



Pola Keluhan Muskuloskeletal pada Tiga Mekanik Kendaraan Niaga: Studi Kasus Menggunakan *Nordic Body Map*

Musculoskeletal Complaint Patterns among Three Commercial Vehicle Mechanics: A Case Study Using the Nordic Body Map

Muhammad Al Rohan Afrullah¹, Milana^{1*}, Wagino¹, Donny Fernandez¹

Abstrak

Pekerjaan mekanik kendaraan niaga melibatkan postur dan aktivitas fisik yang dapat disertai keluhan muskuloskeletal. Penelitian ini bertujuan memetakan lokasi dan intensitas keluhan pada tiga mekanik Bengkel X menggunakan *Nordic Body Map* (NBM). Penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus menggunakan NBM pada 28 bagian tubuh berskala 1–4 dan pertanyaan jawaban jamak mengenai aktivitas yang dipersepsikan berkaitan dengan keluhan. Enam bagian tubuh memenuhi kriteria operasional dominan, yaitu leher bagian atas, leher bagian bawah, bahu kiri, bahu kanan, punggung, dan pinggang. Punggung menunjukkan pola paling konsisten dengan skor 3 pada seluruh mekanik. Dari 84 penilaian bagian tubuh, 45,2% termasuk tidak sakit, 40,5% agak sakit, dan 14,3% sakit. Temuan bersifat spesifik pada studi kasus ini dan dapat digunakan sebagai skrining awal untuk memprioritaskan asesmen ergonomi objektif di Bengkel X.

Kata Kunci

keluhan muskuloskeletal; gangguan muskuloskeletal terkait kerja; mekanik kendaraan niaga; Nordic Body Map; ergonomi kerja

Abstract

Commercial vehicle mechanics perform physically demanding tasks that may be associated with musculoskeletal complaints. This study aimed to identify the location and intensity of musculoskeletal complaints among three mechanics at Workshop X using the Nordic Body Map (NBM). A descriptive quantitative case-study design was applied. The NBM assessed 28 body regions on a 1–4 scale, supplemented by multiple-response questions on activities perceived to trigger complaints. Six body regions met the dominant-complaint criterion: upper neck, lower neck, left shoulder, right shoulder, back, and lower back. The back showed the most consistent complaint intensity, with all mechanics reporting a score of 3. Of 84 body-region ratings, 45.2% were classified as no pain, 40.5% as mild pain, and 14.3% as pain. These findings provide preliminary screening information for prioritizing objective ergonomic assessment at Workshop X and should not be interpreted as population prevalence or causal evidence.

Keywords

musculoskeletal complaints; work-related musculoskeletal disorders (WMSDs); commercial vehicle mechanics; Nordic Body Map; occupational ergonomics

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

* milana@ft.unp.ac.id

Dikirimkan: 07 Mei 2026. Diterima: 13 Agustus 2026. Diterbitkan: 21 Agustus 2026.

PENDAHULUAN

Pekerjaan perawatan dan perbaikan kendaraan masih melibatkan tuntutan fisik langsung, termasuk membongkar dan memasang komponen, menggunakan perkakas, mengangkat atau

memindahkan beban, serta mempertahankan posisi membungkuk, jongkok, berlutut, atau menjangkau. Kombinasi tuntutan tersebut dapat membebani sistem otot dan rangka dan berkaitan dengan gangguan muskuloskeletal terkait kerja (*work-related musculoskeletal disorders/WMSDs*). Pada mekanik kendaraan, keluhan sering ditemukan pada punggung bawah dan lutut, sedangkan penilaian postur juga menunjukkan adanya paparan ergonomi selama pekerjaan perbaikan [1].

Pola keluhan pada mekanik tidak terbatas pada satu wilayah tubuh. Studi lapangan pada mekanik bengkel otomotif menunjukkan akumulasi ketegangan muskuloskeletal pada punggung bawah, bahu, dan ekstremitas atas [2]. Pada pekerjaan mekanik yang menggunakan perkakas bertenaga, paparan getaran tangan-lengan juga dipengaruhi oleh pola penggunaan alat, durasi, dan karakteristik tugas [3]. Sementara itu, kajian pada bengkel kendaraan berat menempatkan postur batang tubuh dan lengan, penggunaan gaya, penanganan beban, serta durasi kerja sebagai unsur penting dalam penilaian risiko muskuloskeletal [4]. Bukti tersebut menunjukkan bahwa keluhan perlu dibaca sebagai pola multiwilayah yang berkaitan dengan karakteristik pekerjaan, bukan sebagai masalah satu bagian tubuh yang berdiri sendiri.

Variasi pola tersebut juga terlihat pada pekerja pemeliharaan kendaraan, dengan keluhan yang banyak dilaporkan pada punggung bawah, leher, dan bahu [5]. Tinjauan mutakhir mengenai WMSDs di industri otomotif menegaskan bahwa karakteristik tugas, postur, pengulangan, beban, dan organisasi kerja perlu dipertimbangkan secara terpadu karena metode dan populasi yang berbeda menghasilkan profil keluhan yang tidak selalu sama [6]. Dalam konteks pendidikan dan workshop teknik kendaraan ringan di Indonesia, penelitian terdahulu telah membahas pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja, implementasi sistem K3, serta penguatan perilaku K3 [7]–[9]. Namun, kajian tersebut berfokus pada sistem dan praktik K3, bukan pemetaan keluhan muskuloskeletal pada mekanik aktif di bengkel kendaraan niaga.

Kebutuhan data yang lebih spesifik menjadi penting ketika bengkel memiliki kelompok mekanik yang kecil dan karakteristik pekerjaan yang khas. Pada kondisi tersebut, studi kasus dapat digunakan untuk memperoleh gambaran awal mengenai bagian tubuh yang paling konsisten dikeluhkan sebelum dilakukan pengukuran ergonomi objektif. Salah satu instrumen yang digunakan di Indonesia untuk tujuan pemetaan tersebut adalah *Nordic Body Map* (NBM), yaitu peta tubuh berbasis laporan mandiri yang memberikan skor intensitas keluhan pada sejumlah bagian tubuh [10]. Karena instrumen ini bersifat subjektif, hasilnya perlu diposisikan sebagai informasi skrining, bukan sebagai pengukuran postur atau tingkat paparan ergonomi.

NBM dalam penelitian ini juga perlu dibedakan dari Standardised Nordic Questionnaire atau Nordic Musculoskeletal Questionnaire yang dikembangkan oleh Kuorinka et al. [11]. Keduanya sama-sama menggunakan lokasi anatomi sebagai dasar pelaporan keluhan, tetapi struktur pertanyaan dan format penilaiannya tidak identik. Format NBM 28 bagian tubuh yang digunakan pada penelitian ini mengikuti penggunaan instrumen dalam penelitian ergonomi Indonesia yang lebih baru [12], sehingga interpretasinya dibatasi pada skor keluhan yang diberikan responden.

Bengkel X di Kota Padang melayani pemeriksaan, perawatan berkala, perbaikan, dan penggantian komponen pada kendaraan niaga ringan, terutama pikap dan truk ringan. Kelompok mekanik tetap yang aktif pada area servis berjumlah tiga orang, dan seluruh mekanik tersebut menjadi responden. Berdasarkan konteks ini, penelitian bertujuan mengidentifikasi pola lokasi dan intensitas keluhan muskuloskeletal pada tiga mekanik kendaraan niaga menggunakan NBM. Penelitian tidak dimaksudkan untuk mengestimasi prevalensi pada populasi mekanik atau menguji hubungan sebab-akibat antara aktivitas kerja dan keluhan. Kontribusinya adalah menyediakan data dasar spesifik Bengkel X untuk menentukan bagian tubuh dan aktivitas yang perlu diprioritaskan dalam asesmen ergonomi objektif berikutnya.

METODE PENELITIAN

Desain, lokasi, dan responden

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dalam kerangka studi kasus untuk menggambarkan pola lokasi dan intensitas keluhan muskuloskeletal pada mekanik Bengkel X, Kota Padang. Penelitian bersifat nonintervensi. Pengumpulan data dilakukan pada 30 Mei 2026 pada akhir hari kerja setelah mekanik menyelesaikan aktivitas pekerjaan. Bengkel tidak menerapkan sistem giliran kerja; mekanik bekerja pukul 08.00–17.00 dan menangani kendaraan niaga ringan berupa pikap dan truk ringan. Aktivitas rutin mencakup pemeriksaan, perawatan, pembongkaran dan pemasangan komponen, serta penggunaan peralatan kerja.

Kelompok kasus terdiri atas seluruh mekanik tetap yang aktif bekerja pada area servis Bengkel X, yaitu tiga orang. Seluruh mekanik yang terlibat langsung dalam pekerjaan perawatan dan perbaikan kendaraan dijadikan responden, sehingga tidak dilakukan pemilihan sampel di dalam kelompok tersebut. Penelitian tidak menetapkan masa kerja minimum dan tidak menggunakan kriteria eksklusi khusus karena ketiga mekanik memenuhi kriteria keterlibatan kerja yang ditetapkan.

Sebelum pengisian kuesioner, responden menerima penjelasan mengenai tujuan dan proses penelitian serta menyatakan persetujuan untuk berpartisipasi. Pengambilan data dilakukan setelah terdapat izin tertulis dari pihak perusahaan. Identitas perusahaan disamarkan sebagai Bengkel X dan identitas responden disajikan sebagai Mekanik 1, Mekanik 2, dan Mekanik 3. Informasi pribadi yang tidak diperlukan untuk analisis tidak dicantumkan dalam hasil.

Instrumen *Nordic Body Map*

Format NBM yang digunakan memetakan 28 bagian tubuh dengan skala intensitas 1–4. Skor 1 menyatakan tidak sakit, skor 2 agak sakit, skor 3 sakit, dan skor 4 sangat sakit, sesuai penggunaan skala NBM pada penelitian ergonomi di Indonesia [10]. Daftar 28 bagian tubuh mengacu pada format yang digunakan Herlinawati et al. [12]. NBM digunakan untuk memetakan keluhan subjektif dan tidak diperlakukan sebagai pengukuran objektif terhadap postur, paparan, atau tingkat risiko ergonomi.

Instrumen tersebut dibedakan dari Standardised Nordic Questionnaire [11] karena bentuk pertanyaan, jumlah lokasi, dan sistem skornya tidak sepenuhnya sama. Penelitian ini tidak melakukan pengujian ulang validitas dan reliabilitas NBM pada tiga responden penelitian. Oleh karena itu, skor dipakai sebagai deskripsi keluhan dalam studi kasus dan tidak digunakan untuk membuat pernyataan psikometrik mengenai instrumen. Pemetaan 28 bagian tubuh pada instrumen ditunjukkan pada [Gambar 1](#).

No	Lokasi Keluhan	Tingkat Keluhan			
		1	2	3	4
0	Nyeri/kaku pada leher bagian atas				
1	Nyeri/kaku pada leher bagian bawah				
2	Nyeri pada bahu kiri				
3	Nyeri pada bahu kanan				
4	Nyeri pada lengan atas kiri				
5	Nyeri pada punggung				
6	Nyeri pada lengan atas kanan				
7	Nyeri pada pinggang				
8	Nyeri pada bokong				
9	Nyeri pada bagian bawah bokong				
10	Nyeri pada siku kiri				
11	Nyeri pada siku kanan				
12	Nyeri pada lengan bawah kiri				
13	Nyeri pada lengan bawah kanan				
14	Nyeri pada pergelangan tangan kiri				
15	Nyeri pada pergelangan tangan kanan				
16	Nyeri pada tangan kiri				
17	Nyeri pada tangan kanan				
18	Nyeri pada paha kiri				
19	Nyeri pada paha kanan				
20	Nyeri pada lutut kiri				
21	Nyeri pada lutut kanan				
22	Nyeri pada betis kiri				
23	Nyeri pada betis kanan				
24	Nyeri pada pergelangan kaki kiri				
25	Nyeri pada pergelangan kaki kanan				
26	Nyeri pada kaki kiri				
27	Nyeri pada kaki kanan				

Gambar 1. Peta lokasi keluhan pada instrumen *Nordic Body Map*.

Sumber: diadaptasi dari Herlinawati et al. [12].

Pengelompokan wilayah tubuh dan aktivitas kerja

Untuk mengorganisasi penyajian, 28 bagian tubuh dikelompokkan menjadi tiga wilayah anatomis. Leher dan batang tubuh mencakup leher bagian atas, leher bagian bawah, punggung, pinggang, bokong, dan bagian bawah bokong. Ekstremitas atas mencakup bahu, lengan atas, siku, lengan bawah, pergelangan tangan, dan tangan pada sisi kiri dan kanan. Ekstremitas bawah mencakup paha, lutut, betis, pergelangan kaki, dan kaki pada sisi kiri dan kanan. Pengelompokan didasarkan pada kedekatan anatomis dan mengadaptasi prinsip pengorganisasian wilayah tubuh dalam penilaian muskuloskeletal [13]; pengelompokan tidak mengubah skor setiap bagian tubuh.

Kuesioner juga memuat delapan aktivitas yang disusun peneliti berdasarkan pekerjaan umum di Bengkel X: mengangkat komponen kendaraan, membungkuk dalam waktu lama, jongkok saat melakukan perbaikan, menengadah saat bekerja, berdiri dalam waktu lama, duduk dalam waktu lama, menggunakan alat kerja secara berulang, serta mendorong atau menarik kendaraan. Responden dapat memilih lebih dari satu aktivitas yang mereka persepsikan berkaitan dengan keluhan. Bagian ini merupakan pertanyaan tambahan di luar 28 bagian tubuh NBM dan digunakan sebagai data persepsi, bukan pengukuran paparan ergonomi objektif.

Prosedur dan analisis data

Pada saat pengisian NBM tidak ditetapkan periode acuan tertentu, misalnya satu giliran kerja atau tujuh hari terakhir. Responden diminta menilai bagian tubuh yang dirasakan

mengalami keluhan pada saat pengisian. Tidak adanya periode acuan yang seragam dipertimbangkan sebagai keterbatasan karena responden dapat menggunakan kerangka waktu yang berbeda ketika memberikan skor.

Setelah kuesioner diperiksa kelengkapannya, skor pada 28 bagian tubuh dibandingkan antarmekanik. Dalam penelitian ini, istilah bagian tubuh dominan merupakan kriteria operasional: suatu bagian tubuh dikategorikan dominan apabila ketiga responden memberikan skor ≥ 2 . Jumlah responden yang memberikan skor 3 kemudian digunakan untuk membedakan intensitas di antara bagian tubuh yang memenuhi kriteria tersebut. Analisis tetap dilakukan pada tingkat bagian tubuh; total skor NBM tidak digunakan sebagai ukuran risiko individu.

Distribusi kategori keluhan dihitung dari 84 penilaian bagian tubuh yang berasal dari tiga mekanik $\times$ 28 bagian tubuh. Frekuensi setiap kategori dibagi dengan 84 dan dikalikan 100%. Karena 84 penilaian tersebut bersarang pada tiga orang yang sama, penilaian tidak diperlakukan sebagai 84 observasi independen dan persentasenya tidak digunakan untuk mengestimasi prevalensi populasi.

Data aktivitas kerja dianalisis berdasarkan jumlah responden yang memilih setiap aktivitas. Karena jawaban bersifat jamak, persentase tiap aktivitas dihitung terhadap tiga responden dan hanya digunakan sebagai informasi pelengkap. Penelitian tidak menggunakan statistik inferensial karena tujuan analisis adalah mendeskripsikan pola pada satu studi kasus dengan jumlah responden sangat terbatas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik responden

Penelitian melibatkan tiga mekanik laki-laki yang aktif pada area servis Bengkel X. Ketiganya terlibat langsung dalam pemeriksaan, perawatan, serta perbaikan kendaraan niaga. Karakteristik usia, masa kerja, berat badan, dan tinggi badan disajikan pada [Tabel 1](#) sebagai konteks deskriptif responden, bukan sebagai variabel untuk menguji hubungan dengan keluhan muskuloskeletal.

Tabel 1. Karakteristik responden penelitian di Bengkel X.

Responden	Jenis Kelamin	Usia	Masa Kerja	Berat Badan	Tinggi Badan
Mekanik 1	Laki-laki	25 tahun	4 tahun	58 kg	170 cm
Mekanik 2	Laki-laki	26 tahun	4 tahun	50 kg	165 cm
Mekanik 3	Laki-laki	23 tahun	4 tahun	52 kg	168 cm

Ketiga mekanik memiliki masa kerja yang sama, yaitu empat tahun, dengan rentang usia 23–26 tahun. Berat badan berkisar 50–58 kg dan tinggi badan 165–170 cm. Keseragaman masa kerja tidak digunakan untuk menyimpulkan homogenitas paparan karena durasi, frekuensi, serta variasi pekerjaan harian tidak diukur.

Pola keluhan muskuloskeletal

Pengisian NBM menghasilkan skor pada 28 bagian tubuh untuk masing-masing mekanik. [Tabel 2](#) menyajikan skor individu, jumlah responden dengan skor ≥ 2 , dan jumlah responden dengan skor 3. Berdasarkan kriteria operasional penelitian, enam bagian tubuh memenuhi kategori dominan: leher bagian atas, leher bagian bawah, bahu kiri, bahu kanan, punggung, dan pinggang.

Tabel 2. Distribusi skor Nordic Body Map berdasarkan bagian tubuh dan wilayah anatomis.

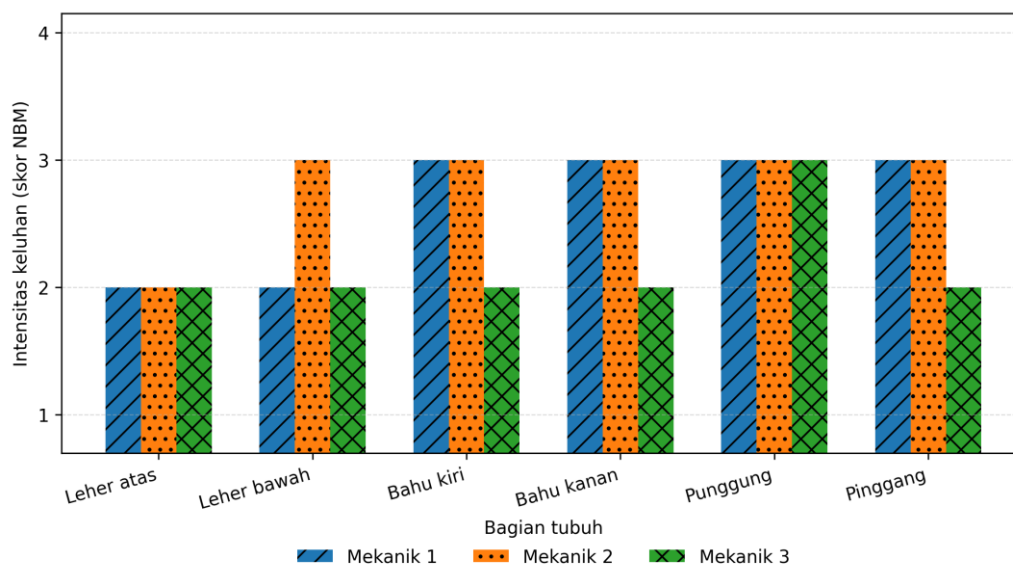
No.	Klasifikasi Area Tubuh	Bagian Tubuh	Mekanik 1	Mekanik 2	Mekanik 3	Jumlah Skor ≥ 2	Jumlah Skor 3
1	Leher dan batang tubuh	Leher bagian atas	2	2	2	3	0
2	Leher dan batang tubuh	Leher bagian bawah	2	3	2	3	1
3	Ekstremitas atas	Bahu kiri	3	3	2	3	2
4	Ekstremitas atas	Bahu kanan	3	3	2	3	2
5	Ekstremitas atas	Lengan atas kiri	2	2	1	2	0
6	Leher dan batang tubuh	Punggung	3	3	3	3	3
7	Ekstremitas atas	Lengan atas kanan	2	2	1	2	0
8	Leher dan batang tubuh	Pinggang	3	3	2	3	2
9	Leher dan batang tubuh	Bokong	3	1	1	1	1
10	Leher dan batang tubuh	Bagian bawah bokong	3	1	1	1	1
11	Ekstremitas atas	Siku kiri	1	1	1	0	0
12	Ekstremitas atas	Siku kanan	1	1	1	0	0
13	Ekstremitas atas	Lengan bawah kiri	2	2	1	2	0
14	Ekstremitas atas	Lengan bawah kanan	2	2	1	2	0
15	Ekstremitas atas	Pergelangan tangan kiri	2	1	1	1	0
16	Ekstremitas atas	Pergelangan tangan kanan	2	1	1	1	0

No.	Klasifikasi Area Tubuh	Bagian Tubuh	Mekanik 1	Mekanik 2	Mekanik 3	Jumlah Skor ≥ 2	Jumlah Skor 3
17	Ekstremitas atas	Tangan kiri	2	2	1	2	0
18	Ekstremitas atas	Tangan kanan	2	2	1	2	0
19	Ekstremitas bawah	Paha kiri	2	2	1	2	0
20	Ekstremitas bawah	Paha kanan	2	2	1	2	0
21	Ekstremitas bawah	Lutut kiri	2	2	1	2	0
22	Ekstremitas bawah	Lutut kanan	2	2	1	2	0
23	Ekstremitas bawah	Betis kiri	2	2	1	2	0
24	Ekstremitas bawah	Betis kanan	2	2	1	2	0
25	Ekstremitas bawah	Pergelangan kaki kiri	1	1	1	0	0
26	Ekstremitas bawah	Pergelangan kaki kanan	1	1	1	0	0
27	Ekstremitas bawah	Kaki kiri	1	1	1	0	0
28	Ekstremitas bawah	Kaki kanan	1	1	1	0	0

Keterangan: 1 = tidak sakit; 2 = agak sakit; 3 = sakit; 4 = sangat sakit. Kriteria dominan dalam penelitian ini: skor ≥ 2 pada ketiga mekanik.

Sumber: hasil pengolahan data Nordic Body Map, 2026.

Punggung menunjukkan pola paling konsisten karena seluruh mekanik memberikan skor 3. Bahu kiri, bahu kanan, dan pinggang memperoleh skor 3 pada dua mekanik dan skor 2 pada satu mekanik, sedangkan keluhan leher berada pada rentang skor 2–3. Bagian tubuh lain tidak memenuhi kriteria dominan karena skor ≥ 2 hanya ditemukan pada satu atau dua mekanik. Pola enam bagian tubuh tersebut diringkaskan secara visual pada [Gambar 2](#).



Gambar 2. Perbandingan intensitas keluhan pada enam bagian tubuh yang memenuhi kriteria operasional dominan.

Distribusi intensitas keluhan

Distribusi kategori keluhan pada tiga mekanik ditunjukkan pada Tabel 3. Dari 84 penilaian bagian tubuh, 38 penilaian (45,2%) termasuk tidak sakit, 34 penilaian (40,5%) agak sakit, dan 12 penilaian (14,3%) sakit; tidak terdapat skor pada kategori sangat sakit. Persentase tersebut menggambarkan komposisi seluruh penilaian bagian tubuh dalam kasus ini, bukan prevalensi pada populasi mekanik kendaraan niaga.

Tabel 3. Distribusi kategori intensitas keluhan pada tiga mekanik.

Responden	Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sangat Sakit
Mekanik 1	6	16	6	0
Mekanik 2	10	13	5	0
Mekanik 3	22	5	1	0
Keseluruhan	38	34	12	0

Mekanik 1 memiliki enam bagian tubuh pada kategori sakit dan 16 bagian pada kategori agak sakit; Mekanik 2 memiliki lima bagian tubuh pada kategori sakit dan 13 bagian pada kategori agak sakit; sedangkan pada Mekanik 3 hanya punggung yang berada pada kategori sakit dan lima bagian tubuh termasuk agak sakit. Perbedaan tersebut menunjukkan variasi respons antarindividu dalam kelompok kasus yang sama.

Aktivitas kerja yang dipersepsikan berkaitan dengan keluhan

Di luar NBM, responden memilih aktivitas kerja yang mereka persepsikan berkaitan dengan keluhan. Tabel 4 menunjukkan bahwa mengangkat komponen kendaraan, membungkuk dalam waktu lama, jongkok saat melakukan perbaikan, berdiri dalam waktu lama, serta mendorong atau menarik kendaraan dipilih oleh ketiga mekanik. Penggunaan alat kerja secara berulang dipilih oleh dua mekanik, menengadahkan saat bekerja oleh satu mekanik, dan duduk dalam waktu lama tidak dipilih.

Tabel 4. Aktivitas kerja yang dipersepsikan berkaitan dengan keluhan.

Aktivitas Kerja	Jumlah Responden (n)	Persentase(%)
Mengangkat komponen kendaraan	3	100
Membungkuk dalam waktu lama	3	100
Jongkok saat melakukan perbaikan	3	100
Menengadah saat bekerja	1	33,3
Berdiri dalam waktu lama	3	100
Duduk dalam waktu lama	0	0
Penggunaan alat kerja secara berulang	2	66,7
Mendorong atau menarik kendaraan	3	100

Keterangan: jawaban bersifat jamak sehingga satu responden dapat memilih lebih dari satu aktivitas; persentase dihitung terhadap tiga responden dan digunakan sebagai informasi pelengkap.

Data tersebut hanya menggambarkan persepsi responden. Postur, durasi, frekuensi gerakan, gaya, berat komponen, dan paparan lainnya tidak diukur secara objektif, sehingga hasil tidak digunakan untuk menetapkan aktivitas sebagai penyebab keluhan.

Pembahasan

Pola pada [Tabel 2](#) dan [Gambar 2](#) memperlihatkan konsentrasi keluhan pada punggung dan tubuh bagian atas, terutama bahu, pinggang, dan leher. Punggung merupakan satu-satunya bagian yang memperoleh skor 3 pada seluruh mekanik. Pola ini memiliki kesamaan dengan temuan pada mekanik perbaikan kendaraan yang menempatkan punggung bawah sebagai salah satu lokasi keluhan utama [1], serta dengan studi lain yang melaporkan keterlibatan punggung bawah dan bahu pada mekanik otomotif [2]. Kesamaan lokasi keluhan memperkuat relevansi area tersebut untuk skrining, tetapi tidak berarti tingkat paparan atau besarnya masalah sama antarpelitian karena jumlah responden, instrumen, dan karakteristik pekerjaan berbeda.

Keterlibatan beberapa wilayah tubuh juga sesuai dengan gambaran pada pekerja pemeliharaan kendaraan dan tinjauan WMSDs industri otomotif [5], [6]. Di Bengkel X, punggung, bahu, pinggang, dan leher muncul bersamaan sebagai area yang perlu diperhatikan, sedangkan ekstremitas bawah menunjukkan keluhan yang lebih bervariasi antarmekanik. Dengan jumlah responden hanya tiga orang, variasi satu jawaban dapat mengubah pola dengan nyata; karena itu, hasil lebih tepat dipahami sebagai pemetaan kasus daripada profil epidemiologis pekerjaan mekanik.

Secara biomekanik, keluhan pada punggung dan pinggang dapat terjadi pada pekerjaan yang menuntut pembungkukan, penanganan komponen, dan pengerahan gaya, sedangkan keluhan pada bahu dan leher dapat muncul ketika pekerja menjangkau, mengangkat lengan, atau mempertahankan posisi tertentu. Kajian pada bengkel kendaraan berat menempatkan postur, gaya, pengulangan, dan durasi sebagai faktor penting dalam penilaian risiko [4], sedangkan pemodelan manusia digital pada aktivitas pemeliharaan di atas kepala menunjukkan bahwa konfigurasi postur dapat digunakan untuk mengevaluasi beban ergonomi secara lebih terukur [14]. Namun, penelitian ini tidak mengukur sudut postur, gaya, durasi,

frekuensi gerakan, atau massa komponen. Oleh sebab itu, hubungan antara aktivitas pada [Tabel 4](#) dan lokasi keluhan hanya dapat diposisikan sebagai hipotesis yang masuk akal secara biomekanik, bukan bukti sebab-akibat.

Dari perspektif keselamatan dan kesehatan kerja, pemetaan keluhan dapat membantu mempersempit prioritas asesmen sebelum intervensi dirancang. Data klaim kompensasi pekerja juga menempatkan sektor perbaikan dan pemeliharaan kendaraan sebagai salah satu bidang yang perlu diperhatikan dalam penentuan prioritas risiko pekerjaan [\[15\]](#). Studi pada lingkungan teknik kendaraan ringan juga menunjukkan bahwa pengelolaan K3, penerapan sistem K3, dan sosialisasi K3 merupakan bagian penting dari pembentukan lingkungan kerja atau praktik yang lebih aman [\[7\]–\[9\]](#). Data studi kasus ini menambahkan dimensi kesehatan muskuloskeletal pada konteks bengkel, tetapi tidak menilai sistem manajemen K3 maupun kepatuhan kerja. Karena itu, temuan NBM sebaiknya digunakan bersama, bukan menggantikan, evaluasi K3 yang lebih luas.

Tahap berikutnya perlu mengukur postur, durasi kerja, frekuensi gerakan, gaya, beban, dan karakteristik tugas pada aktivitas yang diprioritaskan. Perangkat penilaian ergonomi berbasis sensor dan pemrosesan data telah dikembangkan untuk membuat asesmen industri lebih terjangkau dan terukur [\[16\]](#), sedangkan teknik observasional tetap banyak digunakan untuk menilai risiko postural secara sistematis [\[17\]](#). Di industri otomotif, pendekatan perbaikan ergonomi juga telah diterapkan untuk menata proses kerja secara lebih terarah [\[18\]](#). Bukti objektif tersebut diperlukan sebelum memilih intervensi seperti perubahan metode kerja, alat bantu, pengaturan tinggi kerja, atau pengendalian administratif.

Penelitian ini tidak menguji efektivitas peregangan, pengaturan jeda, perubahan posisi kerja, exoskeleton, atau intervensi ergonomi lainnya. Walaupun perangkat bantu seperti exoskeleton telah dipertimbangkan dalam industri perakitan otomotif [\[19\]](#), manfaatnya bergantung pada tugas, penerimaan pengguna, dan risiko baru yang mungkin muncul. Oleh karena itu, intervensi tidak dapat direkomendasikan langsung dari hasil NBM; pilihan perbaikan harus mengikuti identifikasi paparan objektif pada aktivitas yang benar-benar bermasalah.

Keterbatasan lain berasal dari sifat laporan mandiri NBM. Bukti reliabilitas dan validitas pada Nordic Musculoskeletal Questionnaire telah tersedia pada versi dan populasi tertentu [\[20\]](#), [\[21\]](#), tetapi bukti tersebut tidak dapat dipindahkan secara otomatis ke format NBM 28 bagian tubuh karena struktur pengukuran berbeda. Penelitian ini juga tidak menetapkan periode acuan seragam saat pengisian, sehingga responden mungkin menggunakan rentang waktu yang berbeda ketika menilai keluhan. Kondisi ini membatasi perbandingan intensitas antarmekanik.

Selain itu, studi hanya melibatkan tiga mekanik pada satu bengkel, tidak mencatat variasi beban kerja harian secara sistematis, tidak menganalisis faktor nonpekerjaan, serta tidak mengukur paparan ergonomi secara objektif. Riwayat cedera, gangguan muskuloskeletal sebelumnya, dominansi tangan, dan aktivitas fisik di luar pekerjaan juga tidak dianalisis. Identitas telah disamarkan, tetapi ukuran kelompok yang sangat kecil tetap menimbulkan kemungkinan re-identifikasi oleh pihak yang mengenal karakteristik lingkungan kerja. Seluruh keterbatasan tersebut menegaskan bahwa kontribusi penelitian adalah menyediakan data dasar untuk menentukan prioritas asesmen, bukan membuktikan penyebab keluhan atau menggambarkan populasi mekanik kendaraan niaga secara umum.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pada studi kasus tiga mekanik Bengkel X, enam bagian tubuh memenuhi kriteria operasional keluhan dominan, yaitu leher bagian atas, leher bagian bawah, bahu kiri, bahu kanan, punggung, dan pinggang. Punggung menunjukkan pola paling konsisten karena seluruh

mekanik memberikan skor 3. Dari 84 penilaian bagian tubuh, 45,2% termasuk tidak sakit, 40,5% agak sakit, dan 14,3% sakit. Aktivitas mengangkat komponen, membungkuk dalam waktu lama, jongkok saat perbaikan, berdiri dalam waktu lama, serta mendorong atau menarik kendaraan dipilih oleh seluruh responden sebagai aktivitas yang dipersepsikan berkaitan dengan keluhan. Temuan ini bersifat spesifik pada Bengkel X dan mendukung penggunaan NBM sebagai skrining awal untuk menentukan prioritas asesmen ergonomi objektif, bukan sebagai estimasi prevalensi atau bukti hubungan sebab-akibat.

Saran

Bengkel X disarankan melanjutkan skrining dengan pengukuran ergonomi objektif pada aktivitas dan bagian tubuh yang diprioritaskan, terutama punggung, bahu, pinggang, dan leher. Pengukuran sebaiknya mencakup sudut postur, durasi, frekuensi gerakan, gaya atau beban, serta karakteristik komponen dan peralatan yang digunakan. Bentuk intervensi ditentukan setelah sumber paparan terverifikasi sehingga perbaikan tidak hanya didasarkan pada persepsi keluhan.

Penelitian selanjutnya perlu melibatkan jumlah responden yang lebih besar, menetapkan periode acuan keluhan yang seragam, dan mencatat variasi pekerjaan secara sistematis. Faktor individu dan nonpekerjaan, termasuk riwayat cedera atau keluhan sebelumnya, dominansi tangan, dan aktivitas fisik di luar pekerjaan, perlu dikendalikan atau dideskripsikan. Kombinasi NBM dengan asesmen postur, beban, durasi, dan frekuensi kerja akan memberikan dasar yang lebih kuat untuk menilai hubungan antara paparan kerja dan keluhan muskuloskeletal.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] V. Krishnan and A. Dabhole, "Under the Hood - Decoding Musculoskeletal Health among Vehicle Mechanics in Urban Mumbai: A Cross-Sectional Study," *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 30, no. 1, pp. 59–63, 2026, doi: 10.4103/ijoem.ijoem_266_24.
- [2] H. Daneshmandi, R. Sadeghian, N. Rahgoshay, N. Sartavi, F. Negahdari, and L. Golkari, "Assessing Cumulative Musculoskeletal Strain in Automotive Mechanics: Insights from Real-World Occupational Analysis," *La Medicina del Lavoro*, vol. 116, no. 6, Art. no. 16988, 2025, doi: 10.23749/mdl.v116i6.16988.
- [3] G. Moo, K. Burton, and J. L. Whitelaw, "Evaluation of hand-arm vibration exposure during intermittent use of powered hand tools by mechanical trade workers," *Annals of Work Exposures and Health*, vol. 69, no. 9, pp. 940–950, 2025, doi: 10.1093/annweh/wxaf080.
- [4] C. Oliver Hernández, S. Li, M. J. Aguado Benedí, and I. Mateo Rodríguez, "New Challenges Regarding the Intervention of Musculoskeletal Risk in Truck Service Garages," *Sustainability*, vol. 14, no. 1, Art. no. 181, 2022, doi: 10.3390/su14010181.
- [5] H. Zhang et al., "Epidemiological study of *work-related musculoskeletal disorders* and related risk factors among automobile maintenance workers," *Work*, vol. 76, no. 3, pp. 1219–1231, 2023, doi: 10.3233/WOR-220412.
- [6] I. da S. Pereira, I. C. Trindade, K. B. B. Correia, V. A. de Almeida, and E. N. Cozendey-Silva, "*Work-related musculoskeletal disorders* in the automotive industry: a state-of-the-art literature review," *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, vol. 24, Art. no. e20261462, 2026, doi: 10.47626/1679-4435-2026-1462.
- [7] R. Alfarizi, Martias, D. Fernandez, and A. Arif, "Tinjauan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Departemen Teknik Kendaraan Ringan Otomotif," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 267–276, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i2.66.

-
- [8] A. D. Aksa, D. Fernandez, T. Sugiarto, and I. Nanda, "Implementasi Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Di Jurusan Teknik Kendaraan Ringan SMK AL-Anhar Bayang," JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, vol. 3, no. 2, pp. 679–688, 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i2.292.
 - [9] Apriansyah, Milana, T. Sugiarto, and H. D. Saputra, "Efektivitas Sosialisasi K3 dalam Pelaksanaan Praktek di Program Keahlian Teknik Kendaraan Ringan SMK PGRI 2 Lahat," JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, vol. 3, no. 3, pp. 767–776, 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i3.305.
 - [10] I. Pratiwi and I. W. Jannah, "Redesign of workstations to minimize musculoskeletal disorders for guitar workers in Indonesia," OPSI, vol. 17, no. 1, pp. 81–90, 2024, doi: 10.31315/opsi.v17i1.10837.
 - [11] I. Kuorinka et al., "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms," Applied Ergonomics, vol. 18, no. 3, pp. 233–237, 1987, doi: 10.1016/0003-6870(87)90010-X.
 - [12] A. Herlinawati et al., "Identification of Musculoskeletal Disorders in Garment Workers using the *Nordic Body Map* (NBM)," Journal of Safety Education, vol. 3, no. 2, pp. 41–47, 2025, doi: 10.15294/jse.v3i2.26742.
 - [13] J. Alves, T. M. Lima, and P. D. Gaspar, "Novel approach for ergonomic assessment of musculoskeletal risks for OHS in high-demand and complex manual tasks - case study of polishing industry," Safety Science, vol. 191, Art. no. 106969, 2025, doi: 10.1016/j.ssci.2025.106969.
 - [14] Y. Yang, L. Lyu, Z. Han, Y. Fan, and H. Li, "Ergonomics assessment of the overhead maintenance of vehicle-mounted radar antenna using digital human modelling," Advanced Design Research, vol. 1, no. 2, pp. 63–70, 2023, doi: 10.1016/j.ijadr.2023.09.001.
 - [15] L. Yang, A. Branscum, V. E. Bovbjerg, C. Cude, C. Weston, and L. Kincl, "Assessing disabling and non-disabling injuries and illnesses using accepted workers compensation claims data to prioritize industries of high risk for Oregon young workers," Journal of Safety Research, vol. 77, pp. 241–254, 2021, doi: 10.1016/j.jsr.2021.03.007.
 - [16] J. González-Alonso, C. Simón-Martínez, M. Antón-Rodríguez, D. González-Ortega, F. J. Díaz-Pernas, and M. Martínez-Zarzuela, "Development of an end-to-end hardware and software pipeline for affordable and feasible ergonomics assessment in the automotive industry," Safety Science, vol. 173, Art. no. 106431, 2024, doi: 10.1016/j.ssci.2024.106431.
 - [17] T. S. Ogedengbe et al., "Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21st Century," Procedia Computer Science, vol. 217, pp. 1335–1344, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.331.
 - [18] M. Afonso, A. T. Gabriel, and R. Godina, "Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel springs industrial unit," Advances in Industrial and Manufacturing Engineering, vol. 4, Art. no. 100075, 2022, doi: 10.1016/j.aime.2022.100075.
 - [19] W. Y. Gan, R. A. Raja Ghazilla, H. J. Yap, and S. Selvarajoo, "Industrial practitioner's perception on the application of exoskeleton system in automotive assembly industries: A Malaysian case study," Heliyon, vol. 10, no. 4, Art. no. e26183, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26183.
 - [20] A. G. Dahl, S. Havang, and K. Hagen, "Reliability of a self-administrated musculoskeletal questionnaire: The fourth Trøndelag health study," Musculoskeletal Science and Practice, vol. 57, Art. no. 102496, 2022, doi: 10.1016/j.msksp.2021.102496.
 - [21] R. Aldhabi, M. Albadi, T. Kahraman, and M. Alsobhi, "Cross-cultural adaptation, validation and psychometric properties of the Arabic version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire in office working population from Saudi Arabia," Musculoskeletal Science and Practice, vol. 72, Art. no. 103102, 2024, doi: 10.1016/j.msksp.2024.103102.
-