

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai upaya untuk melindungi pekerja melalui pengendalian risiko yang memenuhi standar sehingga tercipta kondisi kerja yang aman dan nyaman serta berdampak pada peningkatan produktivitas. Dalam lingkungan kerja terdapat berbagai potensi bahaya, antara lain bahaya fisik, kimia, biologi, ergonomi, dan psikososial yang dapat bersumber dari peralatan, bahan, maupun proses kerja. Apabila potensi bahaya tersebut tidak dikelola dengan baik, maka dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Sholeha & Sunaryo, 2022).

Penyakit akibat kerja dapat disebabkan dari bahaya ergonomi di tempat kerja. Kegiatan kerja seperti pekerjaan berulang, memindahkan, mendorong, mengangkat dan kegiatan lain yang membutuhkan kekuatan manusia dan dilakukan dalam waktu yang lama dapat menimbulkan bahaya ergonomi (Widiastuti & Poetryono, 2015; Rahmah & Herbawan, 2022).

Penerapan prinsip ergonomi merupakan hal yang penting di setiap tempat kerja guna mengurangi rasa tidak nyaman serta mencegah timbulnya berbagai keluhan pada pekerja. Ketidaksesuaian antara stasiun kerja dan pekerja dapat memicu terjadinya keluhan atau gangguan pada sistem muskuloskeletal, termasuk pada sendi dan otot, akibat postur tubuh yang tidak ergonomis. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan keluhan yang dikenal sebagai *Musculoskeletal Disorders* (Sholeha & Sunaryo, 2022).

Musculoskeletal Disorders (MSDs) termasuk gangguan yang berkaitan dengan sekumpulan keluhan yang berhubungan dengan jaringan otot, tendon, ligamen, kartilago, sistem saraf, struktur tulang, serta pembuluh darah. Kondisi ini pada akhirnya dapat menyebabkan keterbatasan kemampuan seseorang dalam melakukan pergerakan dan koordinasi anggota tubuh atau *ekstremitas*, sehingga berdampak pada penurunan efisiensi dan produktivitas kerja, dengan postur kerja sebagai salah satu faktor risiko terjadinya MSDs (Dahlan *et al.*, 2024).

World Health Organization (WHO) pada tahun 2022 melaporkan sekitar 1,71 miliar penduduk dunia mengalami gangguan muskuloskeletal, yang mencakup nyeri punggung bawah dan leher, fraktur, berbagai jenis cedera, osteoarthritis, amputasi, serta arthritis reumatoid. Nyeri punggung bawah memberikan kontribusi terbesar terhadap beban global penyakit muskuloskeletal dengan jumlah kasus mencapai kurang lebih 570 juta kejadian di seluruh dunia, setara dengan 7,4% dari total penyandang disabilitas. Sementara itu, nyeri leher menyumbang keluhan muskuloskeletal pada sekitar 222 juta orang, dengan jumlah penyandang disabilitas mencapai sekitar 22 juta jiwa (Pulungan *et al.*, 2025).

Gangguan muskuloskeletal dilaporkan paling banyak terjadi di negara-negara maju dengan jumlah kasus mencapai sekitar 441 juta. Wilayah Pasifik Barat menempati urutan berikutnya dengan prevalensi sekitar 427 juta kasus, disusul kawasan Asia Tenggara sebanyak kurang lebih 369 juta kasus. Secara global, sekitar 149 juta individu mengalami keterbatasan fungsional akibat gangguan muskuloskeletal, yang merepresentasikan sekitar 17% dari total kasus disabilitas. Besarnya angka tersebut menunjukkan bahwa gangguan muskuloskeletal merupakan salah satu penyebab utama kecacatan jangka panjang di tingkat global (Akbar *et al.*, 2024).

Berdasarkan data Kementerian Kesehatan RI dalam Riskesdas 2018, prevalensi penyakit muskuloskeletal di Indonesia sebesar 7,9%. Berdasarkan diagnosis, tertinggi di Aceh (13,3%) diikuti oleh Bengkulu (10,5%) dan Bali (8,5%). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, gangguan muskuloskeletal dialami oleh sekitar 16% dari 9.482 karyawan yang diteliti di 12 kabupaten/kota di Indonesia. Temuan ini sejalan dengan kondisi di Indonesia yang menunjukkan bahwa sekitar 40,5% penyakit yang terjadi berkaitan dengan faktor pekerjaan (Ariyanto *et al.*, 2024).

Data mengenai keluhan muskuloskeletal di Indonesia menunjukkan tingginya proporsi pekerja yang mengalami cedera otot pada berbagai bagian tubuh, antara lain leher bagian bawah (80%), bahu (20%), punggung (40%), pinggang hingga punggung bawah (40%), pinggul (20%), pantat (20%), paha (40%), lutut (60%), serta betis (80%). Sementara itu, di Provinsi Sulawesi Selatan tercatat sebanyak 23.069 kasus gangguan muskuloskeletal (Bausad & Allo, 2023).

Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Makassar, jumlah keseluruhan kasus *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) yang pernah didiagnosis oleh tenaga kesehatan menunjukkan tren yang fluktuatif selama tiga tahun terakhir. Pada tahun 2023 tercatat sebanyak 48.116 kasus, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2024 menjadi 46.634 kasus, dan kembali menurun pada tahun 2025 menjadi 34.040 kasus. Dalam satu tahun terakhir ini, penyakit dengan jumlah kasus terbanyak adalah *Arthritis osteoarthritis* sebanyak 7.917 kasus (23,3%), diikuti oleh *Vulnus* sebanyak 6.706 kasus (19,7%), *Arthritis reumatoid* sebanyak 4.794 kasus (14,1%), *Polimialgia reumatik* sebanyak 4.349 kasus (12,8%), dan *Myalgia* sebanyak 4.195 kasus (12,3%).

Keluhan gangguan muskuloskeletal pada pekerja dipengaruhi oleh beberapa kelompok faktor, yaitu faktor individu, faktor pekerjaan, dan faktor psikososial. Faktor individu mencakup usia, jenis kelamin, masa kerja, tingkat kebugaran fisik, kebiasaan berolahraga, serta Indeks Massa Tubuh (IMT). Faktor pekerjaan meliputi postur kerja, beban kerja, lama waktu kerja, aktivitas dengan gerakan berulang, tingkat risiko ergonomi, serta *Manual Material Handling* (MMH). Sementara itu, faktor psikososial meliputi kelelahan kerja dan stres kerja yang turut berperan dalam terjadinya keluhan MSDs (Rahmah & Herbawani, 2022).

Postur kerja yang tidak ergonomis atau canggung dapat menyebabkan risiko cedera dan masalah kesehatan jangka panjang. Sebagian besar pekerja mengalami masalah kesehatan akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Masalah ergonomis lebih mungkin terjadi pada pekerjaan yang melibatkan pengangkatan, pengangkutan, sering melakukan penarikan manual, mengulangi gerakan yang sama sepanjang hari kerja, bekerja dalam posisi yang canggung atau statis, dan mengangkat beban berat yang menggunakan kekuatan berlebihan (Heryanda & Lestari, 2024).

Gangguan yang terjadi pada otot rangka dan skeletal sangat jarang ditemukan terjadi secara langsung, tetapi berupa akumulasi dari benturan-benturan kecil hingga besar yang terjadi secara terus-menerus dalam waktu yang relatif lama. Hal ini dapat terjadi dalam hitungan hari, bulan ataupun tahun, yang bergantung pada beban yang ditimbulkan dari pekerjaan tersebut, sehingga nantinya akan muncul cedera dalam bentuk sakit atau kesemutan, pembengkakan, nyeri tekan, dan juga gerakan yang terhambat atau kelemahan pada jaringan di bagian tubuh tertentu. Trauma ini muncul akibat kronisitas atau adanya repetisi dari proses kerja yang menjadi penyebab (Megawati, 2021).

Keluhan yang dialami dapat menghambat aktivitas pekerjaan, menimbulkan rasa tidak nyaman saat bekerja, serta menyebabkan penurunan produktivitas kerja. Aktivitas kerja seperti mendorong, memindahkan, mengangkat, dan pekerjaan lain yang mengandalkan tenaga manusia serta dilakukan dalam waktu yang lama dapat meningkatkan risiko terjadinya keluhan muskuloskeletal (Faisal *et al.*, 2022).

Pekerja pengumpul sampah memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan masyarakat. Pekerjaan mengumpulkan sampah sering kali dipandang sebelah mata, tetapi memiliki risiko tinggi dan kondisi kerja yang menantang (Nazara *et al.*, 2024). Pekerja sampah di perkotaan memiliki peran penting dalam menjaga sebagian besar kota agar tetap bersih. Tugas pekerja sampah adalah mengambil secara manual sampah, melakukan pengumpulan dari pintu ke pintu dan mengambil sampah di wadah dan membuangnya ke dalam truk operasional, baik secara manual menggunakan tenaga fisik, maupun lift hidrolik (Mulya & Nasri, 2023).

Menyusun dan memuat sampah di atas mobil, mengambil sampah di sisi kiri dan kanan jalan, memuat sampah ke dalam bak kontainer di Tempat Pembuangan Sementara (TPS), dan membersihkan sisa sampah di lokasi tumpukan sampah atau TPS adalah beberapa hal yang berpotensi menimbulkan bahaya dan risiko bagi petugas pengumpul dan pengangkut sampah. Hal tersebut berpotensi menyebabkan bahaya dan risiko, serta memungkinkan terjadinya kecelakaan kerja (Kaseger *et al.*, 2024).

Pekerja di sektor ini berada pada ranah informal, sering kali tidak terlihat dan mengalami perlakuan diskriminatif, sehingga termasuk kelompok tenaga kerja yang paling rentan terhadap paparan bahaya kesehatan dan lingkungan kerja. Kondisi ini membuat mereka menghadapi risiko tinggi terhadap

kesehatan dan kesejahteraan, mulai dari penyakit, cedera, hingga risiko kematian. Salah satu permasalahan kesehatan masyarakat yang banyak dialami oleh pekerja sanitasi adalah gangguan muskuloskeletal, yang tidak hanya menurunkan kualitas hidup, tetapi juga berkontribusi terhadap tingginya angka ketidakhadiran kerja, meningkatnya pembatasan aktivitas kerja, perpindahan pekerjaan, hingga kecacatan, dengan dampak ekonomi yang signifikan bagi individu, organisasi, maupun masyarakat luas. Risiko tersebut semakin meningkat akibat tuntutan pekerjaan fisik yang berat, postur kerja yang tidak ergonomis, pelaksanaan tugas di ruang terbatas, serta adanya tekanan psikososial dalam lingkungan kerja (Khatri *et al.*, 2025).

Gangguan muskuloskeletal menjadi salah satu dampak yang paling sering dialami oleh petugas pengumpul dan pengangkut sampah. Risiko terjadinya gangguan tersebut terjadi karena aktivitas kerja saat mengangkat dan memindahkan sampah dari bak sampah ke alat transportasi yang digunakan secara berulang. Prevalensi cedera pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah dilaporkan lebih tinggi dibandingkan pekerja perkantoran karena selama proses pengumpulan dan pengangkutan sampah, bagian tubuh yang paling sering mengalami keluhan muskuloskeletal adalah punggung, lengan dan kaki (Rimantho, 2015; Prasetyo *et al.*, 2021).

Kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah di sebagian besar negara berkembang masih dilaksanakan secara manual. Aktivitas ini menuntut kemampuan fisik yang cukup besar karena melibatkan pekerjaan berulang, seperti mengangkat, mengangkut, menarik, serta mendorong wadah sampah menuju lokasi yang telah ditetapkan. Kondisi kerja tersebut menyebabkan gangguan muskuloskeletal menjadi salah satu permasalahan kesehatan kerja yang secara signifikan dialami oleh pekerja pengelola sampah perkotaan di berbagai belahan dunia (Putri *et al.*, 2022).

Penelitian dilakukan oleh Yang *et al* (2022) pada pengumpul sampah di Taiwan menyatakan bahwa prevalensi gangguan ekstremitas atas (*Upper Extremity Musculoskeletal Disorders/UEMDs*) pada pengumpul sampah perkotaan tergolong tinggi, yaitu sebesar 43,4% pada leher, 56,0% pada bahu, 24,1% pada punggung atas, serta 33,1% pada tangan atau pergelangan tangan. Sejalan dengan penelitian Rahmi *et al* (2022) pada pekerja pengangkut sampah Kota Padang didapatkan bahwa pekerjaan naik turun berulang kali dari truk memiliki risiko sedang sebesar 69,24%. Ketika melempar sampah ke dalam truk dan menyusun sampah di dalam truk juga memiliki risiko sedang masing-masing sebesar 27,27% dan 41,67%.

Penelitian terkait risiko pekerjaan pengelolaan sampah yang dilakukan oleh Mallapiang *et al* (2018) pada armada mobil sampah Kota Makassar, sebanyak 41.3% responden pernah mengalami cedera tertusuk atau tergores, 11.8% terjatuh, dan 2.0% mengalami patah tulang. Penyakit akibat kerja yang umum meliputi masalah pernapasan (5.0%), gangguan pencernaan (7.5%), penyakit kulit (22.5%), demam dan flu (17.5%), serta alergi (20.8%). Postur kerja yang janggal sering terjadi saat melempar, menarik, menggapai,

mengangkat, dan membungkuk, dengan posisi membungkuk paling umum dialami oleh 30.0% responden.

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2025, jumlah timbulan sampah di Indonesia yang terdiri dari 514 Kabupaten/Kota mencapai 20,25 juta ton per tahun atau sebesar 55.477 ton per hari, dengan jenis sampah paling banyak yaitu sampah rumah tangga, pasar, peniagaan, fasilitas publik, kawasan, perkantoran, dan lainnya.

Kota Makassar merupakan ibu kota dari Provinsi Sulawesi Selatan, salah satu kota yang tergolong besar di Kawasan Timur Indonesia. Berdasarkan hasil sensus penduduk pada tahun 2024, Kota Makassar memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.477.861 jiwa. Dengan luas wilayah 175,77 km², maka kepadatan penduduk di Kota Makassar yaitu 8.408 jiwa per kilometer persegi (Badan Pusat Statistik, 2025).

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar, melaporkan bahwa jumlah produksi sampah dihasilkan di tahun 2021 diperkirakan mencapai 868 ton per hari. Pada tahun 2022 meningkat cukup tinggi mencapai 905 ton per hari masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sedangkan untuk timbulan sampah yang dihasilkan tahun 2023 menghasilkan 313 juta kg sampah per tahun. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar juga mendata setiap orang di Makassar menghasilkan sampah rata-rata 0,6 kg per hari.

Pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kota Makassar masih dilakukan secara manual dengan melakukan pengangkatan sampah ke dalam kontainer atau bak sampah. Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah bertugas mengangkut sampah yang dilaksanakan secara langsung melalui pengumpulan dari tepi jalan, pasar, ruko, hotel, perkantoran, dan rumah-rumah untuk dibuang ke tempat TPA dengan menggunakan dua armada, yakni motor angkutan tiga roda serta mobil angkutan sampah Truk Angkutan Sampah Kita (Tangkasaki), *dump truck*, dan truk *arm roll*.

Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar tahun 2025, Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Manggala merupakan kecamatan dengan jumlah timbulan sampah terbanyak setiap harinya serta memiliki jumlah sampah terangkut terbanyak. Jumlah timbulan sampah per hari di Kecamatan Biringkanaya tercatat sebesar 15,603 ton/hari, sedangkan di Kecamatan Manggala sebesar 11,652 ton/hari. Pekerja pengangkut sampah kru mobil truk setiap hari mengangkut sampah dengan volume mencapai 5 m³, sedangkan pekerja pengumpul sampah motor tiga roda mengangkut sampah 1 m³ setiap harinya. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah di wilayah tersebut berlangsung dengan intensitas tinggi dan dilakukan secara rutin setiap hari, sehingga pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di wilayah ini memiliki paparan beban kerja fisik yang lebih besar sebagai salah satu faktor risiko terjadinya keluhan muskuloskeletal pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah.

Hasil wawancara informal dengan pekerja pengumpul dan pengangkut sampah menunjukkan bahwa aktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah dari tepi jalan menuju TPA dilakukan setiap hari selama kurang lebih ± 8 jam. Kondisi tersebut memerlukan perhatian khusus terhadap aspek kondisi kerja dan kesehatan pekerja. Dalam proses kerja, pekerja pengumpul dan pengangkut sampah sering menggunakan hampir seluruh bagian tubuh, seperti tangan dan bahu yang terangkat saat mengangkat sampah, kaki untuk naik-turun dari motor maupun truk sampah serta berdiri dalam waktu lama, dan punggung yang membungkuk saat mengambil sampah. Aktivitas kerja tersebut menyebabkan pekerja sering mengeluhkan nyeri pada beberapa bagian tubuh, terutama nyeri punggung bawah, bahu, dan betis. Aktivitas pengumpulan dan pengangkutan yang dilakukan dengan pengangkatan tidak aman serta posisi tubuh yang tidak ergonomis yang dilakukan secara terus-menerus dapat mengakibatkan terjadinya cedera sistem *musculoskeletal*.

Meskipun telah terdapat beberapa penelitian terkait gangguan muskuloskeletal pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di berbagai wilayah, penelitian yang secara spesifik menganalisis faktor individu dan faktor pekerjaan atau kondisi kerja terhadap keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kecamatan Manggala dan Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar belum pernah dilakukan. Urgensi penelitian ini semakin tinggi mengingat timbulan sampah di Kota Makassar tergolong besar sehingga aktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah berlangsung dengan intensitas tinggi setiap hari. Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di wilayah ini menjalankan tugas dengan beban kerja fisik yang berat seiring dengan tingginya produksi sampah. Aktivitas kerja yang dilakukan meliputi mengangkat, mendorong, dan memindahkan sampah secara berulang, serta bekerja dalam postur tubuh yang kurang ergonomis. Oleh karena itu, perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor yang berhubungan dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai “Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada Pekerja Pengumpul dan Pengangkut Sampah di Kota Makassar”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu apa saja faktor yang berhubungan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor yang berhubungan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk menganalisis hubungan usia dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- b. Untuk menganalisis hubungan status gizi dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- c. Untuk menganalisis hubungan kebiasaan merokok dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- d. Untuk menganalisis hubungan masa kerja dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- e. Untuk menganalisis hubungan durasi kerja dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- f. Untuk menganalisis hubungan beban kerja dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- g. Untuk menganalisis hubungan postur kerja dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- h. Untuk menganalisis hubungan jenis tugas kerja/armada dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
- i. Untuk menganalisis faktor dominan yang berhubungan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi bahan literatur bagi penelitian selanjutnya di bidang kesehatan masyarakat, khususnya tentang keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) terhadap para pekerja pengumpul dan pengangkut sampah.

1.4.2 Manfaat Bagi Institusi

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bentuk informasi yang dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dalam mengidentifikasi faktor yang berhubungan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah, sehingga dapat menjadi dasar dalam menerapkan praktik kerja yang lebih aman dan sehat untuk meningkatkan produktivitas pekerja.

1.4.3 Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman dan wawasan peneliti serta menjadi pengalaman berharga dalam menerapkan metode penelitian di bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

1.5 Teori

1.5.1 Tinjauan Umum Tentang *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

World Health Organization (WHO) mendefinisikan gangguan muskuloskeletal adalah gangguan yang terjadi pada otot, tendon, sendi, diskus intervertebralis, saraf perifer dan sistem vaskularisasi yang dapat berkembang menjadi kronis dalam kurun waktu bertahap (Oktavia *et al.*, 2023). Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) terjadi pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan MSDs atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Tarwaka *et al.*, 2004).

Musculoskeletal Disorders (MSDs) adalah gangguan pada otot rangka yang terjadi akibat otot menerima beban statis secara berulang dalam waktu yang lama. Keluhan yang muncul biasanya melibatkan nyeri pada sendi, ligamen, atau tendon, dan dapat berkembang menjadi cedera atau kelainan pada sistem otot-rangka, termasuk jaringan saraf. Posisi tubuh yang tidak ergonomis, tugas yang bersifat repetitif, serta tekanan mekanis pada otot menjadi faktor utama pemicunya. Kondisi ini tidak hanya mengurangi produktivitas kerja, tetapi juga dapat menyebabkan kecacatan jika tidak segera ditangani. Jika kecacatan akibat MSDs terjadi, pekerja berisiko kehilangan kemampuan untuk bekerja dan bahkan kehilangan pekerjaannya (Asnel & Pratiwi, 2021).

Menurut Tarwaka (2010) dalam Sari & Mahacandra (2025) secara umum, keluhan otot diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

- 1) Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan yang muncul ketika otot sedang menerima beban kerja. Keluhan ini bersifat sementara dan umumnya akan hilang setelah beban tersebut dihentikan, dan
- 2) Keluhan permanen (*persistent*), yaitu gangguan otot yang bersifat menetap, di mana rasa tidak nyaman atau nyeri tetap dirasakan meskipun beban kerja telah dihentikan atau tidak lagi diberikan.

Jenis *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) terdiri atas beberapa bentuk gangguan (Roquelaure, 2018; Suhartini, 2022), antara lain:

- a. *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS), yaitu kondisi akibat tekanan pada saraf median, salah satu dari tiga saraf utama yang berperan dalam fungsi sensorik dan motorik tangan. CTS terjadi pada pergelangan tangan, tepatnya di terowongan karpal yang dibentuk oleh tulang karpal pada tiga sisi dan satu ligamen yang melintang di atasnya.

- b. *Hand-Arm Vibration Syndrome* (HAVS) merupakan gangguan pada pembuluh darah dan saraf di jari tangan yang disebabkan oleh paparan getaran dari alat kerja atau permukaan benda yang bergetar dan diteruskan langsung ke tangan. Kondisi ini juga dikenal sebagai *white finger* atau *traumatic vasospastic disease*.
- c. *Low Back Pain Syndrome* (LBP) adalah istilah umum yang mencakup berbagai kondisi patologis yang memengaruhi struktur tulang, tendon, saraf, ligamen, serta diskus intervertebralis pada tulang belakang bagian lumbal.
- d. *Peripheral Nerve Entrapment Syndrome* merupakan kondisi terjepitnya saraf pada ekstremitas atas maupun bawah, baik saraf sensorik, motorik, maupun otonom.
- e. *Peripheral Neuropathy* adalah gangguan saraf perifer yang ditandai dengan gejala awal yang sering tidak disadari, berupa sensasi abnormal (*dysesthesia*) dan penurunan kemampuan dalam merasakan rangsangan.
- f. *Tendinitis* dan *Tenosynovitis*, di mana *tendinitis* merupakan peradangan pada tendon yang berfungsi menghubungkan otot dengan tulang, sedangkan *tenosynovitis* adalah peradangan pada tendon yang juga melibatkan selubung sinovial sebagai pelindung dan pelumas tendon.

Menurut Chairunisa (2023), gangguan MSDs mencakup berbagai permasalahan ortopedik, salah satunya *cumulative trauma disorders* atau *repetitive strain injuries*, yaitu cedera yang terjadi akibat penggunaan anggota tubuh secara berulang dan berlebihan maupun paparan getaran dari alat kerja. Kondisi ini dapat menyebabkan pembengkakan, mikrotrauma, peradangan akut, hingga perubahan degeneratif kronis pada tendon, otot, ligamen, dan saraf. Adapun beberapa jenis gangguan ortopedik yang dapat timbul antara lain:

- 1. *Strain*, yaitu ketegangan pada otot atau tendon akibat dorongan atau tarikan mendadak dengan beban berat, umumnya dipicu oleh gaya eksternal seperti terjatuh, dengan gejala yang biasanya membaik dalam beberapa hari hingga minggu.
- 2. *Sprain* (keseleo), yakni cedera pada ligamen akibat peregangannya berlebihan yang dapat menyebabkan robekan atau kerusakan, disertai peradangan reaktif dan edema selama beberapa hari.
- 3. *Tendinosis/Tendinopathy*, berupa perubahan degeneratif pada tendon yang ditandai dengan kerusakan serat kolagen, pembentukan kapiler baru, serta fibrosis, yang dapat berkaitan dengan penyakit inflamasi primer seperti *rheumatoid arthritis* maupun cedera mekanik.
- 4. *Tenosynovitis*, yaitu peradangan pada selubung tendon.
- 5. *Arthrosis*, gangguan pada sendi yang disebabkan oleh cedera, penyakit, atau faktor bawaan, seperti *arthritis* pascatrauma atau

osteoarthritis pada sendi basalis ibu jari.

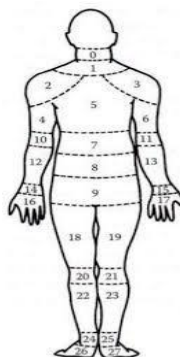
6. *Peripheral neuropathies*, yaitu gangguan pada saraf perifer ekstremitas atas akibat penjepitan di area tertentu, seperti pada terowongan saraf, yang dapat disebabkan oleh tekanan eksternal, paparan getaran, aktivitas tangan berulang, atau postur tubuh yang tidak ergonomis dalam waktu lama. Paparan yang intens dan berkepanjangan dapat menimbulkan edema maupun fibrosis jaringan sekitar, seperti sinovium atau tendon, sehingga memicu parestesia (kesemutan) dan nyeri.

Menurut Kromer (1999) dalam Akbar (2021), terdapat tiga tahap perkembangan MSDs yang dapat diidentifikasi yaitu :

- a. Tahap 1 (awal) yaitu rasa sakit atau pegal dan kelelahan terjadi selama jam kerja, namun gejala ini biasanya hilang setelah satu malam istirahat. Efek ini dapat pulih setelah beristirahat.
- b. Tahap 2 (tengah) yaitu gejala tetap ada setelah satu malam istirahat. Meskipun tidak mengganggu secara signifikan, gejala ini kadang-kadang menyebabkan penurunan performa kerja.
- c. Tahap 3 (akhir) yaitu gejala tetap ada meskipun setelah istirahat. Nyeri muncul saat melakukan gerakan repetitif. Tidur terganggu dan sulit untuk melaksanakan pekerjaan, bahkan yang ringan. Pemulihan pada tahap ini dapat berlangsung antara 6 hingga 24 bulan.

Menurut Wahyono (2014) dalam Alhusna *et al* (2021) Metode *Nordic Body Map* (NBM) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat keparahan gangguan maupun cedera pada sistem muskuloskeletal. Penilaian dengan metode ini bersifat subjektif, karena hasilnya sangat dipengaruhi oleh kondisi pekerja saat evaluasi berlangsung serta ditentukan oleh kompetensi dan pengalaman penilai. Dalam bidang ergonomi, kuesioner NBM telah banyak diaplikasikan untuk menilai tingkat gangguan pada sistem muskuloskeletal dan dinilai memiliki validitas serta reliabilitas yang memadai. Pelaksanaannya menggunakan lembar kuesioner berupa peta tubuh yang bersifat praktis, mudah dipahami, berbiaya rendah, dan dapat diselesaikan dalam waktu singkat, yakni sekitar ± 5 menit per responden. Pengumpulan informasi dapat dilakukan melalui wawancara dengan meminta responden mengidentifikasi bagian otot rangka yang mengalami nyeri atau ketidaknyamanan sesuai dengan peta tubuh yang tersedia dalam kuesioner NBM.

Keluhan fisik yang dialami pekerja dikumpulkan melalui penggunaan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Kuesioner NBM mengelompokkan tingkat keluhan ke dalam empat kategori, yaitu tidak nyeri, sedikit nyeri, nyeri, dan sangat nyeri. Pada tahap observasi awal, pekerja diminta mengisi kuesioner NBM yang dilengkapi dengan wawancara langsung terhadap pekerja di masing-masing stasiun kerja (Thahirah, 2023).



Gambar 1. 1 Peta Bagian Tubuh Pengukuran *Nordic Body Map* (NBM)
Tabel 1. 1 Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM)

No	<i>Musculoskeletal Complaint</i>	<i>Degree of Complaints</i>			
		<i>No Pain</i>	<i>Rather Pain</i>	<i>Pain</i>	<i>Very Pain</i>
0	<i>Upper Neck</i>				
1	<i>Lower Neck</i>				
2	<i>Left Shoulder</i>				
3	<i>Right Shoulder</i>				
4	<i>Upper Left Arm</i>				
5	<i>Back</i>				
6	<i>Upper Right Arm</i>				
7	<i>Waist</i>				
8	<i>Hip</i>				
9	<i>Bottom</i>				
10	<i>Left Elbow</i>				
11	<i>Right Elbow</i>				
12	<i>Lower Left Arm</i>				
13	<i>Lower Right Arm</i>				
14	<i>Left Wrist</i>				
15	<i>Right Wrist</i>				
16	<i>Left Hand</i>				
17	<i>Right Hand</i>				
18	<i>Left Thigh</i>				
19	<i>Right Thigh</i>				
20	<i>Left Knee</i>				
21	<i>Right Knee</i>				
22	<i>Left Leg</i>				
23	<i>Right Leg</i>				
24	<i>Left Ankle</i>				
25	<i>Right Ankle</i>				
26	<i>Left Foot</i>				
27	<i>Right Foot</i>				
Total					
Total x Skala Likert					
Total Skor					

Sumber: Kuorinka et al (1987)

Berdasarkan akumulasi skor yang diperoleh pekerja pada setiap stasiun kerja, hasil penilaian menunjukkan tingkat risiko gangguan muskuloskeletal yang diklasifikasikan menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM). Pengelompokan tingkat risiko otot rangka yang didasarkan pada hasil pengisian kuesioner NBM oleh pekerja disajikan pada Tabel 2.2 (Tarwaka, 2015).

Tabel 1. 2 Klasifikasi Tingkat Risiko Otot Skeletal berdasarkan Total Skor Individu

Skala Likert	Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan/Perbaikan
0	0-20	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
1	21-41	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
2	42-62	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
3	63-84	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: Tarwaka (2015)

1.5.2 Tinjauan Umum Tentang Usia

Usia pekerja berperan besar terhadap kemampuan sistem tubuh, karena proses penuaan secara alami akan diikuti oleh penurunan fungsi fisiologis. Salah satu akibatnya yaitu menurunnya kekuatan otot, terutama pada otot-otot di sekitar tulang belakang, yang elastisitasnya tidak lagi sebaik saat usia muda. Apabila kondisi ini disertai postur kerja yang tidak ergonomis dan terjadi secara berulang dalam jangka waktu lama, maka dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan serta munculnya berbagai keluhan fisik lainnya (Tarwaka, 2015 dalam Sumampow & Joseph, 2022).

Seiring bertambahnya usia akan menyebabkan jaringan tubuh mengalami proses degeneratif, seperti terjadinya cedera mikro, penggantian jaringan normal dengan jaringan parut, serta penurunan volume jaringan. Perubahan ini berdampak pada menurunnya stabilitas otot dan tulang, sehingga usia menjadi salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya gangguan muskuloskeletal. Gangguan otot rangka umumnya dialami oleh individu pada usia produktif, yaitu antara 24 hingga 65 tahun, dengan risiko yang semakin meningkat seiring bertambahnya usia. Gejala awal biasanya mulai dirasakan sekitar usia 35 tahun dan cenderung bertambah berat pada usia yang lebih lanjut (Zen *et al.*, 2023).

Usia yang semakin tua juga berkaitan dengan penurunan elastisitas otot dan perubahan struktur jaringan tubuh, yang menyebabkan meningkatnya kerentanan terhadap cedera maupun gangguan fungsi muskuloskeletal. Pada kelompok usia lanjut, kondisi kesehatan yang lebih kompleks, seperti berkurangnya kekuatan otot

dan kepadatan tulang, turut memperbesar kemungkinan munculnya keluhan MSDs. Selain itu, proses penuaan menurunkan kemampuan regenerasi dan penyembuhan jaringan, sehingga pemulihan akibat cedera atau ketegangan otot berlangsung lebih lambat. Dengan demikian, usia lanjut terutama apabila disertai faktor lain seperti rendahnya aktivitas fisik dan pola hidup tertentu berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan prevalensi keluhan MSDs (Zulkarnain *et al.*, 2021).

Kondisi tersebut menegaskan bahwa usia merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap kinerja otot. Seiring bertambahnya umur, kekuatan otot cenderung menurun, yang menunjukkan adanya hubungan erat antara usia dan keluhan muskuloskeletal (Primasari & Kurnianingtyas, 2022). Proses degeneratif bahkan mulai terjadi sejak usia sekitar 30 tahun, ditandai dengan kerusakan jaringan, perubahan jaringan menjadi jaringan parut, serta berkurangnya kandungan cairan dalam jaringan. Perubahan ini dapat menurunkan stabilitas tulang dan otot, sehingga semakin bertambah usia seseorang, semakin besar pula risiko terjadinya penurunan elastisitas tulang yang akhirnya memicu munculnya berbagai keluhan muskuloskeletal (Indriyani *et al.*, 2022).

1.5.3 Tinjauan Umum Tentang Status Gizi

Status gizi menggambarkan keseimbangan antara asupan zat gizi (*intake*) dan kebutuhan tubuh (*requirement*) yang diperlukan untuk menunjang berbagai proses biologis. Penilaian status gizi dapat dilakukan melalui beberapa metode, antara lain pemeriksaan biokimia, klinis, biofisik, serta antropometri. Metode antropometri merupakan pendekatan yang paling sering digunakan dalam menilai status gizi karena bersifat sederhana dan praktis dengan menggunakan pengukuran berat badan dan tinggi badan sebagai parameter utama (Budiman *et al.*, 2021).

Salah satu cara yang digunakan untuk menilai status gizi adalah melalui pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan metode sederhana untuk memantau status gizi pada orang dewasa berusia 18 tahun ke atas. Nilai IMT menggambarkan perbandingan antara berat badan dan tinggi badan, tanpa membedakan komponen penyusun berat badan, seperti massa otot, tulang, cairan, maupun lemak (Robby *et al.*, 2025).

Karapang *et al* (2022) menyatakan bahwa perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dilakukan dengan rumus berat badan seseorang dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m^2). Nilai IMT yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan kriteria IMT Asia Pasifik untuk menentukan klasifikasi status gizi. Berdasarkan kriteria tersebut, kategori IMT dibagi menjadi *underweight* ($< 18,5 \text{ kg/m}^2$), *normal* ($18,5\text{--}22,9 \text{ kg/m}^2$), *overweight* ($> 23,0\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$), *obesitas tingkat I* ($25,0\text{--}$

29,9 kg/m²), dan *obesitas tingkat II* ($\geq 30,0$ kg/m²).

Tulang belakang berperan penting sebagai struktur utama penyangga beban tubuh. Pada individu dengan proporsi tubuh yang seimbang, beban yang diterima tulang belakang masih berada dalam batas toleransi fisiologis. Untuk menilai kesesuaian antara berat badan dan tinggi badan, digunakan Indeks Massa Tubuh (IMT), yang dihitung dengan membagi berat badan dalam satuan kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter. Hasil perhitungan IMT selanjutnya digunakan untuk mengelompokkan individu ke dalam kategori status gizi, yaitu status gizi normal dan tidak normal (Patiroh, 2025).

Indeks Massa Tubuh (IMT) sering dikaitkan dengan meningkatnya gangguan muskuloskeletal, terutama karena kelebihan berat badan memberi tekanan ekstra pada sendi-sendi tubuh yang berpotensi menyebabkan cedera. Dalam beberapa penelitian, orang dengan IMT tinggi, atau yang mengalami obesitas, memiliki risiko lebih tinggi mengalami keluhan pada area tubuh seperti punggung bawah, lutut, dan pergelangan kaki, yang rentan terhadap beban tambahan akibat berat badan (Soo *et al.*, 2022).

Indeks Massa Tubuh (IMT) yang tinggi diketahui sebagai salah satu faktor risiko utama terjadinya *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Peningkatan risiko tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain beban berlebih pada sistem muskuloskeletal, adanya peradangan sistemik dan gangguan metabolisme, keterbatasan gerak dan fleksibilitas, serta kondisi kesehatan penyerta dan pola hidup yang tidak sehat (Wenta & Fatma, 2023).

Meskipun memiliki pengaruh yang relatif kecil, berat badan, tinggi badan, dan massa tubuh dapat menjadi faktor penyebab terjadinya keluhan *musculoskeletal* pada seseorang. Indeks Massa Tubuh (IMT) yang berlebih cenderung meningkatkan tekanan mekanik akibat gaya gravitasi pada sistem *musculoskeletal* yang dapat menyebabkan kelelahan hingga cedera berupa gangguan muskuloskeletal. Tekanan mekanik yang meningkat ini biasanya terjadi pada bagian tubuh atau sendi yang menopang tubuh, seperti ekstremitas bawah dan punggung. (Wardani & Pasa, 2023).

1.5.4 Tinjauan Umum Tentang Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok merupakan perilaku individu yang berkaitan dengan aktivitas merokok, yang ditandai oleh tingkat intensitas, tujuan merokok, serta lamanya waktu yang dihabiskan untuk merokok. Perilaku ini dapat menyebabkan penurunan kapasitas paru-paru pada perokok. Ketika kemampuan paru-paru menurun, asupan oksigen ke dalam tubuh ikut berkurang, sehingga berdampak pada menurunnya kebugaran fisik. Dalam kondisi melakukan pekerjaan yang membutuhkan tenaga, rendahnya kadar oksigen dalam darah menyebabkan tubuh lebih cepat mengalami kelelahan, yang pada

akhirnya dapat memicu munculnya ketidaknyamanan atau keluhan pada otot (Demar & Prianti, 2024).

Merokok merupakan salah satu faktor risiko yang berpotensi menimbulkan keluhan muskuloskeletal. Kebiasaan ini diketahui dapat memengaruhi fungsi fisiologis tubuh secara menyeluruh, antara lain dengan menurunkan kapasitas oksigen dalam darah, memperlambat proses pemulihan jaringan otot, serta meningkatkan risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal. Dalam kondisi ini, kebiasaan merokok dapat memperberat efek aktivitas kerja yang berat, di mana penurunan kapasitas oksigen dalam darah memicu kelelahan lebih cepat, sedangkan proses pemulihan otot yang lambat berpotensi meningkatkan risiko cedera dan nyeri yang berlangsung lama (Manik *et al.*, 2025).

Kebiasaan merokok diketahui sebagai salah satu faktor risiko penting terhadap terjadinya *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Peningkatan risiko tersebut dipengaruhi oleh berbagai mekanisme, seperti meningkatnya proses peradangan dan kerusakan jaringan, berkurangnya aliran darah serta oksigen ke jaringan, penurunan kepadatan tulang, dampak negatif terhadap sistem kekebalan tubuh, serta pola perilaku dan gaya hidup yang kurang sehat (Wenta & Fatma, 2023).

Sejalan dengan hal tersebut, Hanif (2020) menyatakan bahwa perilaku merokok memiliki hubungan dengan munculnya keluhan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Secara fisiologis hal ini disebabkan oleh penurunan kapasitas paru-paru pada perokok, yang berdampak pada berkurangnya kadar oksigen yang disuplai ke tubuh. Akibatnya, kebugaran fisik seseorang menurun. Penurunan kebugaran fisik ini membuat seseorang lebih mudah merasa lelah karena asupan oksigen dalam darah yang tidak mencukupi, sehingga proses pembakaran karbohidrat terganggu dan terjadi penumpukan asam laktat. Penumpukan ini dapat memicu rasa nyeri pada otot. Dengan demikian, semakin sering seseorang merokok, semakin tinggi risiko mereka mengalami keluhan MSDs (Amalia & Wahyuningsih, 2024).

1.5.5 Tinjauan Umum Tentang Masa Kerja

Masa kerja dapat didefinisikan sebagai rentang waktu yang menggambarkan lama seseorang dalam menjalankan pekerjaan pada suatu tempat kerja. Masa kerja terdiri atas dua dimensi, yaitu periode masa percobaan serta lamanya individu bekerja, baik dalam suatu instansi maupun pada posisi atau jabatan yang sedang diemban (Audina & Budiani, 2022).

Masa kerja merujuk pada jangka waktu atau lama seseorang bekerja di suatu instansi, kantor, atau tempat kerja lainnya. Penentuan waktu dalam konteks ini dapat diartikan sebagai metode pengukuran kerja untuk mencatat durasi serta membandingkan pekerjaan terkait

dengan unsur-unsur pekerjaan tertentu yang dilaksanakan dalam kondisi tertentu. Tujuannya adalah untuk menganalisis informasi tersebut sehingga dapat ditemukan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pada tingkat prestasi yang telah ditentukan (Sa'adah *et al.*, 2021).

Masa kerja dapat memberikan dampak baik positif maupun negatif pada pekerja. Dampak positif terjadi ketika durasi kerja yang lebih lama memungkinkan seseorang untuk memperoleh pengalaman dan meningkatkan keterampilan dalam pekerjaannya. Namun, dampak negatif muncul ketika masa kerja yang panjang menyebabkan kelelahan dan kebosanan, terutama pada pekerjaan yang monoton dan berulang. Masa kerja juga berperan penting dalam munculnya keluhan muskuloskeletal, yang merupakan penyakit kronis yang berkembang perlahan dan membutuhkan waktu lama untuk menunjukkan gejala. Semakin lama seseorang bekerja atau terpapar faktor risiko gangguan muskuloskeletal, semakin besar pula kemungkinan mereka mengalami gangguan tersebut. Dalam jenis pekerjaan yang membutuhkan tenaga fisik tinggi, masa kerja menjadi faktor risiko utama yang meningkatkan peluang terjadinya keluhan muskuloskeletal. Dengan meningkatnya durasi kerja dan paparan terhadap risiko, potensi gangguan muskuloskeletal akan bertambah secara signifikan (Aprillia & Rifai, 2022).

Masa kerja yang lebih lama secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan gangguan muskuloskeletal. Pekerja dengan pengalaman kerja lebih dari lima tahun cenderung melaporkan lebih banyak keluhan, terutama di area leher, bahu, punggung, dan pergelangan tangan, dibandingkan mereka yang baru bekerja dalam jangka waktu singkat. Hal ini diyakini disebabkan oleh akumulasi stres fisik yang dihasilkan dari postur tubuh yang canggung, aktivitas yang berulang, serta beban angkat selama bertahun-tahun, yang mengakibatkan kelelahan otot dan penurunan fungsi sendi. Dengan demikian, MSDs sering kali dianggap sebagai bentuk trauma kumulatif yang berkembang secara bertahap akibat paparan berkelanjutan terhadap biomekanis di tempat kerja (Yang *et al.*, 2023).

Gangguan *musculoskeletal* merupakan penyakit kronis yang berkembang secara perlahan dan menimbulkan keluhan nyeri. Pekerja dengan masa kerja lebih dari lima tahun memiliki risiko yang lebih besar mengalami *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dibandingkan dengan pekerja yang memiliki masa kerja kurang dari lima tahun (Aprianto *et al.*, 2021). Dengan demikian, semakin lama seseorang bekerja atau terpapar faktor risiko gangguan muskuloskeletal, maka semakin meningkat pula kemungkinan terjadinya gangguan muskuloskeletal (Aprillia & Rifai, 2022).

1.5.6 Tinjauan Umum Tentang Durasi Kerja

Durasi kerja menentukan kondisi kesehatan pekerja dan berpengaruh terhadap efisiensi, efektivitas, dan tingkat produktivitas kerja. Ketentuan waktu kerja di Indonesia ditetapkan maksimal 8 jam per hari, jika bekerja melebihi batas tersebut, terutama dalam lingkungan kerja tertentu seperti area dengan kebisingan tinggi, dapat memicu berbagai keluhan kesehatan, termasuk gangguan pendengaran. Durasi kerja adalah jumlah waktu yang digunakan pekerja dalam satu hari untuk melaksanakan aktivitas pekerjaannya, yang dihitung dalam satuan jam. Apabila durasi kerja berlangsung terlalu lama atau berkepanjangan, kondisi ini cenderung meningkatkan risiko terjadinya kelelahan, gangguan kesehatan, penyakit akibat kerja, kecelakaan kerja, serta menurunkan tingkat kepuasan kerja para pekerja (Suma'mur, 2014; Kantu *et al.*, 2022).

Pada umumnya, seseorang bekerja selama enam hingga delapan jam sehari, sedangkan waktu sisanya digunakan untuk beristirahat. Penambahan jam kerja tidak selalu meningkatkan efisiensi, bahkan cenderung menurunkan produktivitas, memicu penyakit, kecelakaan, dan kelelahan. Menurut Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 Pasal 77, aturan jam kerja ditetapkan sebanyak delapan jam per hari untuk lima hari kerja atau tujuh jam per hari untuk enam hari kerja. Kerja lembur dapat berdampak negatif, seperti menurunnya produktivitas, berkurangnya waktu istirahat, serta munculnya nyeri otot, kelelahan, dan risiko cedera. Apabila seseorang bekerja lebih dari delapan jam per hari, risiko mengalami gangguan *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs) akan meningkat. Durasi kerja yang panjang menjadi salah satu faktor pekerjaan yang berkontribusi pada munculnya MSDs (Wulandari *et al.*, 2023).

Durasi kerja adalah jumlah waktu yang digunakan tenaga kerja untuk melaksanakan tugas di tempat kerja. Pekerja dengan jam kerja yang lebih lama (>8 jam) memiliki risiko lebih tinggi mengalami MSDs dibandingkan dengan pekerja yang bekerja dengan durasi kerja lebih pendek (≤ 8 jam) (Morato *et al.*, 2023).

Keluhan muskuloskeletal cenderung meningkat seiring dengan semakin lamanya durasi kerja seseorang, yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas, menimbulkan kelelahan, serta meningkatkan risiko terjadinya penyakit dan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, waktu istirahat dan kesempatan untuk makan diperlukan guna memulihkan kondisi tubuh. Waktu istirahat yang dianjurkan adalah selama setengah jam setelah bekerja selama empat jam berturut-turut, serta ditegaskan bahwa durasi kerja optimal dalam sehari adalah maksimal delapan jam, termasuk waktu istirahat. Secara umum, keluhan otot skeletal terjadi akibat kontraksi otot yang berlebihan, baik karena beban kerja yang terlalu berat maupun akibat aktivitas statis dengan waktu pembebanan

yang berkepanjangan (Tarwaka *et al.*, 2004; Sumampow & Joseph, 2022).

1.5.7 Tinjauan Umum Tentang Beban Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Dengan melakukan pekerjaan maka tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Setiap pekerja memiliki beban kerja yang berbeda-beda, sesuai dengan jenis pekerjaannya. Beban kerja dapat berupa beban kerja mental, fisik dan sosial. Beban kerja fisik merupakan beban kerja yang diakibatkan oleh pekerjaan yang memerlukan energi fisik pada otot manusia yang akan berfungsi sebagai sumber tenaga. Setiap aktivitas kerja fisik yang dilakukan oleh pekerja akan mengakibatkan terjadinya suatu perubahan pada fungsi faal tubuh manusia yang dapat dilihat melalui berbagai indikator (Eko, 2010; Ulva *et al.*, 2021).

Beban kerja adalah setiap pekerjaan yang membutuhkan kekuatan otot dan pemikiran subjek. Beban kerja yang diberikan kepada pekerja harus disesuaikan dengan kemampuan fisik dan psikologis mereka, sehingga kemampuan tersebut tidak akan memengaruhi kondisi kesehatan pekerja. Selain itu, pengukuran denyut nadi selama bekerja dilakukan dengan pengukuran beban kerja fisik sebagai metode untuk menilai ketegangan kardiovaskular. Hal ini dapat dilakukan dengan memeriksa denyut nadi arteri radial di pergelangan tangan. Peningkatan denyut nadi disebabkan oleh beban kerja fisik melalui jumlah otot yang terlibat, beban statis yang diterima, dan tekanan suhu dari lingkungan kerja, denyut nadi akan berubah seiring dengan perubahan beban (Tarwaka 2015; Sani & Widajati, 2021).

Beban kerja mengacu pada jumlah tugas yang harus diselesaikan oleh seorang pekerja sesuai dengan jenis pekerjaannya. Beban kerja yang terlalu tinggi dapat menyebabkan otot mengalami relaksasi berlebihan, sehingga cakram intervertebralis atau elemen antar segmen tulang belakang menjadi semakin tipis. Kondisi ini dapat menimbulkan sensasi kesemutan atau rasa nyeri pada otot dan tulang. Ketegangan fisik yang berlebihan pada otot sering kali memicu munculnya gejala muskuloskeletal. Jika penggunaan energi otot melampaui kapasitas dan kemampuan pekerja serta terjadi secara terus-menerus dalam jangka waktu yang panjang, maka risiko terkena gangguan *Muskuloskeletal Disorders* (MSDs) akan meningkat (Meliana *et al.*, 2024).

Beban kerja fisik yang tinggi, yang mencakup tugas fisik berat dan repetitif, memang terbukti berkontribusi terhadap peningkatan gangguan muskuloskeletal. Pekerja yang terlibat dalam pekerjaan yang sangat repetitif atau membutuhkan beban fisik tinggi lebih rentan terhadap cedera muskuloskeletal pada area tubuh seperti punggung, leher, dan bahu. Pekerjaan dengan tuntutan fisik tinggi ini menimbulkan tekanan yang mempercepat kelelahan otot dan menurunkan elastisitas

sendi, sehingga meningkatkan potensi terjadinya cedera (Kshatri *et al.*, 2022).

Semakin berat beban kerja yang diangkat, semakin besar tekanan yang diterima oleh otot tubuh, sehingga berpotensi menyebabkan keluhan muskuloskeletal. Hal ini terjadi karena pengangkutan beban secara terus menerus dengan postur kerja yang monoton dapat memicu kontraksi otot secara statis (*isometrik*). Keluhan muskuloskeletal paling banyak ditemukan pada pekerja yang mengangkat beban kerja ≥ 40 kg, dimana pekerja dengan beban kerja tersebut lebih sering mengalami keluhan muskuloskeletal dibandingkan dengan mereka yang mengangkat beban lebih ringan (Atun *et al.*, 2023).

1.5.8 Tinjauan Umum Tentang Postur Kerja

Postur kerja memiliki keterkaitan yang erat dengan ergonomi, yaitu bidang ilmu yang mempelajari upaya peningkatan kesejahteraan fisik dan mental tenaga kerja selama melakukan pekerjaan. Penerapan prinsip ergonomi bertujuan untuk mencegah terjadinya cedera akibat postur kerja yang tidak tepat serta berbagai dampak lain, termasuk pengurangan beban kerja fisik dan mental. Postur tubuh yang tidak alami saat bekerja merupakan salah satu faktor utama yang dapat memicu terjadinya gangguan muskuloskeletal (Yanto & Sutrisno, 2023).

Postur tubuh pekerja pada saat melakukan pekerjaan baik itu pekerjaan berat maupun ringan tetap harus terus diperhatikan, sebab postur kerja ini menjadi salah satu hal yang fundamental dalam pelaksanaan kerja yang efektif. Postur kerja yang dilakukan dengan ergonomis akan mendapatkan hasil yang baik. Sebaliknya, jika pelaksanaan pekerjaan dengan postur tubuh yang tidak ergonomis maka akan mendapatkan hasil yang kurang baik, hal ini disebabkan karena postur kerja yang tidak ergonomis akan menimbulkan masalah seperti terjadinya kelelahan kerja sehingga akan menurunkan kinerja pada pekerja hingga absensi yang berlebih. Selain itu, adanya kesalahan pada postur kerja dapat menyebabkan pekerja tersebut sulit untuk berkonsentrasi saat bekerja, turunnya tingkat ketelitian, hingga gangguan lainnya yang dapat menghambat proses pekerjaan (Hanisa, 2023).

Postur atau posisi kerja yang tidak ergonomis dapat menimbulkan kelelahan serta meningkatkan risiko terjadinya cedera pada otot. Sikap kerja yang tidak alami merupakan posisi kerja yang membuat bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alaminya. Sebagai contoh, ketika lengan diangkat saat bekerja, semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya keluhan pada sistem muskuloskeletal (Indah *et al.*, 2023).

Indikasi yang akan terjadi akibat adanya kesalahan postur kerja berupa munculnya keluhan muskuloskeletal atau keluhan pada sistem

otot rangka dan skeletal pada pekerja yang biasa disebut dengan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). MSDs masuk ke dalam *work-relate disease* yang akan terjadi saat pekerjaan dilakukan secara berulang, postur kerja yang tidak alamiah, gerakan otot berlebihan, tidak sesuainya beban kerja, postur tubuh yang janggal saat bekerja, durasi kerja yang lama, getaran, dan suhu yang tidak sesuai (Malik *et al.*, 2021).

Gangguan muskuloskeletal berpotensi besar terjadi akibat postur kerja dengan tingkat risiko tinggi. Ketika bekerja dalam posisi statis dalam waktu yang lama, terutama pada area lumbal, gerakan berulang selama proses menenun dapat menyebabkan keausan pada bagian tersebut. Selain itu, otot yang bekerja secara berlebihan untuk mempertahankan posisi kerja sering kali mengalami kejang atau *spasme*. Keluhan otot umumnya terjadi akibat kontraksi otot yang berlebihan, yang disebabkan oleh beban kerja berat dengan durasi waktu yang panjang. Kontraksi otot yang berlebihan mengakibatkan penurunan aliran darah ke otot, sehingga suplai oksigen menjadi terbatas. Kondisi ini dapat menghambat proses metabolisme, menyebabkan penumpukan asam laktat di otot, yang akhirnya menimbulkan rasa nyeri (Suryaningadi & Sangadji, 2024).

1.5.9 Tinjauan Umum Tentang Pekerja Pengumpul dan Pengangkut Sampah

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, terdapat lima cara atau metode yang dapat digunakan dalam pengelolaan lingkungan berbasis sampah, yaitu pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Pemilahan sampah berdasarkan jenisnya sangat penting karena dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah. Selain pemilahan, pengumpulan sampah juga sangat diperlukan, karena pengumpulan sampah di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) terdekat memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap penumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Setelah dikumpulkan, sampah akan diangkut oleh petugas pengangkut dari dinas atau pihak terkait yang dilakukan setiap hari. Pengumpulan dan pengangkutan sampah dilakukan menggunakan armada berupa truk sampah dan motor tiga roda. Armada truk terdiri atas truk kontainer (*arm roll truck*) serta truk berkapasitas besar, sedangkan motor tiga roda digunakan sebagai sarana pengumpulan sampah pada jalur sempit dan akses jalan yang terbatas (Hasru *et al.*, 2021).

Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah atau yang umum disebut tukang sampah merupakan petugas kebersihan yang bertanggung jawab dalam proses pengumpulan dan pengangkutan sampah. Sampah yang diambil berasal dari tepi jalan maupun tempat penampungan sampah di depan rumah penduduk, kemudian dikumpulkan menggunakan gerobak sampah, motor atau mobil sampah. Aktivitas tersebut dilakukan setiap hari, mulai dari

mengumpulkan sampah hingga mengangkutnya ke tempat pembuangan akhir. Selain melaksanakan tugas fisik yang berat, pekerja pengumpul dan pengangkut sampah juga menerapkan perilaku kerja tertentu sebagai upaya pencegahan untuk meminimalkan risiko ancaman penyakit dan paparan bahaya selama bekerja (Effendy, 2022).

Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah sering menghadapi stigma sosial yang melekat pada profesinya karena berdampingan dengan limbah yang dibuang oleh masyarakat. Aktivitas kerja yang dilakukan tidak hanya menuntut kemampuan fisik, tetapi juga memberikan tekanan mental, karena harus bekerja dalam kondisi lalu lintas perkotaan yang padat dan beban kerja yang cenderung meningkat. Proses pengumpulan dan pengangkutan sampah rumah tangga masih menggunakan teknologi yang kurang memadai dan masih secara manual, sehingga tubuh pekerja sering berperan sebagai alat utama dalam membawa dan memindahkan sampah. Sejumlah pekerja melaporkan adanya keluhan fisik maupun gangguan psikologis sebagai dampak dari pekerjaan tersebut. Selain tingginya paparan risiko biologis dan potensi kecelakaan kerja, beberapa laporan juga menunjukkan adanya cedera akibat gerakan berulang, seperti nyeri, tendinitis, dan bursitis (Belarmino *et al.*, 2022).

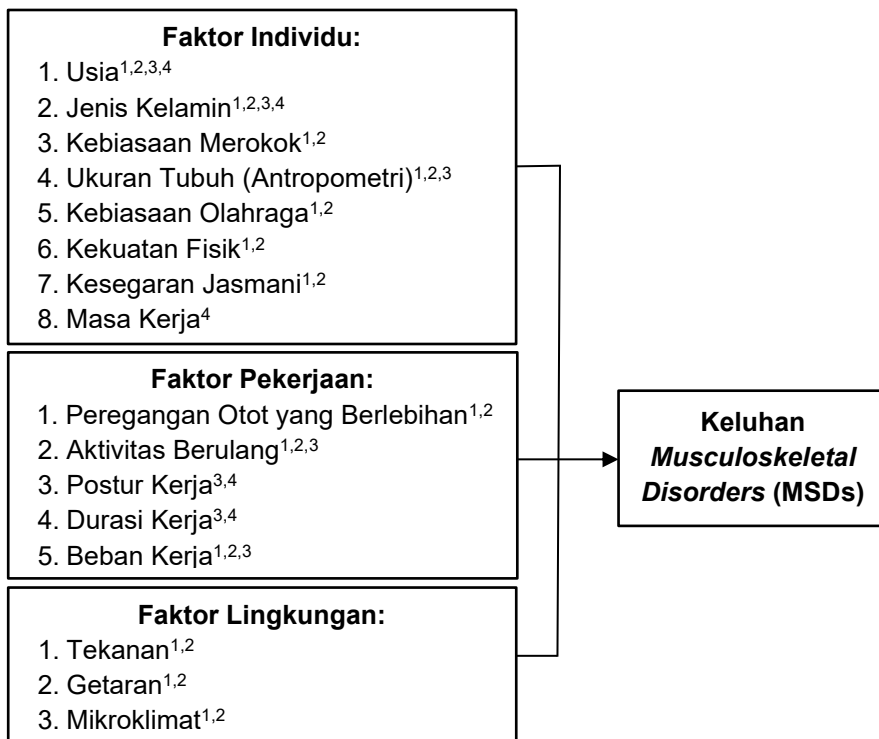
Pengumpul dan pengangkut sampah kota memiliki risiko tinggi mengalami penyakit dan cedera akibat pekerjaan, yang dipengaruhi oleh jenis material sampah yang ditangani dan peralatan yang digunakan. Pekerja juga rentan terhadap kejadian jatuh, paparan bahan kimia, dan berbagai kecelakaan kerja, yang dapat berujung pada gangguan muskuloskeletal, kecelakaan lalu lintas, amputasi, luka sayat, hingga cedera remuk, serta masalah kesehatan lainnya. Penanganan sampah secara manual merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya cedera pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah padat. Berbagai penelitian telah mendokumentasikan adanya hubungan yang kuat antara praktik kerja tersebut dengan meningkatnya angka cedera. Kondisi ini lebih sering ditemukan pada negara berkembang, di mana pengumpulan dan pengangkutan sampah padat perkotaan masih dilakukan secara manual, sehingga menuntut aktivitas fisik berat yang berulang dan berpotensi menyebabkan gangguan muskuloskeletal serta cedera lainnya (Oumer, *et al.*, 2024).

Pengumpulan dan pengangkutan sampah rumah tangga oleh petugas sampah kota menuntut aktivitas fisik berat yang dilakukan berulang, seperti mengangkat, membawa, menarik, dan mendorong, sehingga secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal. Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah juga harus membantu warga membuang berbagai jenis sampah padat ke dalam truk sampah dengan cepat karena kendaraan hanya berhenti

sebentar di setiap titik pengambilan. Kondisi ini menyebabkan beban kerja pengumpul sampah cenderung lebih tinggi dibandingkan pemulung, yang umumnya hanya mengambil barang daur ulang dan mengumpulkan sampah seperti kertas, plastik, kaleng, dan sejenisnya. Mengingat sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah dapat berbeda-beda, mulai dari manual informal hingga semi-otomatis, pekerja sering terpapar tuntutan kerja yang tinggi dan/atau respons fisik akut, termasuk keluhan muskuloskeletal (Yang *et al.*, 2022).

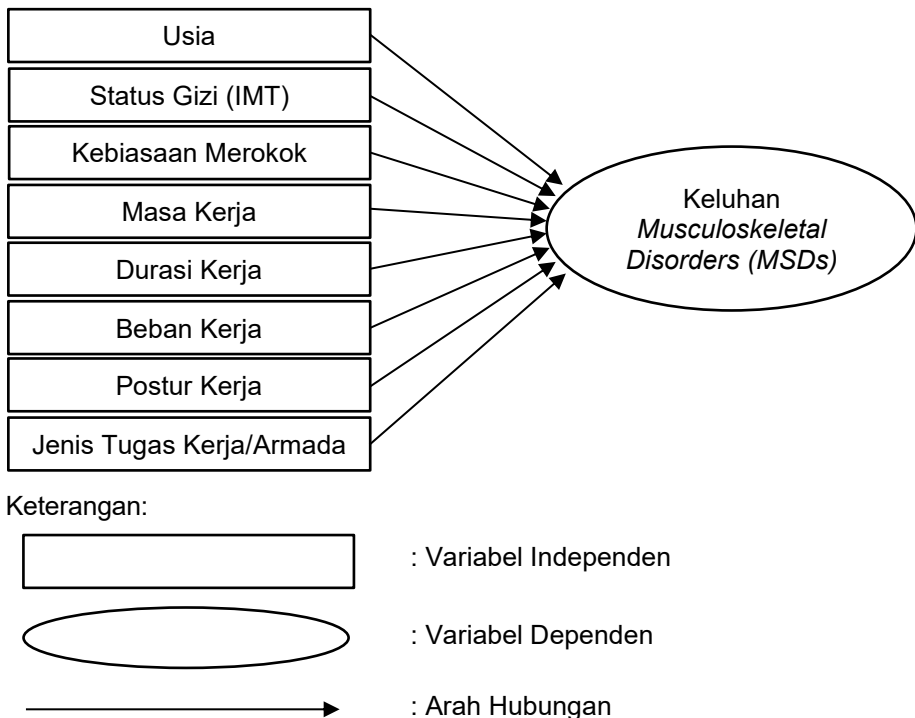
Pekerja yang terlibat dalam pengelolaan sampah padat terpapar risiko penyakit dan cedera secara terus-menerus, terutama pada tahap pengumpulan, transportasi, serta lokasi pembuangan akhir. Risiko kecelakaan kerja dan gangguan muskuloskeletal juga menjadi masalah penting karena dapat menurunkan kemampuan fungsional serta produktivitas kerja. Berbagai laporan menunjukkan bahwa keluhan muskuloskeletal pada pekerja pengelolaan sampah berkaitan erat dengan paparan ergonomi yang tidak sesuai, seperti aktivitas mengangkat beban berat, penanganan manual, duduk atau berdiri dalam waktu lama, postur membungkuk, serta pekerjaan yang dilakukan secara berulang (Ayad *et al.*, 2023).

1.6 Kerangka Teori



Gambar 1. 2 Kerangka Teori
Teori dari ¹Peter Vi (2000), ²Tarwaka *et al.*, (2004), ³Aprianto *et al.*, (2021),
dan ⁴Morato *et al.*, (2023)

1.7 Kerangka Konsep



Gambar 1. 3 Kerangka Konsep

1.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

1.8.1 *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

- Definisi Operasional :
Keluhan MSDs adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja pengumpul dan pengangkut sampah dari rasa sakit ringan hingga sangat sakit berupa rasa sakit atau nyeri otot, pegal-pegal, dan kram ketika bekerja.
- Alat Ukur :
Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang menilai keluhan fisik yang dialami pekerja secara subjektif dengan mengkaji peta tubuh pada berbagai bagian tubuh guna mengidentifikasi otot-otot yang mengalami keluhan
- Kriteria Objektif :
Tidak Ada Keluhan : skor 0 – 20
Ada Keluhan : skor 21 – 84
(Rahmadani & Muzakkir, 2024)
- Skala Pengukuran :
Ordinal

1.8.2 Usia

- Definisi Operasional :
Dalam penelitian ini, usia meujuk pada rentang waktu kehidupan

responden, yang dihitung sejak kelahiran hingga waktu pelaksanaan penelitian, dinyatakan dalam satuan tahun.

- Alat Ukur :
Kuesioner
- Kriteria Objektif :
Pekerja Muda : Usia < 35 tahun
Pekerja Tua : Usia ≥ 35 tahun
(Ara *et al*, 2022)
- Skala Pengukuran :
Nominal

1.8.3 Status Gizi

- Definisi Operasional :
Status gizi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah melihat berat badan dan tinggi badan pekerja pengumpul dan pengangkut sampah secara antropometri menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT).
- Alat Ukur :
Berat badan diukur menggunakan timbangan berat badan digital dan tinggi badan diukur menggunakan *microtoice*. Adapun rumusnya yaitu $BB \text{ (kg)}/TB^2 \text{ (m}^2\text{)}$.
- Kriteria Objektif :
Tidak normal : $IMT \text{ pekerja} \leq 18,4 \text{ kg/m}^2$ atau $\geq 25,1 \text{ kg/m}^2$
Normal : $IMT \text{ pekerja antara } 18,5 \text{ kg/m}^2 - 25,0 \text{ kg/m}^2$
(Thamrin *et al.*, 2021)
- Skala Pengukuran :
Ordinal

1.8.4 Kebiasaan Merokok

- Definisi Operasional :
Pola konsumsi rokok dan riwayat merokok pada responden (pekerja pengumpul dan pengangkut sampah) yang diukur berdasarkan jumlah rokok yang dikonsumsi dan lama merokok.
- Alat Ukur :
Kebiasaan merokok diklasifikasikan menggunakan Indeks Brinkman (IB) = Jumlah rata-rata rokok perhari (batang) x Lama merokok (tahun).
- Kriteria Objektif :
Tidak merokok : 0
Perokok ringan : 1-199
Perokok sedang : 200-599
Perokok berat : ≥ 600
(Hanif, 2020)
- Skala Pengukuran :
Ordinal

1.8.5 Masa Kerja

- Definisi Operasional :
Masa kerja dalam penelitian ini adalah lamanya responden bekerja sebagai pekerja pengumpul dan pengangkut sampah, dihitung sejak dikeluarkannya surat tugas atau surat keputusan pengangkatan sebagai pekerja pengumpul dan pengangkut sampah dari kecamatan hingga waktu pelaksanaan penelitian. Masa kerja dinyatakan dalam satuan tahun.
- Alat Ukur :
Kuesioner dan surat keputusan pengangkatan sebagai pekerja pengumpul dan pengangkut sampah
- Kriteria Objektif :
Lama : ≥ 2 Tahun
Baru : < 2 Tahun
(Suratno *et al.*, 2022).
- Skala Pengukuran :
Nominal

1.8.6 Durasi Kerja

- Definisi Operasional :
Durasi kerja dalam penelitian ini adalah total waktu yang digunakan pekerja pengumpul dan pengangkut sampah saat bekerja dalam satu hari.
- Alat Ukur :
Kuesioner
- Kriteria Objektif :
Paparan tinggi : bekerja > 8 jam/hari
Paparan rendah : bekerja ≤ 8 jam/hari
(Saputra *et al.*, 2023)
- Skala Pengukuran :
Nominal

1.8.7 Beban Kerja

- Definisi Operasional :
Beban kerja merupakan tingkat tuntutan aktivitas kerja yang memerlukan penggunaan tenaga fisik dan kerja otot selama melakukan pekerjaan pengumpulan sampah, ditunjukkan melalui peningkatan denyut nadi sebagai respons fisiologis terhadap aktivitas kerja.
- Alat Ukur :
Cardiovascular Load (% CVL) dengan alat *Finger Pulse Oxymeter*, dihitung dengan rumus: $\%CVL = 100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}) / \text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}$.

- Kriteria Objektif :
 Ringan : %CVL < 30%
 Berat : %CVL ≥ 30%
 (Tarwaka, 2013)
- Skala Pengukuran :
 Ordinal

1.8.8 Postur Kerja

- Definisi Operasional :
 Postur kerja adalah posisi atau sikap tubuh seperti leher, batang tubuh, lengan atas dan bawah, pergelangan tangan, dan kaki pekerja saat melakukan pekerjaan, dengan memperhatikan frekuensi dari jenis tahapan kerjanya.
- Alat Ukur :
 Kuesioner *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) dengan bantuan *software* ErgoFellow 3.0, Kamera, dan Aplikasi angle meter untuk mengukur sudut tubuh pekerja.
- Kriteria Objektif :
 Berisiko Rendah : skor akhir REBA 1-7
 Berisiko Tinggi : skor akhir REBA 8-15
 (Hignett & McAtamney, 2000)
- Skala Pengukuran :
 Ordinal

1.8.9 Jenis Tugas Kerja/Armada

- Definisi Operasional :
 Jenis tugas kerja adalah karakteristik pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja pengumpul dan pengangkut sampah berdasarkan metode kerja, penggunaan armada, serta bentuk aktivitas fisik selama proses pengumpulan dan pengangkutan sampah. Penggunaan mobil truk pengangkut umumnya melibatkan aktivitas mengangkat dan memindahkan sampah dengan intensitas yang lebih tinggi karena volume muatan yang besar serta proses pemindahan ke bak truk. Pekerja yang termasuk dalam kategori ini adalah kru atau buruh sampah yang terlibat langsung dalam aktivitas *manual handling*, sedangkan sopir truk tidak termasuk dalam kategori tersebut karena tidak melakukan kegiatan pengangkatan atau pemindahan sampah secara langsung. Sementara itu, penggunaan kendaraan roda tiga cenderung melibatkan aktivitas menarik dan mengangkat sampah, serta mengendalikan kendaraan secara manual selama proses pengumpulan dan pengangkutan.
- Alat Ukur :
 Kuesioner

- Kriteria Objektif :
 Pekerja pengangkut sampah kru mobil truk (buruh sampah) : Pekerja yang menggunakan mobil truk dan terlibat langsung dalam aktivitas pengangkutan dan pemindahan sampah (tidak termasuk sopir).
 Pekerja pengumpul sampah operator tiga roda (motor viar) : Pekerja yang mengemudikan motor tiga roda serta melakukan pengangkutan dan/atau penarikan sampah secara langsung.
- Skala Pengukuran :
 Nominal

1.9 Hipotesis Penelitian

1.9.1 Hipotesis Null (H_0)

1. Tidak terdapat hubungan antara usia dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
2. Tidak terdapat hubungan antara status gizi dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
3. Tidak terdapat hubungan antara kebiasaan merokok dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
4. Tidak terdapat hubungan antara masa kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
5. Tidak terdapat hubungan antara durasi kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
6. Tidak terdapat hubungan antara beban kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
7. Tidak terdapat hubungan antara postur kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
8. Tidak terdapat hubungan antara jenis tugas kerja/armada dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja dan pengangkut pengumpul sampah di Kota Makassar.

1.9.2 Hipotesis Alternatif (H_a)

1. Terdapat hubungan antara usia dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
2. Terdapat hubungan antara status gizi dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

3. Terdapat hubungan antara kebiasaan merokok dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
4. Terdapat hubungan antara masa kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
5. Terdapat hubungan antara durasi kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
6. Terdapat hubungan antara beban kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
7. Terdapat hubungan antara postur kerja dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.
8. Terdapat hubungan antara jenis tugas kerja/armada dengan Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan observasional analitik dan desain penelitian menggunakan studi potong lintang (*cross-sectional*), yaitu metode penelitian observasional yang mengukur variabel independen dan dependen pada satu waktu yang sama tanpa adanya tindak lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan suatu kondisi serta menganalisis hubungan antara usia, status gizi, kebiasaan merokok, masa kerja, durasi kerja, beban kerja, dan postur kerja dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar terdiri dari 15 Kecamatan, diantara kecamatan tersebut lokasi penelitian difokuskan pada Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Manggala sebagai wilayah penelitian didasarkan pada kecamatan dengan potensi jumlah timbulan sampah terbanyak di Kota Makassar, sehingga aktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah di wilayah ini berlangsung dengan intensitas tinggi.

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2026, rentang waktu penelitian ini meliputi proses pengurusan perizinan, tahap persiapan, pengumpulan data, analisis data, hingga diperolehnya hasil penelitian.

2.3 Populasi dan Sampel

2.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini mencakup pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di Kota Makassar, khususnya pada Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Manggala. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar dan Kasi Pengelolaan Kebersihan dan Pertamanan Kecamatan Manggala dan Kecamatan Biringkanaya, terdapat sebanyak 268 orang yang bekerja sebagai petugas pengumpul dan pengangkut sampah pada armada mobil truk pengangkut dan operator motor tiga roda (motor viar).

2.3.2 Sampel

Sampel merupakan sebagian dari keseluruhan jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Sampel dipilih dari populasi melalui beberapa proses yang bertujuan untuk mewakili keseluruhan anggota populasi. Sampel yang baik adalah sampel yang dapat merepresentasikan karakteristik dari populasi. Sampel dipilih atau ditentukan melalui teknik sampling. Teknik sampling merupakan suatu metode penentuan jumlah sampel yang sesuai dengan ukuran sampel yang akan digunakan sebagai sumber data, dengan memperhatikan

karakteristik dan distribusi populasi, sehingga dapat diperoleh sampel yang representatif (Suriani *et al.*, 2023).

Jumlah sampel pada penelitian ini ditentukan menggunakan rumus Lemeshow (1991) jika populasinya diketahui, dengan tingkat kesalahan atau *margin of error* 5% (0,05) sebagai berikut:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P) N}{d^2(N-1) + Z^2_{1-\alpha/2} P(1-P)}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel yang diperlukan

N = Populasi

e = Tingkat kesalahan (5%)

Z = Nilai distribusi (1,96)

P = Proporsi (0,5)

$\alpha = 0,05$

d = *Margin of error* 5% (0,05)

$$\begin{aligned} n &= \frac{1,96^2 \cdot 0,5(1 - 0,5)268}{0,05^2(268 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5(1 - 0,5)} \\ n &= \frac{3,8416 \cdot (0,25)268}{0,0025(267) + 3,8416 \cdot 0,25} \\ n &= \frac{3,8416 \cdot 67}{0,6675 + 0,9604} \\ n &= \frac{257,3872}{1,6279} \\ n &= 158,107 \rightarrow \text{dibulatkan} \\ n &= 158 \end{aligned}$$

Selanjutnya, penelitian ini dilakukan pada dua kecamatan yang ada di Kota Makassar, yakni Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Manggala. Pembagian jumlah sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan teknik proporsional, yaitu jumlah sampel pada masing-masing kecamatan disesuaikan dengan besar populasi pekerja pengumpul dan pengangkut sampah di wilayah tersebut.

Adapun pembagian jumlah sampel masing-masing kecamatan menggunakan rumus berikut (Cochran, 1977):

$$n_h = \frac{N_h}{N} \times n$$

Keterangan :

n = sampel

N = populasi

h = kecamatan

n_h = sampel di kecamatan tersebut

N_h = populasi di kecamatan tersebut.

Berdasarkan rumus tersebut, maka jumlah perhitungan sampel di setiap kecamatan yaitu:

1. Kecamatan Biringkanaya

$$n_{Biringkanaya} = \frac{145}{268} \times 158 = 86$$

2. Kecamatan Manggala

$$n_{Manggala} = \frac{123}{268} \times 158 = 72$$

Berdasarkan perhitungan jumlah sampel setiap kecamatan, maka jumlah perhitungan sampel di setiap kelurahan dan berdasarkan pada kendaraan atau armada yang digunakan, yaitu:

Tabel 2. 1 Jumlah Sebaran Sampel pada Setiap Kelurahan

NO	Kelurahan	Mobil (N)	Motor (N)	Total Populasi (N)	Sampel Mobil (n)	Sampel Motor (n)	Jumlah Sampel (n)
Kecamatan Biringkanaya							
1	Bakung	6	5	11	4	3	7
2	Berua	7	9	16	4	5	9
3	Bulurokeng	3	4	7	2	2	4
4	Daya	6	10	16	4	6	9
5	Katimbang	4	5	9	2	3	5
6	Laikang	13	9	22	8	5	13
7	Paccerakkang	4	6	10	2	4	6
8	Pai	8	6	14	5	3	8
9	Sudiang	10	9	19	6	5	11
10	Sudiang Raya	9	8	17	5	5	10
11	Untia	2	2	4	1	1	2
Total		72	73	145	43	43	86
Kecamatan Manggala							
1	Antang	15	6	21	9	3	12
2	Bangkala	9	8	17	5	5	10
3	Batua	4	10	14	2	6	8
4	Bitowa	4	4	8	2	2	4
5	Biring Romang	5	6	11	3	4	7
6	Borong	6	12	18	4	7	11
7	Manggala	12	9	21	7	5	12
8	Tamangapa	9	4	13	5	3	8
Total		64	59	123	37	35	72
Total Keseluruhan		136	132	268	80	78	158

Sumber : Data Sekunder, 2025

Setelah melakukan pembagian sampel kelurahan menggunakan teknik proporsional, pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan

secara *Accidental Sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan responden yang secara kebetulan ditemui di lokasi penelitian dan memenuhi kriteria sebagai subjek penelitian. Teknik ini digunakan karena pekerja pengumpul dan pengangkut sampah memiliki jadwal dan jam kerja yang tidak teratur (*irregular working hours*), di mana aktivitas kerja dilakukan secara tidak bersamaan pada satu waktu tertentu, melainkan terdapat pekerja yang mulai bekerja sejak subuh, mulai dari pagi, siang, sore, hingga malam hari, serta seluruh pekerja tidak berada pada lokasi dan waktu yang sama. Oleh karena itu, teknik *accidental sampling* dipilih agar proses pengumpulan data dapat dilakukan secara lebih efektif dan tetap memungkinkan peneliti memperoleh responden yang sesuai dengan karakteristik responden penelitian dengan memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

- a. Kriteria Inklusi
 - 1) Pekerja pengumpul dan pengangkut sampah yang terlibat langsung dalam kegiatan pengangkutan, pemindahan, atau penarikan sampah secara manual (*manual handling*) di masing-masing wilayah kecamatan.
 - 2) Bersedia menjadi responden dan menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*).
 - 3) Responden berada di lokasi pada saat penelitian berlangsung.
 - 4) Dalam kondisi sehat dan mampu mengikuti proses pengumpulan data (wawancara/pengisian kuesioner).
- b. Kriteria Eksklusi
 - 1) Sopir truk pengangkut sampah atau petugas yang tidak terlibat langsung dalam aktivitas pengumpulan/pengangkutan sampah secara manual.
 - 2) Pekerja yang sedang cuti, sakit, atau tidak aktif bekerja pada saat penelitian berlangsung.
 - 3) Pekerja yang memiliki riwayat cedera berat atau kelainan muskuloskeletal akibat kecelakaan non-kerja yang dapat memengaruhi hasil penilaian keluhan MSDs.

2.4 Pengumpulan Data

2.4.1 Data Primer

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat bantu berupa kuesioner melalui wawancara terstruktur serta pengukuran menggunakan alat ukur. Adapun pengumpulan data primer diperoleh melalui:

- a. Data mengenai usia, kebiasaan merokok, dan masa kerja diperoleh dengan kuesioner karakteristik responden.
- b. Data mengenai status gizi responden diperoleh dengan melakukan pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan timbangan

berat badan dan *microtoice*.

- c. Data mengenai durasi kerja dan jenis tugas kerja/armada diperoleh dengan kuesioner tentang pekerjaan responden.
- d. Data mengenai beban kerja responden diperoleh dengan melakukan pengukuran denyut nadi *Cardiovascular Load* (% CVL).
- e. Data mengenai postur kerja diperoleh melalui perhitungan posisi tubuh dengan menggunakan aplikasi *Anglemeter* dan lembar *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).
- f. Data terkait keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) diperoleh dengan menggunakan Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM).

2.4.2 Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder dikumpulkan melalui kajian literatur dari berbagai sumber, termasuk informasi mengenai pekerjaan pekerja pengumpul dan pengangkut sampah. Selain itu, data mengenai pekerja pengumpul dan pengangkut sampah diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Makassar dan Kasi Pengelolaan Kebersihan dan Pertamanan Kecamatan Biringkanaya Kecamatan Manggala.

2.5 Instrumen Penelitian

2.5.1 Kuesioner

Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pertanyaan yang relevan dengan penelitian, yaitu identitas responden mencakup usia, status gizi, kebiasaan merokok, masa kerja. Kemudian, kuesioner tentang pekerjaan mencakup pertanyaan tentang durasi kerja dan jenis tugas kerja/armada pada pekerja pengumpul dan pengangkut sampah.

2.5.2 Timbangan Digital dan *Microtoice*

Penilaian status gizi dilakukan menggunakan metode antropometri. Metode antropometri merupakan cara penilaian status gizi yang didasarkan pada pengukuran berat badan dan tinggi badan. Pada orang dewasa, status gizi umumnya ditentukan dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT), yaitu perbandingan antara berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter.

Langkah-langkah pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) pada orang dewasa adalah sebagai berikut:

a. Pengukuran Berat Badan

Pengukuran ini menggunakan sebuah alat yang bernama timbangan digital, dengan prosedur sebagai berikut:

- Persiapan Alat
 1. Letakkan alat timbang di permukaan yang rata/datar dan keras.
 2. Sambungkan alat timbang dengan baterai AA.
 3. Kalibrasi alat timbangan dengan menaruh beban kalibrasi

seberat 15 kg di atas timbangan saat alat timbangan akan digunakan.

- Tahap pengukuran
 1. Minta responden untuk membuka alas kaki, jaket, dan ikat pinggang serta mengeluarkan isi kantong yang berat seperti kunci.
 2. Aktifkan timbangan digital dengan menekan tombol *ON/OFF*.
 3. Tunggu sampai angka pada timbangan digital menunjukkan angka 0,00.
 4. Mintalah responden untuk naik ke atas timbangan dengan posisi kaki di tengah namun tidak menutupi kaca baca timbangan.
 5. Pastikan kaki responden berada di tengah, responden tidak bergerak-gerak serta pandangan lurus ke depan.
 6. Tunggu angka pada kaca baca untuk diam dan tidak berubah-ubah lagi dan melihat hasilnya.
 7. Catat hasil pengukuran.
 8. Mintalah responden untuk turun dari timbangan.
 9. Nonaktifkan timbang jika sudah tidak digunakan lagi. Jika masih ingin digunakan menunggu timbangan kembali menjadi angka 0,00.

b. Pengukuran Tinggi Badan

Pengukuran ini menggunakan sebuah alat yang bernama *microtoice*, dengan prosedur sebagai berikut:

- Persiapan Alat
 1. Menggantungkan bandul benang untuk membantu memasang *microtoice* di dinding agar tegak lurus.
 2. Meletakkan alat pengukur di lantai yang datar tidak jauh dari bandul tersebut dan menempel pada dinding. Dinding tidak boleh ada lekukan atau tonjolan (rata).
 3. Menarik papan penggeser tegak lurus ke atas, sejajar dengan benang berbandul yang tergantung dan tarik sampai angka pada jendela baca menunjukkan angka 0 (nol). Kemudian dipaku atau direkatkan dengan lakban pada bagian atas *microtoice*.
 4. Untuk menghindari terjadi perubahan posisi pita, memberikan kembali perekat pada posisi sekitar 10 cm dari bagian atas *microtoice*.
- Tahapan pengukuran:
 1. Meminta responden untuk melepas alas kaki (sandal/sepatu), topi (penutup kepala).
 2. Memastikan alat geser berada di posisi atas.
 3. Meminta responden untuk berdiri tegak, persis di bawah alat

geser, sisi atas tubuh berimpit pada dinding.

4. Memastikan posisi kepala dan bahu bagian belakang, pantat, betis dan tumit menempel pada dinding tempat *microtoice* telah dipasang.
5. Mengarahkan pandangan responden lurus ke depan dan posisi tangan dalam posisi tergantung bebas.
6. Menggerakkan alat geser sampai menyentuh bagian atas kepala responden. Memastikan alat geser berada tepat di tengah kepala responden. Bagian belakang alat geser harus tetap menempel pada dinding.
7. Membaca angka tinggi badan pada jendela baca dengan arah angka yang lebih besar (ke bawah). Pembacaan dilakukan tepat di depan angka (skala) pada garis merah, sejajar dengan mata petugas.
8. Apabila pengukur lebih rendah dari yang diukur, pengukur harus berdiri di atas bangku agar hasil pembacaannya benar.
9. Pengukuran tinggi badan dilakukan sebanyak dua kali, yaitu:
 - Apabila pengukuran pertama dan kedua mempunyai selisih pengukuran $\geq 0,5$ cm maka dilakukan pengukuran ketiga, dan apabila pengukuran pertama dan kedua $\leq 0,5$ cm, maka hasil pengukuran tinggi badan yang dipakai adalah hasil penjumlahan pengukuran pertama dengan kedua lalu dibagi dengan 2.
 - Apabila dilakukan pengukuran yang ketiga, maka hasil pengukuran tinggi badan yang dipakai adalah hasil rerata (rata-rata). Penjumlahan pengukuran ketiga dengan pengukuran yang lainnya kemudian dibagi dua.
10. Pencatatan dilakukan dengan ketelitian sampai satu angka di belakang koma.

c. Menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT)

Hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan kemudian digunakan untuk menginterpretasikan status gizi responden, melalui rumus perhitungan berikut:

$$IMT (kg/m^2) = \frac{BB (kg)}{TB (m)^2}$$

Keterangan:

IMT = Indeks Massa Tubuh (kg/m^2)

BB = Berat badan dalam kg

TB = Tinggi badan dalam meter

Nilai IMT yang diperoleh dari hasil perhitungan tersebut selanjutnya dikategorikan termasuk normal atau tidak normal berdasarkan klasifikasi status gizi orang dewasa menurut pedoman Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Klasifikasi ini digunakan untuk menentukan apakah responden termasuk dalam

kategori sangat kurus, kurus, normal, gemuk (*overweight*), atau obesitas. Pengelompokan ini penting dalam penelitian karena status gizi dapat menjadi faktor yang memengaruhi kondisi kesehatan maupun risiko terjadinya gangguan kesehatan pada responden.

2.5.3 *Pulse Oximeter*

Pulse Oximeter merupakan alat yang dapat mendeteksi perubahan kadar oksigen dalam darah, selain itu alat ini juga digunakan untuk menghitung laju pernapasan pengidap paru obstruktif, asma, radang paru, dll. Alat ini digunakan untuk mengukur kadar oksigen dalam darah dan detak jantung responden sebagai indikator kondisi fisik selama pengumpulan data.

Beban kerja merupakan tingkat tuntutan aktivitas fisik yang memerlukan penggunaan tenaga dan kerja otot selama melakukan pekerjaan. Beban kerja fisik dapat dinilai melalui respons fisiologis tubuh, salah satunya adalah peningkatan denyut nadi. Semakin berat aktivitas yang dilakukan, maka semakin tinggi peningkatan denyut nadi sebagai respons terhadap kebutuhan oksigen dan energi tubuh.

Ada beberapa denyut nadi untuk mengestimasi beban kerja, yaitu:

- a) Denyut Nadi Istirahat (DNI) yang dilakukan sebelum bekerja;
- b) Denyut Nadi Kerja (DNK) yang dilakukan saat bekerja; dan
- c) Denyut Nadi Maksimum (DNM) yang diperoleh sesuai dengan jenis kelamin dan umur, jika pekerja perempuan maka dinilai DNM diperoleh dari 200-usia dan jika laki-laki maka nilai DNM diperoleh 220-usia.

Penilaian beban kerja dalam penelitian ini menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL), yaitu persentase peningkatan denyut nadi kerja dibandingkan dengan denyut nadi maksimum setelah dikurangi denyut nadi istirahat. Rumus perhitungan %CVL adalah sebagai berikut:

$$\%CVL = 100 \times \frac{(DNK - DNI)}{(DNM - DNI)}$$

Keterangan:

- %CVL = Persentase *Cardiovascular Load*
- DNK = Denyut Nadi Kerja (denyut/menit)
- DNI = Denyut Nadi Istirahat (denyut/menit)
- DNM = Denyut Nadi Maksimum (denyut/menit)

Berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi istirahat, denyut nadi kerja, dan perhitungan denyut nadi maksimum, selanjutnya dilakukan analisis beban kerja menggunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL). Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik responden berdasarkan persentase peningkatan denyut nadi selama aktivitas kerja. Hasil perhitungan %CVL kemudian dikategorikan ke dalam tingkat beban kerja ringan dan berat.

Pengukuran denyut nadi dalam penelitian ini menggunakan *pulse oxymeter*, yaitu yang berfungsi untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah (SpO_2) dan denyut nadi (*pulse rate*). Dalam penelitian ini, *pulse oxymeter* digunakan untuk memperoleh data denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja sebagai indikator beban kerja fisik responden.

Langkah-langkah pengukuran denyut nadi adalah sebagai berikut:

1. Pastikan jari responden dalam keadaan bersih, kering, dan tidak menggunakan cat kuku atau aksesoris pada jari.
2. Tekan tombol power *on/off* untuk menggunakan alat menyala dan lampu LED aktif.
3. Pasang *probe oximeter* pada ujung jari telunjuk responden dengan posisi yang tepat, nyaman dan sensor menutup sempurna.
4. Tetap diam dengan durasi selama 1 menit pengukuran pada pekerja untuk mengetahui hasilnya, terdapat dua angka yang ditampilkan di layar. Satu angka menunjukkan tingkat saturasi oksigen (SpO_2), sedangkan yang lainnya adalah detak jantung (*pulse rate*).
5. Catat nilai denyut nadi (*pulse rate*) yang tertera pada layar.
6. Setelah selesai pengukuran, lepaskan alat *probe oximeter* dari jari dengan hati-hati.

Pengukuran denyut nadi dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap untuk memperoleh penilaian beban kerja fisik yang akurat melalui tiga jenis pengukuran denyut nadi. Ketiga komponen tersebut digunakan sebagai dasar dalam menghitung persentase *Cardiovascular Load* (%CVL), sehingga dapat menggambarkan respons fisiologis responden terhadap aktivitas kerja yang dilakukan.

- Pengukuran Denyut Nadi Istirahat (DNI)
 1. Responden dalam posisi rileks sebelum dilakukan pengukuran.
 2. *Pulse oximeter* dipasang pada ujung jari telunjuk responden.
 3. Tunggu hingga angka pada layar stabil (± 30 –60 detik).
 4. Catat nilai denyut nadi sebagai DNI (denyut/menit).
- Pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK)
 1. Pengukuran dilakukan saat responden sedang melakukan aktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah atau segera setelah aktivitas mencapai puncaknya.
 2. Pastikan jari responden dalam keadaan tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), bersih, kering, dan tidak menggunakan cat kuku atau aksesoris pada jari.
 3. Pasang *pulse oximeter* pada jari responden.
 4. Tunggu hingga angka stabil, kemudian catat nilai denyut nadi sebagai DNK (denyut/menit).
- Perhitungan Denyut Nadi Maksimum (DNM)

DNM dihitung berdasarkan usia dan jenis kelamin responden:

- Laki-laki: 220 – usia (tahun)
- Perempuan: 200 – usia (tahun)

2.5.4 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Lembar observasi REBA adalah alat penilaian yang digunakan untuk menganalisis postur tubuh pekerja, mulai dari leher hingga kaki. Untuk membantu mengukur postur kerja digunakan aplikasi ErgoFellow 3.0. Sebelum itu, postur pekerja terlebih dahulu diukur sudut tubuhnya menggunakan aplikasi *Anglemeter* untuk menilai sudut pada setiap bagian tubuh yang akan dianalisis dengan metode REBA, yaitu leher, batang tubuh, kaki, lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Hasil pengukuran sudut tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses penilaian REBA pada aplikasi ErgoFellow 3.0.

ErgoFellow adalah perangkat lunak ergonomi yang dirancang untuk mempermudah proses penilaian risiko postur kerja secara cepat, sistematis, dan objektif. Aplikasi ini mendukung berbagai metode penilaian ergonomi yang telah banyak digunakan secara internasional, seperti *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*, OWAS, QEC, dan *Strain Index*. ErgoFellow juga dilengkapi fitur analisis gambar atau video, perhitungan antropometri, serta penilaian faktor lingkungan kerja seperti suhu, pencahayaan, dan kebisingan.

Pada metode REBA, segmen tubuh dibagi ke dalam dua kategori, yakni grup A (leher, punggung, dan kaki) dan grup B (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan). REBA menilai postur tubuh secara keseluruhan, meliputi:

- a. Postur leher, batang tubuh (punggung), dan kaki.
- b. Postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Penilaian REBA dilakukan melalui beberapa tahap:

- a. Mengamati dan mencatat postur tubuh bagian A (batang tubuh, leher, dan kaki).
- b. Mengamati dan mencatat postur tubuh bagian B (lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan).
- c. Memberi skor setiap bagian tubuh berdasarkan tabel penilaian REBA.
- d. Menyesuaikan skor dengan beban/gaya dan aktivitas yang dilakukan.
- e. Menggabungkan skor akhir postur A dan B untuk mendapatkan skor REBA.

2.5.5 Lembar Kuesioner *Nordic Body Map (NBM)*

Kuesioner *Nordic Body Map (NBM)* atau *Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ)* adalah instrumen baku untuk mengukur keluhan MSDs yang telah terstandarisasi dan banyak digunakan secara internasional. Instrumen ini dikembangkan oleh Kuorinka *et al* (1987)

bersama tim dari *Nordic Institute of Occupational Health* di Helsinki dengan dukungan *Nordic Council of Ministers*, sehingga menjadi alat survei lintas negara yang konsisten dan dapat dibandingkan antar populasi. Kuesioner NBM adalah adaptasi dari NMQ yang telah diterjemahkan ke Bahasa Indonesia dan diuji validitas serta reliabilitasnya secara memadai (nilai validitas item 0,501 – 0,823 dan *Cronbach's α* = 0,726).

Keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) diperoleh dengan menanyakan langsung melalui instrumen kuesioner dan menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) untuk mengetahui letak keluhan yang dirasakan saat ataupun setelah bekerja. Kuesioner ini terdiri atas peta tubuh untuk mengidentifikasi bagian otot pekerja yang mengalami keluhan. Peta tubuh dalam kuesioner ini membagi tubuh menjadi 28 area, mulai dari leher hingga telapak kaki. Pengisian kuesioner ini melalui checklist tingkat rasa sakit yang dirasakan pekerja. Responden diminta untuk memberikan tanda ada atau tidak adanya keluhan pada bagian-bagian tubuh tersebut. Keluhan pada NBM dikelompokkan menjadi 4 tingkat kesakitan, yaitu tidak terasa sakit (0), sedikit sakit (1), sakit (2) dan sangat sakit (3).

2.5.6 Handphone

Handphone merupakan alat yang digunakan untuk menghitung waktu pengukuran dan mengambil dokumentasi pada saat melakukan penelitian.

2.5.7 Alat Tulis

Alat tulis tradisional seperti pena, kertas, dan buku catatan digunakan untuk mencatat hasil wawancara. Dalam penelitian ini, alat tulis yang digunakan berupa pulpen dan buku catatan untuk mencatat hasil observasi dan membuat catatan penting selama pengumpulan data.

2.5.8 Laptop

Laptop adalah alat yang digunakan untuk mengelola dan menganalisis data yang telah diperoleh dari responden.

2.6 Pengolahan dan Analisis Data

2.6.1 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya akan diolah melalui beberapa tahapan diantaranya yaitu *editing*, *coding*, *entry data*, *cleaning*, dan *scoring*.

a. Penyuntingan Data (*Editing*)

Tahap awal yang dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh telah lengkap, konsisten, dan bebas dari kesalahan. Peneliti melakukan penelaahan ulang terhadap kuesioner untuk verifikasi ketepatan serta kelengkapan jawaban responden sebelum data diproses lebih lanjut.

b. Pengkodean Variabel (*Coding*)

Tahap ini dilakukan dengan memberikan kode pada setiap variabel penelitian yang telah dikumpulkan untuk mempermudah proses pengolahan data. Data yang awalnya berupa teks atau pernyataan diubah ke dalam bentuk numerik sehingga dapat dianalisis secara statistik.

c. Penginputan Data (*Entry Data*)

Proses memasukkan data yang telah diberi kode ke dalam perangkat lunak SPSS. Peneliti menyusun variabel sesuai dengan indikator penelitian agar proses analisis data dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur.

d. Pembersihan Data (*Cleaning*)

Pemeriksaan ulang terhadap data yang telah diinput dengan cara mengidentifikasi, memperbaiki, atau menghapus data yang tidak relevan, tidak lengkap, atau tidak konsisten. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis bersih, akurat, dan layak diolah.

e. Pemberian Skor (*Scoring*)

Setelah proses perbaikan dan koreksi selesai, data diberi skor untuk setiap variabel penelitian. Tujuan dari pemberian skor ini adalah untuk mempermudah dalam mengidentifikasi variabel penelitian. Selanjutnya, data dikelompokkan atau dikategorikan berdasarkan nilai rata-rata dari setiap variabel.

2.6.2 Analisis Data

Setelah data diolah adalah melakukan analisis data. Dalam penelitian ini, analisis data dilakukan menggunakan program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Proses analisis tersebut meliputi analisis univariat, bivariat, dan multivariat.

a. Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai permasalahan penelitian dengan mendeskripsikan masing-masing variabel yang digunakan. Analisis ini dilakukan dengan melihat distribusi frekuensi dan persentase dari setiap variabel, baik variabel independen (usia, status gizi, kebiasaan merokok, masa kerja, durasi kerja, beban kerja, postur kerja, dan jenis tugas kerja/armada) serta variabel dependen (keluhan *Musculoskeletal Disorders*).

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen (keluhan *Musculoskeletal Disorders*) dan variabel independen melalui tabulasi silang (*crosstab*) menggunakan program SPSS dengan uji statistik *Chi-Square*. Apabila terdapat lebih dari satu sel dengan nilai harapan (expected count) <5, maka syarat penggunaan uji *Chi-Square* tidak terpenuhi dan hasil uji

kurang valid. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan uji *Fisher Exact* yang lebih tepat digunakan karena lebih akurat untuk data dengan frekuensi kecil. Untuk menentukan signifikansi (derajat kemaknaan) hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen, maka digunakan nilai *p-value* = 0,05. Dalam hal ini, apabila nilai $p \leq 0,05$, maka terdapat hubungan yang signifikan antara variabel independen dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Sebaliknya, apabila nilai $p > 0,05$, maka tidak terdapat hubungan yang signifikan antara variabel independen dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

c. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) setelah mempertimbangkan variabel lain secara bersamaan. Dalam penelitian ini, variabel dependen bersifat kategorik, sehingga metode analisis yang digunakan adalah regresi logistik. Tujuan dilakukannya analisis multivariat ini adalah untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat, sehingga dapat diketahui variabel mana yang paling berpengaruh terhadap variabel terikat, maka dalam penelitian ini menggunakan uji analisis regresi logistik.

Proses analisis multivariat dilakukan dengan memasukkan variabel-variabel independen yang memenuhi kriteria (hasil analisis bivariat menghasilkan *p value* $< 0,25$) ke dalam model regresi logistik, kemudian dianalisis secara bersama-sama untuk melihat besar pengaruh masing-masing variabel terhadap keluhan MSDs. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk nilai *Odds Ratio* (OR) dan tingkat signifikansi (*p-value*), sehingga dapat diketahui variabel independen yang paling dominan berhubungan dengan keluhan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

2.7 Penyajian Data

Hasil pengolahan dan analisis data disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi atau grafik, yang dilengkapi dengan penjelasan serta interpretasi hasil dalam bentuk narasi. Penyajian data kuantitatif yang telah diolah dan dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel distribusi dan *crosstab*, serta narasi yang digunakan untuk membahas hasil penelitian. Data disajikan secara deskriptif untuk memberikan gambaran umum karakteristik responden dan variabel penelitian. Selanjutnya, dilakukan analisis bivariat untuk melihat hubungan antara variabel independen dan variabel dependen menggunakan uji statistik yang sesuai. Untuk mengetahui pengaruh simultan dari beberapa variabel independen terhadap variabel dependen, dilakukan analisis multivariat dengan menggunakan regresi logistik. Hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara naratif guna menginterpretasikan hubungan yang bermakna secara statistik.