

Pengaruh Intervensi Ergonomi Terhadap Musculoskeletal Disorders Pada *Certified Refueler Officer*

Sasaki Ridho Ashari¹, Nico Linggi Pongmasangka², Natasya Salsabilla³

^{1,2,3} Departemen Keselamatan dan kesehatan Kerja, Politeknik Ketenagakerjaan, Indonesia

Corresponding Author:

nicolinggi@polteknaker.ac.id

ARTICLE HISTORY

Received [09 Mei 2026]

Revised [18 Juni 2026]

Accepted [23 Juni 2026]

Kata Kunci :

Ergonomi, Musculoskeletal Disorders, Nordic Body Map, Peregangan Kerja, Certified Refeuler Officer.

Keywords :

Certified Refeuler Officer, Ergonomics, Musculoskeletal Disorders, Nordic Body Map, Workplace Stretching.

This is an open access

article under the [CC-BY-SA](#) license



ABSTRAK

Pendahuluan: Pembebanan pada sistem otot akibat pekerjaan fisik dapat menimbulkan gangguan musculoskeletal disorders (MSDs) pada pekerja Certified Refueler Officer (CRO). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas intervensi ergonomi berupa program peregangan kerja dan pelatihan ergonomi berbasis kerangka PRECEDE-PROCEED terhadap penurunan tingkat MSDs pada pekerja CRO di Bandara Halim Perdanakusuma dan Husein Sastranegara. Ruang lingkup penelitian mencakup pengukuran keluhan muskuloskeletal, pada seluruh populasi CRO di kedua lokasi. Metode: desain quasi-experimental dengan model Nonequivalent Control Group Design menggunakan teknik total sampling terhadap 36 pekerja CRO sebagai sampel. Instrumen utama yang digunakan adalah kuesioner Nordic Body Map (NBM) untuk memetakan keluhan muskuloskeletal sebelum dan sesudah intervensi. Analisis data dilakukan dengan SPSS versi 25 melalui uji univariat dan bivariat, termasuk uji Wilcoxon untuk perbandingan intrakelompok dan uji Mann-Whitney U-Test untuk perbandingan antarkelompok. Hasil dan Pembahasan: menunjukkan bahwa rerata skor MSDs kelompok eksperimen menurun dari $31 \pm 5,3$ menjadi $29,2 \pm 1,6$, sedangkan kelompok kontrol mengalami peningkatan ringan dari $31 \pm 6,5$ menjadi $32,1 \pm 6,2$. Meskipun demikian, perbedaan tersebut tidak bermakna secara statistik, baik pada uji intrakelompok eksperimen ($p = 0,062$), kontrol ($p = 0,690$), maupun uji antarkelompok post-test ($p = 0,264$). Kesimpulan: Disimpulkan bahwa intervensi peregangan kerja belum menghasilkan perubahan MSDs yang signifikan secara statistik, yang kemungkinan dipengaruhi oleh durasi intervensi yang belum optimal, keterbatasan sampel, dan kondisi baseline risiko yang sudah berada pada level rendah.

ABSTRACT

Introduction: Physical workload imposed on the muscular system can lead to musculoskeletal disorders (MSDs) among Certified Refueler Officer (CRO) workers. This study aimed to examine the effectiveness of an ergonomic intervention consisting of a workplace stretching program and ergonomics training based on the PRECEDE-PROCEED framework in reducing MSD levels among CRO workers at Halim Perdanakusuma Airport and Husein Sastranegara Airport. The scope of the study included the assessment of musculoskeletal complaints among the entire CRO population at both locations. Methods: This study employed a quasi-experimental design using a Nonequivalent Control Group Design. A total sampling technique was applied, involving 36 CRO workers as participants. The primary instrument used was the Nordic Body Map (NBM) questionnaire to identify musculoskeletal complaints before and after the intervention. Data were analyzed using SPSS version 25 through univariate and bivariate analyses, including the Wilcoxon test for within-group comparisons and the Mann-Whitney U test for between-group comparisons. Results and Discussion: The findings showed that the mean MSD score in the experimental group decreased from 31 ± 5.3 to 29.2 ± 1.6 , while the control group experienced a slight increase from 31 ± 6.5 to 32.1 ± 6.2 . However, these differences were not statistically significant, as indicated by the within-group tests for the experimental group ($p = 0.062$) and the control group ($p = 0.690$), as well as the post-test between-group comparison ($p = 0.264$). Conclusion: It can be concluded that the workplace stretching intervention did not produce a statistically significant reduction in MSDs. This result may have been influenced by the limited duration of the intervention, the relatively small sample size, and the low baseline level of MSD risk among participants.

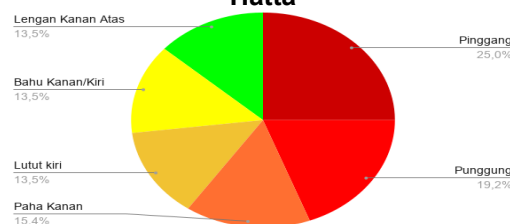
PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang terjadi di lingkungan kerja pada dasarnya dilatarbelakangi oleh lemahnya upaya preventif dalam menjamin dan melindungi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bagi tenaga kerja, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Data yang dirilis oleh International Labour Organization (ILO) pada tahun 2023 mencatat bahwa dari total 2,93 juta kematian pekerja, proporsi terbesar disumbang oleh penyakit akibat kerja sebesar 2,6 juta kasus (88,7%), sedangkan kecelakaan kerja menyumbang 330.000 kematian (11,3%) (Takala et al., 2024). Laporan tersebut juga menyimpulkan bahwa faktor ergonomi kerja berkontribusi terhadap kehilangan 12,27 juta tahun masa produktif yang sehat (Disability-Adjusted Life Years/DALYs) secara global dan menempati peringkat ketiga, setelah paparan jam kerja berlebih sebesar 23,26 juta dan

cedera fisik sebesar 26,44 juta yang masing-masing menempati peringkat kedua dan pertama (Pega, 2023; WHO & ILO, 2021)). Data dari program Jaminan Kecelakaan Kerja BPJS Ketenagakerjaan Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia mencatat sebanyak 370.747 kasus yang tersebar di 34 provinsi seluruh Indonesia pada tahun 2023. Pada tahun 2024, angka tersebut mengalami peningkatan signifikan menjadi 462.241 kasus atau setara dengan kenaikan sebesar 24,68%. Kondisi ini diperkuat oleh data prevalensi penyakit sendi atau musculoskeletal disorders yang dihimpun oleh (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018), yang mencatat 713.738 penderita di seluruh Indonesia. Provinsi dengan jumlah penderita penyakit sendi tertinggi adalah Jawa Barat dengan 131.846 orang, diikuti oleh Jawa Timur dengan 113.045 orang. Data tersebut mengindikasikan bahwa angka kejadian musculoskeletal disorders di Indonesia memiliki kecenderungan terus meningkat dari waktu ke waktu. Menurut (Hutabarat, 2017) mengidentifikasi beberapa faktor penyebab keluhan muskuloskeletal, meliputi peregangan otot yang berlebihan, gerakan repetitif, postur kerja yang tidak alamiah, faktor penyebab sekunder seperti tekanan mekanik, getaran, dan kondisi iklim mikro, serta faktor kombinasi yang mencakup usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, tingkat kebugaran jasmani, kekuatan fisik, dan karakteristik antropometri. Berbagai instrumen pengukuran ergonomi telah tersedia untuk menilai postur tubuh dalam kaitannya dengan risiko musculoskeletal disorders, di antaranya Nordic Body Map (NBM), Ovako Working Analysis System (OWAS), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), dan Rapid Entire Body Assessment (REBA).

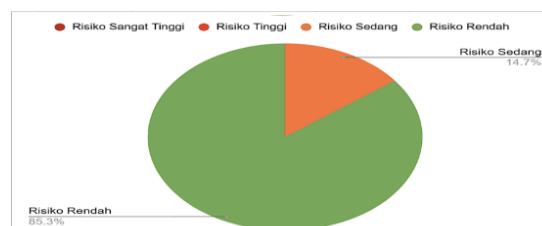
Adapun upaya pencegahan dapat dilakukan melalui intervensi pendidikan dan pelatihan guna meminimalkan gerakan berlebih serta mengoreksi postur kerja yang tidak alamiah (Hutabarat, 2017). Pembebanan pada sistem otot menimbulkan gangguan musculoskeletal disorders pekerja Certified Refueuler Officer. Sesuai dengan hasil *asessment* yang dikumpulkan oleh dokter perusahaan pada populasi 34 pekerja CRO bandara Soekarno Hatta menggunakan Nordic Body Map (NBM) tahun 2026. Gambar 1 Distribusi frekuensi nyeri otot pada Certified Refueller Officer (CRO) Bandara Soekarno-Hatta menunjukkan bahwa keluhan terbanyak terjadi pada pinggang (25,0%), diikuti oleh punggung (19,2%) dan paha kanan (15,4%), sementara lutut kiri, bahu kanan/kiri, dan lengan kanan atas masing-masing menyumbang proporsi yang sama sebesar 13,5%. Pola ini mencerminkan tingginya risiko musculoskeletal disorders akibat aktivitas kerja CRO yang melibatkan pengangkatan beban berat, postur membungkuk berulang, serta berdiri dalam waktu lama di area apron. Sedangkan gambar 2 menunjukkan bahwa hasil pemetaan awal ditemukan fakta bahwa 5 orang pekerja (14,7%) telah berada pada kategori keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) tingkat risiko sedang. Proporsi ini mengindikasikan bahwa secara empiris, sekitar 1 dari 6 pekerja CRO bekerja dengan kondisi menahan rasa nyeri otot. Temuan ini merupakan sinyal bahaya (*early warning sign*) yang harus diwaspadai. Jika tidak ada penanganan lebih lanjut, maka gangguan MSDs akan jauh lebih parah daripada sebelumnya. Hasil *assessment* CRO bandara Soekarno Hatta dengan Nordic Body Map ditunjukkan pada tabel berikut.

Gambar 1 Distribusi Frekuensi Nyeri Otot pada Certified Refeuler Officer Bandara Soekarno Hatta



Sumber data dokumentasi perusahaan 2026

Gambar 2 Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorders pada Certified Refeuler Officer Bandara Soekarno Hatta



Sumber data dokumentasi perusahaan 2026

Penelitian terdahulu masih terpusat gangguan muskuloskeletal serta intervensi berbasis edukasi pada populasi pekerja umum, sehingga intervensi peregangan pada kelompok kerja spesifik dengan risiko ergonomi tinggi belum mendapat perhatian yang memadai dalam literatur. Se jauh penelusuran yang telah dilakukan, belum terdapat penelitian yang mengkaji efektivitas intervensi peregangan kerja terstruktur selama satu bulan terhadap kondisi muskuloskeletal pada Certified Refueller Officer (CRO). Oleh karena itu, penelitian ini merupakan yang pertama mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji program peregangan kerja satu bulan secara terkontrol pada populasi CRO, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa rekomendasi intervensi ergonomi berbasis bukti yang relevan bagi sektor penerbangan darat.

(Karatrantou & Gerodimos, 2024) membuktikan efektivitas intervensi fisik di tempat kerja melalui studi terhadap 70 pekerja kantoran menggunakan *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (NMQ), yang mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal pada kelompok intervensi maupun kontrol dengan nyeri tulang belakang leher sebagai keluhan terbanyak, diikuti punggung bawah dan bahu, yang dipengaruhi oleh durasi duduk berkepanjangan, rendahnya aktivitas fisik, serta tuntutan kerja tinggi. Hasil intervensi menunjukkan penurunan signifikan pada durasi dan intensitas nyeri muskuloskeletal sebesar 43,1–70% serta berkurangnya angka absen kerja hingga 84,6% pada kelompok yang mendapatkan program peregangan ($P < 0,001$), sehingga menegaskan bahwa intervensi fisik terstruktur di tempat kerja merupakan strategi preventif yang efektif dalam mengatasi MSDs.

Mengacu pada keseluruhan bukti empiris tersebut dan mempertimbangkan kondisi petugas *Certified Refueler Officer* (CRO) yang melaksanakan aktivitas manual handling secara repetitif tanpa bekal pengetahuan ergonomi yang memadai, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh intervensi berupa ergonomic training dan work stretching exercise terhadap perbaikan postur kerja dan peningkatan pengetahuan ergonomi pada 27 pekerja CRO site Halim Perdanakusuma dan 9 pekerja site Husein Sastranegara. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental nonequivalent control group (pre-test dan post-test) tanpa pemilihan acak (Hardani & others, 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan Quasi-Experimental dengan model Nonequivalent Control Group Design, yang merupakan pengembangan dari desain eksperimen murni. Pengumpulan data dilakukan melalui dua instrumen utama kuesioner demografi untuk memperoleh data karakteristik responden seperti usia dan lama bekerja, serta kuesioner Nordic Body Map (NBM) guna memetakan distribusi keluhan pada sistem muskuloskeletal.

Adapun data sekunder dikumpulkan melalui studi dokumentasi, penelusuran arsip perusahaan, laporan berkala, dan kajian literatur yang relevan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh Certified Refueller Officer (CRO) yang bertugas di Bandara Halim Perdanakusuma dan Bandara Husein Sastranegara, dengan jumlah keseluruhan sebanyak 36 orang. Mengingat jumlah populasi yang tergolong kecil, yakni di bawah 100 orang, maka digunakan teknik total sampling, di mana seluruh anggota populasi sekaligus menjadi sampel dalam penelitian ini.

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25, meliputi analisis univariat untuk mendeskripsikan distribusi frekuensi setiap variabel penelitian, serta analisis bivariat untuk menguji perbedaan yang bermakna antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol (Hardani et.al, 2020). Tingkat risiko muskuloskeletal dikategorikan berdasarkan skor NBM, dengan rincian: skor 28–49 termasuk risiko ringan, skor 50–70 termasuk risiko sedang, skor 71–91 termasuk risiko tinggi, dan skor 92–112 termasuk risiko sangat tinggi (Tarwaka, 2004). Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan dengan nomor No. 012/KEPK/IV/2026.

HASIL

Pemaparan karakteristik responden dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum yang komprehensif mengenai profil demografi dan latar belakang operasional para subjek penelitian. Data ini dihimpun dari total populasi sebanyak 36 pekerja Certified Refueler Officer (CRO), yang terdistribusi secara spesifik ke dalam kelompok eksperimen di Bandara Halim Perdanakusuma dan kelompok kontrol di Bandara Husein Sastranegara. Rincian distribusi karakteristik responden tersebut diuraikan pada tabel-tabel berikut:

Tabel 1. Karakteristik sampel plitian

Variabel		Eksperimen		Kontrol		Mean $\pm$ SD n=36
		Frekuensi n=27	%	frekuensi n = 9	%	
Umur	< 35 tahun	10	37,04%	3	33,33%	37 $\pm$ 5,5
	> 36Tahun	17	62,96%	6	66,67%	
	Total	27	100	9	100%	
Masa Kerja	< 1 Tahun	0	0%	0	0%	10 $\pm$ 3
	1 s/d 5 Tahun	1	0,03%	1	11,11%	
	> 5 Tahun	26	99,7%	8	89,99%	
	Total	27	100	9	100%	
Body Mass Index (Kg/m ²)	Underweight< 9	3	11,1%	0	0%	25,3 $\pm$ 3,5
	Stress Sedang 18,5 - 22,9	6	22,2%	1	11,11%	
	Overweight 23 - 24,9	6	22,2%	1	11,11%	
	Obesity 1 25 - 29,9	10	37,0%	6	66,66%	
	obesity 2 > 30	2	7,4%	1	11,11%	
	Total	27	100	9	100%	

Berdasarkan karakteristik usia, sebagian besar responden pada kelompok eksperimen (CRO Bandara Halim Perdanakusuma) berusia lebih dari 36 tahun sebanyak 17 orang (62,96%), sedangkan pada kelompok kontrol (CRO Bandara Husein Sastranegara) juga didominasi usia lebih dari 36 tahun sebanyak 6 orang (66,67%), dengan rerata usia keseluruhan 37 $\pm$ 5,5 tahun.

Ditinjau dari masa kerja, hampir seluruh responden di kedua kelompok telah bekerja lebih dari 5 tahun, yaitu 26 orang (99,7%) pada kelompok eksperimen dan 8 orang (89,99%) pada kelompok kontrol, dengan rerata masa kerja 10 $\pm$ 3 tahun. Pada variabel Body Mass Index (BMI), kelompok eksperimen didominasi kategori Obesity 1 (25–29,9 kg/m²) sebanyak 10 orang (37,0%), sementara kelompok kontrol juga didominasi Obesity 1 sebanyak 6 orang (66,66%), dengan rerata BMI keseluruhan 25,3 $\pm$ 3,5 kg/m².

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Musculoskeletal Disorders

Nordic Body Map	Eksperimen				Kontrol			
	Pre-Test		Post-Test		Pre-Test		Post-Test	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Risiko Rendah Skor 28 - 49	27	100%	27	100%	9	100%	9	100%
Risiko Sedang Skor 50 – 70	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Risiko Tinggi Skor 71 – 91	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Risiko Sangat Tinggi Skor 92 - 112	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Distribusi frekuensi pada tabel 2. mengonfirmasi bahwa baik sebelum (Pre) maupun sesudah (Post) intervensi, 100% pekerja Certified Refueler Officer (CRO) di kedua site tetap berada di dalam kluster "Risiko Tinggi" (High Risk). Berdasarkan kategori Risiko pada Nordic body map, intervensi perilaku atau administratif tidak mampu menggeser satu pun pekerja keluar dari zona risiko yang memerlukan tindakan perbaikan segera tersebut. Namun, secara nilai rata – rata hasil mengalami penurunan tetapi karena batasan kategori dari metode NBM itu sendiri. Skor Nordic body map untuk kategori "Risiko Rendah" berada pada rentang angka 28 hingga 49.

Tabel 3. Uji Komparasi Intrakelompok Eksperimen

Musculoskeletal Disorders (MSDs)	Pre-Test	Post-Test	P value (CI 95%)
	Mean $\pm$ SD N=27	Mean $\pm$ SD N=27	
Kelompok Eksperimen	31 $\pm$ 5,3	29,2 $\pm$ 1,6	0.062 ^W
Kelompok Kontrol	31 $\pm$ 6,5	32,1 $\pm$ 6,2	0,690 ^W

Catatan:

^M Uji Wilcoxon Test

Berdasarkan hasil analisis, rerata skor Musculoskeletal Disorders (MSDs) kelompok eksperimen pada pengukuran pre-test adalah 31 $\pm$ 5,3 dan menurun menjadi 29,2 $\pm$ 1,6 pada post-test. Pada kelompok kontrol, rerata skor MSDs pre-test tercatat sebesar 31 $\pm$ 6,5 dan sedikit meningkat menjadi 32,1 $\pm$ 6,2 pada post-test.

Hasil uji komparasi intrakelompok menggunakan uji Wilcoxon pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan skor MSDs pada kelompok eksperimen tidak signifikan secara statistik dengan nilai p = 0,062. Pada Tabel 4, perubahan skor MSDs pada kelompok kontrol juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai p = 0,690.

Tabel 4. Uji Komparasi Post Test Antar Kelompok

Variabel	Mean $\pm$ SD N=36	Eksperimen	Kontrol	P value (CI 95%)
		Mean $\pm$ SD N=27	Mean $\pm$ SD N=9	
Musculoskeletal disorders	29,94 $\pm$ 3,5	29,2 $\pm$ 1,6	32,1 $\pm$ 6,2	0.264 ^M

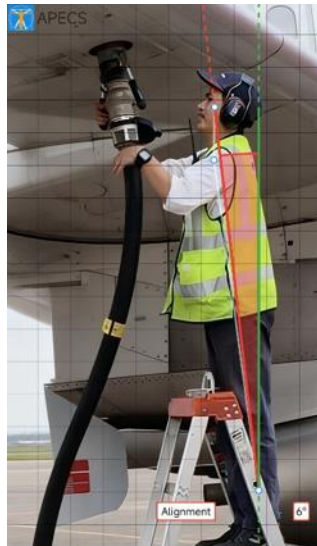
Catatan:

^M Uji mann whitney U-Test

Adapun pada Tabel 4, hasil uji komparasi post-test antarkelompok menggunakan uji Mann-Whitney U-Test menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara skor MSDs kelompok eksperimen (29,2 $\pm$ 1,6) dan kelompok kontrol (32,1 $\pm$ 6,2) dengan nilai p = 0,264. Analisis postur menggunakan APECS menunjukkan bahwa pekerja CRO bekerja dalam postur lutut menekuk ekstrem (38°) dan kaki miring (77°) saat pengisian melalui hydrant pit pada gambar 3. Gambar 4 postur overhead dengan alignment 6° saat pengisian melalui wing port pesawat.



Gambar 3 Postur tubuh saat menarik selang



Gambar 4 Postur tubuh saat memasang nozzle ke coupling pesawat.

PEMBAHASAN

Karakteristik demografis responden dalam penelitian ini mencerminkan profil risiko muskuloskeletal yang kompleks dan berlapis. Rerata usia keseluruhan sebesar $37 \pm 5,5$ tahun dengan dominasi kelompok usia lebih dari 36 tahun menunjukkan bahwa sebagian besar CRO berada pada rentang usia produktif pertengahan, di mana kapasitas fisik mulai mengalami penurunan progresif seiring bertambahnya usia. penelitian terbaru mengonfirmasi bahwa usia di atas 45 tahun merupakan faktor risiko independen terhadap kejadian WMSDs dengan adjusted odds ratio 1,4–2,3, dan interaksi antara usia lanjut dengan paparan ergonomi tinggi terbukti memperburuk kualitas kehidupan kerja secara signifikan.

Ditinjau dari masa kerja, hampir seluruh responden telah bekerja lebih dari 5 tahun dengan rerata 10 ± 3 tahun, yang mengindikasikan akumulasi paparan ergonomi kronis berupa postur janggal dan beban kerja fisik berulang; bukti dari studi prospektif terbaru menegaskan bahwa penilaian paparan kumulatif dari waktu ke waktu merupakan pendekatan yang paling meyakinkan untuk membuktikan kausalitas antara durasi kerja dan kejadian MSDs.

Pada variabel *Body Mass Index*, dominasi kategori Obesity 1 ($25\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$) di kedua kelompok dengan rerata $25,3 \pm 3,5 \text{ kg/m}^2$ memperburuk beban biomekanik pada sistem muskuloskeletal, sebagaimana obesitas terbukti berkontribusi pada komplikasi muskuloskeletal melalui stres biomekanik dan inflamasi kronis adiposopatik, yang secara khusus menghasilkan perubahan biomekanik spinal dan meningkatkan insidensi nyeri punggung bawah.

Distribusi frekuensi pada kedua kelompok yang seluruhnya tetap berada dalam kategori risiko tinggi berdasarkan Nordic Body Map (NBM), baik sebelum maupun sesudah intervensi, tidak serta-merta mengindikasikan ketidakefektifan program peregangan kerja, melainkan mencerminkan konfluensi antara tiga kondisi struktural: durasi intervensi satu bulan yang belum memadai dalam kerangka teori PRECEDE-PROCEED, keterbatasan besaran sampel dalam mendeteksi perubahan distribusi kategorikal secara statistik.

Kondisi *floor effect* di mana seluruh responden telah terkonsentrasi pada kategori risiko rendah sejak baseline (skor NBM pre-test: $31 \pm 5,3$ pada kelompok eksperimen). Hasil uji Wilcoxon menunjukkan penurunan skor MSDs pada kelompok eksperimen ($31 \pm 5,3 \rightarrow 29,2 \pm 1,6$; $p = 0,062$) yang tidak bermakna secara statistik, sementara kelompok kontrol menunjukkan peningkatan ringan ($31 \pm 6,5$ menjadi $32,1 \pm 6,2$; $p = 0,690$) hasil uji Mann-Whitney antarkelompok pun tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,264$). Temuan ini konsisten dengan bukti dari studi intervensi terbaru, di mana program latihan komprehensif di tempat kerja selama 6 bulan pada pekerja kantoran baru menghasilkan penurunan nyeri muskuloskeletal yang bermakna, dengan intervensi yang dilaksanakan setiap hari kerja dalam periode tersebut (Alangari et al., 2022; Macdonald & Oakman, 2024).

Selain itu, partisipasi yang konsisten dalam sesi *workplace stretching exercise* terbukti meningkatkan fleksibilitas otot dan sirkulasi darah sehingga mengurangi keluhan MSD, namun efek tersebut baru terdeteksi setelah program dilaksanakan secara penuh dan berkelanjutan. Kondisi ini diperburuk oleh faktor risiko struktural yang melekat pada pekerjaan CRO, yakni postur lutut menekuk ekstrem (38°) dan kaki miring (77°) saat pengisian melalui *hydrant pit*, serta postur *overhead* dengan

alignment 6° saat pengisian melalui *wing port* pesawat sebagaimana teridentifikasi melalui analisis APECS, sehingga paparan terhadap beberapa faktor ergonomi buruk secara bersamaan terbukti meningkatkan risiko MSDs secara signifikan dibandingkan paparan faktor tunggal, dengan *odds ratio* berkisar antara 2,83 hingga 6,92.

Kondisi ini selaras dengan pernyataan (Fan, Tan, Smith, & Wang, 2024) bahwa MSDs pada pekerja pengisian bahan bakar bersifat multifaktorial dengan prevalensi global mencapai 51,2%–86%, sehingga diperlukan pendekatan intervensi yang lebih komprehensif mencakup rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan perpanjangan periode intervensi agar pergeseran kategori risiko yang bermakna secara klinis dapat tercapai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Intervensi ergonomi yang diberikan tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat MSDs pada kelompok eksperimen ($p = 0,062$) maupun kelompok kontrol ($p = 0,690$), dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada skor MSDs antarkelompok pascaintervensi ($p = 0,264$). Kondisi ini dipengaruhi oleh tiga faktor utama. Pertama, durasi intervensi selama satu bulan belum memadai untuk menghasilkan perubahan fisiologis yang terukur, sebagaimana diprediksikan oleh kerangka teori PRECEDE-PROCEED bahwa perubahan kondisi kesehatan merupakan luaran jangka menengah hingga panjang. Kedua, ukuran sampel yang kecil membatasi kekuatan statistik dalam mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi. Ketiga, kondisi baseline MSDs di kedua lokasi sejak awal telah berada pada kategori risiko rendah, sehingga ruang perubahan yang dapat dideteksi secara kategorikal menjadi terbatas.

Bagi peneliti selanjutnya, terdapat tiga saran yang diberikan antara lain untuk memperpanjang durasi intervensi ergonomi minimal selama enam bulan. Hal ini merujuk pada kerangka teori PRECEDE-PROCEED serta bukti empiris dari berbagai studi terdahulu yang menunjukkan bahwa perbaikan postur kerja dan penurunan keluhan MSDs baru termanifestasi secara signifikan pada intervensi dengan durasi yang lebih panjang. Hosseini et al. (2025), Hemati et al. (2020), serta Karatrantou dan Gerodimos (2024) seluruhnya membuktikan efektivitas intervensi ergonomi pada durasi enam bulan, sehingga perpanjangan durasi diyakini akan menghasilkan perubahan tidak hanya pada ranah kognitif, tetapi juga pada ranah psikomotorik dan fisiologis (Cherry, Beach, & Galarneau, 2025; Prihanto, Widajati, & Aderilla, 2025).

Selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan sampel dengan melibatkan Certified Refueler Officer dari berbagai bandara lain. Sebagai contoh Bandara Kertajati, Juanda, Kualanamu, dan Sultan Mahmud Badaruddin II. Perluasan sampel ini diperlukan untuk meningkatkan kekuatan statistik (*statistical power*) serta mengurangi bias yang bersumber dari karakteristik budaya organisasi. Terakhir, penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan intervensi yang mencakup ketiga faktor dalam kerangka PRECEDE-PROCEED secara bersamaan, yakni modifikasi pengetahuan pada faktor predisposisi, rekayasa stasiun kerja pada faktor pemungkin, serta pengendalian durasi kerja dan aktivitas berulang pada faktor penguat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alangari, A. A., Almutairi, M. M., Alrrajeh, A. M., Aleidi, M. A., Alqarni, M. A., Almeneif, H. A., ... Almklass, A. M. (2022). The Relation Between Body Mass Index and Musculoskeletal Injury. *Cureus*, 14(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.28965>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Riset Kesehatan Dasar 2018*.
- Cherry, N., Beach, J., & Galarneau, J.-M. (2025). The Relation of Musculoskeletal Disorders to Ergonomic Work Demands in Welders and Electrical Workers: A Prospective Canadian Cohort Study. *Annals of Work Exposures and Health*, 69(6), 626–640. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxaf029>
- Fan, J., Tan, X., Smith, A. P., & Wang, J. (2024). Work-related Musculoskeletal Disorders, Fatigue and Stress Among Gas Station Workers in China: A Cross-sectional Study. *BMJ Open*, 14(7). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-081853>
- Hardani, & others. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. CV. Pustaka Ilmu.
- Hutabarat, J. (2017). *Dasar Dasar Pengetahuan Ergonomi*. Media Nusa Creative.
- Karatrantou, K., & Gerodimos, V. (2024). A Comprehensive Workplace Exercise Intervention to Reduce Musculoskeletal Pain and Improve Functional Capacity in Office Workers: A Randomized Controlled Study. *Healthcare*, 12(9), 915. <https://doi.org/10.3390/healthcare12090915>

- Macdonald, W. A., & Oakman, J. (2024). Changes Needed to Reduce Risk of Musculoskeletal Disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 67(7), 575–581. <https://doi.org/10.1002/ajim.23613>
- Pega, F. (2023). Global, Regional and National Burdens of Non-melanoma Skin Cancer Attributable to Occupational Exposure to Solar Ultraviolet Radiation for 183 Countries, 2000–2019: A Systematic Analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease. *Environment International*.
- Prihanto, R. L., Widajati, N., & Aderilla, S. (2025). Effect of Workplace Stretching Exercise (WSE) Intervention on Musculoskeletal Disorders (MSDS) Complaints. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 10(11), 9460–9472. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i11.62406>
- Takala, J., Hämäläinen, P., Sauni, R., Nygård, C.-H., Gagliardi, D., & Neupane, S. (2024). Global, Regional and Country Level Estimates of the Work-related Burden of Diseases and Accidents in 2019. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*.
- WHO, & ILO. (2021). *WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000-2016*. WHO & ILO.