

Analisis Beban Kerja Mental Operator Produksi Menggunakan Pendekatan Ergonomi Kognitif di Pabrik Kelapa Sawit PT. X

*Diana Chandra Dewi¹, Erna Rahayu²

¹Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STITEKNAS) Jambi

*Corresponding author, e-mail: dianachandradewi.dc@gmail.com

ABSTRACT

Cognitive ergonomics plays an important role in industrial work systems with high complexity, including the palm oil processing industry. Production operators in palm oil mills are required to make rapid decisions, perform continuous monitoring, and interact intensively with machinery, which can potentially lead to excessive mental workload. This study aims to analyze the level of mental workload among production operators at the palm oil mill of PT X using the NASA Task Load Index (NASA-TLX) method as a cognitive ergonomics approach. The research employs a quantitative method, with data collected through NASA-TLX questionnaires administered to 30 production operators. The results indicate that the average mental workload falls within the moderate to high category, with mental demand and temporal demand being the largest contributing dimensions. These findings suggest the need for improvements in work system design and operator interfaces to reduce cognitive load and enhance performance as well as occupational safety.

Keywords: cognitive ergonomics, mental workload, NASA-TLX, production operators, palm oil mill.

ABSTRAK

Ergonomi kognitif berperan penting dalam sistem kerja industri yang memiliki kompleksitas tinggi, termasuk industri pengolahan kelapa sawit. Operator produksi di pabrik kelapa sawit dituntut untuk melakukan pengambilan keputusan cepat, pemantauan berkelanjutan, serta interaksi intensif dengan mesin, yang berpotensi menimbulkan beban kerja mental berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X menggunakan metode *NASA Task Load Index* (NASA-TLX) sebagai pendekatan ergonomi kognitif. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner NASA-TLX terhadap 30 operator produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata beban kerja mental berada pada kategori sedang hingga tinggi, dengan dimensi tuntutan mental dan tuntutan waktu sebagai kontributor terbesar. Temuan ini mengindikasikan perlunya perbaikan desain sistem kerja dan antarmuka operator untuk menurunkan beban kognitif dan meningkatkan kinerja serta keselamatan kerja.

Kata kunci: Ergonomi Kognitif, beban kerja mental, NASA-TLX, operator produksi, pabrik kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Industri pengolahan kelapa sawit merupakan sistem produksi kontinu yang menuntut keandalan tinggi dari operator produksi. Operator tidak hanya berperan sebagai pelaksana teknis, tetapi juga sebagai pengambil keputusan dalam kondisi tekanan waktu, target produksi, serta potensi gangguan proses. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya beban kerja kognitif yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat berdampak pada kinerja, keselamatan, dan kesehatan kerja.

Ergonomi kognitif berfokus pada kesesuaian antara tuntutan sistem kerja dengan kemampuan mental manusia,

meliputi persepsi, perhatian, memori kerja, dan pengambilan keputusan [1]. Dalam konteks pabrik kelapa sawit, operator harus memantau banyak parameter secara simultan seperti suhu sterilizer, tekanan uap, aliran material, dan kondisi mesin. Beban kerja mental yang berlebihan dapat meningkatkan risiko human error dan menurunkan produktivitas [2].

Selain tuntutan teknis, operator produksi di pabrik kelapa sawit juga menghadapi kondisi lingkungan kerja yang dinamis, seperti kebisingan mesin, suhu tinggi, dan perubahan beban kerja antar shift. Faktor-faktor ini berpotensi mempengaruhi kondisi kognitif operator, terutama dalam hal konsentrasi dan kewaspadaan. Ketika

beban kognitif tidak dikelola dengan baik, operator dapat mengalami kelelahan mental yang berujung pada penurunan kualitas pengambilan keputusan.

Dalam konteks keselamatan kerja, ergonomi kognitif memiliki peran strategis karena sebagian besar kecelakaan industri disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*). Reason [2] menyatakan bahwa kesalahan manusia seringkali bukan disebabkan oleh kelalaian individu, melainkan oleh desain sistem yang tidak selaras dengan kemampuan kognitif manusia. Oleh karena itu, pendekatan ergonomi kognitif tidak hanya bertujuan meningkatkan produktivitas, tetapi juga sebagai upaya preventif terhadap kecelakaan kerja.

Penelitian ini menjadi penting karena industri kelapa sawit memiliki karakteristik sistem produksi kontinu yang berbeda dengan industri manufaktur diskrit. Operator harus mempertahankan tingkat kewaspadaan tinggi dalam waktu lama, yang dapat meningkatkan risiko kelelahan mental (*mental fatigue*). Dengan menganalisis beban kerja mental operator produksi, perusahaan dapat memperoleh dasar ilmiah untuk merancang sistem kerja yang lebih manusiawi dan berkelanjutan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengukuran beban kerja mental menggunakan NASA-TLX efektif dalam mengidentifikasi aspek kognitif yang paling membebani operator industri [3]. Namun, penelitian ergonomi kognitif pada industri kelapa sawit di Indonesia masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X sebagai dasar perbaikan sistem kerja berbasis ergonomi kognitif.

A. Ergonomi Kognitif dalam Sistem Industri

Ergonomi kognitif menitikberatkan pada interaksi manusia dengan sistem kompleks dan bagaimana desain sistem mempengaruhi kinerja mental operator [1]. Prinsip ergonomi kognitif meliputi penyajian informasi yang jelas, pengurangan beban memori, serta dukungan pengambilan keputusan.

B. Beban Kerja Mental Operator

Beban kerja mental dipengaruhi oleh kompleksitas tugas, tekanan waktu, dan tingkat ketidakpastian sistem [4]. Beban yang tinggi dapat menyebabkan stres kerja dan

penurunan kewaspadaan, sementara beban yang terlalu rendah berpotensi menimbulkan underload.

C. Metode NASA-TLX

NASA-TLX merupakan metode subjektif multidimensi yang telah digunakan secara luas pada berbagai sektor industri termasuk manufaktur dan proses kimia [5]. Metode ini menghasilkan skor komposit beban kerja mental berdasarkan enam dimensi utama.

D. Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*)

Teori beban kognitif (*Cognitive Load Theory*) menjelaskan bahwa kapasitas memori kerja manusia bersifat terbatas. Sweller menyatakan bahwa memori kerja hanya mampu memproses sejumlah informasi dalam satu waktu, sehingga tugas dengan kompleksitas tinggi berpotensi menyebabkan kelebihan beban kognitif. Dalam sistem industri, informasi yang disajikan secara berlebihan atau tidak terstruktur dapat mempercepat terjadinya kelelahan mental pada operator. Beban kognitif dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu intrinsic load, extraneous load, dan germane load. Beban intrinsik berkaitan dengan kompleksitas tugas itu sendiri, sedangkan beban ekstrinsik dipengaruhi oleh cara penyajian informasi. Ergonomi kognitif berfokus pada pengurangan beban ekstrinsik melalui perbaikan desain sistem kerja.

E. Hubungan Ergonomi Kognitif dan Keselamatan Kerja

Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan ergonomi kognitif dapat menurunkan tingkat kesalahan operator dan meningkatkan keselamatan kerja. Desain sistem yang memperhatikan keterbatasan kognitif manusia mampu mengurangi beban mental dan meningkatkan situation awareness. Dalam konteks pabrik kelapa sawit, situation awareness sangat penting untuk mendeteksi potensi gangguan proses sejak dini.

F. Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Young et al. [6] menunjukkan bahwa beban kerja mental yang tinggi berkorelasi dengan meningkatnya kesalahan operasional pada sistem industri. Studi lain oleh Rubio et al. [5] menyatakan bahwa NASA-

TLX merupakan metode yang sensitif dalam mengidentifikasi perbedaan beban kerja mental antar jenis tugas. Namun, penelitian terkait ergonomi kognitif pada industri kelapa sawit masih terbatas, sehingga penelitian ini berkontribusi dalam mengisi kesenjangan tersebut.

METODE

A. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di pabrik kelapa sawit PT. X. Objek penelitian adalah operator produksi pada stasiun utama proses pengolahan. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik proses produksi yang memiliki tingkat kompleksitas operasional tinggi serta melibatkan interaksi intensif antara operator dan sistem mesin. Proses pengolahan kelapa sawit di PT. X mencakup beberapa tahapan utama yang berjalan secara berkesinambungan, sehingga menuntut koordinasi dan pengawasan yang konsisten dari operator produksi.

Objek penelitian dalam studi ini adalah operator produksi yang bertugas pada stasiun utama proses pengolahan, yang meliputi stasiun penerimaan bahan baku, perebusan (*sterilizer*), pengepresan, klarifikasi, dan penyimpanan sementara produk. Pada stasiun-stasiun tersebut, operator memiliki tanggung jawab utama dalam mengoperasikan mesin, memantau parameter proses seperti suhu, tekanan, dan aliran material, serta melakukan pengambilan keputusan operasional ketika terjadi penyimpangan proses atau gangguan sistem.

Operator produksi pada stasiun utama dipilih sebagai objek penelitian karena peran mereka yang sangat menentukan kelancaran proses produksi dan kualitas hasil akhir. Selain tuntutan fisik, operator juga menghadapi tuntutan kognitif yang tinggi, seperti kebutuhan untuk mempertahankan kewaspadaan dalam waktu yang lama, memproses informasi secara simultan, dan merespons kondisi darurat dengan cepat. Kondisi ini menjadikan operator produksi sebagai subjek yang relevan untuk dianalisis dalam konteks ergonomi kognitif.

Dengan meneliti beban kerja mental operator produksi pada stasiun utama proses pengolahan, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang representatif mengenai kondisi kognitif operator dalam

sistem produksi kelapa sawit. Hasil penelitian selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar untuk merumuskan rekomendasi perbaikan sistem kerja yang lebih ergonomis dan berorientasi pada kemampuan kognitif manusia.

B. Desain Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode survei. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian bertujuan untuk mengukur dan menggambarkan tingkat beban kerja mental operator produksi secara objektif berdasarkan data numerik yang diperoleh dari instrumen pengukuran yang terstandarisasi. Melalui pendekatan ini, hasil penelitian dapat dianalisis secara sistematis dan disajikan dalam bentuk angka, tabel, serta grafik yang memudahkan interpretasi.

Desain penelitian deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi beban kerja mental operator produksi pada situasi kerja yang sebenarnya tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel penelitian. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menguji hubungan sebab-akibat atau pengaruh antar variabel, melainkan untuk mengidentifikasi tingkat beban kerja mental dan karakteristiknya berdasarkan dimensi ergonomi kognitif yang diukur menggunakan metode NASA *Task Load Index* (NASA-TLX).

Metode survei diterapkan sebagai teknik pengumpulan data utama dengan menggunakan kuesioner terstruktur yang diisi langsung oleh responden. Metode ini dipandang efektif untuk memperoleh data persepsi subjektif operator mengenai beban kerja mental yang dialami selama menjalankan tugas produksi. Survei dilakukan setelah responden menyelesaikan aktivitas kerja pada satu siklus produksi penuh, sehingga penilaian yang diberikan mencerminkan pengalaman kerja aktual.

Dengan menggunakan desain penelitian kuantitatif deskriptif melalui metode survei, penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat dan representatif mengenai kondisi beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X. Informasi tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan

rekomendasi perbaikan sistem kerja berbasis ergonomi kognitif.

C. Responden

Jumlah responden sebanyak 30 operator produksi dengan kriteria pengalaman kerja minimal 1 tahun. Pemilihan responden difokuskan pada operator yang memiliki peran operasional utama, karena mereka secara langsung berinteraksi dengan sistem produksi dan menghadapi tuntutan kerja yang berpotensi menimbulkan beban kerja mental yang signifikan.

Jumlah responden yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 30 orang operator produksi. Penentuan jumlah responden mempertimbangkan keterwakilan kondisi kerja pada stasiun utama proses pengolahan serta kesesuaian dengan penelitian ergonomi kognitif yang umumnya menggunakan ukuran sampel serupa untuk studi deskriptif. Jumlah responden ini dinilai cukup untuk memberikan gambaran awal mengenai tingkat beban kerja mental operator produksi di lingkungan pabrik kelapa sawit.

Teknik pengambilan responden dilakukan menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan responden berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Adapun kriteria responden dalam penelitian ini meliputi: (1) operator produksi aktif yang bekerja pada stasiun utama proses pengolahan, (2) memiliki masa kerja minimal satu tahun, dan (3) bersedia menjadi responden penelitian. Kriteria masa kerja minimal ditetapkan untuk memastikan bahwa responden telah memiliki pengalaman dan pemahaman yang memadai terhadap sistem kerja dan tuntutan tugas yang dijalankan.

Dengan karakteristik tersebut, responden diharapkan mampu memberikan penilaian yang akurat terhadap beban kerja mental yang dialami selama menjalankan aktivitas kerja. Data yang diperoleh dari responden selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis beban kerja mental menggunakan pendekatan ergonomi kognitif, sehingga hasil penelitian dapat merepresentasikan

kondisi kerja operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X secara objektif dan dapat dipertanggungjawabkan.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian menggunakan kuesioner NASA-TLX yang terdiri dari enam dimensi beban kerja mental, yaitu instrumen pengukuran subjektif yang dirancang untuk menilai tingkat beban kerja mental (mental workload) yang dirasakan oleh individu dalam menyelesaikan suatu tugas. NASA-TLX dikembangkan oleh Hart dan Staveland dan telah digunakan secara luas dalam berbagai penelitian ergonomi kognitif karena memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi.

NASA-TLX mengukur beban kerja mental berdasarkan enam dimensi utama, yaitu *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, dan *Frustration Level*. Dimensi *Mental Demand* menggambarkan tingkat aktivitas kognitif yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas, seperti berpikir, memantau, dan mengambil keputusan. *Physical Demand* mengukur tingkat aktivitas fisik yang diperlukan selama bekerja, sedangkan *Temporal Demand* berkaitan dengan tekanan waktu yang dirasakan operator dalam menyelesaikan tugas.

Dimensi *performance* mencerminkan persepsi responden terhadap keberhasilan mereka dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. *effort* menunjukkan seberapa besar usaha mental dan fisik yang harus dikeluarkan untuk mencapai tingkat performa tersebut, sementara *Frustration Level* mengukur tingkat stres, ketegangan, dan kejengkelan yang dialami selama bekerja. Keenam dimensi tersebut memberikan gambaran yang komprehensif mengenai beban kerja mental operator.

Dalam penelitian ini, kuesioner NASA-TLX digunakan dalam bentuk skala penilaian numerik, di mana responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap setiap dimensi berdasarkan pengalaman kerja yang baru saja mereka alami. Penggunaan instrumen ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh data persepsi subjektif operator secara sistematis dan terukur. Data yang diperoleh dari kuesioner NASA-TLX selanjutnya diolah untuk menghasilkan skor beban kerja mental total dan dianalisis

sebagai dasar evaluasi ergonomi kognitif pada sistem kerja di pabrik kelapa sawit PT. X.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan observasi lapangan untuk memahami alur proses produksi dan aktivitas operator. Selanjutnya dilakukan sosialisasi kepada responden mengenai tujuan penelitian dan cara pengisian kuesioner NASA-TLX. Pengisian kuesioner dilakukan setelah operator menyelesaikan satu siklus kerja penuh untuk memastikan responden dapat mengevaluasi beban kerja secara menyeluruh. Prosedur penelitian ini disusun secara sistematis untuk memastikan bahwa proses pengumpulan dan analisis data berjalan secara terstruktur dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian diawali dengan tahap persiapan, yang meliputi studi literatur terkait ergonomi kognitif dan beban kerja mental, khususnya penggunaan metode NASA Task Load Index (NASA-TLX) dalam lingkungan industri. Studi literatur ini bertujuan untuk memperkuat dasar teoritis dan menentukan pendekatan metodologis yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Tahap selanjutnya adalah observasi awal di lokasi penelitian, yaitu pabrik kelapa sawit PT. X. Observasi dilakukan untuk memahami alur proses produksi, jenis tugas yang dilakukan oleh operator produksi, serta kondisi lingkungan kerja secara umum. Pada tahap ini, peneliti juga mengidentifikasi stasiun kerja utama yang menjadi fokus penelitian dan menyesuaikan instrumen penelitian dengan karakteristik pekerjaan operator.

Setelah observasi awal, dilakukan penentuan responden berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Responden yang terpilih kemudian diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian, prosedur pengisian kuesioner, serta jaminan kerahasiaan data. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa responden memahami konteks penelitian dan memberikan jawaban secara objektif sesuai dengan pengalaman kerja mereka.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner NASA-TLX yang diisi oleh responden setelah mereka menyelesaikan satu siklus kerja atau satu periode tugas tertentu. Waktu pengisian kuesioner ditetapkan sedekat mungkin dengan waktu penyelesaian tugas untuk meminimalkan bias ingatan dan memastikan bahwa

penilaian responden mencerminkan kondisi kerja yang aktual.

Data yang telah terkumpul selanjutnya diperiksa kelengkapannya sebelum dilakukan pengolahan dan analisis. Tahap akhir prosedur penelitian adalah pengolahan data NASA-TLX untuk memperoleh skor beban kerja mental pada masing-masing dimensi dan skor total beban kerja mental. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dibahas berdasarkan konsep ergonomi kognitif dan temuan penelitian terdahulu.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

NASA-TLX merupakan instrumen yang telah divalidasi secara luas dalam penelitian ergonomi. Validitas konstruk NASA-TLX didukung oleh penggunaannya pada berbagai domain industri, sementara reliabilitasnya telah dibuktikan melalui konsistensi hasil pada penelitian berulang. Oleh karena itu, instrumen ini dianggap sesuai untuk mengukur beban kerja mental operator produksi.

Validitas dan reliabilitas merupakan aspek penting dalam memastikan bahwa instrumen penelitian yang digunakan mampu mengukur variabel penelitian secara akurat dan konsisten. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah *NASA Task Load Index* (NASA-TLX), yang telah diakui secara luas sebagai alat ukur beban kerja mental yang valid dan reliabel dalam berbagai konteks pekerjaan dan lingkungan industri.

Validitas instrumen NASA-TLX dalam penelitian ini didasarkan pada validitas konstruk (*construct validity*), yaitu sejauh mana instrumen mampu merepresentasikan konsep beban kerja mental secara komprehensif. Enam dimensi yang diukur dalam NASA-TLX—*Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Performance*, *Effort*, dan *Frustration Level*—mencakup aspek-aspek utama dari beban kerja mental sebagaimana dijelaskan dalam teori ergonomi kognitif dan beban kerja mental. Penggunaan dimensi yang telah teruji secara teoretis dan empiris menunjukkan bahwa NASA-TLX memiliki validitas konstruk yang baik.

Selain itu, NASA-TLX telah digunakan secara luas dalam berbagai penelitian sebelumnya pada sektor industri, transportasi, dan manufaktur, yang menunjukkan konsistensi hasil pengukuran dalam konteks pekerjaan yang berbeda.

Penggunaan instrumen yang telah tervalidasi secara internasional ini memberikan keyakinan bahwa data yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki tingkat akurasi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Reliabilitas instrumen NASA-TLX mengacu pada tingkat konsistensi hasil pengukuran apabila instrumen digunakan pada kondisi yang relatif serupa. Berbagai penelitian terdahulu melaporkan bahwa NASA-TLX memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien reliabilitas yang konsisten pada pengukuran berulang. Dalam penelitian ini, reliabilitas instrumen dijaga melalui prosedur pengisian kuesioner yang seragam, pemberian instruksi yang jelas kepada responden, serta pelaksanaan pengisian kuesioner pada kondisi kerja yang relatif sama.

Dengan mempertimbangkan aspek validitas dan reliabilitas tersebut, NASA-TLX dinilai sebagai instrumen yang sesuai dan andal untuk mengukur beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X. Hal ini memastikan bahwa hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar analisis ergonomi kognitif dan perumusan rekomendasi perbaikan sistem kerja secara ilmiah dan objektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden Operator Produksi

Karakteristik	Kategori	Jumlah	Persentase
Usia	20–30 tahun	12	40%
	31–40 tahun	14	47%
	>40 tahun	4	13%
Masa Kerja	1–5 tahun	10	33%
	6–10 tahun	15	50%

Tabel 1 menyajikan karakteristik responden penelitian yang terdiri dari operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X berdasarkan usia dan masa kerja. Distribusi usia menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada rentang usia 31–40 tahun sebesar 47%, diikuti oleh kelompok usia 20–30 tahun sebesar 40%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar operator berada pada usia produktif yang secara umum memiliki kapasitas

fisik dan kognitif yang masih optimal untuk menjalankan tugas produksi.

Dari sisi masa kerja, sebanyak 50% responden memiliki pengalaman kerja antara 6–10 tahun, sementara 33% memiliki masa kerja 1–5 tahun dan 17% memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun. Komposisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah memiliki pengalaman yang cukup dalam mengoperasikan sistem produksi. Pengalaman kerja yang memadai berpotensi mempengaruhi persepsi terhadap beban kerja mental, khususnya dalam kemampuan adaptasi terhadap tekanan kerja dan kompleksitas sistem.

Karakteristik responden yang relatif homogen dan berpengalaman ini memberikan dasar yang kuat bagi analisis beban kerja mental, karena persepsi responden terhadap beban kerja didasarkan pada pengalaman nyata dalam menjalankan tugas produksi sehari-hari.

B. Hasil Skor NASA-TLX

Tabel 2. Nilai Rata-rata Dimensi NASA-TLX

Dimensi	Skor Rata-Rata
Mental Demand	75
Physical Demand	62
Temporal Demand	78
Performance	65
Effort	70
Frustration	55

Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata skor masing-masing dimensi NASA-TLX yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental operator produksi. Dimensi *temporal demand* memiliki nilai tertinggi sebesar 78, diikuti oleh *mental demand* dengan skor 75. Tingginya nilai pada kedua dimensi ini menunjukkan bahwa operator menghadapi tekanan waktu yang tinggi serta tuntutan kognitif yang besar dalam menjalankan tugas produksi.

Tuntutan mental yang tinggi mengindikasikan bahwa operator harus memproses informasi dalam jumlah besar secara simultan, seperti pemantauan parameter mesin dan pengambilan keputusan cepat ketika terjadi gangguan proses. Sementara itu, tingginya tuntutan waktu mencerminkan adanya tekanan target produksi dan keterbatasan waktu dalam menyelesaikan tugas, yang dapat meningkatkan risiko kelelahan mental.

Dimensi *effort* menunjukkan skor sebesar 70, yang menandakan bahwa operator harus mengerahkan usaha

mental yang cukup besar untuk mempertahankan kinerja pada tingkat yang diharapkan. Skor Performance sebesar 65 menunjukkan bahwa meskipun operator mampu menyelesaikan tugas, mereka menilai pencapaian performa tersebut memerlukan usaha yang signifikan. Dimensi Frustration memiliki skor terendah sebesar 55, yang mengindikasikan bahwa tingkat frustrasi relatif lebih rendah dibandingkan dimensi lainnya, kemungkinan karena pengalaman kerja yang cukup dan kemampuan adaptasi operator terhadap sistem kerja.

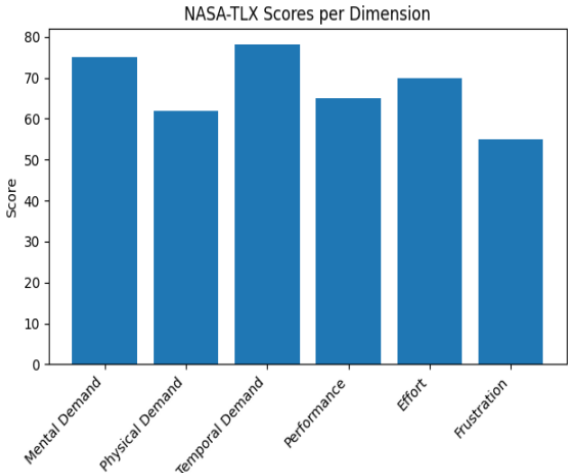
Tabel 3. Skor Beban Kerja Mental Total

Kategori	Nilai
Skor Rata-rata NASA-TLX	67,4
Kategori Beban Kerja	Tinggi

Tabel 3 menyajikan skor total beban kerja mental operator produksi yang diperoleh dari perhitungan skor tertimbang NASA-TLX. Nilai rata-rata skor NASA-TLX sebesar 67,4 mengindikasikan bahwa beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X berada pada kategori tinggi.

Kategori beban kerja mental yang tinggi menunjukkan bahwa tuntutan sistem kerja saat ini telah mendekati atau bahkan melampaui kapasitas kognitif operator. Kondisi ini berpotensi menurunkan kualitas pengambilan keputusan, meningkatkan risiko kesalahan operasional, serta berdampak pada keselamatan kerja apabila tidak ditangani dengan tepat.

Hasil ini memperkuat temuan pada Tabel 2, di mana dimensi tuntutan mental dan tuntutan waktu menjadi kontributor utama beban kerja mental. Oleh karena itu, diperlukan intervensi ergonomi kognitif untuk menurunkan beban kerja mental melalui perbaikan desain sistem kerja, penyesuaian ritme kerja, dan peningkatan dukungan informasi bagi operator.



Gambar 1. Grafik Batang Skor NASA-TLX per Dimensi

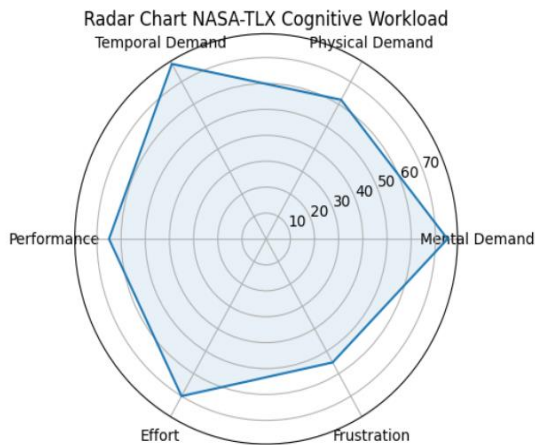
Gambar 1 menampilkan diagram batang yang menggambarkan distribusi skor NASA-TLX pada masing-masing dimensi beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X. Diagram ini memberikan visualisasi perbandingan tingkat beban kerja mental antar dimensi secara jelas dan mudah diinterpretasikan.

Berdasarkan diagram batang, dimensi Temporal Demand menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dimensi lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa operator produksi menghadapi tekanan waktu yang signifikan dalam menyelesaikan tugas, terutama terkait dengan target produksi dan kebutuhan respons cepat terhadap gangguan proses. Kondisi ini dapat meningkatkan beban kognitif karena operator harus mengambil keputusan dalam waktu yang terbatas.

Dimensi *mental demand* juga menunjukkan skor yang tinggi, yang mencerminkan kompleksitas tugas kognitif yang harus dijalankan oleh operator. Operator dituntut untuk memantau berbagai parameter proses secara simultan, menginterpretasikan informasi dari panel kontrol, serta melakukan penyesuaian operasi secara cepat. Tingginya skor pada dimensi ini menunjukkan bahwa tugas produksi memerlukan konsentrasi dan pemrosesan informasi yang intensif.

Dimensi effort dan peformance berada pada tingkat menengah hingga tinggi, yang mengindikasikan bahwa operator harus mengerahkan usaha mental yang besar untuk mempertahankan performa kerja yang diharapkan. Sementara itu, dimensi Physical Demand menunjukkan skor

yang relatif lebih rendah dibandingkan tuntutan mental dan waktu, menandakan bahwa beban kerja yang dominan dalam sistem ini bersifat kognitif daripada fisik.



Gambar 2. Grafik Radar Dimensi Beban Kerja Mental Operator

Gambar 2 menyajikan diagram radar yang menggambarkan profil beban kerja mental operator produksi berdasarkan enam dimensi NASA-TLX. Diagram radar memberikan gambaran menyeluruh mengenai keseimbangan dan dominasi masing-masing dimensi beban kerja mental dalam satu visualisasi terpadu.

Bentuk diagram radar menunjukkan bahwa area terbesar terdapat pada dimensi Temporal Demand dan Mental Demand, yang menegaskan bahwa kedua dimensi tersebut merupakan faktor dominan dalam membentuk beban kerja mental operator produksi. Luas area pada dimensi ini menunjukkan tingginya tuntutan kognitif dan tekanan waktu yang dialami operator selama menjalankan proses produksi.

Dimensi Effort dan Performance juga membentuk area yang cukup luas pada diagram radar, yang menunjukkan bahwa operator harus mengalokasikan sumber daya kognitif yang besar untuk mencapai performa kerja yang memadai. Hal ini mengindikasikan bahwa performa yang dicapai saat ini masih sangat bergantung pada usaha mental operator, bukan semata-mata pada dukungan sistem kerja.

Sebaliknya, dimensi Frustration memiliki area yang relatif lebih kecil dibandingkan dimensi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun beban kerja mental tergolong tinggi, tingkat frustrasi operator masih berada pada level moderat. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan pengalaman

kerja operator yang relatif baik serta kemampuan adaptasi terhadap sistem kerja yang ada.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja mental operator produksi di PT. X berada pada kategori tinggi. Tingginya tuntutan mental disebabkan oleh kompleksitas proses produksi dan kebutuhan pemantauan berkelanjutan. Selain itu, tuntutan waktu yang tinggi berkaitan dengan target produksi harian dan potensi gangguan mesin yang harus ditangani segera.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Young et al. [6] yang menyatakan bahwa sistem produksi kontinu dengan tekanan waktu tinggi cenderung menghasilkan beban kerja kognitif yang signifikan. Penerapan ergonomi kognitif seperti perbaikan tampilan panel kontrol, penyederhanaan alarm, serta peningkatan pelatihan operator dapat menurunkan beban kerja mental.

Berdasarkan hasil pengukuran, variasi skor NASA-TLX antar responden menunjukkan adanya perbedaan persepsi beban kerja mental yang dipengaruhi oleh pengalaman kerja dan jenis tugas. Operator dengan masa kerja lebih lama cenderung memiliki skor frustrasi yang lebih rendah, yang mengindikasikan kemampuan adaptasi terhadap sistem kerja.

Tingginya tuntutan waktu menunjukkan bahwa sistem produksi masih berorientasi pada target output tanpa mempertimbangkan kapasitas kognitif operator. Hal ini berpotensi menyebabkan penurunan kualitas keputusan pada kondisi darurat. Oleh karena itu, penyesuaian ritme kerja dan dukungan sistem menjadi aspek penting dalam penerapan ergonomi kognitif.

KESIMPULAN

1. Beban kerja mental operator produksi di pabrik kelapa sawit PT. X berada pada kategori tinggi.
2. Dimensi tuntutan mental dan tuntutan waktu merupakan faktor dominan.
3. Ergonomi kognitif diperlukan sebagai pendekatan perbaikan sistem kerja.
4. Hasil penelitian ini memberikan implikasi manajerial bagi perusahaan, khususnya dalam perancangan sistem kerja yang berorientasi pada manusia. Manajemen dapat menggunakan hasil pengukuran beban kerja

mental sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perbaikan desain antarmuka, penjadwalan kerja, serta program pelatihan operator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Ergonomics Association, “Cognitive Ergonomics,” 2023.
- [2] J. Reason, Human Error. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1990.
- [3] S. G. Hart and L. E. Staveland, “Development of NASA-TLX,” in Human Mental Workload, Elsevier, 1988.
- [4] P. A. Hancock and J. L. Szalma, Performance Under Stress. Ashgate, 2008.
- [5] A. Rubio et al., “Evaluation of subjective mental workload,” Appl. Psychol., vol. 61, no. 1, pp. 80–109, 2012.
- [6] M. S. Young et al., “Mental workload,” Human Factors, vol. 57, no. 6, pp. 930–953, 2015.