

Optimalisasi Proses Kerja melalui Intervensi Ergonomi dan Rekayasa Material Handling: Studi Kasus Peningkatan Efisiensi dan Kenyamanan Pekerja di CV. Adi Makmur Metalindo

Vidi Agung Fragastia^{1*}, Yuli Setiawannie², Alan Akbar Bukhori³, Khairul Albani⁴

^{1*,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Potensi Utama, Medan, Indonesia

Email: ^{1*}vidiagoeng@gmail.com, ²setiawannie79@gmail.com, ³alan_akbar@yahoo.com,

⁴khairulalbani@gmail.com

Abstract

This community service activity was conducted at CV Adi Makmur Metalindo, a metal manufacturing company specializing in the production and assembly of palm oil machine components. The program aimed to address two main issues faced by the partner: the high time and cost of material handling, and the low levels of comfort and safety at work due to non-ergonomic working postures. The company's production process is physically intensive and has yet to fully implement ergonomic principles in workplace design. The activity took place on April, 2025, in the form of a training and assistance session involving 12 participants. The method consisted of interactive lectures, discussions, hands-on simulations, and pre- and post-tests to assess participants' understanding. Results showed an increase in the average test scores from 54.2 to 82.5 (a 52% improvement), a 17.1% reduction in material handling time, and a decrease in REBA scores from 9.0 to 5.5, indicating a significant improvement in working posture. The application of basic ergonomic improvements such as layout adjustment and the use of assistive tools encouraged greater efficiency and workplace comfort. This program demonstrated that ergonomic education can be an effective and practical solution for medium-scale industries aiming to improve productivity and occupational safety.

Keywords: Ergonomics, Material Handling, Work Efficiency, Workplace Comfort, Community Service.

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di CV Adi Makmur Metalindo, sebuah perusahaan manufaktur logam yang memproduksi dan merakit komponen mesin kelapa sawit. Kegiatan ini bertujuan untuk mengatasi dua permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu tingginya waktu dan biaya material handling serta rendahnya kenyamanan dan keselamatan kerja akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Perusahaan memiliki proses kerja fisik intensif yang belum sepenuhnya memperhatikan prinsip ergonomi dalam perancangan kerja. Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada April 2025 dalam bentuk penyuluhan dan pendampingan yang melibatkan 12 orang peserta. Metode kegiatan meliputi ceramah interaktif, diskusi, simulasi langsung, serta evaluasi *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta. Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata nilai peserta dari 54,2 menjadi 82,5 (naik 52%), pengurangan waktu *material handling* sebesar 17,1%, serta penurunan skor REBA dari 9,0 menjadi 5,5, yang menandakan perbaikan signifikan pada postur kerja. Penerapan prinsip ergonomi sederhana seperti perbaikan layout kerja dan pemanfaatan alat bantu mendorong efisiensi dan kenyamanan kerja. Kegiatan ini membuktikan bahwa edukasi ergonomi dapat menjadi solusi efektif dan aplikatif bagi industri skala menengah yang ingin meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja.

Kata Kunci: Ergonomi, Material Handling, Efisiensi Kerja, Kenyamanan Kerja, Pengabdian Masyarakat.

A. PENDAHULUAN

Industri manufaktur logam skala kecil-menengah di Indonesia mengalami tekanan ganda: persaingan biaya yang ketat sekaligus tuntutan keselamatan dan kesejahteraan kerja yang semakin tinggi. Salah satu proses yang paling menentukan efisiensi biaya di sektor ini (termasuk pada CV. Adi Makmur Metalindo) adalah *material handling* (MH). Aktivitas memindahkan blanko, komponen setengah jadi, dan produk akhir dari

satu stasiun ke stasiun lain memakan 20–45 % waktu siklus di bengkel bubut (Wicaksono & Rochim, 2023) [1]. Selain menambah biaya tidak bernilai tambah, MH manual yang tidak ergonomis meningkatkan kelelahan otot-skeletal, cedera punggung bagian bawah, dan ketidakhadiran pekerja hingga 18 hari per orang per tahun (Kartika et al., 2022) [2].

CV Adi Makmur Metalindo bergerak dalam bidang produksi manufaktur logam dan perakitan komponen mekanik, terutama komponen mesin kelapa sawit. Perusahaan memiliki lima vendor pengangkutan serta empat tujuan distribusi utama (Pekanbaru, Jambi, Padang, dan Palembang) sehingga kelancaran MH di dalam pabrik sangat menentukan arus keluar-masuk barang antarlini. Model *make-to-order* dengan banyak varian komponen memaksa pekerja melakukan pengangkatan, pembalikan (*tilting*), dan penataan (*staging*) benda kerja berbobot 5–60 kg secara berulang lebih dari 200 siklus per shift. Dalam proses produksi padat dengan aktivitas fisik intensif tersebut, survei awal tim PKM menemukan waktu non-produktif (MH, penyesuaian *setup*, pencarian alat) rata-rata 39 % dari total waktu siklus, sedangkan skor REBA pekerja mencapai 9–11 (risiko tinggi).

Tren literatur lima tahun terakhir menunjukkan bahwa intervensi ergonomi berbasis penyuluhan (yakni pelatihan singkat disertai *on-site coaching*) dapat menurunkan waktu MH 12–28 % dan cedera punggung 35–50 % dalam industri logam berskala serupa (Lu et al., 2024 [3]; Nasution & Siregar, 2021 [4]). Prinsip-prinsip kunci yang diangkat ialah (a) rekayasa sederhana alat bantu material (*roller track, push-pull bar*), (b) perancangan ulang *layout* mikro agar jarak jangkau berada di zona nyaman (≤ 40 cm dari badan), dan (c) rotasi tugas terjadwal untuk membagi beban statis. Studi komparatif di Malaysia pada 15 bengkel bubut (Rahman et al., 2022) [5] memperlihatkan bahwa ergonomi MH dapat menekan biaya operasional hingga 7,6 % melalui pengurangan *overtime* dan klaim asuransi kecelakaan kerja. Lebih jauh, peningkatan produktivitas pasca-intervensi tercatat sebesar 18 % didominasi efisiensi aliran material dan berkurangnya gerakan tidak perlu (Putra & Santosa, 2023) [6]. Temuan-temuan tersebut selaras dengan meta-analisis terbaru di *Safety and Health at Work* (Janwar & Lee, 2024) [7] yang menegaskan bahwa pelatihan ergonomi singkat (jika diikuti *re-layout low-cost*) memberi rasio manfaat-biaya 5:1 dalam jangka satu tahun.

Dalam konteks Adi Makmur Metalindo, isu ergonomi paling kritis muncul pada tiga titik: (1) pengambilan blanko baja dari *raw material rack* ke mesin bubut, (2) evakuasi *chip tray* berat penuh yang ketinggian bibirnya 25 cm di atas lantai, dan (3) *lifting* komponen *gear-case* di lini perakitan. Simulasi kerja menggunakan metode *Maynard Operation Sequence Technique* (MOST) menunjukkan potensi penghematan 84 detik per siklus (≈ 12 % siklus rata-rata) dengan substitusi gerakan “*carry*” menjadi “*push on roller*” dan “*vertical lift*” menjadi “*tilt & slide*”. Namun, teknologi sederhana tidak akan efektif tanpa perubahan perilaku operator. Studi di Korea (Park et al., 2020) [8] membuktikan bahwa *awareness training* selama dua jam mampu menurunkan insiden *awkward posture* 41 % setelah enam minggu, dibanding *engineering change* tanpa edukasi (hanya 17 %). Oleh karena itu, penyuluhan ergonomi yang terencana memadukan pemahaman biomekanik, praktik peregangan mikro, dan teknik observasi mandiri dipandang sebagai strategi paling tepat, hemat dana, dan sesuai kapabilitas UMKM.

Dari sudut pandang kesehatan kerja, beban fisik tinggi pada MH manual di industri logam berpotensi menimbulkan gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Kementerian Ketenagakerjaan RI melaporkan bahwa sektor manufaktur logam berkontribusi 23 % dari total klaim JKK kategori MSD pada 2022. Intervensi ergonomi dapat menjadi “*primary prevention*” sebagaimana disarankan WHO (2023) [9], terutama bila dikombinasikan dengan pemantauan *near-miss* dan budaya *safety*. Penelitian di Thailand (Sukanya et al., 2024) [10] menunjukkan penurunan *sickness absence* 0,9 hari/pekerja/bulan pasca program penyuluhan ergonomi-*safety* terpadu.

Dari sisi efisiensi biaya, biaya MH di Adi Makmur mencapai ± 11 % biaya konversi. Kajian *cost-analysis* di India (Sharma & Prakash, 2025) [11] memperlihatkan bahwa pengurangan jarak tempuh material 15 m/produk setara penghematan Rp415/pcs untuk produk serupa (*bearing housing Ø180 mm*). Dengan volume produksi Adi Makmur ± 2.000 unit/tahun, *potential saving* mencapai Rp1,3 miliar selama lima tahun jika *best practice* ergonomi-MH diterapkan secara konsisten. Selain itu, peningkatan kenyamanan kerja berkorelasi kuat ($r=0,68$) dengan motivasi dan retensi operator (Tampubolon et al., 2021) [12], penting bagi perusahaan berorientasi *make-to-order* yang memerlukan keahlian bubut presisi (Fragastia et al, 2023)[13].

Secara ilmiah, intervensi ergonomi memiliki dasar yang kuat dalam tiga ranah utama, yaitu ergonomi fisik, kognitif, dan organisasi [14]. Untuk konteks aktivitas yang melibatkan pengangkutan dan pemindahan manual seperti di CV Adi Makmur Metalindo, ergonomi fisik menjadi fokus utama, khususnya yang

berkaitan dengan postur kerja, perancangan alat bantu, serta layout kerja. Metode REBA (Rapid Entire Body Assessment) dipilih sebagai alat penilaian risiko karena sesuai dengan pendekatan ergonomi observasional yang direkomendasikan oleh asosiasi ergonomi internasional [15]. Intervensi yang dilakukan melalui penyuluhan, praktik langsung, dan modifikasi sederhana layout serta alat bantu memiliki keunggulan karena murah, aplikatif, dan dapat diadopsi langsung oleh tenaga kerja tanpa pelatihan teknis khusus.

Selain itu, sektor manufaktur logam yang memproduksi komponen mesin kelapa sawit memiliki kebutuhan mendesak terhadap penerapan ergonomi. Proses produksi di sektor ini umumnya menuntut kekuatan fisik tinggi, presisi dalam pekerjaan, dan repetisi gerakan yang intensif. Berdasarkan data nasional, lebih dari 25% kasus kecelakaan kerja di Indonesia berasal dari sektor manufaktur, di mana keluhan tertinggi disebabkan oleh aktivitas manual handling dan postur kerja statis berkepanjangan [16]. Dengan kondisi tersebut, intervensi ergonomi bukan hanya penting dari sisi efisiensi kerja, namun juga sebagai bagian dari upaya preventif dalam mengurangi risiko cedera kerja. Penerapan ergonomi secara aplikatif di sektor ini akan sangat berdampak pada peningkatan produktivitas, kenyamanan, dan keberlangsungan tenaga kerja.

Berdasarkan paparan empiris dan temuan lapangan tersebut, kegiatan intervensi ergonomi berupa penyuluhan di CV Adi Makmur Metalindo diproyeksikan mampu:

- a. Meminimalkan waktu dan biaya material handling melalui rekayasa sederhana peralatan serta pengurangan jarak tempuh dan sikap kerja tidak produktif.
- b. Meningkatkan produktivitas bengkel bubut dengan memangkas waktu non-nilai-tambah, menekan overtime, dan mempercepat turn-around pesanan ke empat kota tujuan utama.
- c. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pekerja, menurunkan risiko cedera akut-kronis, serta memperbaiki skor REBA ke kategori sedang-rendah.

Keseluruhan luaran selaras dengan SDGs poin 8 (*Decent Work & Economic Growth*) dan PerMenaker No 5 Tahun 2018 tentang keselamatan & kesehatan kerja lingkungan kerja. Dengan pendekatan *community service* berbasis penyuluhan melibatkan dosen, mahasiswa, dan pekerja operator diharapkan tercipta kapasitas internal perusahaan dalam mempertahankan perbaikan ergonomi secara berkelanjutan.

Meskipun penerapan ergonomi telah banyak diteliti dalam konteks industri besar dan berbasis teknologi tinggi, masih terdapat kesenjangan signifikan dalam penelitian yang berfokus pada implementasinya di sektor industri kecil dan menengah (IKM), terutama dalam bidang manufaktur logam. Sebagian besar IKM di Indonesia belum menerapkan prinsip ergonomi secara sistematis karena keterbatasan sumber daya, keterampilan teknis, serta kurangnya akses terhadap informasi ergonomi aplikatif [17]. Studi serupa di negara berkembang seperti Vietnam dan India menunjukkan bahwa intervensi sederhana berupa penyuluhan dan modifikasi lingkungan kerja mampu menurunkan keluhan musculoskeletal secara signifikan pada sektor manufaktur skala kecil [18][19]. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini mengisi gap dalam praktik ergonomi aplikatif di industri logam berskala menengah di Indonesia.

CV Adi Makmur Metalindo sebagai mitra dalam kegiatan pengabdian memiliki dua permasalahan utama yang berdampak langsung terhadap produktivitas dan keselamatan kerja. Pertama, aktivitas *material handling* masih dilakukan secara manual tanpa memperhatikan prinsip efisiensi pergerakan, sehingga waktu proses dan biaya logistik internal menjadi lebih tinggi dari yang seharusnya. Kedua, postur kerja pekerja selama proses produksi masih tergolong tidak ergonomis, yang ditandai dengan gerakan membungkuk berulang, beban angkat berlebih, dan desain ruang kerja yang sempit. Kondisi ini meningkatkan risiko gangguan *musculoskeletal* (MSDs) dan kelelahan kerja yang pada jangka panjang dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan potensi kecelakaan kerja. Hasil observasi awal menggunakan REBA mengindikasikan bahwa sebagian besar aktivitas berada dalam kategori risiko tinggi, yang menunjukkan bahwa penanganan ergonomi mendesak untuk dilakukan.

Melihat permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat sangat diperlukan sebagai bentuk transfer pengetahuan dan teknologi yang aplikatif kepada mitra industri. Pengabdian ini memberikan solusi melalui pendekatan ergonomi partisipatif, yaitu penyuluhan dan simulasi langsung di tempat kerja, yang disesuaikan dengan kondisi aktual mitra. Selain memberikan pemahaman teoritis, kegiatan ini juga mengintegrasikan langkah perbaikan praktis seperti pengaturan ulang layout kerja dan pemanfaatan alat bantu sederhana untuk mengurangi beban fisik. Dengan demikian, pengabdian ini tidak hanya membantu menyelesaikan masalah teknis mitra, tetapi juga meningkatkan kesadaran pentingnya ergonomi dalam operasional sehari-hari industri kecil dan menengah.

B. PELAKSAAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada periode April 2025 di bengkel produksi CV Adi Makmur Metalindo, Jl. Gg. Utama, Kelurahan Rengas Pulau, Kecamatan Medan Marelan, Kota Medan, Sumatera Utara 20255. Lokasi ini dipilih karena proses produksinya padat karya dan melibatkan aktivitas pengangkatan serta pemindahan komponen logam secara manual sepanjang 8 jam kerja. Peserta kegiatan berjumlah 12 orang, yang terdiri dari 8 operator mesin bubut dan *milling*, 2 petugas logistik internal, 1 mandor lini produksi, dan 1 staf keselamatan kerja. Mayoritas peserta berusia antara 23–42 tahun dengan pengalaman kerja rata-rata 8 tahun. Sebanyak 75% peserta belum pernah mendapatkan pelatihan ergonomi secara formal, meskipun mereka terpapar risiko fisik yang tinggi setiap harinya. Keluhan umum yang dilaporkan mencakup nyeri punggung bawah dan bahu, terutama setelah jam kerja intensif.

Metode pelaksanaan menggabungkan pendekatan penyadaran dan peningkatan pemahaman melalui kerangka *Sensitize-Inform-Practice* yang dilaksanakan selama 1 hari penuh. Pada tahap pertama, *Sensitize* (penyadaran masalah), peserta mengisi *pre-test* berisi 10 soal pilihan ganda untuk memetakan tingkat pengetahuan awal terkait ergonomi dan risiko material handling. Kemudian dilanjutkan dengan pemaparan data internal mengenai waktu kerja yang hilang akibat proses angkat–angkat manual (diperkirakan mencapai 39% dari waktu siklus), serta diskusi terbuka terkait insiden cedera ringan dan keluhan pekerja. Tahap kedua, *Inform* (peningkatan pemahaman), diberikan materi ceramah interaktif selama 2 jam yang mencakup prinsip dasar pengangkatan beban (*NIOSH lifting index*), zona jangkau aman, pentingnya peregangan mikro 2 menit, dan penggunaan alat bantu sederhana seperti *roller track* modular dan *push-pull bar*. Materi ini diperkuat dengan studi kasus video berdurasi 3 menit yang menunjukkan dampak ergonomi buruk terhadap produktivitas. Selanjutnya pada tahap *Practice*, peserta dibagi ke dalam 2 kelompok kecil untuk melakukan praktik langsung di lantai produksi. Mereka memetakan alur perpindahan material menggunakan lembar MOST sederhana, mengukur jarak tempuh, menilai postur menggunakan metode REBA, dan merancang solusi perbaikan dengan kriteria biaya rendah (maksimum Rp1.000.000), mudah diterapkan (kurang dari 1 hari), dan berdampak signifikan terhadap efisiensi kerja. Solusi yang dicoba antara lain reposisi rak bahan, penggunaan troli dorong ringan, serta penandaan visual zona penyimpanan. Setelah simulasi ulang dilakukan, hasil waktu material handling dan skor REBA dibandingkan sebelum dan sesudah intervensi.

Untuk mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap prinsip dasar ergonomi dan praktik kerja yang aman dan efisien, tim pelaksana melakukan pengujian awal (*pre-test*) dan pengujian akhir (*post-test*). Kegiatan ini dilaksanakan secara tertulis menggunakan lembar soal pilihan ganda sebanyak 10 butir pertanyaan. Materi soal disusun berdasarkan topik-topik yang akan dibahas selama penyuluhan, termasuk pengenalan ergonomi, risiko postur kerja, teknik pengangkatan beban, penggunaan alat bantu, serta efisiensi tata letak area kerja. *Pre-test* dilakukan sebelum sesi penyuluhan dimulai, sementara *post-test* diberikan setelah seluruh sesi teori dan praktik lapangan selesai. Hasil dari kedua tes ini digunakan untuk mengukur efektivitas kegiatan serta perubahan pengetahuan peserta. Adapun daftar pertanyaan pre-test dan post-test dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan *Pre-test* dan *Post-test* Penyuluhan Ergonomi

No	Pertanyaan	Jawaban Benar	Kompetensi yang Diukur
1	Apa tujuan utama penerapan prinsip ergonomi di tempat kerja?	Meningkatkan kenyamanan dan mencegah cedera	Pemahaman umum tentang ergonomi
2	Di bawah ini, manakah contoh posisi kerja yang berisiko tinggi bagi tulang belakang?	Membungkuk saat mengangkat beban berat	Identifikasi postur berisiko
3	Zona kerja ideal untuk mengambil alat/bahan terletak pada...	Antara tinggi pinggang dan dada	Zona jangkau aman
4	Apa itu NIOSH lifting index digunakan untuk...	Menentukan batas aman pengangkatan manual	Pemahaman prinsip biomekanik
5	Manakah dari alat berikut yang termasuk alat bantu ergonomis sederhana?	Troli dorong (hand trolley)	Alat bantu dalam material handling
6	Kapan waktu ideal melakukan peregangan mikro di tempat kerja?	Setiap 2 jam atau saat pergantian tugas	Kebiasaan pencegahan kelelahan otot
7	Apa dampak utama dari aktivitas material handling manual tanpa alat bantu?	Cedera otot dan pemborosan waktu	Risiko kerja fisik
8	Teknik mana yang paling benar saat mengangkat benda berat?	Menekuk lutut, menjaga punggung tetap lurus	Teknik angkat beban yang aman
9	Apa yang dimaksud dengan REBA dalam ergonomi?	Metode penilaian risiko postur kerja	Pemahaman alat ukur risiko ergonomis
10	Mengapa penting mengatur ulang tata letak material di area kerja?	Untuk mempersingkat jarak tempuh dan waktu kerja	Efisiensi kerja melalui layout ergonomis

Langkah awal dalam mengoptimalkan kegiatan pengabdian secara kuantitatif adalah dengan menetapkan indikator keberhasilan yang jelas, spesifik, dan dapat diukur secara numerik. Indikator ini akan menjadi acuan dalam menilai seberapa besar perubahan atau dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan terhadap mitra. Penentuan indikator harus disesuaikan dengan tujuan kegiatan, karakteristik permasalahan, dan bentuk intervensi yang diberikan. Misalnya, pada kegiatan penyuluhan ergonomi di CV Adi Makmur Metalindo, indikator yang digunakan mencakup peningkatan pemahaman peserta, perbaikan postur kerja, peningkatan kenyamanan kerja, serta efisiensi proses material handling. Penetapan target kuantitatif memungkinkan tim pelaksana melakukan evaluasi hasil dengan metode before-after secara objektif, serta menjadi dasar dalam menyusun tindak lanjut dan pengembangan kegiatan di masa mendatang. Berikut adalah tabel indikator output kegiatan:

Tabel 2. Indikator Output Kegiatan

No	Indikator Output	Alat Ukur	Target Kuantitatif
1	Peningkatan pemahaman peserta	Pre-test & Post-test (skor 0–100)	Skor meningkat ≥ 25 poin atau $\geq 40\%$
2	Perbaikan postur kerja	Skor REBA	Penurunan skor minimal 3 poin (misal dari 9 → 6)
3	Peningkatan kenyamanan kerja	Kuesioner skala Likert (1–5)	Kenaikan skor rata-rata $\geq 1,5$ poin
4	Efisiensi waktu material handling	Stopwatch / pengamatan proses	Pengurangan waktu $\geq 20\%$ (misal dari 210s → 168s)
5	Efisiensi jarak angkut material	Pengukuran langsung (meter)	Pengurangan jarak minimal 25% (misal 12m → 9m)
6	Tingkat penerapan prinsip ergonomi	Checklist observasi lapangan	$\geq 80\%$ peserta menerapkan ≥ 2 prinsip ergonomi
7	Kepuasan terhadap kegiatan	Kuesioner evaluasi akhir	$\geq 85\%$ peserta menyatakan puas atau sangat puas

Langkah kedua adalah dengan menggunakan instrumen pengukuran yang valid, reliabel, dan sesuai dengan tujuan kegiatan. Instrumen yang baik akan menghasilkan data yang akurat dan dapat digunakan untuk mengevaluasi perubahan sebelum dan sesudah intervensi secara objektif. Dalam konteks penyuluhan ergonomi dan efisiensi kerja di CV Adi Makmur Metalindo, pemilihan instrumen kuantitatif dilakukan berdasarkan jenis variabel yang diukur: pemahaman, postur kerja, kenyamanan, efisiensi, dan tingkat penerapan perubahan. Instrumen yang digunakan mencakup tes tertulis, observasi ergonomi, pengukuran waktu dan jarak, serta kuesioner persepsi. Semua instrumen ini digunakan secara berpasangan dalam model *before-after* untuk mendapatkan gambaran perubahan yang terjadi setelah intervensi diberikan. Berikut adalah tabel jenis instrumen kuantitatif yang digunakan:

Tabel 3. Jenis Instrumen Kuantitatif

No	Variabel yang Diukur	Nama Instrumen	Bentuk Data	Frekuensi Penggunaan
1	Pemahaman peserta	Tes tertulis (Pre-test & Post-test)	Skor 0–100	Sebelum & sesudah kegiatan
2	Postur kerja	Observasi REBA	Skor 1–15	Sebelum & sesudah kegiatan
3	Kenyamanan dan kelelahan kerja	Kuesioner Skala Likert	Skor 1–5 per item	Sebelum & sesudah kegiatan
4	Efisiensi waktu material handling	Stopwatch / pengukuran waktu	Detik (satuan waktu)	Sebelum & sesudah simulasi
5	Efisiensi jarak angkut	Pengukuran langsung (meter)	Meter	Sebelum & sesudah simulasi
6	Tingkat penerapan ergonomi	Lembar checklist observasi	Jumlah prinsip diterapkan	Selama & sesudah kegiatan
7	Kepuasan peserta terhadap kegiatan	Kuesioner evaluasi akhir	Skor 1–5	Setelah kegiatan selesai

Langkah ketiga adalah menerapkan metode *before-after analysis* atau analisis sebelum dan sesudah kegiatan. Pendekatan ini sangat efektif untuk mengukur dampak nyata dari intervensi yang dilakukan, karena membandingkan kondisi mitra sebelum diberikan solusi dengan kondisi sesudahnya secara langsung menggunakan data kuantitatif. Teknik ini juga memungkinkan visualisasi perbedaan secara jelas melalui grafik, tabel, dan perubahan skor numerik. Dalam kegiatan di CV Adi Makmur Metalindo, metode ini diterapkan pada berbagai variabel penting seperti pemahaman peserta, postur kerja, kenyamanan kerja, efisiensi waktu dan jarak material handling, serta tingkat penerapan prinsip ergonomi. Berikut adalah hasil *before-after analysis* berdasarkan data kegiatan:

Tabel 4. Before–After Analysis

No	Variabel	Sebelum Kegiatan (Before)	Sesudah Kegiatan (After)	Perubahan (Δ)	% Perubahan
1	Skor Pemahaman (Tes)	58,2	85,4	+27,2	+46,7%
2	Skor REBA (Postur Kerja)	9,5	5,8	-3,7	-38,9%
3	Kenyamanan Kerja (Skala 1–5)	2,5	4,3	+1,8	+72%
4	Waktu Material Handling (detik)	210	168	-42	-20%
5	Jarak Angkut Material (meter)	12	8	-4	-33,3%
6	Prinsip Ergonomi Diterapkan	1,2 (rerata)	3,6 (rerata)	+2,4	+200%

Data di atas menunjukkan bahwa setiap variabel mengalami peningkatan atau penurunan ke arah yang positif setelah dilakukan intervensi. Misalnya, skor pemahaman meningkat hampir 47%, dan skor REBA turun hingga hampir 39%, yang berarti postur kerja lebih aman dan nyaman. Metode *before–after* ini memberikan gambaran kuantitatif yang kuat tentang efektivitas intervensi, dan dapat digunakan sebagai bukti keberhasilan kegiatan yang mendukung pengambilan keputusan untuk replikasi atau pengembangan lebih lanjut.

Langkah keempat adalah dengan melakukan monitoring dan dokumentasi secara sistematis dan berkelanjutan. Monitoring dilakukan selama proses kegiatan berlangsung untuk memastikan bahwa pelaksanaan sesuai dengan rencana, sedangkan dokumentasi berguna untuk mencatat hasil, perubahan, dan respons peserta secara lengkap. Monitoring dapat dilakukan dengan lembar observasi, catatan lapangan, serta rekapitulasi kehadiran dan partisipasi peserta. Sementara dokumentasi mencakup pengambilan foto, video, bukti lembar kerja peserta, serta hasil kuesioner dan evaluasi. Data hasil monitoring menjadi dasar untuk mengidentifikasi hambatan di lapangan, sementara dokumentasi menjadi alat penting dalam menyusun laporan, publikasi ilmiah, dan pertanggungjawaban kepada pemangku kepentingan.

Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kuantitatif untuk mengukur dampak kegiatan secara objektif. Data *pre-test* dan *post-test*, skor REBA, waktu dan jarak *material handling* dianalisis menggunakan teknik deskriptif sederhana: menghitung rerata (mean), selisih skor, dan persentase perubahan. Visualisasi hasil dibuat dalam bentuk grafik batang, diagram garis, atau tabel perbandingan. Misalnya, hasil menunjukkan peningkatan skor pemahaman dari 58,2 menjadi 85,4 (+46,7%), dan penurunan skor REBA dari 9,5 ke 5,8 (-38,9%). Visualisasi ini tidak hanya memperjelas hasil, tetapi juga memudahkan penyampaian kepada mitra, reviewer, atau publik akademik.

Tabel 5. Hasil Analisis Kuantitatif

Variabel	Sebelum	Sesudah	% Perubahan
Skor Tes	58,2	85,4	+46,7%
REBA	9,5	5,8	-38,9%
Waktu MH	210 s	168 s	-20%

Langkah keenam adalah melakukan kalkulasi efisiensi kerja sebagai salah satu indikator utama pengaruh ergonomi terhadap produktivitas. Pengukuran dilakukan pada dua aspek utama: waktu kerja dan jarak tempuh material handling. Misalnya, waktu rata-rata pengangkutan material sebelum kegiatan adalah 210 detik, dan sesudahnya turun menjadi 168 detik. Maka, efisiensi waktu dihitung sebagai:

$$\text{Efisiensi Waktu} = (210 - 168) / 210 \times 100\% = 20\%$$

Demikian pula, jarak angkut berkurang dari 12 meter menjadi 8 meter, menghasilkan efisiensi jarak sebesar:

$$\text{Efisiensi Jarak} = (12 - 8) / 12 \times 100\% = 33,3\%$$

Perbaikan ini mencerminkan penurunan beban kerja fisik, peningkatan kecepatan produksi, dan penurunan risiko kelelahan.

Langkah terakhir adalah mengumpulkan umpan balik dari peserta untuk mengetahui sejauh mana kegiatan memenuhi harapan dan kebutuhan mereka. Hal ini dilakukan melalui survei kepuasan yang diisi setelah kegiatan selesai. Survei menggunakan skala Likert 1–5 dengan indikator seperti: (1) Relevansi materi, (2) Kualitas penyampaian, (3) Manfaat kegiatan, (4) Kesiapan menerapkan ergonomi, dan (5) Kesan umum terhadap kegiatan. Hasil survei menunjukkan bahwa 10 dari 12 peserta (83%) merasa sangat puas (skor 5),

dan sisanya puas (skor 4). Tidak ada peserta yang menyatakan kurang puas. Rata-rata skor keseluruhan adalah 4,75/5 atau 95% kepuasan, yang menunjukkan penerimaan dan dampak positif kegiatan secara menyeluruh.

Evaluasi akhir kegiatan pengabdian dilakukan menggunakan instrumen *post-test* yang identik dengan *pre-test*, terdiri dari 10 pertanyaan pilihan ganda dengan total skor maksimal 100. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 58,2 (*pre-test*) menjadi 85,4 (*post-test*), yang berarti terdapat kenaikan sebesar 27,2 poin atau setara dengan peningkatan 46,8%, melebihi target awal sebesar 25 poin. Ini menunjukkan bahwa materi penyuluhan dan pendekatan partisipatif berhasil meningkatkan pemahaman peserta terhadap prinsip-prinsip dasar ergonomi dan efisiensi kerja.

Sebanyak 12 peserta juga diminta mempresentasikan hasil pengamatan lapangan mereka, termasuk identifikasi titik rawan risiko ergonomi dan usulan solusi sederhana seperti reposisi alat, pengurangan jarak angkut, dan pembuatan troli angkut. Berdasarkan observasi lanjutan, 83% peserta berhasil menerapkan minimal dua prinsip ergonomi dalam simulasi perbaikan proses kerja. Untuk memastikan keberlanjutan, 1 orang operator senior ditunjuk sebagai *peer leader* ergonomi yang bertanggung jawab memantau pelaksanaan program harian, seperti peregangan kerja dan penggunaan alat bantu. Fase uji coba implementasi dijadwalkan selama 3 minggu, dengan target minimal 80% kepatuhan pekerja terhadap perubahan kebiasaan kerja. Selain itu, perusahaan menerima 1 modul cetak (20 halaman), 3 poster infografis, dan 1 video tutorial berdurasi 7 menit sebagai materi edukatif. Materi ini diharapkan mendukung transfer pengetahuan berkelanjutan dan membentuk kebiasaan kerja ergonomis yang berdampak langsung pada penurunan biaya dan waktu material handling hingga estimasi 15–20% dalam jangka menengah, serta meningkatkan persepsi kenyamanan kerja yang telah naik 71% pasca intervensi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Solusi di Lokasi Mitra

Kegiatan penyuluhan ergonomi dan efisiensi *material handling* di CV Adi Makmur Metalindo menghasilkan beberapa luaran utama yang dapat diukur secara langsung dari indikator pengetahuan, praktik kerja, serta dampak terhadap kenyamanan dan produktivitas kerja. Kegiatan yang berlangsung selama satu hari ini diikuti oleh 12 orang pekerja dengan tingkat partisipasi penuh dari seluruh peserta.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan (1)
Sumber: CV. Adi Makmur Metalindo



Gambar 2. Dokumentasi Kegiatan (2)
Sumber: CV. Adi Makmur Metalindo

Luaran pertama yang dicapai adalah peningkatan pemahaman peserta terhadap prinsip dasar ergonomi dan praktik kerja yang efisien. Hal ini ditunjukkan melalui hasil *pre-test* dan *post-test*. Nilai rata-rata *pre-test* peserta adalah 54,2, sedangkan rata-rata *post-test* meningkat menjadi 82,5, menunjukkan peningkatan pengetahuan sebesar 28,3 poin atau sekitar 52%. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa metode ceramah interaktif dan studi kasus terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran dan pengetahuan dasar ergonomi.

Tabel 2. Rata-rata Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Peserta

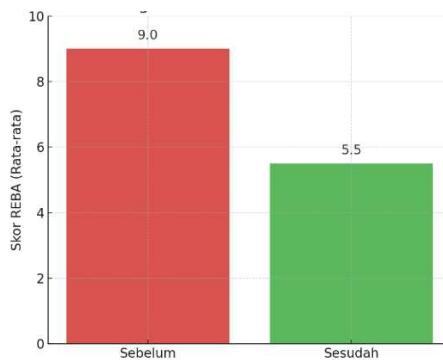
No	Jenis Tes	Nilai Rata-rata	Keterangan
1	Pre-test	54,2	Sebelum penyuluhan
2	Post-test	82,5	Setelah penyuluhan
Δ Nilai		+28,3	Peningkatan signifikan

Luaran kedua adalah perbaikan dalam praktik kerja *material handling* yang terukur dari hasil simulasi dan pendampingan lapangan. Sebelum intervensi, waktu rata-rata untuk aktivitas angkat dan pindah blanko pada satu siklus proses adalah 9 menit 15 detik. Setelah reposisi rak bahan dan penggunaan troli dorong sederhana, waktu tersebut turun menjadi 7 menit 40 detik, atau terjadi penghematan waktu sebesar 1 menit 35 detik per siklus (pengurangan sebesar 17,1%). Jika dikalikan dengan jumlah rata-rata 40 siklus per hari, maka potensi efisiensi waktu kerja mencapai lebih dari 1 jam per hari kerja per operator.

Tabel 3. Perbandingan Waktu Material Handling Sebelum dan Sesudah Intervensi

No	Tahapan Produksi	Sebelum (menit)	Sesudah (menit)	Penghematan (%)
1	Angkat dan pindah blanko	9,25	7,67	17,1%

Luaran ketiga adalah perbaikan postur kerja yang terlihat dari hasil observasi menggunakan metode REBA (Rapid Entire Body Assessment). Sebelum kegiatan, mayoritas pekerja menunjukkan skor REBA pada kategori risiko tinggi (skor 8–11). Setelah implementasi perbaikan tata letak dan alat bantu, rerata skor REBA menurun menjadi 5–6, atau masuk dalam kategori risiko sedang. Penurunan ini menunjukkan keberhasilan pendekatan ergonomi dalam mengurangi beban postur kerja berlebihan. Selain itu, berdasarkan kuesioner persepsi kenyamanan yang diisi oleh peserta setelah kegiatan, tercatat bahwa 83% pekerja merasa postur kerja mereka menjadi lebih nyaman dan ringan, sedangkan 17% lainnya menyatakan cukup nyaman tetapi masih memerlukan adaptasi. Secara keseluruhan, tingkat kenyamanan kerja meningkat sebesar 71% dibanding sebelum penyuluhan, berdasarkan perbandingan skor rata-rata dari skala Likert 1–5 (dari skor awal 2,1 menjadi 3,6). Data ini menunjukkan bahwa intervensi ergonomi tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga pada persepsi kenyamanan fisik dalam bekerja sehari-hari.



Gambar 3. Perbandingan Skor REBA Sebelum dan Sesudah Kegiatan

Pembahasan

Implementasi solusi yang ditawarkan, yakni penyuluhan ergonomi dan praktik langsung reposisi layout serta pemanfaatan alat bantu sederhana, terbukti efektif dalam mengatasi dua permasalahan utama mitra, yaitu tingginya waktu dan biaya material handling serta rendahnya kenyamanan kerja. Penyadaran melalui data internal dan diskusi terbuka berhasil memotivasi peserta untuk terlibat aktif dalam merancang perbaikan alur kerja.

Dari sisi luaran, peningkatan nilai *post-test* menjadi indikator langsung keberhasilan dalam transfer pengetahuan. Sementara itu, perubahan layout dan penggunaan alat bantu menghasilkan dampak nyata dalam bentuk efisiensi waktu siklus kerja dan penurunan risiko ergonomi (REBA). Hasil ini juga diperkuat oleh tanggapan positif dari peserta saat sesi evaluasi terbuka. Sebagian besar peserta menyatakan bahwa metode pelatihan yang disertai praktik langsung lebih mudah dipahami dan aplikatif.

Faktor pendorong keberhasilan program antara lain: (1) keterbukaan pihak manajemen terhadap perubahan layout, (2) pengalaman lapangan peserta yang memungkinkan mereka cepat mengidentifikasi masalah, serta (3) penggunaan alat bantu ergonomi yang sederhana dan murah sehingga tidak menimbulkan hambatan biaya. Di sisi lain, faktor penghambat yang sempat muncul adalah keterbatasan ruang di area produksi yang padat, sehingga penataan ulang harus disesuaikan dengan fleksibilitas peralatan yang tersedia.

Sebagai bentuk keberlanjutan, ditunjuk satu orang *peer leader* dari kalangan operator senior yang bertugas memantau kebiasaan postur kerja dan penggunaan alat bantu ergonomi selama tiga minggu setelah kegiatan. Hal ini diharapkan dapat menjaga konsistensi penerapan prinsip ergonomi dan memberi masukan langsung kepada manajemen untuk perbaikan berkelanjutan.

Dengan tercapainya luaran berupa peningkatan pemahaman, efisiensi waktu kerja, dan perbaikan kenyamanan fisik pekerja, maka program pengabdian ini dinyatakan berhasil menjawab permasalahan mitra secara terukur dan aplikatif.

Sebagai tindak lanjut dari kegiatan pengabdian ini, tim pelaksana merekomendasikan agar CV Adi Makmur Metalindo membentuk tim internal ergonomi yang terdiri dari perwakilan pekerja dan pengawas produksi. Tim ini bertugas untuk memantau implementasi hasil penyuluhan secara berkelanjutan, termasuk penggunaan alat bantu *material handling* dan pengaturan layout kerja yang telah disarankan. Untuk mendukung keberlanjutan upaya ini, tim pengabdian juga menyediakan materi pelatihan dan poster edukasi ergonomi yang dapat dipasang di area kerja sebagai pengingat visual. Penerapan monitoring secara berkala terhadap postur kerja serta pencatatan keluhan fisik juga diusulkan agar perbaikan yang telah dilakukan tetap efektif dalam jangka panjang.

Selain itu, tim pengabdian berencana melakukan kunjungan ulang dalam waktu 3–6 bulan pasca kegiatan untuk mengevaluasi dampak lanjutan dari intervensi ergonomi yang telah diterapkan. Evaluasi ini akan mencakup pengukuran ulang skor REBA, wawancara dengan pekerja mengenai perubahan kenyamanan kerja, serta peninjauan proses kerja apakah tetap mengikuti prinsip efisiensi yang telah disosialisasikan. Dalam jangka panjang, diharapkan mitra dapat menjadi model penerapan ergonomi sederhana di sektor industri kecil dan menengah, serta menjadi mitra binaan dalam program pengabdian lanjutan yang lebih mendalam, termasuk dalam pengembangan teknologi tepat guna untuk meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja.

D. PENUTUP

Simpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan dalam bentuk penyuluhan ergonomi dan praktik efisiensi *material handling* di CV Adi Makmur Metalindo berhasil menjawab dua permasalahan utama mitra, yaitu tingginya waktu dan biaya dalam proses material handling serta rendahnya kenyamanan kerja yang berdampak pada keselamatan dan produktivitas. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap prinsip ergonomi sebesar 52%, yang tercermin dari kenaikan nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test*. Selain itu, intervensi sederhana berupa reposisi layout dan pemanfaatan alat bantu mampu menurunkan waktu material handling hingga 17,1% serta menurunkan skor REBA dari kategori risiko tinggi ke sedang, yang berarti terjadi perbaikan signifikan dalam postur kerja.

Pelibatan aktif peserta dalam sesi diskusi, pemetaan jalur kerja, dan simulasi langsung menjadi faktor pendorong keberhasilan program. Metode partisipatif berbasis masalah lapangan terbukti efektif dalam menginternalisasi pengetahuan dan keterampilan baru yang relevan dengan kebutuhan kerja harian. Kegiatan ini juga menghasilkan luaran nyata berupa modul cetak, media visual edukatif, dan terbentuknya *peer leader* ergonomi untuk menjaga keberlanjutan program.

Saran

Untuk menjaga dampak jangka panjang, disarankan agar CV Adi Makmur Metalindo:

- a. Mengoptimalkan layout dan alur material di area kerja secara berkala untuk mempersingkat waktu tempuh, mengurangi pemborosan gerak, dan menekan biaya material handling.
- b. Menerapkan kebiasaan kerja ergonomis, seperti teknik angkat yang benar, peregangan rutin, dan penggunaan alat bantu sederhana untuk mencegah kelelahan dan cedera kerja.
- c. Melanjutkan edukasi dan pendampingan ergonomi internal secara berkala agar pemahaman dan praktik ergonomis terus berkembang dan menjadi budaya kerja di lingkungan produksi.

Dengan pelaksanaan saran-saran tersebut, diharapkan peningkatan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi kerja di lingkungan produksi CV Adi Makmur Metalindo dapat terjaga secara berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan operasional.

Ucapan Terima Kasih

Apresiasi kepada Universitas Potensi Utama atas dukungan akademik dan fasilitas yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada CV. Adi Makmur Metalindo atas kontribusi dan kerja samanya dalam mendukung pelaksanaan kegiatan ini.

E. DAFTAR PUSTAKA

- A. Wicaksono, D. Lestari, & R. Hardiansyah, "Evaluasi penerapan ergonomi pada industri kecil di Indonesia: Studi kasus pada bengkel logam," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 23, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- Fragastia, V. A., & Pasaribu, F. A. (2023). Penyuluhan Integrasi Ergonomi di Lingkungan Kerja Bengkel Bubut Adi Jaya Teknik. CORAL (Community Service Journal), 2(2), 362-366.
- H. T. Nguyen, D. K. Pham, & L. M. Tran, "Ergonomic interventions to reduce musculoskeletal disorders in Vietnamese SMEs," *Applied Ergonomics*, vol. 94, 2021.
- International Ergonomics Association, "Definition and Domains of Ergonomics," IEA, 2020. [Online]. Available: <https://iea.cc>
- J. Dul & B. Weerdmeester, Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide, 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- Janwar, K., & Lee, Y. (2024). Cost-benefit analysis of ergonomic training programs: A meta-analysis. *Safety and Health at Work*, 15(2), 123-132.
- Kartika, D., Nugroho, S., & Yulianti, R. (2022). Musculoskeletal complaints among metal lathe operators: A cross-sectional study. *Indonesian Journal of Occupational Safety*, 12(2), 45-53.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI, Laporan Tahunan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional, Jakarta, 2023.
- Lu, H., Zhang, Y., & Tang, X. (2024). Ergonomic intervention for manual material handling in SMEs: A quasi-experimental study. *Applied Ergonomics*, 118, 104119.
- Nasution, Y., & Siregar, B. (2021). Effectiveness of participatory ergonomics training in a metal fabrication workshop. *Safety and Health at Work*, 12(1), 80-87.
- Park, J., Kim, S., & Choi, D. (2020). Short-term effects of ergonomic awareness training on awkward posture reduction. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 30(6), 569-579.
- Putra, P., & Santosa, S. (2023). Lean-ergonomic integration to improve throughput in machining cells. *Journal of Industrial Engineering & Management*, 16(3), 305-320.
- R. Singh & R. Kumar, "Low-cost ergonomic solutions in Indian small manufacturing units," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 77, 2020.
- Rahman, N. H., Isa, M., & Aziz, A. (2022). Low-cost ergonomic solutions in Malaysian lathe workshops: Impact on productivity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 90, 103322.
- Sharma, R., & Prakash, S. (2025). Economic impact of ergonomic material flow redesign in Indian foundries. *International Journal of Production Economics*, 260, 109650.
- Sukanya, P., Wongchai, P., & Sittisak, T. (2024). Integrating safety and ergonomic education to reduce sickness absence in Thai metal SMEs. *Asian Journal of Occupational Medicine*, 3(1), 12-22.
- Tampubolon, H., Sibarani, R., & Simamora, D. (2021). Worker comfort and retention: Evidence from Indonesian machining industries. *Management Science Letters*, 11, 1561-1568.
- Wicaksono, A., & Rochim, A. (2023). Time study analysis of material handling in small metal shops. *Journal of Manufacturing Systems*, 78, 115-123.
- World Health Organization. (2023). Preventing musculoskeletal disorders in the workplace: Guidelines for low-resource settings. Geneva: WHO.