



## Implementasi *ErgoStretch* dan *Administrative Control* sebagai *Multifaceted Ergonomic Intervention*: Strategi Mitigasi Risiko Muskuloskeletal pada Teknisi *Pest Control*

Naufal Faryreza Ryanta<sup>1\*</sup>, Kresna Febriyanto<sup>2</sup>, Ari Luthfi Rosyidi<sup>3</sup>

<sup>1-2</sup>Prodi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia

<sup>3</sup>CV. Pestex Indonesia Mandiri, Samarinda, Indonesia

\*Korespondensi penulis: [2211102413188@umkt.ac.id](mailto:2211102413188@umkt.ac.id)<sup>1</sup>

**Abstract.** *Musculoskeletal Disorders (MSDs) are a persistent occupational health issue in the pest control sector due to intensive physical activity and non-neutral working postures. This study aims to evaluate the impact of ergonomic interventions that integrate educational, administrative, and physical aspects on MSDs risk among field technicians at CV. X Indonesia, Samarinda. Using a pre-post test design with a cross-sectional approach, this research involved 7 field technicians as subjects. Assessment instruments included the HIRADC method for hazard mapping, the Nordic Body Map (NBM) questionnaire to measure physical complaints, and work equipment evaluation based on biomechanical principles. Interventions implemented consisted of interactive safety briefings, the installation of educational posters, the development of ergonomic Standard Operating Procedures (SOPs), and a structured stretching program called ErgoStretch. Statistical analysis using the Paired Sample T-Test showed a significant increase in technicians' knowledge scores by 45.63% (from a mean of 67.5 to 98.3 with  $p < 0.05$ ). Qualitatively, the ErgoStretch program and SOP standardization successfully provided an immediate physiological impact by reducing muscle tension and improving working postures while operating heavy equipment such as thermal foggers. Although the overall ergonomic risk remains in the moderate category, this low-cost ergonomics strategy effectively created a more controlled work system and mitigated the risk of accumulating permanent injuries such as Carpal Tunnel Syndrome (CTS).*

**Keyword:** *Carpal Tunnel Syndrome; Ergonomics; ErgoStretch; Musculoskeletal Disorders; Pest Control*

**Abstrak.** Gangguan muskuloskeletal atau Musculoskeletal Disorders (MSDs) menjadi permasalahan kesehatan kerja yang persisten di sektor pengendalian hama akibat aktivitas fisik intensif dan postur tubuh yang tidak ergonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak intervensi ergonomi yang mengintegrasikan aspek edukasi, administratif, dan fisik terhadap risiko MSDs pada teknisi lapangan di CV. X Indonesia, Samarinda. Menggunakan desain pre-post test dengan pendekatan cross-sectional, penelitian ini melibatkan 7 teknisi lapangan sebagai subjek. Instrumen penilaian meliputi metode HIRADC untuk pemetaan bahaya, kuesioner Nordic Body Map (NBM) untuk mengukur keluhan fisik, serta evaluasi alat kerja berdasarkan prinsip biomekanika. Intervensi yang diterapkan meliputi safety briefing interaktif, pemasangan poster edukatif, penyusunan SOP kerja ergonomis, dan program peregangan terstruktur bernama *ErgoStretch*. Hasil analisis statistik melalui uji Paired Sample T-Test menunjukkan peningkatan signifikan pada skor pengetahuan teknisi sebesar 45,63% (dari rata-rata 67,5 menjadi 98,3 dengan  $p < 0,05$ ). Secara kualitatif, program *ErgoStretch* dan standarisasi SOP berhasil memberikan dampak fisiologis langsung berupa penurunan ketegangan otot dan perbaikan postur kerja saat mengoperasikan alat berat seperti thermal fogger. Meskipun risiko ergonomi secara umum tetap berada pada kategori sedang, strategi low-cost ergonomics ini efektif menciptakan sistem kerja yang lebih terkontrol dan memitigasi risiko akumulasi cedera permanen seperti Carpal Tunnel Syndrome (CTS).

**Kata Kunci:** Ergonomi; *ErgoStretch*; Gangguan Muskuloskeletal; Pengendalian Hama; Sindrom Terowongan Karpal

### 1. LATAR BELAKANG

Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen lingkungan kerjanya guna mengoptimalkan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi. Dalam berbagai sektor industri, gangguan muskuloskeletal atau Musculoskeletal Disorders (MSDs) yang mencakup cedera pada otot, tulang, dan sendi, menjadi permasalahan kesehatan

kerja yang persisten. Data dari WHO (2020) mengindikasikan bahwa lebih dari 50% pekerja global mengalami MSDs akibat faktor risiko seperti postur tubuh non-netral, gerakan repetitif, dan penggunaan peralatan yang tidak memenuhi standar ergonomis. Sektor yang melibatkan beban fisik intensif, seperti pertanian dan pengendalian hama, memiliki risiko tinggi terhadap cedera fisik akibat posisi kerja yang tidak menunjang biomekanika tubuh secara optimal (Jirapongsuwan et al., 2023; Shin & Jeong, 2022; Zougali & Thamsuwan, 2024). Urgensi penerapan prinsip ergonomi dipertegas oleh Anggara et al. (2024), yang menunjukkan bahwa desain alat kerja ergonomis mampu mereduksi risiko cedera fisik sekaligus meningkatkan produktivitas dengan meminimalisir ketegangan fisik pekerja.

Kondisi di Indonesia merefleksikan tantangan serupa, di mana Riskesdas (2018) mencatat bahwa 40% pekerja dengan posisi tubuh tidak ergonomis mengalami keluhan kesehatan yang didominasi oleh gangguan muskuloskeletal, meliputi nyeri punggung (33%), leher (15%), dan pergelangan tangan (12%). Tingginya angka prevalensi ini menempatkan pekerja di sektor pest control pada posisi yang sangat rentan. Manik et al., (2025) menyarankan implementasi intervensi ergonomis melalui optimasi alat dan posisi kerja, yang terbukti secara signifikan menurunkan beban fisik dan meningkatkan kesejahteraan pekerja. Hal ini diperkuat oleh penelitian lainnya yang menyatakan bahwa peralatan berbasis prinsip ergonomi secara efektif mengurangi ketegangan otot dan meningkatkan kenyamanan kerja. Sebaliknya, pekerja yang mengalami cedera muskuloskeletal cenderung memiliki tingkat absensi yang lebih tinggi dan efisiensi kerja yang rendah, sebuah temuan yang krusial bagi industri pengendalian hama yang sangat bergantung pada performa fisik teknisinya (Harahap et al., 2021; Widana et al., 2020).

Meskipun manfaat ergonomi telah banyak dibahas, implementasinya di lapangan seringkali terbentur pada fakta bahwa industri pengendalian hama cenderung lebih memprioritaskan mitigasi risiko paparan bahan kimia dibandingkan risiko mekanik dan biomekanik tubuh. Pelatihan teknik kerja dan penggunaan alat yang sesuai antropometri memang dilaporkan mampu menurunkan keluhan fisik hingga 20% (Rohlman et al., 2020), namun pada praktiknya, teknisi di lapangan seringkali mengabaikan aspek tersebut demi kecepatan durasi layanan. Integrasi teknologi dan otomatisasi tugas memang menjadi solusi ideal, namun hambatan biaya dan kurangnya kesadaran manajerial di tingkat perusahaan skala menengah membuat adopsi tersebut sulit terealisasi (Vilma & Booshnam, 2025). Akibatnya, terdapat ruang kosong dalam upaya perlindungan kesehatan kerja yang tidak cukup hanya diselesaikan dengan penyediaan Alat Pelindung Diri (APD) kimiawi, melainkan membutuhkan desain strategi lingkungan kerja yang lebih taktis dan partisipatif.

CV. X Indonesia, sebuah penyedia layanan Integrated Pest Management (IPM) di Kota Samarinda, menjadi representasi nyata di mana aktivitas fisik berisiko tinggi seperti pengasapan (fogging), penyemprotan (spraying), hingga mobilisasi peralatan berat dilakukan dalam intensitas tinggi. Keunikan operasional di lokasi ini menuntut adanya intervensi yang tidak hanya bersifat instruksional, tetapi juga mampu mengubah kebiasaan teknisi secara mandiri. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan lingkungan kerja strategis berbasis ergonomi melalui integrasi edukasi Safety Briefing, media visual edukatif, serta standarisasi operasional prosedur (SOP). Melalui evaluasi sistematis menggunakan instrumen Nordic Body Map (NBM) dan program intervensi *ErgoStretch*, yaitu suatu intervensi pencegahan MSDs berbasis aktivitas fisik yaitu peregangan otot dan sendi. penelitian ini berupaya membuktikan bahwa kemandirian teknisi dalam mengelola posisi kerja dan melakukan peregangan rutin merupakan kunci utama dalam memitigasi risiko MSDs serta menciptakan sistem kerja yang aman, efisien, dan berkelanjutan di industri pengendalian hama.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain pre-post test melalui pendekatan cross-sectional yang bertujuan untuk mengevaluasi dampak intervensi ergonomi terhadap risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs). Penelitian dilaksanakan di CV. X Indonesia, Kota Samarinda, dengan melibatkan seluruh teknisi lapangan (total sampling) sebagai subjek penelitian. Pemilihan subjek didasarkan pada karakteristik beban kerja fisik yang homogen, yakni teknisi yang terlibat langsung dalam operasional pengendalian hama (pest control).

Tahapan penelitian dibagi menjadi tiga fase utama: identifikasi awal, implementasi intervensi, dan evaluasi dampak. Pada fase identifikasi, dilakukan penilaian risiko lingkungan kerja menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) untuk memetakan bahaya fisik dan ergonomis secara sistematis (Puspitasari & Ismianti, 2023). Keluhan subjektif pekerja diukur menggunakan kuesioner Nordic Body Map (NBM) yang diadaptasi dari Kuorinka et al. (1987) untuk mengidentifikasi titik-titik ketegangan otot pada 27 area tubuh sebelum adanya intervensi (pre-test). Selain itu, dilakukan penilaian postur kerja secara langsung menggunakan checklist posisi kerja ergonomi dan formulir evaluasi alat kerja yang dikembangkan berdasarkan prinsip biomekanika tubuh untuk menilai kesesuaian antara dimensi peralatan dengan antropometri teknisi (Bridger, 2008).

Intervensi yang diterapkan mencakup tiga aspek strategis: edukasi, administratif, dan fisik. Aspek edukasi dilakukan melalui safety briefing interaktif mengenai prinsip dasar

ergonomi dan penggunaan media visual berupa poster *ErgoStretch* yang ditempatkan di area kerja sebagai pengingat dinamis. Aspek administratif dilakukan dengan penyusunan dan pengesahan Standar Operasional Prosedur (SOP) kerja ergonomis yang divalidasi oleh bagian Quality Control. Sementara itu, aspek fisik diimplementasikan melalui program *ErgoStretch*, yaitu rangkaian peregangan otot terstruktur yang bertujuan untuk menurunkan ketegangan otot akibat beban kerja statis dan dinamis (Alqhtani et al., 2023).

Evaluasi akhir dilakukan untuk mengukur efektivitas intervensi dengan membandingkan skor pengetahuan dan keluhan MSDs melalui post-test. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat persentase penurunan keluhan dan peningkatan pemahaman teknisi. Keberhasilan intervensi juga dinilai dari tingkat kemandirian teknisi dalam menerapkan penilaian ergonomi secara mandiri menggunakan instrumen yang telah disediakan guna menjamin keberlanjutan budaya K3 di lingkungan perusahaan.

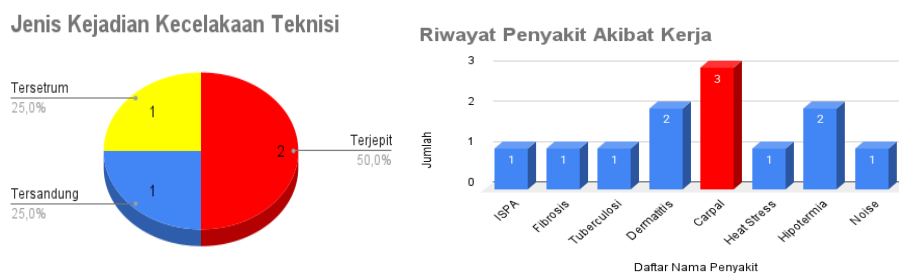
### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Profil Responden dan Karakteristik Pekerjaan**

Penelitian ini melibatkan seluruh teknisi lapangan di CV. X Indonesia yang berjumlah 7 orang (N=7) dengan kisaran usia 25-43 tahun dan lama bekerja lebih dari 1 tahun. Seluruh responden adalah laki-laki dengan beban kerja fisik yang homogen, mencakup operasional pengendalian hama (*pest control*) di berbagai lokasi. Karakteristik pekerjaan teknisi melibatkan aktivitas repetitif, mobilisasi alat berat seperti *thermal fogger* dan *pressure sprayer*, serta bekerja di area terbatas (*confined space*) yang memaksa tubuh berada pada postur non-netral dalam durasi lama.

#### **Identifikasi Penyakit Akibat Kerja (PAK) dan Kecelakaan Kerja**

Hasil identifikasi riwayat penyakit akibat kerja menunjukkan bahwa gangguan syaraf dan otot mendominasi keluhan teknisi di lapangan. Proporsi jenis penyakit yang dilaporkan oleh responden dapat dilihat pada Gambar 1, di mana *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) tercatat sebagai keluhan paling tinggi.



**Gambar 1.** Jenis Kecelakaan Kerja & Distribusi Jenis Penyakit Akibat Kerja pada Teknisi *Pest Control* CV. X Indonesia.

Hasil identifikasi melalui kuesioner Penyakit Akibat Kerja menunjukkan adanya risiko kesehatan yang signifikan. Sebanyak 40% teknisi melaporkan pernah mengalami kecelakaan kerja, dengan jenis insiden yang paling dominan adalah terjepit (50%), diikuti oleh tersandung (25%) dan tersandung (25%). Dalam aspek kesehatan kerja, *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) menjadi gangguan yang paling banyak dilaporkan (3 orang), diikuti oleh keluhan *heat stress*, dermatitis, dan gangguan pendengaran. Temuan ini mengindikasikan adanya korelasi langsung antara desain alat kerja yang tidak ergonomis dengan akumulasi cedera pada saraf medianus teknisi.

### Evaluasi Ergonomi dan Keluhan Muskuloskeletal (Pre-Intervensi)

Penilaian risiko ergonomi pada aktivitas teknisi dilakukan secara komprehensif. Hasil identifikasi risiko menggunakan metode HIRADC menunjukkan bahwa beberapa aktivitas operasional memiliki tingkat risiko yang memerlukan pengendalian segera, sebagaimana dirinci pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Ringkasan Penilaian Risiko HIRADC pada Operasional Teknisi.

Aktivitas Kerja	Bahaya Ergonomi	Risiko	Tingkat Risiko
<i>Thermal Fogging</i>	Beban alat berat & postur statis	MSDs, Kelelahan otot	Tinggi
<i>Manual Spraying</i>	Gerakan repetitif pergelangan tangan	<i>Carpal Tunnel Syndrome</i>	Sedang
Mobilisasi Alat	Pengangkatan beban manual	<i>Low Back Pain</i>	Sedang

Penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) mengklasifikasikan operasional penyemprotan dan pengasapan sebagai aktivitas berisiko sedang hingga tinggi dari sisi ergonomi. Pada tahap awal (*pre-test*), instrumen *Nordic Body Map* (NBM) mengonfirmasi adanya keluhan fisik pada area punggung bawah (*lower back*), bahu, dan pergelangan tangan. Ketidaksesuaian dimensi alat dengan antropometri teknisi menjadi faktor pemicu utama postur janggal (*awkward posture*).

### Efektivitas Intervensi dan Peningkatan Pengetahuan

Berdasarkan analisis statistik, ditemukan adanya peningkatan signifikan pada skor pengetahuan teknisi setelah diberikan intervensi edukasi. Perbandingan nilai rata-rata (*mean*) antara tahap *pre-test* dan *post-test* disajikan secara detail pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Analisis Statistik *Pre-test* dan *Post-test*.

Variabel	Hasil Uji	n	Minimum	Maksimum	Mean	Sig. (2-Tailed)
Edukasi Ergonomi Kerja dan Implementasi Pencegahan MSDs	<i>Pre-Test</i>	7	60.00	75.00	67.5	0.000
	<i>Post-Test</i>		90.00	100.00	98.3	

Intervensi yang dilakukan melalui *safety briefing* interaktif dan edukasi media visual memberikan dampak yang terukur secara statistik. Berdasarkan hasil uji *Paired Sample T-Test*, terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara skor pengetahuan sebelum dan sesudah intervensi ( $p < 0,05$ ). Rata-rata skor pengetahuan teknisi meningkat dari 67,5 pada saat *pre-test* menjadi 98,3 pada *post-test*, yang merepresentasikan kenaikan pemahaman kolektif sebesar 45,63% setelah dilakukan intervensi melalui keseluruhan agenda implementasi yang meliputi *safety briefing*, kegiatan pembuatan dan pemasangan poster ergonomi, pelatihan *ErgoStretch*, pembuatan SOP aktivitas kerja teknisi, pembuatan form asesmen ergonomi yang meliputi form evaluasi posisi kerja, form evaluasi peralatan kerja dan *Nordic Body Map* (NBM) *assessment* hingga pembuatan dan pemasangan poster *ErgoStretch*.

### Dampak Implementasi ErgoStretch dan SOP Terintegrasi

Implementasi program ergonomi dilakukan dengan pendekatan partisipatif, di mana teknisi terlibat aktif dalam evaluasi mandiri serta pelatihan fisik. Dokumentasi pelaksanaan pengisian asesmen ergonomi dan program *ErgoStretch* ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Dokumentasi Implementasi Program: (a) Sosialisasi program *ErgoStretch* kepada *Quality Control* dan teknisi (b) Pengisian kuesioner NBM & Form Evaluasi Kerja secara mandiri oleh teknisi; (c) Pemasangan panduan *ErgoStretch* di area kerja ; (d) Pembuatan SOP aktivitas kerja; (e) Pelaksanaan program *ErgoStretch* sebelum aktivitas lapangan.

Penerapan program *ErgoStretch* yang disertai dengan panduan visual di area strategis (lemari pestisida dan ruang administrasi) meningkatkan kemandirian teknisi dalam melakukan peregangan otot rutin. Evaluasi pasca-intervensi menunjukkan respons positif dari teknisi, di mana penggunaan SOP kerja yang telah divalidasi oleh *Quality Control* membantu teknisi dalam mengadopsi postur tubuh yang lebih netral. Panduan tersebut berisi tatalaksana pelaksanaan aktivitas kerja yang sehari-hari dilakukan oleh teknisi meliputi penyemprotan hama menggunakan pestisida Nuvet Plus dengan *pressure sprayer*, *baiting* hama tikus menggunakan *rat box trap*, *cold fogging* menggunakan mesin *Ultra Low Volume (ULV)* dengan pestisida Nuvet Plus, pelaksanaan *fogging* asap dengan *Thermal Fogger Machine* untuk pengendalian hama menggunakan pestisida Icon 25 EC dan menangkap tikus menggunakan *life trap*. Meskipun risiko ergonomi secara keseluruhan masih berada pada kategori sedang, intervensi ini berhasil menciptakan sistem kerja yang lebih terkontrol dan menurunkan frekuensi keluhan nyeri akut pada area-area tubuh yang sebelumnya teridentifikasi berisiko.

## **Pembahasan**

### **Transformasi Pengetahuan melalui Safety Briefing “Kerja Aman Berbasis Ergonomi”**

Implementasi *safety briefing* di CV. X Indonesia terbukti menjadi instrumen edukasi yang krusial. Berdasarkan analisis *Paired Sample T-Test*, ditemukan peningkatan pengetahuan yang signifikan sebesar 45,63% (dari *mean* 67,5 menjadi 98,3) dengan nilai *Sig. (2-tailed)* 0.000 ( $p < 0.05$ ). Peningkatan skor ini mengindikasikan adanya restrukturisasi kognitif pada teknisi. Nilai signifikansi tersebut membuktikan bahwa intervensi berhasil melampaui sekadar transfer informasi, melainkan menciptakan kesadaran risiko (*risk awareness*). Dalam psikologi industri, perubahan perilaku berawal dari persepsi ancaman yang akurat. *Safety briefing* yang interaktif memungkinkan teknisi melakukan validasi atas pengalaman rasa sakit yang mereka alami di lapangan dengan teori ergonomi yang diberikan. Hal ini selaras dengan pandangan Fiddien et al., (2023) bahwa efektivitas edukasi K3 sangat bergantung pada kemampuan pekerja untuk mengintegrasikan prosedur baru ke dalam rutinitas otomatis mereka, sehingga menekan angka kecelakaan kerja akibat ketidaksesuaian antara tubuh dan alat kerja.

### **Poster Ergonomi sebagai Strategi Intervensi “Nudging” di Tempat Kerja**

Pembuatan media edukasi berupa poster bahaya dan prinsip ergonomi berfungsi sebagai alat komunikasi visual yang menjembatani jarak informasi antara manajemen dan teknisi. Penempatan poster di area strategis seperti lemari penyimpanan pestisida dan ruang administrasi sangat efektif karena memberikan paparan informasi yang terus-menerus (*continuous exposure*) (Weng & Ren, 2025). Penggunaan media visual ini bukan sekadar dekorasi operasional, melainkan bentuk strategi *nudging* (dorongan halus) untuk memengaruhi pengambilan keputusan teknisi. Secara kognitif, poster berperan sebagai pengingat eksternal yang mengurangi beban memori kerja teknisi saat mereka mulai kelelahan di lapangan. Sebagaimana dijelaskan Arini et al. (2022), media visual memiliki peran krusial dalam memperkuat pelatihan keselamatan dan memicu perubahan perilaku aman dalam jangka panjang melalui informasi yang menarik dan informatif.

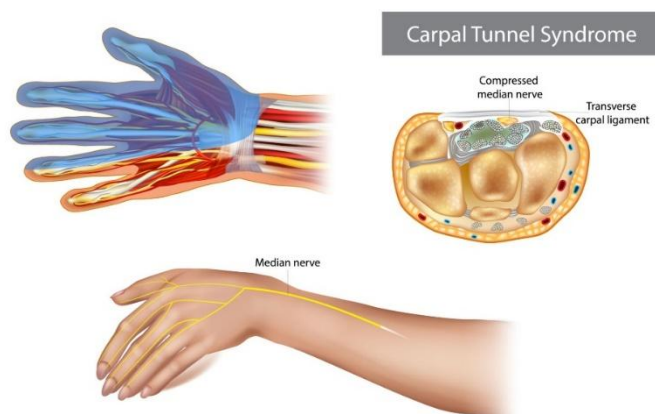
### **Standardisasi Prosedur (SOP) sebagai Mitigasi Human Error**

Penyusunan SOP untuk aktivitas spesifik seperti penyemprotan, *baiting*, dan penggunaan *Thermal Fogger* merupakan langkah preventif administratif yang fundamental. SOP ini bertindak sebagai instrumen mitigasi terhadap variabilitas kinerja teknisi yang berisiko menyebabkan kesalahan manusia (*human error*). Menurut Aprilia & Ramadhan (2021), standarisasi prosedur melalui SOP dapat mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan keselamatan kerja secara signifikan. Dalam konteks *pest control*, teknisi sering terpapar risiko tinggi seperti penggunaan alat berat dan bahan kimia berbahaya. SOP yang divalidasi oleh

*Quality Control* menciptakan batasan operasional yang aman secara ergonomis, sehingga teknisi tidak lagi harus melakukan *trial-and-error* dalam menentukan posisi kerja paling nyaman karena langkah-langkah yang tersedia sudah dioptimasi untuk efisiensi kinetik.

### ***Analisis Patofisiologi Risiko Ergonomi dan Manifestasi CTS***

Asesmen menggunakan *Formulir Evaluasi Alat*, *Checklist Posisi Kerja*, dan *Nordic Body Map* (NBM) memberikan data empiris mengenai kondisi fisik teknisi. Hasil pengisian menunjukkan tingkat risiko bahaya ergonomis terindikasi sedang. Dominansi potensi keluhan seperti *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) pada teknisi bukan sekadar kebetulan kinetik, melainkan hasil dari paparan beban mekanis statis dan dinamis yang persisten dari penggunaan *pressure sprayer* dan *thermal fogger*.



**Gambar 3.** *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS).

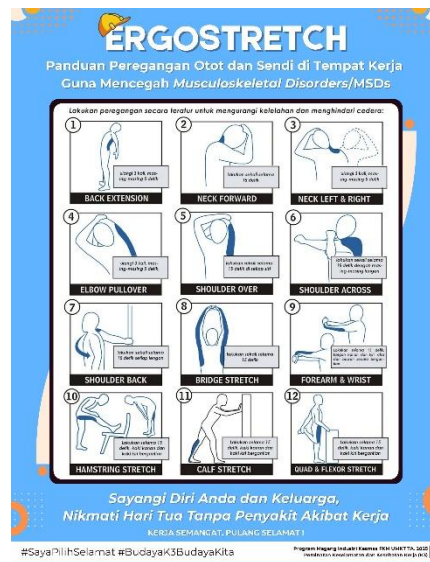
Sumber : Getty Images.

Dominansi keluhan *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) pada teknisi CV. X Indonesia bukan sekadar kebetulan kinetik, melainkan hasil dari paparan beban mekanis statis dan dinamis yang persisten. Secara biomekanika, pengoperasian *pressure sprayer* dan *thermal fogger* mengharuskan pergelangan tangan berada pada posisi *extreme flexion* atau *extension* dalam durasi lama. Kondisi ini meningkatkan tekanan intrakarpal yang secara progresif mengompresi saraf medianus. Temuan NBM yang menunjukkan risiko "sedang" tanpa keluhan parah mengindikasikan adanya fase *prodromal* di mana mikrotrauma pada jaringan ikat mulai terjadi namun belum mencapai ambang batas nyeri klinis (Gustina & Soecahyadi, 2023). Hal ini memperkuat teori Bridger (2008) bahwa penyakit akibat kerja sering kali bersifat akumulatif; ketidaksesuaian antropometri alat memaksa kompensasi postur yang, jika tidak diintervensi, akan berujung pada kerusakan saraf permanen.

### ***Mekanisme Fisiologis ErgoStretch terhadap Pemulihan Otot***

Program *ErgoStretch* dan panduan visualnya menjadi intervensi fisik utama yang memberikan dampak fisiologis langsung. Berdasarkan hasil FGD, teknisi A (43 th) dan teknisi

B (32 th) melaporkan tubuh terasa "lebih ringan" dan bugar. Respon ini dapat dijelaskan melalui mekanisme sirkulasi darah dan elastisitas jaringan. Aktivitas *pest control* memicu penumpukan asam laktat akibat kontraksi otot isometrik. Peregangan statis dan dinamis yang tercantum dalam Panduan Visual *ErgoStretch* (Lihat Gambar 4) dirancang untuk meningkatkan aliran darah balik dan meregangkan fasia otot yang kaku.



**Gambar 4.** Poster Panduan Pelaksanaan Gerakan *ErgoStretch*.

Rasa kaku pada awal pelatihan merupakan manifestasi dari *delayed onset muscle soreness* (DOMS) ringan atau adaptasi spindel otot terhadap rentang gerak baru. Keberhasilan kualitatif ini mendukung literatur Alqhtani et al. (2023) bahwa peregangan aktif bertindak sebagai "pemulihan aktif" yang memutus siklus kelelahan otot sebelum berkembang menjadi nyeri kronis. Melalui panduan visual yang dibuat dengan *software* Canva, teknisi dapat melakukan gerakan mandiri yang presisi untuk menjaga kesehatan fisik mereka secara berkelanjutan.

### ***Low-Cost Ergonomics: Optimalisasi Sumber Daya untuk Keberlanjutan K3***

Integrasi seluruh intervensi ini merepresentasikan konsep *low-cost ergonomics* yang krusial bagi perusahaan skala menengah. Strategi ini membuktikan bahwa penurunan risiko K3 tidak selalu menuntut otomasi mahal, melainkan dapat dicapai melalui pemberdayaan sumber daya manusia dan perbaikan sistem. Namun, keberlanjutan program ini menghadapi tantangan pada aspek disiplin internal. Keberhasilan jangka panjang tidak hanya bergantung pada ketersediaan alat asesmen (NBM dan *checklist*), tetapi pada komitmen pimpinan untuk mengintegrasikan *ErgoStretch* ke dalam jam kerja resmi. Hal ini sejalan dengan prinsip K3 bahwa perlindungan kesehatan kerja adalah investasi produktivitas, bukan sekadar biaya operasional. Penerapan prinsip-prinsip ini secara berkelanjutan terbukti mampu memberikan

dampak positif yang nyata dalam peningkatan kenyamanan serta efisiensi kerja, sekaligus menurunkan angka keluhan fisik yang sering dialami oleh pekerja (Manik et al., 2025).

### ***Evaluasi Kegiatan***

Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana program intervensi memberikan dampak nyata bagi teknisi dan operasional CV. X Indonesia Kota Samarinda.

### ***Evaluasi Sumatif***

Berdasarkan data hasil *pre-test* dan *post-test* yang telah dipaparkan pada sub-bab hasil (Tabel 2), terlihat adanya lonjakan skor rata-rata sebesar 30,8 poin. Secara sumatif, pencapaian nilai rata-rata akhir sebesar 98,3 menunjukkan bahwa secara kognitif, seluruh teknisi telah melampaui standar pemahaman minimum mengenai ergonomi. Intervensi ini dinyatakan berhasil secara kuantitatif dalam mentransformasi pengetahuan teknisi (Anggraini & Hutahaeon, 2022).

### ***Evaluasi Formatif (Efektivitas Proses)***

Secara kualitatif, pelaksanaan program di lapangan menunjukkan dinamika yang positif meskipun masih terdapat beberapa catatan untuk pengembangan ke depan. Penerimaan program oleh teknisi, khususnya pada kegiatan *ErgoStretch*, terpantau sangat baik karena manfaat fisik berupa kebugaran otot dapat dirasakan secara instan pasca-latihan. Namun demikian, faktor pembentukan kebiasaan (*habit-forming*) masih menjadi tantangan utama yang dapat menghambat konsistensi penerapan peregangan secara mandiri di masa mendatang. Dari sisi aksesibilitas informasi, penggunaan media visual berupa poster terbukti mampu menjangkau teknisi dengan mobilitas tinggi (Ilyas et al., 2021), meskipun ke depannya diperlukan rotasi desain secara berkala untuk menjaga daya tarik pesan dan mencegah kejenuhan visual (*habituation*) (Lubis et al., 2025). Sementara itu, pada aspek administratif, meskipun SOP yang disusun telah memberikan kejelasan tanggung jawab dan standar kerja, keberhasilan implementasinya tetap memerlukan pengawasan yang lebih ketat dari pihak *Quality Control*. Hal ini sangat penting guna memastikan bahwa prosedur keselamatan dan prinsip ergonomi tidak terabaikan saat teknisi dihadapkan pada tekanan beban kerja yang meningkat.

## **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan intervensi yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa penerapan prinsip ergonomi melalui pendekatan edukatif, administratif, dan fisik secara signifikan mampu meningkatkan kesadaran dan kesehatan kerja teknisi di CV. X Indonesia. Intervensi berupa *safety briefing* dan penggunaan media visual terbukti efektif meningkatkan

pengetahuan teknisi mengenai risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) sebesar 45,63%, dengan nilai rata-rata pengetahuan melonjak dari 67,5 menjadi 98,3. Selain itu, program *ErgoStretch* dan standarisasi melalui SOP kerja yang divalidasi oleh *Quality Control* berhasil memberikan dampak fisiologis langsung berupa penurunan ketegangan otot serta membantu teknisi mengadopsi postur kerja yang lebih netral saat mengoperasikan alat berat seperti *thermal fogger* dan *pressure sprayer*. Meskipun risiko ergonomi secara umum masih berada pada kategori sedang, integrasi strategi *low-cost ergonomics* ini telah menciptakan sistem kerja yang lebih terkontrol dan memitigasi risiko akumulasi cedera permanen seperti *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) di lingkungan perusahaan.

Demi menjamin keberlanjutan budaya K3 dan efektivitas intervensi ergonomi yang telah diinisiasi, disarankan bagi manajemen CV. X Indonesia untuk mengintegrasikan program *ErgoStretch* secara formal ke dalam jadwal operasional rutin harian sebelum teknisi berangkat ke lapangan. Pihak *Quality Control* perlu melakukan pengawasan berkala dan evaluasi disiplin penerapan SOP ergonomis guna memastikan prosedur keselamatan tetap dipatuhi, terutama saat beban kerja meningkat. Selain itu, perusahaan sebaiknya melakukan rotasi desain media visual atau poster edukasi setiap 6 bulan sekali untuk mencegah kejenuhan visual (*habituation*) serta mempertahankan daya tarik informasi bagi teknisi. Terakhir, disarankan agar hasil asesmen mandiri menggunakan instrumen *Nordic Body Map* (NBM) dan *checklist* posisi kerja yang telah disediakan, digunakan sebagai basis data deteksi dini bagi perusahaan untuk melakukan rotasi kerja atau perbaikan alat yang lebih sesuai dengan antropometri tubuh teknisi di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alqahtani, R. S., Ahmed, H., Alshahrani, A., Khan, A. R., & Khan, A. (2023). Effects of whole-body stretching exercise during lunch break for reducing musculoskeletal pain and physical exertion among healthcare professionals. *Medicina*, 59(5), 910. <https://doi.org/10.3390/medicina59050910>
- Anggara, I., Zulfadlillah, Z., Hamidah, S. N., & Sopyan, I. A. (2024). Penerapan prinsip ergonomi dalam perancangan alat kerja untuk meningkatkan produktivitas dan kesehatan pekerja di industri manufaktur. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 3(1), 215–222. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v3i1.4771>
- Anggraini, N. V., & Hutahaean, S. (2022). Health education by ergonomic position coaching for back pain prevention in banana chips MSME's workers. *Community Empowerment*, 7(9). <https://doi.org/10.31603/ce.7166>
- Aprilia, D., & Ramadhan, A. (2021). Efforts to control potential hazards of working at height at a Gresik fertilizer company, Indonesia. *The Indonesian Journal of Occupational*

- Safety and Health*, 10(3), 331–342. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v10i3.2021.331-342>
- Arini, S. Y., Alayyannur, P. A., Haqi, D. N., Fakhri, A., & Akbar, A. M. (2022). The effectiveness of educational media in controlling ergonomic and psychological hazards during work from home for lecturers. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 11(1), 124–132. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v11i1.2022.124-132>
- Bridger, R. S. (2008). *Introduction to ergonomics* (3rd ed.). CRC Press.
- Fiddien, A. N., Rahmawati, N. A., Ronawati, D. D., & Anggraeni, N. L. S. (2023). Edukasi kesehatan dan keselamatan kerja terhadap risiko cedera pada pekerja lepas pengangkut sampah di TPST Mulyoagung Kabupaten Malang. *Jurnal ABDIMAS-KU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Kedokteran*, 2(3), 128–133. <https://doi.org/10.30591/abdimasku.2.3.128-133>
- Gustina, D., & Soecahyadi, S. (2023). Identifikasi potensi musculoskeletal disorders (MSDs) pada para pekerja di konveksi AA. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 6(4), 1027–1037. <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i4.18502>
- Harahap, M. A., Situngkir, D., Irfandi, A., Ayu, I. M., & Muda, C. A. K. (2021). The difference of musculoskeletal disorders before and after workplace stretching exercise. *Journal of Vocational Health Studies*, 5(2), 126–132. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v5.i2.2021.126-132>
- Ilyas, M., Soffiudin, M., Adi, N. P., Sulistomo, A., & Kekalih, A. (2021). The effect of intervention programs on how to work complaints in mechanical workers in heavy equipment companies. *The Indonesian Journal of Public Health*, 16(1SP), 1–11. <https://doi.org/10.20473/ijph.v16i1sp.2021.1-11>
- Jirapongsuwan, A., Klainin-Yobas, P., Songkham, W., Somboon, S., Pumsopa, N., & Bhatarasakoon, P. (2023). The effectiveness of ergonomic intervention for preventing work-related musculoskeletal disorders in agricultural workers: A systematic review protocol. *PLoS ONE*, 18(7), e0288131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288131>
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x)
- Lubis, A. S., Rahman, M. A. S., Puspita, S. A., Pulungan, S., Hedaria, M. Y. P., & Marshanda, R. J. (2025). Efektivitas penyuluhan media poster terhadap pengetahuan penerapan K3 pada pekerja pabrik tempe. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 2(7), 3825–3830. <https://doi.org/10.59837/nkph8652>
- Manik, M., Irvan, M., & Sinambela, S. (2025). Edukasi penerapan prinsip ergonomi dalam meningkatkan produktivitas kerja pada Rumah HawWa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*, 8(4), 778–787. <https://doi.org/10.30591/japhb.v8i4.9436>
- Puspitasari, T., & Ismianti, I. (2023). Analysis of potential hazards and control in PT XYZ's production process with the HIRADC method. *OPSI*, 16(1), 11. <https://doi.org/10.31315/opsi.v16i1.9289>
- Riset Kesehatan Dasar. (2018). *Riset Kesehatan Dasar 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Rohlman, D. S., Davis, J. W., Ismail, A., Rasoul, G. M. A., Hendy, O., Olson, J. R., & Bonner, M. R. (2020). Risk perception and behavior in Egyptian adolescent pesticide applicators: An intervention study. *BMC Public Health*, 20(1), 679. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08801-7>
- Shin, D. S., & Jeong, B. Y. (2022). Older female farmers and modeling of occupational hazards, wellbeing, and sleep-related problems on musculoskeletal pains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7274. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127274>
- Vilma, A., & Booshnam, D. (2025). Agility toward the HRIS advancement at the organization and its impact on performance in SMEs. *Journal of Small Business Strategy*, 35(3). <https://doi.org/10.53703/001c.142296>
- Weng, Y., & Ren, Q. (2025). Visual communication design in laboratory safety effectiveness and optimization of warning signs. *Scientific Reports*, 15(1), 43040. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-26061-6>
- Widana, I. K., Sumetri, N. W., Sutapa, I. K., & Dewi, G. A. O. C. (2020). Antisipasi pada keluhan low back pain dapat mengurangi kelelahan dan meningkatkan motivasi kerja. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 6(1), 68. <https://doi.org/10.24843/jei.2020.v06.i01.p09>
- Zougali, A., & Thamsuwan, O. (2024). Posture estimation in agriculture: Employing inertial measurement units and unscented Kalman filtering for trunk, shoulder, and elbow analysis. *IEEE Access*, 12, 97332–97345. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3427651>