih. Di sisi lain, kategori *Overload* mencakup aktivitas yang menuntut perhatian terus-menerus, pengambilan keputusan secara cepat, dan konsentrasi yang tinggi. Adapun kategori *High Overload* mewakili tugas-tugas krusial yang membutuhkan penanganan langsung serta pemecahan masalah yang rumit demi menjaga kelancaran alur produksi dan mencegah terjadinya produk cacat. Rincian lengkap yang menghubungkan antara skala *rating* MCH, persentase beban kerja, dan kategori ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Antara Skala *Rating* MCH, Persentase Beban Kerja, dan Klasifikasi Beban Kerja Mental

Skor Rata Rata MCH	Persentase Beban Kerja	Klasifikasi
1.0 – 4.0	10% - 40%	<i>Underload</i>
4.1 – 6.0	41% - 60%	<i>Optimal Load</i>
6.1 – 8.0	61% - 80%	<i>Overload</i>
8.1 – 10.0	81% - 100%	<i>High Overload</i>

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden Berdasarkan Bagian Produksi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator produksi yang bekerja pada proses produksi kemasan plastik di UD. Muncul Jaya sebanyak 34 orang. Operator produksi tersebut terlibat secara langsung dalam proses produksi mulai dari pengoperasian mesin hingga proses akhir pengemasan produk. Adapun responden penelitian terdiri atas beberapa stasiun kerja sebagai berikut :

Tabel 2. Karyawan UD. Restu Jaya Bagian Produksi Plastik

Bagian Produksi	Jumlah Orang	Presentase
Oprator Mesin blowing	16	47,06%
Oprator mesin cutting dan packing	18	52,94%
Total	34	100%

Berdasarkan Tabel 2, penelitian ini melibatkan 34 operator produksi yang terdiri atas 16 operator mesin blowing (47,06%) dan 18 operator cutting dan packing (52,94%). Perbedaan jumlah responden pada setiap bagian disesuaikan dengan kebutuhan tenaga kerja pada masing-masing proses produksi. Seluruh responden dipilih karena terlibat langsung dalam proses pembuatan kemasan plastik, sehingga penilaian yang diberikan dapat menggambarkan kondisi beban kerja mental pada setiap aktivitas kerja.

B. Rekapitulasi Skor Kuesioner Menggunakan Metode *Modified Cooper Harper* (MCH)

Rekapitulasi skor kuesioner *Modified Cooper Harper* (MCH) disusun berdasarkan hasil penilaian dari seluruh responden pada setiap aktivitas kerja. Rekapitulasi ini menjadi acuan dasar untuk menghitung nilai *rating* dan menentukan kategori beban kerja mental pada masing-masing kegiatan. Data rekapitulasi kuesioner MCH tersebut dihimpun dari penilaian yang diberikan oleh seluruh operator untuk setiap tugas yang mereka jalankan. Hasil rekapitulasi ini berfungsi sebagai landasan utama dalam menghitung nilai *rating* serta menentukan kategori beban kerja mental pada tiap-tiap aktivitas pekerjaan

Tabel 3. Berikut tabel rekapitulasi kuesioner oprator mesin blowing

Responden	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Rian	3	4	5	9	5	8
M yunus	2	5	6	7	6	9
Tanto	2	4	5	8	5	8
Masykur	3	6	6	6	6	7
M Tholip	3	5	5	8	5	8
Khayat	3	5	5	9	5	7
Arda	2	4	4	7	4	8
Andi sulis	2	6	6	8	6	9
Yanuar	2	5	5	7	5	8
Dimas Saputra	2	6	6	8	6	8
Gunawan	3	5	5	7	5	7
Kiki Ramadan	3	6	6	9	6	8
Yoga pratama	2	4	4	6	5	8
Candra Wijaya	3	6	6	8	6	7
Hendra	2	5	5	7	5	9
Lukman	3	6	6	8	6	8
Total	42	82	86	122	88	127

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengisian kuesioner dari 16 operator mesin *blowing* menunjukkan variasi skor pada setiap aktivitas pekerjaan. Aktivitas menyalakan mesin mencatat total skor sebesar 42, penyiapan bahan baku memperoleh skor 82, pengoperasian mesin mencapai 86, pengaturan (*setup*) mesin menghasilkan skor 122, pemotongan dan pengukuran ketebalan mendapat skor 88, serta penanganan gangguan (*troubleshooting*) mesin mencatat skor tertinggi yaitu 127. Keragaman angka ini membuktikan bahwa setiap tahapan tugas memikul tuntutan mental yang berbeda-beda. Data skor kuesioner tersebut selanjutnya diolah untuk menghitung nilai rata-rata sekaligus menentukan kategori beban kerja mental berdasarkan kerangka metode *Modified Cooper Harper* (MCH).

Tabel 4. Berikut tabel rekapitulasi kuesioner Oprator Cutting dan packing

Responden	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Julia	5	6	8	6	5	3	2
Slatin	5	4	7	5	4	2	2
Annisa	6	5	8	5	5	3	2
Lulut Anasari	6	6	9	6	6	3	3
Khusnul chotima	5	5	8	5	5	2	2
Windah	4	4	7	4	4	2	2

Sugiyati	6	5	8	5	5	3	2
Yuliati	6	6	9	6	5	3	3
Lina	5	4	8	5	5	2	2
Diana	5	4	7	4	4	2	2
Dewi Lestari	6	5	7	6	5	3	2
Erna	5	6	9	6	5	3	3
Sulastri	5	4	7	5	5	2	2
Sri wahyuni	4	5	7	4	4	2	2
Nur aina	6	5	8	5	5	3	2
Yuni Asturi	6	6	9	6	6	3	3
Ernawati	5	5	7	5	4	5	2
Yuliana	4	4	7	4	3	4	2
Total	101	81	139	91	87	45	40

Pada Tabel 4, tanggapan kuesioner dari 18 operator bagian pemotongan dan pengemasan juga memperlihatkan adanya variasi skor di setiap jenis kegiatan. Aktivitas memasang gulungan ke mesin potong memperoleh skor 101, mengukur dimensi produk sesuai pesanan mendapat skor 81, mengatur (*setup*) mesin potong mencapai skor 139, mengoperasikan mesin mendapat skor 91, pemeriksaan kualitas (*quality control*) mencatat skor 87, menimbang produk memperoleh skor 45, dan proses pengemasan mencatatkan skor terendah sebesar 40. Perbedaan ini menegaskan bahwa beban kerja mental yang dirasakan operator sangat bervariasi tergantung pada karakteristik tugas yang dijalankan. Seluruh skor yang telah terkumpul kemudian diolah lebih lanjut untuk menghitung nilai rata-rata guna menentukan kategori beban kerjanya

C. Penilaian rating aktivitas kerja oprator produksi

Nilai *rating* untuk setiap tugas diperoleh dari pengolahan tanggapan kuesioner menggunakan metode *Modified Cooper Harper* (MCH). Seluruh proses perhitungan dilakukan dengan mengikuti tahapan analisis yang telah dijelaskan pada bagian metodologi penelitian.

Tabel 5. Penilaian rating aktivitas kerja oprator mesin blowing

No	Aktivitas	Jumlah Rating	Rata rata rating
1	Hidupin Mesin	42	2,63
2	Menyiapkan Bahan Baku	82	5,13
3	Menjalankan Mesin	86	5,38
4	Setting Mesin	122	7,63
5	Memotong dan Mengukur Ketebalan	88	5,50
6	Menangani Gangguan	127	7,94

Tabel 6. Penilaian rating aktivitas kerja oprator cutting dan packing

No	Aktivitas	Jumlah Rating	Rata rata rating
1	Memasang Roll di Mesin Cuting	101	5,61
2	Pengukuran Produk Sesuai Orderan	84	4,67
3	Menyeting Mesin Cutting	139	7,72
4	Mengoprasikan Mesin	91	5,06
5	Pemeriksaan Kualitas	87	4,83
6	Penimbangan	46	2,56
7	Packing	40	2,22

Merujuk pada data pada Tabel 5 dan Tabel 6, nilai *rating* tugas operator menunjukkan perbedaan tingkat beban kerja mental yang sangat jelas. Bagi operator mesin *blowing*, nilai *rating* tertinggi terjadi pada saat penanganan gangguan (*troubleshooting*) mesin sebesar 7,94, sedangkan nilai *rating* terendah berada pada aktivitas menyalakan mesin yaitu sebesar 2,63. Sebaliknya, pada operator bagian pemotongan dan pengemasan, pengaturan (*setup*) mesin menghasilkan nilai *rating* tertinggi sebesar 7,72, sementara aktivitas pengemasan mencatat nilai terendah sebesar 2,22.

Perbedaan nilai *rating* ini mempertegas bahwa setiap aktivitas kerja membawa beban kognitif yang berbeda sesuai dengan tingkat kesulitan tugasnya.

Berikut merupakan perhitungan nilai *rating* pada salah satu aktivitas kerja.

Perhitungan rata-rata aktivitas menghidupkan mesin

$$\text{Rata - Rata Bobot} = \frac{42}{16} = 2,63$$

Setelah nilai *rating* untuk setiap tugas berhasil ditentukan, konversi skor dilakukan menggunakan skala standar metode *Modified Cooper Harper* (MCH). Nilai hasil konversi ini dijadikan sebagai acuan dasar untuk mengelompokkan beban kerja mental pekerjaan ke dalam kategori *underload*, *optimal load*, atau *overload*.

D. Klasifikasi Beban Kerja Oprator

Setelah nilai *rating* setiap aktivitas diperoleh, selanjutnya dilakukan konversi nilai menggunakan metode *Modified Cooper Harper* (MCH). Nilai konversi digunakan sebagai dasar untuk menentukan kategori beban kerja mental pada masing-masing aktivitas, yaitu *underload*, *optimal load*, atau *overload*.

Tabel 7. Klasifikasi Beban Kerja Mental Aktivitas Kerja Oprator Produksi

No	Aktivitas Kerja	Rata Rata	Bobot (%)	Klasifikasi
1	Hidupin Mesin	2,63	26,3 %	<i>Underload</i>
2	Menyiapkan Bahan Baku	5,13	51,3%	<i>Optimal load</i>
3	Menjalankan Mesin	5,38	53,8%	<i>Optimal Load</i>
4	Setting Mesin	7,63	76,3%	<i>Overload</i>
5	Memotong dan Mengukur Ketebalan	5,50	55,0%	<i>Optimal load</i>
6	Menangani Gangguan	7,94	79,4%	<i>Overload</i>

Sebagaimana disajikan pada Tabel 7, hasil pembobotan mengonfirmasi bahwa tingkat beban kerja mental operator mesin *blowing* bervariasi pada setiap jenis tugas. Aktivitas menyalakan mesin tergolong dalam kategori *underload*. Sementara itu, penyiapan bahan baku, pengoperasian mesin, serta pemotongan dan pengukuran ketebalan masuk ke dalam kategori *optimal load*. Di sisi lain, pengaturan (*setup*) mesin dan penanganan gangguan (*troubleshooting*) diklasifikasikan sebagai *overload*. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar tugas operator *blowing* masih berada dalam batas tekanan kognitif yang ideal, meskipun aktivitas *setup* dan *troubleshooting* melibatkan beban mental yang lebih tinggi sehingga membutuhkan perhatian khusus dalam pelaksanaannya.

Tabel 8. Klasifikasi Beban Kerja Mental Aktivitas Kerja Oprator Produksi

No	Aktivitas Kerja	Rata rata	Bobot (%)	Klasifikasi
1	Memasang Roll di Mesin Cuting	5,61	56,1%	<i>Optimal load</i>
2	Pengukuran Produk Sesuai Orderan	4,67	46,7%	<i>Optimal load</i>
3	Menyeting Mesin Cutting	7,72	77,2%	<i>Overload</i>
4	Mengoprasikan Mesin	5,06	50,6%	<i>Opimal load</i>
5	Pemeriksaan Kualitas	4,83	48,3%	<i>Optimal load</i>
6	Penimbangan	2,56	25,6%	<i>Underload</i>
7	Packing	2,22	22,2%	<i>Underload</i>

Data yang dirangkum pada Tabel 8 mengungkapkan bahwa klasifikasi beban kerja mental bagi personel bagian pemotongan dan pengemasan bervariasi dalam operasional harian mereka, di mana aktivitas menimbang dan mengemas produk dikategorikan sebagai *underload*. Sebaliknya, kegiatan memindahkan bahan gulungan ke mesin potong, memverifikasi spesifikasi ukuran sesuai pesanan pelanggan, mengawasi mesin yang beroperasi, serta menjalankan langkah pengendalian kualitas tergolong dalam kelompok *optimal load*. Sementara itu, pengaturan (*setup*) mesin potong tergolong dalam kategori *overload*. Hasil ini mengonfirmasi bahwa mayoritas tugas di lini pemotongan dan pengemasan masih berada dalam batas kemampuan kognitif yang wajar. Meski begitu, proses kalibrasi mesin memerlukan usaha mental yang jauh lebih tinggi, sehingga menjadi prioritas utama untuk tindakan perbaikan di area pabrik.

E. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa tiga aktivitas di UD Restu Jaya menghasilkan tingkat beban kerja mental paling tinggi. Aktivitas tersebut mencakup *setup* mesin *blowing*, *troubleshooting* unit *blowing*, dan *setup* mesin *cutting*. Pada tugas-tugas ini, operator dituntut menyetel parameter mesin secara presisi dan mengawasi proses produksi tanpa henti. Mereka juga harus mampu mendeteksi kerusakan serta mengambil keputusan cepat dalam waktu singkat agar produksi tidak terhenti dan kualitas produk tetap terjaga. Tuntutan untuk menjalankan berbagai proses kognitif secara bersamaan ini memacu konsentrasi operator, yang pada akhirnya memicu lonjakan beban kerja mental. Sebaliknya, beberapa aktivitas lain masuk dalam kategori beban kerja optimal. Pekerjaan ini meliputi penyiapan bahan baku, pengoperasian mesin *blowing*, pemeriksaan produk, pengoperasian mesin *cutting*, hingga pengukuran produk jadi. Tugas-tugas tersebut memiliki prosedur kerja yang lebih terstruktur dan jelas, sehingga keputusan yang perlu diambil tidak terlalu rumit. Di sisi lain, pemanasan awal (*startup*) mesin dan pengemasan akhir berada pada kelompok *underload*. Beban kognitif pada tahap ini relatif rendah karena pekerjaannya bersifat sederhana serta berulang.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Destrada dan Pramestari [8], Studi tersebut menjelaskan bahwa target kerja yang tinggi serta kebutuhan akan perhatian yang menerus dapat mengerek beban kerja mental pekerja berdasarkan metode *Modified Cooper-Harper* (MCH). Walau riset mereka dilakukan pada sektor industri yang berbeda, hasilnya membuktikan satu hal penting. Beban kerja mental tidak melulu ditentukan oleh jenis industrinya, melainkan oleh tingkat kesulitan tugas, kebutuhan fokus, serta besarnya tanggung jawab kerja. Selain itu, temuan ini memperkuat riset Abryandoko et al. [22]. Mereka mendapati bahwa pengoperasian mesin dan penanganan masalah menuntut respons cepat dari operator demi menjaga kontinuitas produksi. Tekanan inilah yang memperberat beban mental di lapangan. Hal ini sejalan pula dengan teori dari Jimmy et al. [23], yang menyatakan bahwa beban kerja mental bakal meningkat seiring bertambahnya kompleksitas tugas, kebutuhan kewaspadaan, dan tanggung jawab pekerjaan. Melihat hasil tersebut, manajemen UD Restu Jaya perlu memberi perhatian ekstra pada aktivitas *setup* dan *troubleshooting* mesin. Mengidentifikasi area dengan beban kerja mental tertinggi membantu perusahaan merumuskan langkah perbaikan yang realistis di lapangan. Lebih jauh lagi, data MCH ini bisa dipakai sebagai acuan untuk mengevaluasi sistem kerja, merata-ratakan distribusi beban kerja, dan menyusun strategi peningkatan efisiensi produksi.

F. Usulan Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan analisis beban kerja mental memakai metode *Modified Cooper-Harper* (MCH), nyatanya masih ditemukan beberapa aktivitas yang berada di tingkat *overload*, yakni pada proses *setting* mesin *blowing*, penanganan gangguan mesin *blowing*, serta *setting* mesin *cutting*. Oleh karena itu, pihak perusahaan disarankan untuk mempertimbangkan beberapa langkah perbaikan berikut:

1. Menyelenggarakan pelatihan bagi operator. Program pelatihan ini perlu diadakan secara rutin, khususnya mengenai tata cara *setting* mesin dan langkah penanganan gangguan saat proses produksi berjalan. Melalui pelatihan ini, operator diharapkan bisa bekerja lebih mahir sehingga dapat menekan risiko kekeliruan dan mempercepat proses pengambilan keputusan di lapangan.
2. Melakukan pemeriksaan dan perawatan mesin secara berkala. Langkah pemeliharaan rutin ini penting dilakukan guna menjaga performa mesin tetap stabil, sehingga potensi terjadinya kendala teknis dapat ditekan dan operator tidak harus berulang kali melakukan penyesuaian pada mesin..
3. Meninjau ulang pembagian porsi kerja saat target produksi naik. Langkah ini diambil supaya penambahan beban tugas dapat terbagi secara lebih merata dan tidak hanya menumpuk pada operator tertentu saja.
4. Menyediakan jeda istirahat singkat di tengah jam kerja. Pemberian waktu jeda ini bertujuan agar operator bisa memulihkan kembali tingkat konsentrasinya sebelum melanjutkan tugas, terutama untuk jenis pekerjaan yang memerlukan ketelitian ekstra.
5. Mengevaluasi standar prosedur *setting* mesin secara berkala. Evaluasi ini berguna untuk memastikan alur pengaturan mesin berjalan lebih efektif, sehingga mutu produk akhir tetap terjaga dan tingkat kerusakan produk tidak melampaui batas toleransi 5%..

Melalui serangkaian masukan tersebut, diharapkan tekanan beban kerja mental pada aktivitas yang masih tergolong *overload* dapat berkurang. Dengan demikian, alur produksi bisa berlangsung lebih optimal, target harian perusahaan dapat terpenuhi, dan kualitas produk yang dihasilkan tetap terjaga sesuai standar yang ditetapkan..

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengevaluasi beban kerja mental operator di UD Restu Jaya memakai kerangka *Modified Cooper-Harper* (MCH). Hasilnya membuktikan adanya hubungan langsung antara karakteristik tugas dan tingkat tekanan kognitif pekerja. Data empiris menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas produksi rutin masih berada di zona beban kerja optimal, sedangkan beberapa langkah kecil tergolong *underload*. Namun, tiga tugas krusial terdeteksi

memicu *overload* mental yang berat. Tugas tersebut adalah *setup* awal mesin *blowing*, *troubleshooting* mesin *blowing*, dan *setup* mesin *cutting*. Tingginya tekanan kognitif pada ketiga tugas ini bersumber dari kebutuhan kewaspadaan yang terus-menerus, penyesuaian parameter yang rumit, serta pengambilan keputusan cepat di bawah batasan operasional yang ketat. Secara praktis, temuan ini memperlihatkan pentingnya perubahan operasional yang terarah ketimbang sekadar pengawasan umum. Langkah ini diperlukan untuk menjaga performa pabrik sekaligus kesejahteraan pekerja. Pihak manajemen harus merespons tugas-tugas berisiko tinggi tersebut secara langsung. Solusinya meliputi penyediaan program pelatihan *setup* khusus, pelaksanaan pemeliharaan preventif pada unit *blowing*, penjadwalan istirahat kognitif singkat, serta penyeimbangan alokasi tugas teknis saat permintaan puncak.

Penerapan intervensi terfokus ini akan meredakan kelelahan mental operator dan menekan kesalahan kalibrasi. Selain itu, alur kerja di area produksi akan menjadi lebih optimal, yang pada akhirnya mampu menjaga tingkat cacat produk tetap di bawah ambang batas 5%. Pada akhirnya, studi ini menyajikan kerangka kerja praktis bagi industri manufaktur skala kecil dan menengah dalam menyeimbangkan tuntutan kognitif dengan kualitas operasional.

REFERENSI

- [1] M. Raja, A. Haji, and F. Zainuddin, "Peran Produsen dalam Mengurangi Sampah Plastik," *J. Bahtera Inov.*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [2] W. Sulistiyo and P. Vitasari, "Analisa Beban Kerja Mental Operator Dengan Metode NASA TLX Di PT XYZ," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 13, no. 2, pp. 45–52, 2024, doi: 10.26593/jrsi.v13i2.7087.45-52.
- [3] H. D. Nurcahyo and R. Prasetyo, "ANALISIS BEBAN KERJA MENTAL KARYAWAN DEPARTEMEN PERENCANAAN PRODUKSI METODE NASA-TLX DI PT. XYZ," *J. Inkofar*, vol. 7, no. 1, pp. 52–59, 2023, doi: 10.46846/jurnalinkofar.v7i1.267.
- [4] F. S. Prambahan and B. I. Putra, "Analisis Kelelahan Pekerja Over Time dan Shift pada Produksi Kerupuk Tahu dengan Metode Bourdone Wiersma," *J. Optim.*, vol. 9, no. 2, p. 74, 2023, doi: 10.35308/jopt.v9i2.8324.
- [5] Yoggi Aldi Trisnanto, Aloysius Tommy Hendrawan, and Halwa Annisa Khoiri, "Analisis Beban Kerja Mental Operator Produksi Terhadap Produktivitas PT SWA I Dengan Metode DRAWS," *J. Rekavasi*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.34151/rekavasi.v12i1.4460.
- [6] F. S. Handika, A. Kusumawati, and R. Oktavia, "Analisis Beban Kerja Mental Karyawan Divisi Supply Chain and Improvement Dengan Metode Modified Cooper Harper," *J. InTent*, vol. 4, no. 1, pp. 55–63, 2021.
- [7] S. Rahmah *et al.*, "Analisa Kelelahan Kerja Berdasarkan Dimensi Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI) Pada Pekerja Produksi Occupational Fatigue Analysis Based On Swedish Occupational Fatigue Index (SOFI) Dimensions in Production Workers," *J. Ergon. Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 31–43, 2022, doi: 10.24843/JEI.2022.v08.i02.p07.
- [8] S. H. Destrada and D. Pramestari, "Analisis Beban Kerja Menggunakan Metode Rating Scale Mental Effort (Rsme) Dan Modified Cooper Harper (Mch) Di Pt. Bank X," *J. IKRA-ITH Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 6–16, 2021.
- [9] Okisa Putri Fathonah, F. S. Nisa, and Bachtiar Chahyadhi, "Hubungan Beban Kerja Fisik Dan Beban Kerja Mental Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Di Pt.X Surakarta," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 11, no. 5, pp. 515–520, 2023, doi: 10.14710/jkm.v11i5.37943.
- [10] Andhini Ayu Widyasti, Sunardi, and Tranggono, "Dengan Metode Draws Dan Mch," vol. 02, no. 02, pp. 84–95, 2021.
- [11] F. Daffa and D. Pitoyo, "Penggunaan Metode Modified Cooper Harper Scale (MCH) untuk Pengukuran Beban Kerja Fisik dan Mental Staf Konsultan IT pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Sistem Informasi di PT ABCD," *Rekayasa Ind. dan Mesin*, vol. 5, no. 1, p. 7, 2023, doi: 10.32897/retims.2023.5.1.2413.
- [12] J. Adam *et al.*, "Terhadap Kesehatan Mental Pekerja Pengguna," *J. Tek. Elektro*, vol. 6 (1), pp. 29–35, 2023.
- [13] Iswahyudi and B. I. Putra, "Ergonomic Risk Assessment of Fabric Measuring and Cutting Workstations: Penilaian Risiko Ergonomis pada Stasiun Kerja Pengukuran dan Pemotongan Kain," *Eur. Univ. Inst.*, vol. 26, no. 2, pp. 2–5, 2025, doi: 10.21070/ijins.v26i4.2118.
- [14] D. C. Dewi and E. Rahayu, "Analisis Beban Kerja Mental Operator Produksi Menggunakan Pendekatan Ergonomi Kognitif di Pabrik Kelapa Sawit PT. X," vol. 5, no. 1, pp. 33–41, 2026.
- [15] A. Yasmin, A. A. Karim, and S. R. Rizalmi, "Journal of Industrial Innovation and Safety Engineering Analisis Beban Kerja Mental Dengan Metode Nasa- Tlx Di Pt . Pertamina Hulu Sanga Sanga," *J. Ind. Innov. Saf. Eng.*, vol. 01, no. 01, pp. 33–42, 2023.
- [16] A. Y. Pratama and M. F. Haq, "Analisis Beban Kerja Mental Pekerja Central Facilities Division Pada PT. Pertamina EP Asset-1 Field Jambi," *J. TRINISTIK J. Tek. Ind. Bisnis Digit. dan Tek. Logistik*, vol. 1, no. 2,

- pp. 51–57, 2022, doi: 10.20895/trinistik.v1i1.661.
- [17] I. E. Alfonso, L. Widodo, and I. W. Sukania, “ANALISA BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PEKERJA OPTIMAL DI PT . X,” vol. 1, no. 1, pp. 24–34, 2022.
 - [18] M. Riza Fauzy, A. Sudiarso, and C. Author, “Application of the Modified Cooper-Harper Method (MCH) and Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) in Hospital,” *IOSR J. Eng. www.iosrjen.org ISSN*, vol. 09, no. 3, pp. 24–30, 2019, [Online]. Available: www.iosrjen.org
 - [19] H. Asyari, A. R. S. Nurhidayat, and G. D. Kustian, “Workload Measurement Optimization Using Hybrid FTE-MCH to Represent the Comprehensive Workload (A Case Study of Special School and Senior High School),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6869, pp. 31–39, 2025, doi: 10.23917/jiti.v24i01.8469.
 - [20] Prayoga Dwi Firmansyah and Boy Isma Putra, “Analysis of Body Posture and Mental Workload in Production Operators Using the Rapi Entire Body Assessment and Modified Cooper Harper Methods,” *INOVTEK Polbang - Seri Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 488–499, Nov. 2024, doi: 10.35314/jydtgg04.
 - [21] M. A. Wakil and) ; Ernawati, “Analysis of Consumer Buyer Decisions at Lazatto Tasikmalaya,” *JFM J. Fundam. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2026, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.22441/jfm.v6i1.38430>
 - [22] M. R. Eko Wahyu Abryandoko, Faisal Ashari, “Analisis Beban Kerja Operator Alat Berat Menggunakan Metode Defence Research Agency Workload Scale dan Modified Cooper Hrper (STUDI KASUS: PT. BERDIKARI PONDASI PERKASA),” vol. 9, no. 1, pp. 152–161, 2024.
 - [23] J. Jimmy, L. Widodo, and I. W. Sukania, “Analisis Ergonomi Terhadap Beban Kerja Mental Siswa Smp Selama Masa Pembelajaran Luring Dan Daring,” *J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–23, 2022, doi: 10.24912/jmti.v1i1.18268.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.