

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan beban kerja atas produktivitas dengan risiko ergonomi, telah meningkatkan potensi gangguan kesehatan yang signifikan diantara para pekerja (HSE, 2021). Bukti ilmiah menunjukkan paparan faktor risiko ergonomis di tempat kerja telah berkontribusi pada perkembangan insiden osteoarthritis dan penyakit muskuloskeletal (Hulshof *et al.*, 2021). Menurut Hatta and Hasan, (2019); National Academies of Sciences, Engineering (2020) & Lim *et al* (2021), osteoarthritis termasuk dalam kondisi muskuloskeletal yang berdampak pada morbiditas, mortalitas, dan peningkatan biaya perawatan kesehatan, termasuk hilangnya waktu produktivitas akibat gangguan muskuloskeletal yang mempengaruhi kondisi tulang, sendi, otot, dan jaringan ikat.

Nyeri muskuloskeletal tercatat memengaruhi lebih dari 30% populasi global (Puntillo *et al.*, 2021), World Health Organization (2022) melaporkan sekitar 1.71 miliar orang telah mengidap penyakit muskuloskeletal di seluruh dunia dan menjadi penyebab utama kecacatan di 160 negara, keluhan tertinggi nyeri pada pinggang. Negara-negara berpendapatan tinggi seperti Amerika Serikat, Kanada, negara uni eropa diketahui paling terdampak atas kondisi tersebut dengan 441 juta orang penderita, diikuti oleh wilayah Pasifik Barat 427 juta orang, dan wilayah Asia Tenggara 369 juta orang. Adapun tahun hidup dengan disabilitas (years lived with disability/YLDs) secara global, mencapai sekitar 149 juta YLDs atau 17% dari total YLDs di seluruh dunia.

Gangguan muskuloskeletal atau gangguan trauma kumulatif yang terjadi di lingkungan kerja dikenal dengan istilah gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan, gangguan ini masih menjadi ancaman besar dalam dunia kerja hingga sekarang, dengan estimasi kasus 50-70% pekerja di seluruh dunia (Vanwonderghem, Yoopat and Maes, 2012; Abebaw *et al.*, 2024). Temuan Torralba, Panush and Torralba (2012) atas cedera muskuloskeletal yang berhubungan dengan pekerjaan ditemukan berdampak pada kondisi cedera dengan kategori nonfatal, namun menyebabkan pekerja harus cuti dari pekerjaan selama beberapa hari, sehingga berdampak pada produktivitas.

Faktor risiko penyebab tingginya insiden muskuloskeletal terkait dengan pekerjaan dihubungkan dengan usia, masa kerja, kondisi psikologis, frekuensi pengulangan tugas atau siklus kerja yang repetitif, disertai dengan tekanan untuk mencapai target produksi yang tinggi secara harian atau per jam (de Carvalho, Schmidt and Soares, 2016; Badirou *et al.*, 2021; Gallagher and Barbe, 2022). Selain itu, posisi kerja yang tidak ergonomis menyebabkan kelelahan berlebihan, yang tidak diimbangi dengan pemulihan tubuh yang memadai. Akibatnya, gangguan muskuloskeletal cenderung berlanjut dan memburuk dari waktu ke waktu, berakhir pada penurunan produktivitas, peningkatan cuti sakit, tingginya kompensasi pekerja termasuk biaya perawatan kesehatan, dan potensi risiko cedera yang lebih serius (Luttmann *et al.*, 2003; Gallagher and Barbe, 2022; Lu *et al.*, 2022).

Temuan Choi *et al* (2017) pada lima sektor layanan di Korea dari tahun 2004 hingga 2013 melaporkan industri jasa mengalami peningkatan kasus muskuloskeletal, dimana pekerjaan seperti pendidik anak usia dini, juru masak, dan pemulung sampah menjadi yang paling terdampak. Kemudian studi Park, Kim and Han (2018) di Korea menemukan sektor konstruksi dan manufaktur menimbulkan risiko tertinggi penyakit muskuloskeletal bagi pria, sedangkan wanita pada industri perhotelan dan restoran. Namun menurut Gallagher and Barbe (2022) sektor perawatan kesehatan saat ini dilaporkan memiliki tingkat gangguan muskuloskeletal yang lebih tinggi kaitannya dengan aktivitas kerja di berbagai negara.

Studi meta-analisis Sun *et al* (2023) mengkonfirmasi, dari 42 artikel yang mencakup 36.934 perawat, prevalensi tahunan gangguan muskuloskeletal di kalangan perawat mencapai 77.2%, dengan punggung bawah, leher, dan bahu sebagai area paling terdampak. Perawat di negara maju memiliki prevalensi gangguan muskuloskeletal lebih tinggi dibandingkan dengan yang di negara berkembang. Perhatian terhadap gangguan muskuloskeletal pada tenaga medis tentu ada kaitannya pula dengan masa pandemi covid-19, dimana petugas kesehatan menghadapi beban tugas berlebih (*overload*) dalam penanganan pasien.

Namun, seiring dengan pemulihan dari pandemi, perekonomian dan aktivitas di berbagai lingkungan kerja mulai kembali normal. Di sisi lain, masalah gangguan muskuloskeletal tetap menjadi isu penting yang harus dihadapi dalam industri kerja. Sebagaimana disebutkan Abebaw *et al* (2024) pesatnya industrialisasi, kemajuan teknologi, dan pergeseran struktur angkatan kerja global menjadikan muskuloskeletal sebagai kontributor utama beban penyakit akibat kerja pada berbagai sektor kerja. Hasil kajian Li, Li and Crag, (2019); Sedilla and Matias (2018) menemukan bahwasanya salah satu bidang pekerjaan yang sangat rentan terhadap gangguan muskuloskeletal adalah sektor pelabuhan, khususnya tenaga kerja bongkar muat, dimana meskipun menjadi pilar vital pembangunan ekonomi, operasi pelabuhan adalah ladang bagi berbagai masalah kesehatan kerja.

Studi Zanatelli *et al* (2021) misalnya menemukan prevalensi nyeri punggung bawah pada pekerja Pelabuhan Santos yakni 17% dari 82 responden. Studi cross-sectional di antara pekerja pelabuhan di break-bulk Filipina turut teridentifikasi mengalami gangguan muskuloskeletal pada punggung, bahu, dan lengan bawah, dengan prevalensi dan keparahan yang tinggi (Sedilla and Matias, 2018). Eke and Akpoghomeh (2023) mengidentifikasi ketidaknyamanan punggung adalah masalah umum di antara pekerja bongkar muat paruh waktu di pelabuhan Nigeria, dengan risiko tinggi akibat tuntutan fisik dan pekerjaan.

Penelitian pada tahun 2021 di Pelabuhan Kota Makassar menemukan 46,4% responden mengalami keluhan muskuloskeletal dalam kategori tinggi, dan 37,9% kategori sangat tinggi (Russeng *et al.*, 2021). Aktivitas kerja yang melibatkan beban fisik berlebihan membuat pekerja dalam sektor ini sangat rentan terhadap gangguan terkait muskuloskeletal, yang berpotensi menyebabkan disabilitas fungsional serius dan meningkatkan laporan absensi (Zanatelli *et al.*, 2021; Crizol *et al.*, 2024).

Tenaga kerja bongkar muat tersebut rutin melakukan tugas fisik yang berat, seperti mengangkat dan memindahkan barang dengan posisi tubuh yang tidak

ergonomis, serta bekerja dalam siklus yang repetitif dan seringkali di bawah tekanan waktu (de Carvalho, Schmidt and Soares, 2016). Rentang prevalensi gangguan muskuloskeletal di kalangan pekerja dermaga sangat tinggi berkisar 15.8% hingga 88,6% (Almeida *et al.*, 2012; de Carvalho, Schmidt and Soares, 2016; Badirou *et al.*, 2021), persentase ini mencerminkan besarnya dampak kesehatan yang dihadapi oleh pekerja di sektor tersebut.

Kajian terbaru dari 44 responden (tenaga bongkar muat barang) yang diteliti, sekitar 29,5% mengalami gangguan muskuloskeletal, berdasarkan survei *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), 60% dari aktivitas bongkar muat berada dalam rentang risiko tinggi (8-13 poin), dengan skor rata-rata 8,8 saat memuat dan 8,5 saat membongkar. Faktor utama yang meningkatkan risiko adalah postur tangan dan leher yang membungkuk atau memutar, jarak horizontal yang jauh antara paket dan tubuh, serta tingginya frekuensi pengangkatan barang (Ryu *et al.*, 2023). Latensi rata-rata untuk gangguan muskuloskeletal, seperti tendonitis pada pergelangan tangan, mencapai 5,4 tahun (Nicoletti and Battevi, 2008). Faktor lain seperti obesitas juga turut berkontribusi pada gangguan muskuloskeletal, hubungan ini bervariasi tergantung pada Beban Kerja Fisik yang dialami, pekerja obesitas memiliki risiko lebih tinggi mengalami gejala dan pemulihan yang lebih lambat dibandingkan dengan berat badan normal (Vieste *et al.*, 2013).

Indeks Massa Tubuh (IMT) yang tinggi meningkatkan beban pada sendi dan tulang, sehingga memicu nyeri dan cedera, terutama pada area penopang berat seperti lutut dan punggung. Berbagai riset juga telah mendukung hubungan signifikan antara IMT dengan peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal (Rosa *et al.*, 2021; Bispo *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2022). Dengan demikian, mempertimbangkan IMT dalam evaluasi risiko kerja dapat membantu mencegah dan mengelola gangguan kesehatan ini secara lebih efektif.

Lingkungan pelabuhan yang keras dan penuh tekanan seringkali memicu kebiasaan merokok di antara para pekerja sebagai cara untuk mengatasi stres dan kelelahan, sebagaimana temuan Husin, Doda and Kaunang (2023) 100% responden sebagai pekerja di pelabuhan memiliki kebiasaan merokok. Sementara itu kebiasaan merokok faktanya memiliki kaitan dengan gangguan muskuloskeletal, menurut Tarwaka and Sudajeng (2004) semakin sering dan lama seseorang merokok semakin tinggi risiko mengalami keluhan otot, sebagaimana penurunan kapasitas paru-paru akibat merokok, berujung pada kelelahan lebih cepat saat melakukan aktivitas fisik. Selain itu, beberapa kajian riset juga mengungkapkan adanya hubungan signifikan antara kebiasaan merokok dengan kondisi gangguan muskuloskeletal pada berbagai bagian tubuh, seperti siku, punggung bawah, pinggul, dan lutut (Liu *et al.*, 2022; Tajvar, Ghanbarnejad and Kazempour, 2023).

Menilik permasalahan terkait risiko ergonomis, penelitian Nguyen (2024) pada tenaga kerja bongkar muat barang Di Pelabuhan Saigon, Vietnam menunjukkan pekerja menghadapi keparahan risiko muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis dan beban kerja yang berat, risiko kronis muskuloskeletal pada pekerja mencapai 43%, faktor ergonomis menjadi akibat timbulnya rasa nyeri, terutama pada punggung bawah (58%), bahu (57%), dan leher (55%). Faktor lainnya yang

berkontribusi terhadap tingginya prevalensi muskuloskeletal pada pekerja yakni kepuasan kerja (10,71%), frekuensi berlutut (8,61%), penempatan beban di bahu kiri (7,43%), frekuensi penggunaan kait (5,86%), durasi kerja yang panjang, posisi tubuh yang buruk, diperburuk oleh kelelahan (3,02%), dan kebisingan (3,11%).

Penelitian Kurniawan *et al* (2022) yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara postur ergonomis dengan ketegangan otot dan penumpukan asam laktat diketahui dari 51 responden yang dipilih melalui metode convenience sampling, ditemukan 70,59% bekerja dengan postur yang tidak ergonomis. Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan signifikan antara postur ergonomis dengan ketegangan otot ($p=0,000$) dan penumpukan asam laktat ($p=0,002$), sehingga menyoroti pentingnya perbaikan postur ergonomis untuk mengurangi ketegangan otot dan akumulasi asam laktat di tempat kerja. Hasil dengan subjek pengamatan yang berbeda yakni pekerja gudang di industri jasa kurir malaysia, namun dengan tugas fisik yang hampir sama ditemukan bahwasanya aktivitas penyimpanan susun bertingkat menimbulkan risiko ergonomi tertinggi oleh pekerja, disebabkan postur tubuh yang tidak nyaman, aktivitas statis dan berkelanjutan, serta tugas yang berulang (Ismail *et al.*, 2024).

Ulasan sistematis Li, Li and Crag (2019) menguraikan bahwasanya Beban Kerja Fisik pekerja sebagai salah satu faktor utama penyebab gangguan muskuloskeletal di antara pekerja pelabuhan. Paparan berulang terhadap tugas-tugas berat dan postur yang tidak ergonomis menyebabkan peningkatan keluhan muskuloskeletal, dengan faktor risiko tambahan berupa durasi kerja yang panjang, pekerjaan shift, dan minimnya pemulihan fisik yang memadai. Adapun terkait Beban Kerja Fisik dalam penelitian Russeng *et al* (2021) menunjukkan bahwa Beban Kerja Fisik yang tinggi secara signifikan memengaruhi postur kerja yang buruk, yang pada gilirannya meningkatkan keluhan gangguan muskuloskeletal. Terlebih semakin tua usia pekerja, semakin rendah toleransi mereka terhadap beban fisik, dan semakin besar risiko mereka mengalami postur kerja yang tidak ideal, yang berujung pada keluhan muskuloskeletal.

Sehubungan dengan indikasi kelelahan, Nguyen (2024) di Pelabuhan Sai Gon (Saigon Port), Vietnam diketahui telah melaporkan kondisi kelelahan tersebut diantara pekerja pelabuhan dan mempengaruhi gangguan muskuloskeletal. Sebagaimana kelelahan saling terkait dengan penurunan kinerja, meningkatkan ketidakhadiran, dan berkontribusi terhadap perkembangan gangguan muskuloskeletal pada berbagai industri kerja (Leme and Maia, 2015; Daneshmandi *et al.*, 2017; Bolghanabadi *et al.*, 2019; Susoko, 2023). Adapun temuan pada pekerja di pelabuhan Bonow *et al* (2024) yakni, kondisi kelelahan pekerja dapat menjadi faktor yang memperburuk risiko yang sudah ada di lingkungan kerja, karena pekerja yang mengalami kelelahan memiliki tingkat fokus rendah dan mengganggu *performance*.

Penelitian Watulinggas *et al* (2020) juga mengungkapkan adanya perbedaan signifikan tingkat kelelahan pekerja sebelum dan sesudah bekerja, di mana 71,2% pekerja bongkar muat di pelabuhan dilaporkan mengalami kelelahan pada tingkat sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas kerja yang dilakukan secara

berkelanjutan memberikan dampak substansial terhadap kondisi fisik pekerja, yang berpotensi mempengaruhi produktivitas dan kesehatan jangka panjang.

Pandangan Hartvigsen *et al* (2018) bahwa, modulasi nyeri sentral dan kognisi nyeri berperan penting dalam perkembangan nyeri punggung bawah yang persisten. Sedangkan biaya, kecacatan, dan penggunaan layanan kesehatan akibat kondisi ini sangat bervariasi antar negara, dipengaruhi pula oleh budaya dan sistem sosial setempat, serta keyakinan tentang sebab dan akibat. Di negara berpenghasilan rendah dan menengah, kecacatan dan biaya gangguan diproyeksikan meningkat, sementara sistem kesehatan yang belum stabil sering kali tidak siap menghadapi beban tersebut dan tetap menjadi masalah kesehatan di masyarakat.

Temuan Govaerts *et al* (2021) menginformasikan, gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan masih sangat umum di antara pekerja kasar, sebagaimana nilai prevalensi yang relatif tinggi dan rasio insiden rendah menunjukkan, meskipun gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan tidak sering muncul sebagai insiden keluhan jangka panjang masih sering terjadi. Bonfiglioli, Caraballo-Arias and Salmen-Navarro (2022) turut menegaskan, meskipun penyakit muskuloskeletal bukan kondisi yang mengancam jiwa, namun dapat menyebabkan rasa sakit, keterbatasan mobilitas, dan ketangkasan, yang berakibat pada pensiun dini dari pekerjaan, rendahnya tingkat kualitas hidup, dan berkurangnya kemampuan untuk berpartisipasi penuh dalam masyarakat.

Selain itu, perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja merupakan bidang prioritas pembangunan, sebagaimana upaya peningkatan efektivitas sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja mampu mengurangi kerugian dalam organisasi (Bazaluk *et al.*, 2023). Olehnya karena esensi gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan sangatlah kompleks, penting untuk melakukan penelitian lokal untuk membangun sistem perlindungan (Lee, Hong and Man, 2023). Sebagaimana semakin banyak perhatian diberikan pada penilaian risiko kerja dan ergonomis, serta berbagai faktor yang memperburuk postur kerja saat melakukan tugas produksi, kita dapat mencegah berkembangnya penyakit sistem muskuloskeletal (Bazaluk *et al.*, 2023). Olehnya berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penulis akan meneliti hubungan kejadian gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta Kota Makassar, sehingga dapat menghasilkan solusi yang lebih praktis dan terintegrasi untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan pekerja.

Pelabuhan Soekarno-Hatta di Makassar terpilih sebagai lokasi penelitian ini, dikarenakan merupakan salah satu pelabuhan kargo terbesar di Indonesia kawasan timur. Pelabuhan ini memainkan peran krusial dalam ekonomi regional, hingga memfasilitasi pergerakan barang dan penumpang di seluruh kepulauan. Destinasi kargo dari makassar dan keberkalaan kapal masuk yang tercatat meliputi Jepang, China, Malaysia, Australia, Singapura, Filipina, India, Republik Korea, Sri Lanka, Amerika Serikat, Arab Saudi, Belgia, Inggris, Jerman, Swiss, Taiwan, Pakistan, Vietnam, Suriah, Irak, dan Thailand. Sementara itu, kota-kota lain yang termasuk adalah Panjang, Incheon, Singapura, Haiphong, Chittagong, Ningbo, Chita, Lahad Datu (Sabah), Cagayan (Mindanao), Batam, Davao, Gunsan, Bataan (Mariveles),

Cebu, Batangas, Bintulu (Sarawak), Nantong, Johor, Labuan (Sabah), Shanghai, dan Hong Kong (DPMPTSP Sulsel, 2023). Mengingat pentingnya pelabuhan Soekarno-Hatta dalam logistik, terdapat Beban Kerja Fisik yang cukup besar, terutama bagi tenaga kerja bongkar muat yang menangani muatan berat, menjadikannya lokasi yang ideal untuk mempelajari risiko ergonomi dan gangguan muskuloskeletal (MSDs).

Salah satu bukti terdapatnya kejadian muskuloskeletal pada pekerja pelabuhan di Makassar dilaporkan dalam publikasi Russeng et al (2021), diketahui terdapat 46,4% pekerja bongkar muat barang di pelabuhan mengalami keluhan muskuloskeletal dalam kategori tinggi, dan 37,9% dalam kategori sangat tinggi, yang menunjukkan bahwa masalah ini memerlukan perhatian lebih lanjut. Selain itu, studi Kondar *et al* (2020) menemukan pekerja yang lebih tua cenderung mengalami kelelahan lebih cepat dibandingkan pekerja muda, terutama karena penurunan kapasitas fisik seiring bertambahnya usia. Selain itu, beban kerja berat secara langsung memengaruhi tingkat kelelahan, pekerja yang menangani beban lebih besar dan durasi yang lama mengalami kelelahan lebih tinggi. Temuan ini menegaskan pentingnya pengaturan beban kerja dan perhatian terhadap kondisi fisik pekerja untuk mengurangi risiko kelelahan yang berlebihan.

Tingginya densitas operasional di pelabuhan Kota Makassar menambah beban kerja tenaga bongkar muat, yang sering kali harus menyelesaikan proses distribusi dalam waktu terbatas. Kondisi tersebut dapat memperburuk kelelahan fisik serta meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal yang disebabkan oleh akumulasi tekanan biomekanis. Selain risiko tersebut, faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok dan indeks massa tubuh turut penting untuk dikaji sebagaimana kajian literature menyatakan terdapat kontribusi yang memperbesar peluang terjadinya muskuloskeletal terkait pekerjaan. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara karakteristik individu, postur kerja, dan beban fisik terhadap gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan melalui kondisi kelelahan, dengan Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar sebagai lokasi yang sangat relevan karena kondisi pekerjaan di sana mencerminkan lingkungan kerja dengan risiko ergonomis yang tinggi. Hal ini memberikan dasar kuat untuk menilai dampak faktor-faktor tersebut terhadap kesehatan dan kapasitas kerja jangka panjang para tenaga kerja.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, olehnya peneliti bermaksud melakukan kajian masalah terkait, bagaimana karakteristik individu, postur kerja, dan Beban Kerja Fisik berpengaruh terhadap gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk menilai pengaruh karakteristik individu, postur kerja, dan Beban Kerja Fisik terhadap risiko gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta Kota Makassar.

1.3.2. Tujuan Khusus

- 1.3.2.1 Untuk menilai pengaruh langsung dan tidak langsung karakteristik individu (indeks massa tubuh, dan kebiasaan merokok) terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.
- 1.3.2.2 Untuk menilai pengaruh langsung dan tidak langsung postur kerja terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.
- 1.3.2.3 Untuk menilai pengaruh langsung dan tidak langsung Beban Kerja Fisik terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil pelaksanaan penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1.4.1. Manfaat Teoritis

- 1.4.1.1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) tentang postur kerja, tingkat kelelahan, dan Beban Kerja Fisik terhadap gangguan muskuloskeletal pada buruh pelabuhan
- 1.4.1.2. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai kelompok yang berisiko mengalami gangguan muskuloskeletal, khususnya karakteristik responden.
- 1.4.1.3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pelaksanaan monitoring dan pengawasan untuk memastikan praktik kerja buruh pelabuhan dilakukan dengan aman dan sesuai dengan prinsip ergonomi yang berlaku, guna mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal.

1.4.2. Manfaat Praktis

- 1.4.2.1 Bagi pemerintah dan lembaga terkait
Menjadi bahan referensi dalam penyusunan peraturan dan standar operasional bagi tenaga kerja bongkar muat dibawah instansi terkait.
- 1.4.2.2 Bagi institusi pendidikan
Sebagai referensi tambahan mengenai risiko gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja di lapangan khususnya pekerja bongkar muat, serta untuk memperkaya literatur atau teori yang sudah ada.
- 1.4.2.3 Bagi peneliti

Merupakan bentuk aplikasi dan pengamalan ilmu pengetahuan tentang K3 pada pekerja di sektor pelabuhan yang melakukan aktivitas fisik berupa pengangkatan barang.

1.5. Teori Umum Gangguan Muskuloskeletal Terkait Pekerjaan

Gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan merupakan suatu kondisi inflamasi dan degeneratif yang memengaruhi otot, tendon, ligamen, sendi, saraf tepi, serta pembuluh darah yang mendukungnya, dengan etiologi multifaktorial di tempat kerja namun tidak selalu dikategorikan sebagai cedera atau penyakit. Golongan kelainan ini diantaranya cedera regangan berulang, sindrom penggunaan berlebihan akibat pekerjaan, cedera punggung, osteoarthritis, sakit punggung, linu panggul, cakram tergelincir, sindrom terowongan karpal, tendinitis, dan lainnya (CDC and NIOSH, 2001).

Menurut publikasi yang diterbitkan (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1996) secara khusus mendefinisikan secara rinci bahwasanya gangguan muskuloskeletal akibat kerja mencakup kerusakan pada tendon, selubung tendon, pelumasan sinovial pada selubung tendon, tulang, otot, saraf, dan ligamen di tangan, pergelangan tangan, siku, bahu, leher, punggung, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki, cedera sendi di mana beberapa serat ligamen pendukung robek, tetapi kontinuitas ligamen tetap utuh, peregangan berlebihan atau pengerahan tenaga berlebih pada bagian tertentu dari otot, dan berbagai gangguan yang ditandai oleh peradangan, degenerasi, atau kelainan metabolik pada struktur jaringan ikat tubuh, terutama sendi dan struktur terkait, termasuk otot, bursa, tendon, dan jaringan fibrosa.

Lu *et al* (2022) dalam kajian menjelaskan bahwa cedera gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan mencakup cedera akut akibat insiden traumatis dan kondisi kronis yang diklasifikasikan sebagai penyakit. Namun definisi tersebut tidak mencakup gejala atau diagnosis muskuloskeletal seperti keseleo atau tegang yang disebabkan oleh terpeleset, tersandung, terjatuh; tertimpa atau terkena benda, adanya insiden transportasi, kekerasan, serta kebakaran atau ledakan. CDC and NIOSH (2001); da Costa and Vieira (2010) menyatakan, faktor risiko muskuloskeletal terkait pekerjaan terdiri atas tiga elemen penting, pertama faktor risiko biomekanik seperti paparan beban berlebih, postur kerja yang tidak ergonomis, gerakan berulang, dan paparan getaran, dimana mekanisme cedera terjadi ketika pembebanan biomekanik tersebut melebihi toleransi pada jaringan internal. Risiko ini dapat diukur berdasarkan intensitas dan durasi paparan, termasuk frekuensi, repetisi, siklus kerja, dan lamanya waktu paparan. Kedua, faktor psikososial meliputi kondisi organisasi kerja, seperti jam kerja yang panjang, kerja shift, sistem kerja borongan, kecepatan proses produksi, kurangnya pelatihan, kondisi kerja yang tidak memadai, serta stres mental atau emosional. Ketiga, faktor individual mencakup variabel antropometri, kekuatan fisik, usia, jenis kelamin, latar belakang budaya, dan riwayat cedera.

Lu *et al* (2022) juga menemukan dalam literatur epidemiologi, faktor risiko muskuloskeletal terkait pekerjaan dikategorikan atas tiga yakni faktor individu seperti usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, kekuatan otot, kebiasaan merokok, riwayat

gangguan muskuloskeletal, dan tekanan psikologis. Faktor fisik meliputi faktor kinetik, kinematik, osilasi (getaran), dan termal (suhu), serta faktor psikososial digambarkan sebagai hasil dari interaksi antara faktor organisasi kerja dengan kapasitas, kebutuhan, dan pengalaman pekerja. Adapun stres yang disebabkan oleh faktor psikososial di tempat kerja diketahui dapat menimbulkan penyakit lainnya seperti kardiovaskular, gejala depresi, dan insomnia, selain gangguan muskuloskeletal. Kurangnya dukungan dari atasan atau rekan kerja, tuntutan pekerjaan yang tinggi, rendahnya kontrol terhadap pekerjaan, dan kepuasan kerja yang rendah telah terbukti menjadi faktor risiko psikososial yang berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan.

Lebih lanjut Lu *et al* (2022) merincikan terdapat faktor lingkungan pula yang dapat secara langsung mempengaruhi atau secara unik berinteraksi dengan kompleksitas pekerjaan dan mengarah pada gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan. Sebagaimana bahan kimia dan agen fisik di lingkungan dapat berdampak buruk pada kesehatan pekerja, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan telah dikaitkan dengan penurunan fungsi muskuloskeletal, seperti ketangkasan dan kekuatan. Meskipun terdapat bukti bahwa suhu dingin meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal, masih diperlukan kajian lanjutan, begitupula atas paparan panas yang juga berisiko memperburuk kondisi gangguan muskuloskeletal, terutama dengan meningkatnya suhu global.

Dalam konteks temuan Wang *et al* (2017), pekerja pelabuhan barang menghadapi berbagai bahaya kimia, fisik, dan psikologis yang berkaitan dengan teknologi, lingkungan produksi, dan proses kerja. Identifikasi bahaya kesehatan, evaluasi risiko, dan langkah-langkah pencegahan tentu perlu dirangkum untuk melindungi kesehatan pekerja dari dampak tersebut. Secara umum, gejala yang dialami oleh individu dengan gangguan muskuloskeletal, baik yang terkait dengan pekerjaan maupun tidak, meliputi:

- 1.5.1 Nyeri Lokal atau Menyeluruh: Rasa nyeri, pegal, atau ketidaknyamanan pada area tertentu atau secara menyeluruh.
- 1.5.2 Perubahan Sensasi: Hilangnya atau hipersensitivitas terhadap sentuhan, panas, atau tekanan.
- 1.5.3 Kehilangan Kekuatan Otot: Penurunan kekuatan, daya tahan, dan/atau fleksibilitas otot.
- 1.5.4 Kehilangan Kemampuan Gerak: Kesulitan dalam melakukan gerakan terkontrol, reaksi postural, atau menjaga keseimbangan.
- 1.5.5 Perubahan Fisik: Perubahan pada tonus atau massa otot (seperti atrofi atau hipertrofi), warna dan suhu kulit, serta adanya peradangan.
- 1.5.6 Keselarasan Sendi yang Tidak Normal: Hilangnya rentang gerak atau stabilitas sendi.

Temuan da Silva *et al* (2023) atas gejala muskuloskeletal yang umum terjadi di antara pekerja pelabuhan, yakni terjadi terutama di tulang belakang lumbal dan serviks, bahu, serta leher, analisis machine learning dengan regresi logistik mengungkap terjadi korelasi pula pada leher, pergelangan tangan, tangan, pinggul,

paha, dan daerah serviks. Seluruh gejala-gejala yang telah dirincikan dapat meningkatkan risiko cedera lebih lanjut dengan kapasitas kinerja fisik dan psikologis individu, baik di tempat kerja maupun dalam aktivitas sehari-hari. Nyeri dan keterbatasan gerakan sering memaksa individu beradaptasi dengan postur tubuh yang buruk, pada gilirannya mengurangi kompetensi fisik dan menambah area ketidaknyamanan yang baru. Penurunan kapasitas kognitif akibat nyeri, seperti hilangnya konsentrasi dan kesulitan memproses informasi dapat memperburuk stres, terutama dalam pekerjaan dengan batasan waktu.

Stres psikologis yang signifikan akibat nyeri kemudian melemahkan kinerja fungsional, meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan. Peningkatan stres juga berdampak pada kelemahan otot dan kerusakan saraf, yang membuat tugas manual semakin sulit dan berbahaya. Akibatnya, individu dengan kemampuan terbatas menjadi lebih rentan terhadap berbagai bahaya di tempat kerja, termasuk interaksi dengan mesin bergerak, objek berat, serta situasi dengan akses terbatas, yang semuanya dapat meningkatkan risiko cedera lebih lanjut (CDC and NIOSH, 2001; Cezar-Vaz *et al.*, 2018; Yaakub *et al.*, 2024).

Temuan menarik oleh Nielsen and Nielsen (2019) bahwasanya mayoritas pekerja pelabuhan menunjukkan keyakinan yang kuat terhadap keselamatan di tempat kerja, didukung oleh kolaborasi yang solid antar rekan kerja. Rasa aman ini tercipta melalui hubungan kerja yang baik, sementara fleksibilitas dalam menyesuaikan diri dengan perubahan jam kerja menjadi cerminan adaptabilitas yang tinggi. Meskipun bekerja tanpa jaminan tetap, sebagian besar pekerja tidak merasakan stres, dan kepuasan terhadap pekerjaan tetap tinggi. Hanya sebagian kecil yang melaporkan sering mengalami stres, yang umumnya terkait dengan kombinasi tuntutan pekerjaan dan kehidupan pribadi. Artinya stres dapat diatasi dengan memperkuat kolaborasi antar rekan kerja, meningkatkan hubungan kerja yang baik, dan memfasilitasi fleksibilitas dalam penyesuaian jam kerja.

Selain itu studi deskriptif oleh Martínez and Jensen (2023) dengan mengumpulkan catatan pasien dari klinik medis selama delapan bulan pertama tahun 2021 (1 Januari–31 Agustus 2021), dengan total 3050 kunjungan dari 1301 pekerja pelabuhan di Kosta Rika, Amerika Tengah menemukan bahwa kode ICD-10 teratas di antara pasien non-doping ($n = 469$) yakni terkait penyakit sistem muskuloskeletal (7,2%) dengan gejala klinis serta laboratorium abnormal (6,2%). Masalah muskuloskeletal tersebut mencakup nyeri punggung (36,0%), kontraktur otot (30,1%), dan sakit kepala sekunder (25,2%). Data ini diperoleh dari pasien yang tidak terlibat dalam penggunaan zat-zat terlarang, sehingga gangguan muskuloskeletal dan gejala klinis yang dilaporkan dapat dianggap lebih representatif dari kondisi kesehatan umum tanpa pengaruh dari zat doping.

Temuan lainnya pada subjek *stevedore* pelabuhan oleh Robinson (2019) yang mengevaluasi faktor-faktor risiko beban biomekanik pada petugas menunjukkan bahwa tingkat risiko sangat tinggi tercatat pada awal dan akhir tugas, dengan skor masing-masing 4,22 dan 8,50. Analisis korelasi mengidentifikasi hubungan langsung antara jarak angkat vertikal, torsi batang tubuh, dan peningkatan cedera

muskuloskeletal pada pekerja pelabuhan, yang menekankan perlunya intervensi untuk mengurangi risiko cedera terkait beban biomekanik.

1.6. Teori Umum Terkait Postur Kerja

Berdasarkan konteks kesehatan kerja, beban dan kapasitas individu dapat menjelaskan gangguan muskuloskeletal, yang sering kali terjadi ketika beban fisik yang diterima tubuh melebihi kemampuannya atau tidak seimbang (Luttmann *et al.*, 2003). Selain itu, teori atas gangguan biomekanik terkait posisi tubuh yang buruk dan gerakan repetitif dapat memperburuk risiko gangguan muskuloskeletal. Oleh karena itu, penerapan kaidah ergonomis sangat penting dengan harapan pekerja melakukan postur kerja yang benar saat bekerja (Kumar, 2001). Adapun jika gerakan repetitif tak dapat dihindarkan tentu tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan yakni tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*) sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi dan menghindarkan diri dari kondisi stres (Tarwaka and Sudiajeng, 2004).

Prinsip utama ergonomi adalah merancang tugas kerja yang paling sesuai dengan kemampuan pekerja dan mengembangkan keterampilan, dengan kata lain ergonomi dapat membantu mengurangi atau menghilangkan gangguan muskuloskeletal terkait kerja dan cedera lainnya (Luttmann *et al.*, 2003; ILO, 2018; CDC, 2024). *International Labour Organization* (2018); CDC (2024) mengklasifikasikan faktor risiko terkait ergonomi atas tiga bagian yakni fisik terdiri atas tugas kerja seperti mendorong, menarik, atau mengangkat, kedua faktor psikososial diantaranya terkait kesejahteraan mental dipengaruhi oleh faktor sosial; dan ketiga faktor pribadi terdiri atas usia, jenis kelamin, dan indeks massa tubuh.

Hingga saat ini, berbagai temuan terus menunjukkan dampak negatif dari pekerjaan yang dilakukan dengan postur tidak ergonomis, yang pada akhirnya tetap berkontribusi terhadap masalah kesehatan masyarakat. Studi Zanatelli *et al* (2021) misalnya menemukan prevalensi nyeri punggung bawah pada pekerja Pelabuhan Santos yakni 17% dari 82 responden kaitannya dengan kegiatan kerja. Temuan binti Ismail *et al* (2024) atas penilaian risiko ergonomis pekerja gudang di industri jasa kurir malaysia turut menemukan nyeri punggung bawah merupakan penyakit paling umum diantara pekerja (14,5%), diikuti oleh nyeri pinggul (8,39%), dan nyeri leher (7,89%). Diuraikan bahwa aktivitas penyimpanan susun bertingkat berkontribusi menimbulkan risiko ergonomi tertinggi, dengan faktor risiko yang teridentifikasi meliputi postur tubuh yang tidak nyaman, aktivitas statis dan berkelanjutan, serta tugas yang berulang.

Meskipun menjadi pilar vital pembangunan ekonomi, operasi pelabuhan merupakan ladang bagi berbagai masalah kesehatan kerja pula, studi cross-sectional di antara pekerja pelabuhan di terminal pelabuhan break-bulk Filipina melaporkan gangguan muskuloskeletal diantara pekerja tepatnya di punggung, bahu, dan lengan bawah, dengan prevalensi dan keparahan yang tinggi. Faktor risiko seperti usia, pengalaman kerja, jumlah hari kerja, dan jenis komoditas terbukti berperan penting membuktikan kompleksitas etiologi gangguan penyakit muskuloskeletal terkait pekerjaan (Sedilla and Matias, 2018).

Penelitian Nguyen (2024) pada tenaga kerja bongkar muat barang Di Pelabuhan Saigon, Vietnam menunjukkan pekerja bongkar muat di Pelabuhan menghadapi risiko tinggi gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis dan beban kerja yang berat, risiko kronis muskuloskeletal pada pekerja mencapai 43%, faktor ergonomis utama yang memengaruhi munculnya nyeri, terutama pada punggung bawah (58%), bahu (57%), dan leher (55%). Delapan faktor utama yang memengaruhi muskuloskeletal adalah kepuasan kerja (10,71%), frekuensi berlutut (8,61%), penempatan beban di bahu kiri (7,43%), frekuensi penggunaan kait (5,86%). Selain itu, kondisi kerja yang tidak ergonomis, seperti durasi kerja yang panjang dan posisi tubuh yang buruk, diperburuk oleh kelelahan (3,02%) dan kebisingan (3,11%), yang semuanya berkontribusi terhadap tingginya prevalensi muskuloskeletal pada pekerja pelabuhan.

Temuan lainnya oleh Mamuly and Embuai (2024) menunjukkan Beban Kerja Fisik yang berat berkontribusi terhadap meningkatnya keluhan muskuloskeletal di kalangan tenaga kerja bongkar muat. Terkait sikap ergonomis, postur kerja yang tidak ergonomis selama aktivitas fisik intens dapat meningkatkan risiko cedera dan gangguan muskuloskeletal, sehingga penting untuk memperbaiki postur kerja dan praktik ergonomis guna mengurangi risiko cedera pada pekerja. Pada akhirnya berbagai studi atas risiko ergonomis tetap menyatakan perlunya intervensi ergonomis dan manajemen kerja untuk mengurangi risiko cedera serta meningkatkan kesehatan dan keselamatan pekerja (Cezar-Vaz *et al.*, 2016; Bariyah *et al.*, 2024).

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi postur tubuh secara keseluruhan dalam berbagai aktivitas kerja, termasuk postur kepala, leher, punggung, lengan, dan kaki adalah instrumen REBA (Lu *et al.*, 2022). Instrumen ini dirancang agar mudah digunakan tanpa memerlukan lanjutan dalam bidang ergonomi atau peralatan mahal, serta dirasa cocok untuk menilai postur tubuh secara keseluruhan selama aktivitas mengangkat, memindahkan, atau membawa beban khususnya pada pekerja tenaga bongkar muat barang di pelabuhan yang sering berinteraksi dengan beban berat dalam posisi tubuh yang tidak ideal. Berikut langkah pengukuran postur kerja pada instrumen REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* dikutip dari Middlesworth (1989), sebagai berikut:

Tahap 1: Pengambilan Data Postur Pekerja

Pengambilan data postur pekerja dilakukan dengan menggunakan video atau foto. Langkah ini bertujuan untuk memperoleh gambaran terperinci mengenai postur pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, hingga kaki. Rekaman atau foto postur tubuh memungkinkan peneliti mendapatkan data yang akurat dan valid, yang selanjutnya digunakan untuk tahap perhitungan dan analisis.

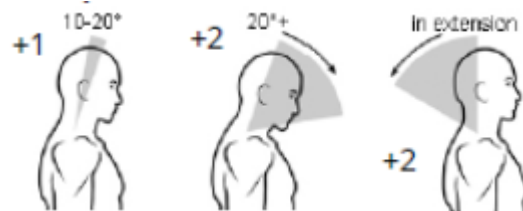
Tahap 2: Penentuan Sudut-sudut dari Bagian Tubuh Pekerja

Setelah mendapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh, tahap berikutnya adalah menentukan sudut-sudut dari masing-masing segmen tubuh, meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan kaki. Metode REBA membagi segmen-segmen tubuh ini menjadi dua kelompok:

Grup A dan Grup B. Grup A terdiri dari punggung (batang tubuh), leher, dan kaki, sementara Grup B mencakup lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Data sudut dari setiap segmen tubuh digunakan untuk menentukan skor berdasarkan tabel A untuk Grup A dan tabel B untuk Grup B, yang kemudian digunakan untuk memperoleh skor masing-masing tabel.

Grup A : Analisis Leher, Badan, Kaki

Langkah 1 : Lokasi Posisi Leher

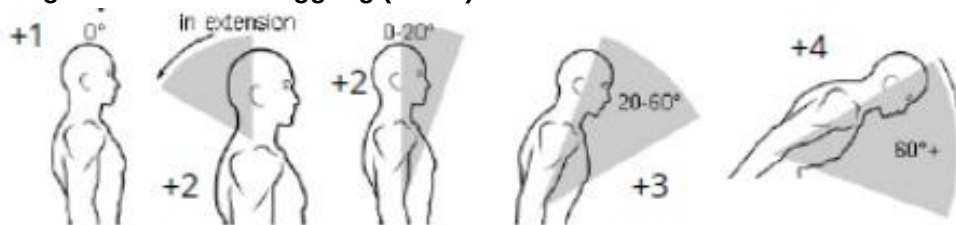


Gambar 1 contoh pergerakan posisi leher

Tabel 1. Skor Bagian Leher

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
$0^{\circ} - 20^{\circ}$	1	+1 jika leher berputar atau bengkok
$>20^{\circ}$ kedepan maupun ke belakang tubuh	2	

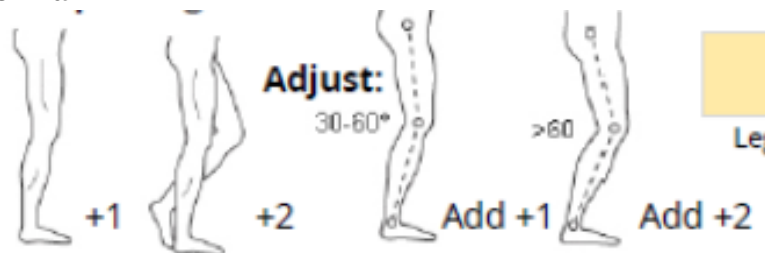
Langkah 2 : Lokasi Punggung (*Trunk*)



Gambar 2 contoh pergerakan punggung

Tabel 2. Skor Bagian Punggung (*Trunk*)

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Tegak	1	+1 jika memutar atau kesamping
0° - 20° Flexion	2	
0° - 20° Extension		
20° - 60° Flexion	3	
>60° Flexion	4	

Langkah 3 : Kaki

Gambar 3 contoh pergerakan posisi kaki

Tabel 3. Skor Bagian Kaki (Legs)

Posisi	Skor	Skor Perubahan
Kedua kaki menahan berat tubuh, misalnya berjalan atau duduk	1	+1 jika lutut bengkok antara 30^0 dan 60^0
Salah satu kaki menahan berat tubuh, misalnya berdiri dengan satu kaki atau sikap kerja yang tidak stabil	2	+2 jika lutut bengkok $>60^0$

Langkah 4 : Perhatikan skor postur pada Tabel.A

Menggunakan nilai dari langkah 1-3 diatas, cari skor pada tabel.A

Tabel.4 Pencocokan Skor grup/tabel.A

Tabel A	Leher												
	Kaki	1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Skor Postur Tubuh	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabel.5 Pencocokan Skor grup/tabel.B

Tabel B	Lengan Bawah						
	Pergelangan Tangan	1			2		
		1	2	3	1	2	3
Skor Lengan Atas	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8

Tabel B	Lengan Bawah						
	Pergelangan Tangan	1			2		
		1	2	3	1	2	3
	6	7	8	8	8	9	9

Tabel.6 Pencocokan Skor grup/tabel.C

Skor A (Skor dari tabel A + Skor beban)	Tabel.C											
	Skor B (Nilai tabel B Skor genggamannya)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Langkah 5 : Beban atau Skor Usaha Tambahan

Metode REBA, berat dari beban juga digolongkan kedalam skor REBA berdasarkan ukuran berat dari beban tersebut. untuk beban dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini:

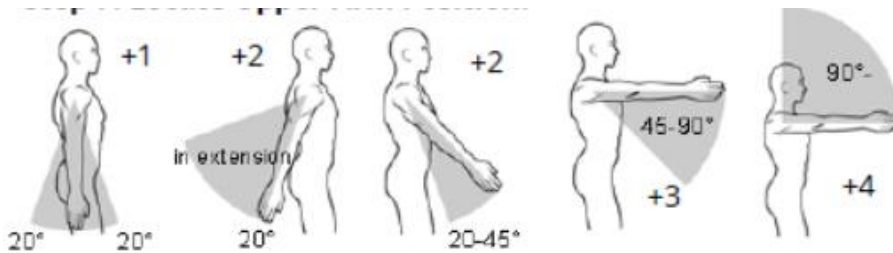
Tabel 7. Skor Beban (Load/Force)

Posisi	Skor	Skor Perubahan
<5 Kg	0	+1 jika terjadi tambahan beban terjadi secara mendadak atau cepat
5-10 Kg	1	
>10	2	

Langkah 6 : Skor A, Cari Baris pada Tabel.C

Tambahkan nilai dari langkah 4 & 5 untuk mendapatkan Skor A, cari baris di tabel.C

Grup B : Analisis lengan dan pergelangan**Langkah 7 : Lokasi posisi lengan atas**

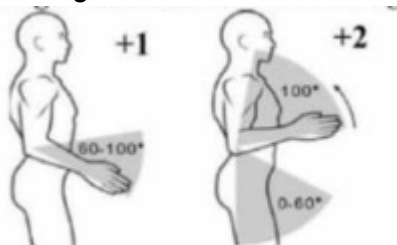


Gambar 4. contoh pergerakan posisi lengan atas

Tabel 8. Skor pergerakan posisi lengan atas

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
20° ke belakang tubuh atau 20° ke depan tubuh	1	+1 jika lengan berputar atau bengkok; +1 jika bahu naik; -1 jika bersandar atau berat lengan ditahan
>20° ke belakang tubuh, 45° ke depan tubuh	2	
45° - 90° ke depan tubuh	3	
>90° ke depan tubuh	4	

Langkah 8 : Lokasi posisi lengan bawah

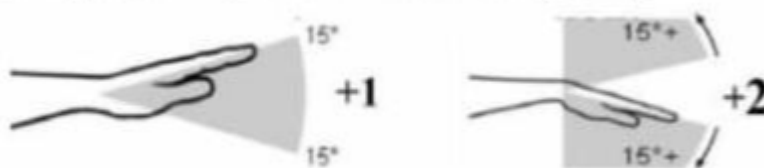


Gambar 5. contoh pergerakan posisi lengan bawah

Tabel 9. Skor pergerakan posisi lengan bawah

Pergerakan	Skor
60° - 100° ke depan tubuh	1
<60° atau >100° ke depan tubuh	2

Langkah 9 : Lokasi posisi pergelangan



Gambar 6. contoh pergerakan posisi pergelangan

Tabel 10. Skor pergerakan posisi pergelangan

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
0° – 15 ke belakang atau ke depan	1	+1 jika pergelangan tangan menyamping atau berputar
>15° ke belakang atau ke depan	2	

Langkah 10 : Perhatikan skor postur pada tabel.B

Gunakan nilai dari langkah 7-9, kemudian cari skor pada tabel.B

Langkah 11 : Tambahkan Skor Apabila

Pegangan pas & kekuatan pegangan pada getaran, baik: +0 Diterima tapi tidak sesuai pegangan tangan/coupling diterima dengan bagian tubuh lain/seimbang, cukup: +1, Tahanan tangan tidak sesuai/tidak diterima tapi mungkin, buruk: +2, Tidak ada pegangan, kaku, tidak aman dengan bagian tubuh, tidak dapat diterima: +3

Langkah 12 : Skor B

Temukan kolom di Tabel C, tambahkan nilai dari langkah 10 &11 untuk mendapatkan Skor B. Cari kolom di Tabel C dan cocokkan dengan Skor A pada baris mulai dari langkah 6 untuk mendapatkan skor tabel C

Langkah 13 : Skor Aktivitas

+1, 1 atau lebih bagian tubuh yang ditahan selama lebih dari 1 menit (statis)

+1 mengulangi tindakan rentang kecil (lebih dari 4x per menit)

+1 aksi menyebabkan perubahan besar dan cepat dalam postur/dasar yang tidak stabil

Skor REBA akhir diitung berdasarkan nilai skor tabel C + Skor Aktivitas. Dengan penilaian akhir

1.6.1. Risiko dapat diabaikan : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 1

1.6.2. Risiko rendah : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 2-3, sehingga perubahan mungkin diperlukan

1.6.3. Risiko sedang : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 4-7, investigasi lebih lanjut, ubah segera

1.6.4. Risiko tinggi : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 8-10, selidiki dan terapkan perubahan

1.6.5. Risiko sangat tinggi : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 11+, terapkan perubahan

1.7. Teori Umum Terkait Beban Kerja Fisik

Beban Kerja Fisik yang berat pada tenaga kerja bongkar muat di pelabuhan berpotensi menyebabkan gangguan muskuloskeletal melalui mekanisme kelelahan

otot yang terus menerus. Teori Cumulative Trauma Disorders menjelaskan bahwa gangguan muskuloskeletal terjadi akibat akumulasi biomekanik pada otot dan sendi yang disebabkan oleh gerakan repetitif dan posisi kerja yang tidak ergonomis (Iqbal and Alghadir, 2017). Pada tenaga kerja bongkar muat, tekanan berulang ini mengakibatkan cedera mikrotrauma, jika tidak diimbangi dengan pemulihan yang memadai, dapat memperburuk kondisi otot dan meningkatkan risiko cedera.

Teori Energi Mekanik dan Metabolik mendukung bahwa beban fisik yang berat membutuhkan energi besar yang meningkatkan metabolisme otot dan kebutuhan oksigen, yang berarti adanya hubungan linier antara beban mekanik dan respons fisiologis, di mana beban yang lebih tinggi menghasilkan respons yang lebih besar pula (Buitrago *et al.*, 2014). Ketika kebutuhan tersebut tidak terpenuhi dengan baik, kelelahan otot terjadi, menurunkan kemampuan fisik, dan memicu postur kerja yang buruk, yang semakin memperbesar risiko gangguan muskuloskeletal. Sebagaimana definisi singkat dari kelelahan dikutip dalam Allen, Lamb and Westerblad (2008) adalah setiap penurunan kinerja otot terkait dengan aktivitas otot.

Teori *fatigue failure* menggambarkan bagaimana jaringan otot dan tulang dapat mengalami kegagalan atau kerusakan jaringan ketika beban fisik yang berulang kali diterapkan tanpa istirahat yang cukup, dengan kata lain penggunaan otot yang intens dan berulang menyebabkan penurunan kinerja yang dikenal sebagai kelelahan otot. Banyak sifat otot berubah selama kelelahan, termasuk potensial aksi, ion ekstraseluler dan intraseluler, serta berbagai metabolit intraseluler (Allen, Lamb and Westerblad, 2008). Kombinasi teori tersebut menjelaskan bahwa Beban Kerja Fisik dan kelelahan saling terkait, dan jika Beban Kerja Fisik berlebihan tanpa manajemen kelelahan yang baik, dapat menjadi gambaran faktor kunci dalam perkembangan gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat di pelabuhan.

Kajian teori tersebut dibuktikan dalam beberapa studi, sebagaimana temuan Cezar-Vaz *et al* (2018) pada pekerja bongkar muat di negara bagian Rio Grande do Sul, Brasil yakni prevalensi nyeri punggung bawah dan dorsalgia yang tinggi pada pekerja pelabuhan, yang berhubungan erat dengan Beban Kerja Fisik yang berat, seperti pengangkatan barang berulang dalam postur yang tidak ergonomis. Penelitian Russeng *et al* (2021) menunjukkan bahwa Beban Kerja Fisik yang tinggi secara signifikan memengaruhi postur kerja yang buruk, yang pada gilirannya meningkatkan keluhan gangguan muskuloskeletal. Terlebih semakin tua usia pekerja, semakin rendah toleransi mereka terhadap beban fisik, dan semakin besar risiko mereka mengalami postur kerja yang tidak ideal, yang berujung pada keluhan muskuloskeletal.

Studi Cezar-Vaz *et al* (2016) menyoroti hubungan antara Beban Kerja Fisik yang berat dan faktor-faktor seperti durasi kerja yang panjang, kecepatan kerja, serta kurangnya dukungan ergonomis di tempat kerja. Namun terkait khususnya Beban Kerja Fisik yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal, terutama pada area tubuh seperti punggung, bahu, dan leher, yang terus-menerus terkena beban. Ulasan sistematis Li, Li and Crag (2019) mengidentifikasi Beban Kerja Fisik sebagai salah satu faktor utama penyebab gangguan muskuloskeletal di antara pekerja pelabuhan. Paparan berulang terhadap

tugas-tugas berat dan postur yang tidak ergonomis menyebabkan peningkatan keluhan muskuloskeletal, dengan faktor risiko tambahan berupa durasi kerja yang panjang, pekerjaan shift, dan minimnya pemulihan fisik yang memadai.

Olehnya Beban Kerja Fisik yang berat, terutama pengangkatan manual dan postur kerja yang buruk, secara signifikan berkontribusi terhadap tingginya prevalensi gangguan muskuloskeletal pada pekerja bongkar muat di pelabuhan. Faktor usia, durasi kerja, dan kurangnya dukungan ergonomis memperburuk dampak tersebut. Ketika otot mengalami cedera, fungsinya terganggu, yang dapat memicu perubahan pola gerakan dan postur tubuh. Adaptasi biomekanik tersebut menyebabkan peningkatan tekanan pada sendi, tulang, dan jaringan ikat lainnya, sehingga mempercepat timbulnya gangguan muskuloskeletal. Oleh karena itu, memahami kondisi otot dan biomekanika tubuh secara menyeluruh sangat penting dalam mencegah terjadinya gangguan muskuloskeletal serta untuk merancang intervensi ergonomis yang tepat.

Salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya Beban Kerja Fisik adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh (Tarwaka and Sudiajeng, 2004). Menurut Astrand & Rodahl (1977) dan Rodahl (1989) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004), penilaian Beban Kerja Fisik dapat dilakukan dengan dua metode secara objektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan melalui asupan oksigen selama bekerja, semakin berat beban kerja individu maka energi yang diperlukan semakin banyak. Meskipun metode dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang cukup mahal. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama kerja. Berikut kategori beban kerja berdasarkan metabolisme, respirasi, suhu tubuh dan denyut jantung :

Tabel 11. Kategori Beban Kerja

Kategori	Konsumsi Oksigen (l/min)	Ventilasi paru (l/min)	Suhu Rektal (°C)	Denyut Jantung (denyut/min)
Ringan	0.5-1.0	11-20	37.5	75-100
Sedang	1.0-1.5	20-31	37.5-38.0	100-125
Berat	1.5-2.0	31-43	38.0-38.5	125-150
Sangat Berat	2.0-2.5	43-56	38.5-39.0	150-175
Sangat Berat Sekali	2.5-4.0	60--100	>39	>175

Sumber: Christensen (1991:1699); Encyclopaedia of Occupational Health and Safety-ILO dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004)

Berdasarkan uraian penilaian Beban Kerja Fisik yang telah diuraikan, dalam penelitian ini berfokus pada metode pengukuran tidak langsung yakni dengan menghitung denyut nadi selama kerja. Berikut beberapa rangkuman penilaian Beban

kerja berdasarkan denyut nadi kerja yang dikutip dalam buku Tarwaka and Sudiajeng (2004). Alat yang dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan stimulus dari ElectroCardio Graph (ECG). Jika alat tersebut tidak tersedia, pengukuran bisa dilakukan secara manual dengan stopwatch menggunakan metode 10 denyut sebagaimana dituliskan oleh Kilbon pada tahun 1992. Dengan metode ini, denyut nadi kerja dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi} \left(\frac{\text{Denyut}}{\text{Menit}} \right) = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan}} \times 60$$

Selain metode 10 denyut tersebut, dapat juga dilakukan penghitungan denyut nadi dengan metode 15 detik atau 30 detik. Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan. Selain mudah, cepat, dan murah juga tidak diperlukan peralatan yang mahal serta hasilnya cukup reliabel. Di samping itu tidak terlalu mengganggu proses kerja dan tidak menyakiti orang yang diperiksa. Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisika maupun kimiawi (Kurniawan, 1995 dalam Tarwaka and Sudiajeng, 2004).

Grandjean (1993) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004) juga menjelaskan bahwa konsumsi energi sendiri tidak cukup untuk mengestimasi Beban Kerja Fisik. Beban Kerja Fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat digunakan untuk menghitung indeks beban kerja. Astrand & Rodahl (1977); Rodahl (1989) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Dan salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan. Denyut nadi untuk mengestimasi indeks Beban Kerja Fisik terdiri dari beberapa jenis yang didefinisikan oleh Grandjean yakni :

1.7.1 Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.

1.7.2 Denyut nadi kerja: adalah rerata denyut nadi selama bekerja.

1.7.3 Nadi kerja: adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting di dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum tersebut oleh Rodahl didefinisikan sebagai heart rate reserve (HR reserve). HR reserve tersebut diekspresikan dalam persentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ HR Reserve} = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \times 100$$

Lebih lanjut, Manuaba & Vanwonterghem (1996) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular load* = %CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\% CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

Di mana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki, dan (200-umur) untuk wanita. Dari hasil penghitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- 1.7.1 <30% = Tidak terjadi kelelahan
- 1.7.2 30 s.d. <60% = Diperlukan perbaikan
- 1.7.3 60 s.d. <80% = Kerja dalam waktu singkat
- 1.7.4 80 s.d. <100% = Diperlukan tindakan segera
- 1.7.5 >100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

Selain cara-cara tersebut di atas, Kilbon (1992) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004) mengusulkan bahwa *cardiovascular strain* dapat diestimasi dengan menggunakan denyut nadi pemulihan (*heart rate recovery*) atau dikenal dengan metode Brouha. Keuntungan dari metode ini adalah sama sekali tidak mengganggu atau menghentikan pekerjaan, karena pengukuran dilakukan tepat setelah subjek berhenti bekerja. Denyut nadi pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik pada menit pertama, ke dua dan ke tiga. P1,2,3 adalah rerata dari ke tiga nilai tersebut dan dihubungkan dengan total cardiac cost dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1.7.1 Jika P1 - P3 ≥ 10, atau P1, P2 dan P3 seluruhnya <90, nadi pemulihan normal
- 1.7.2 Jika rerata P1 yang tercatat ≤ 110, dan P1 - P3 ≥ 10, maka beban kerja tidak berlebihan (*not excessive*).
- 1.7.3 Jika P1 - P3 < 10, dan jika P3 > 90, perlu redesain pekerjaan.

Laju pemulihan denyut nadi dipengaruhi oleh nilai absolut denyut nadi pada ketergangguan pekerjaan (*the interruption of work*), tingkat kebugaran (*individual fitness*), dan pemaparan panas lingkungan. Jika nadi pemulihan tidak segera tercapai, maka diperlukan redesain pekerjaan untuk mengurangi tekanan fisik. Redesain tersebut dapat berupa variabel tunggal maupun variabel keseluruhan dari variabel bebas (*tasks*, organisasi kerja dan lingkungan kerja) yang menyebabkan beban kerja tambahan (Tarwaka and Sudiajeng, 2004).

1.8. Teori Umum Terkait Kelelahan

Teori kelelahan diferensial menjelaskan bahwa ketidakseimbangan dan aktivitas kerja yang tidak simetris dapat menyebabkan kelelahan pada bagian tertentu dari tubuh, sehingga memicu ketidakseimbangan gerakan dan meningkatkan risiko cedera. Teori beban kumulatif menyatakan, cedera terjadi ketika beban dan frekuensi aktivitas

melebihi ambang batas yang bisa ditoleransi oleh tubuh, karena setiap jaringan memiliki masa pakai yang terbatas. Sementara itu, cedera muskuloskeletal terjadi ketika tenaga yang diterima oleh tubuh melebihi kapasitas yang bisa ditahan. Ketiga kajian tersebut, meskipun berbeda, saling berinteraksi dan bekerja bersama untuk mempengaruhi risiko cedera pada berbagai situasi (Kumar, 2001).

Berdasarkan kutipan dalam situs *Centers for Disease Control and Prevention*, kelelahan diartikan sebagai respons tubuh seseorang terhadap kurang tidur, aktivitas fisik, dan tau mental yang berkepanjangan, terlebih pada pekerja dengan jadwal nonstandar seperti kerja shift atau jam kerja panjang, sering menghadapi tantangan besar dalam mendapatkan istirahat yang cukup dan berdampak signifikan pada kognisi dan kesehatan. Sehingga kurang tidur yang dialami pekerja dapat menyebabkan kelelahan, menurunkan kemampuan kognitif, memengaruhi pengambilan keputusan, dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Bahkan, kurang tidur bisa serupa dengan efek konsumsi alkohol yang memperburuk kinerja dan mempercepat penuaan otak. Meski pekerja meninggalkan jadwal kerja tanpa standar, pemulihan kognitif tidak dapat dicapai dengan cepat, sering kali membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk kembali normal.

Selain itu, kelelahan di tempat kerja tidak hanya memengaruhi keselamatan pekerja, tetapi juga berpotensi membahayakan *public* seperti kecelakaan lalu lintas. Dampak kelelahan meluas hingga ke kehidupan keluarga pekerja, mempengaruhi suasana hati, dan juga kesejahteraan psikologis, serta meningkatkan risiko perpisahan atau perceraian. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan holistik untuk mengatasi masalah ini, dengan tanggung jawab bersama antara pekerja, pengusaha, dan masyarakat guna memastikan kesehatan dan keselamatan kerja serta *public* (Wong and Arlinghaus, 2020).

Kelelahan dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot ditandai dengan tremor atau rasa nyeri pada otot. Sementara itu, kelelahan umum biasanya ditunjukkan oleh penurunan motivasi untuk bekerja (Grandjean, 1993) dalam (Tarwaka, 2004). Teori utama mengenai kelelahan otot yakni teori kimia dan teori syaraf pusat, teori kimia menyatakan bahwa kelelahan disebabkan oleh penurunan cadangan energi dan peningkatan sisa metabolisme, yang mengurangi efisiensi otot, sementara perubahan arus listrik pada otot dan saraf diartikan sebagai faktor sekunder. Sebaliknya, teori syaraf pusat menganggap perubahan kimia sebagai pendukung, dengan kelelahan disebabkan oleh hambatan pada pusat otak yang mengontrol gerakan akibat rangsangan aferen. Penurunan frekuensi aktivitas saraf mengakibatkan berkurangnya kekuatan dan kecepatan kontraksi otot, serta gerakan yang lebih lambat, menunjukkan tingkat kelelahan otot yang lebih tinggi (Tarwaka, 2004).

Faktor penyebab kelelahan meliputi aktivitas kerja fisik, aktivitas kerja mental, stasiun kerja tidak ergonomis, sikap paksa, kerja statis, kerja bersifat monoton, lingkungan kerja ekstrim, psikologis, kebutuhan kalori kurang, waktu kerja-istirahat tidak tepat dan lain-lain (Tarwaka, 2004). Pekerjaan tentu menghasilkan kelelahan termasuk pada pekerja pelabuhan, Bonow *et al* (2024) menguraikan kondisi kelelahan pekerja pelabuhan dapat menjadi faktor yang memperburuk risiko yang sudah ada di

lingkungan kerja, karena pekerja yang mengalami kelelahan berefek pada konsentrasi yang menurun atau terganggu dalam aspek tingkatan fokus yang rendah dan mengganggu *performance*. Sedangkan kondisi kelelahan yang ditemukan Nguyen (2024) di Pelabuhan Sai Gon (Saigon Port) terletak di Kota Ho Chi Minh, Vietnam, diketahui kelelahan mempengaruhi gangguan muskuloskeletal pekerja pelabuhan. Sebagaimana kelelahan saling terkait dengan penurunan kinerja, meningkatkan ketidakhadiran, dan berkontribusi terhadap perkembangan gangguan muskuloskeletal pada berbagai bidang kerja (Leme and Maia, 2015; Daneshmandi *et al.*, 2017; Bolghanabadi *et al.*, 2019; Susoko, 2023).

Temuan Simanjuntak (2021) mengenai pekerja bongkar muat di Pelabuhan Belawan menunjukkan adanya keterkaitan antara usia dan risiko kelelahan, dengan nilai $p=0,047$, namun riset ini mengelompokkan usia dibawah dan diatas 45 tahun. Ini mengindikasikan bahwa bertambahnya usia sering disertai penurunan elastisitas jaringan dan kemampuan tubuh untuk beregenerasi. Pekerja yang lebih tua, terutama mereka yang telah bekerja dalam waktu lama, lebih rentan mengalami cedera serta gangguan muskuloskeletal (Jia *et al.*, 2021). Kajian pada subjek yang sama oleh Husin, Doda and Kaunang (2023) menemukan hasil bahwa sebagian besar pekerja bongkar muat di Pelabuhan yang berusia muda (53%) <35 tahun lebih memiliki keluhan tingkat sedang sedangkan pekerja ≥ 35 tahun lebih banyak mengeluhkan keluhan tingkat tinggi atas kelelahan.

Penelitian Watulinggas *et al* (2020) juga mengungkapkan adanya perbedaan signifikan tingkat kelelahan pekerja sebelum dan sesudah bekerja, di mana 71,2% pekerja bongkar muat di pelabuhan dilaporkan mengalami kelelahan pada tingkat sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas kerja yang dilakukan secara berkelanjutan memberikan dampak substansial terhadap kondisi fisik pekerja, yang berpotensi mempengaruhi produktivitas dan kesehatan jangka panjang.

Berbagai temuan dengan subjek yang berbeda juga membuktikan hubungan antara kelelahan dan gangguan muskuloskeletal, seperti pada temuan dengan responden perawat menunjukkan bahwa perawat yang bertugas pada dasarnya telah mengalami kelelahan mental dan fisik sesekali hingga sering, hampir seluruh perawat mengeluhkan nyeri terkait akibat pekerjaan selama 12 bulan terakhir. Adapun bagian tubuh yang paling sering terasa nyeri adalah punggung bawah, pergelangan kaki, leher, bahu, tungkai bawah, dan punggung atas, namun nyeri hebat tepatnya pada punggung bawah, bahu kanan, dan bahu kiri dikaitkan dengan kelelahan kerja (Krishnan, Raju and Shawkataly, 2021). Temuan Susoko (2023) pada salah satu perusahaan yang bergerak dibidang komponen plastik elektronik juga menemukan bukti bahwasanya kelelahan kerja diantara pekerja signifikan atas keluhan muskuloskeletal, dengan koefisien determinasi sebesar 62% artinya semakin tinggi kelelahan kerja, semakin tinggi pula keluhan muskuloskeletal pada karyawan

1.9. Teori Umum Terkait Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah ukuran yang sering digunakan untuk mengklasifikasikan status berat badan seseorang berdasarkan tinggi dan berat badannya, IMT merupakan perkiraan lemak tubuh dan ukuran yang baik untuk risiko

penyakit yang dapat terjadi jika tubuh memiliki lebih banyak lemak. Semakin tinggi IMT, semakin tinggi pula risiko terhadap penyakit tertentu seperti penyakit jantung, tekanan darah tinggi, diabetes tipe 2, batu empedu, masalah pernapasan, dan kanker tertentu (National Institutes of Health, 2022).

Menurut Centers for Disease Control and Prevention (2024), IMT merupakan ukuran skrining yang cepat, aman, dan andal untuk menilai berat badan seseorang relatif terhadap tinggi badannya. IMT sering dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, beberapa kategori IMT dikaitkan dengan masalah kesehatan, misalnya IMT dalam kategori obesitas sering kali menunjukkan kelebihan berat badan terhadap tinggi badan. IMT memiliki kaitan yang signifikan dengan berbagai aspek kesehatan, termasuk risiko gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan (Rosa *et al.*, 2021; Bispo *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2022).

Berat badan berlebih dapat meningkatkan tekanan pada sendi dan tulang, yang pada gilirannya dapat menyebabkan atau memperburuk gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan. Sebagaimana temuan Rosa *et al* (2021) & Bispo *et al* (2022), area tubuh yang paling sering mengalami nyeri kaitannya dengan IMT adalah bagian yang mengalami beban berat misalnya lutut yang harus menahan berat badan saat berjalan. Orang dengan IMT yang berada dalam kisaran normal biasanya memiliki beban yang lebih seimbang pada sendi dan otot, yang memungkinkan mereka untuk bergerak lebih bebas dan efisien. Ini juga dapat meningkatkan kemampuan mereka untuk menahan beban fisik yang terkait dengan pekerjaan tanpa mengalami cedera atau kelelahan berlebihan.

Dengan demikian Indeks Massa Tubuh adalah variabel penting dalam memahami gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan karena memiliki hubungan yang signifikan dengan beban mekanis pada tubuh. IMT yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan risiko nyeri dan gangguan muskuloskeletal, terutama pada bagian tubuh yang menopang berat, seperti lutut, punggung bawah, dan pergelangan kaki. Sehingga, mempertimbangkan IMT dalam evaluasi risiko gangguan muskuloskeletal dapat membantu dalam merancang intervensi yang lebih efektif untuk mencegah dan mengelola gangguan ini di tempat kerja.

Selain itu disebutkan dalam riset Rahfiludin and Suroto (2023) IMT berkorelasi signifikan dengan tekanan darah sistolik ($p = 0,001$; $r = 0,554$) dan diastolik ($p = 0,001$; $r = 0,459$). Artinya hubungan antara Indeks Massa Tubuh dan tekanan darah sistolik serta diastolik menunjukkan bahwa pekerja dengan IMT yang lebih tinggi cenderung memiliki tekanan darah yang lebih tinggi. Ini penting dalam konteks pekerja bongkar muat, karena pekerjaan fisik yang berat dapat memperburuk masalah kesehatan yang sudah ada, seperti tekanan darah tinggi dan obesitas.

Tekanan darah yang tinggi dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, yang dapat memperburuk kondisi fisik pekerja. Dalam konteks gangguan muskuloskeletal, pekerja dengan BMI yang tinggi sering kali memiliki beban lebih besar pada sendi dan otot mereka. Hal ini dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal, seperti nyeri punggung bawah atau cedera pada sendi, yang umumnya dialami oleh pekerja yang melakukan tugas fisik berat. Dengan

demikian, menjaga IMT yang sehat sangat penting bagi pekerja bongkar muat untuk mengurangi risiko tekanan darah tinggi dan masalah muskuloskeletal.

1.10. Teori Umum Terkait Kebiasaan Merokok

Lingkungan pelabuhan yang berat dan penuh tekanan sering mendorong para pekerja untuk merokok sebagai mekanisme dalam menghadapi stres dan ataupun kelelahan, sebagaimana temuan Husin, Doda and Kaunang (2023) 100% responden sebagai pekerja di pelabuhan memiliki kebiasaan merokok. Menurut Tarwaka and Sudiajeng (2004) sejumlah penelitian telah menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara intensitas dan durasi merokok dengan meningkatnya keluhan otot, semakin lama dan sering seseorang merokok, semakin tinggi pula keluhan otot yang dialaminya. Kebiasaan merokok dapat mengurangi kapasitas paru-paru, yang berakibat pada penurunan kemampuan tubuh dalam mengonsumsi oksigen. Akibatnya, kebugaran fisik menurun, dan ketika seseorang harus melakukan pekerjaan yang memerlukan tenaga, kelelahan lebih mudah terjadi. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kadar oksigen dalam darah, terganggunya proses pembakaran karbohidrat, penumpukan asam laktat, dan akhirnya timbul rasa nyeri pada otot. Kandungan dalam sebatang rokok antara lain menurut Kemenkes RI (2024) sebagai berikut.

- 1.10.1.1. Hydrogen Cyanide : senyawa yang sangat toksik, mengganggu kemampuan tubuh dalam memanfaatkan oksigen, yang dapat berujung pada kematian dalam waktu singkat.
- 1.10.1.2. Acetone (Penghapus cat) : senyawa yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Paparan dalam jumlah besar dapat menimbulkan efek neurologis seperti pusing dan mual.
- 1.10.1.3. Toluidine (Zat Karsinogenik) : senyawa karsinogenik yang berpotensi menyebabkan kanker. Selain itu, dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan saluran pernapasan.
- 1.10.1.4. Ammonia (pembersih lantai) : bersifat sangat iritan terhadap mata, kulit, dan saluran pernapasan. Paparan dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan serius pada sistem pernapasan.
- 1.10.1.5. Methanol (Bahan bakar roket) : Sangat toksik jika tertelan atau terhirup; dapat mengakibatkan kebutaan, kerusakan organ, dan bahkan kematian.
- 1.10.1.6. Toluene (Pelarut industri) : paparan jangka panjang terhadap toluene dapat menyebabkan kerusakan pada otak, sistem saraf, dan ginjal, baik melalui inhalasi maupun penyerapan kulit.
- 1.10.1.7. Pyrene (Pelarut industri) : dapat mengakibatkan iritasi pada kulit dan saluran pernapasan, serta memiliki sifat karsinogenik dengan paparan jangka panjang.
- 1.10.1.8. Arsenic (Racun semut putih) : arsen merupakan racun kuat yang dapat menyebabkan kerusakan organ sistemik dan kanker, bahkan dalam dosis rendah.
- 1.10.1.9. Dimethylnitrosamine (Zat karsinogenik) : zat ini dikenal sebagai karsinogen yang dapat menyebabkan kanker hati dan paru-paru.

- 1.10.1.10. Naphtalene (Kapur barus) : dapat memicu anemia hemolitik, iritasi kulit, dan kerusakan hati jika terpapar dalam jangka panjang.
- 1.10.1.11. Dibenzacridine (Zat karsinogenik) : sebagai senyawa karsinogenik, dibenzacridine berpotensi menyebabkan kanker setelah paparan yang berkepanjangan.
- 1.10.1.12. Phenol (Antiseptik/pembunuh kuman) : Bersifat toksik dan dapat mengakibatkan kerusakan pada kulit, jantung, ginjal, hati, serta sistem saraf pusat.
- 1.10.1.13. Butane (Bahan bakar korek api) : Inhalasi butane dapat mengakibatkan asfiksia, kerusakan sistem saraf, dan masalah kardiovaskular.
- 1.10.1.14. Cadmium (dipakai pada accu mobil) : merupakan logam berat beracun yang dapat menyebabkan kerusakan ginjal, penyakit tulang, serta kanker paru-paru.
- 1.10.1.15. Polonium -210 (bahan radioaktif) : sebagai bahan radioaktif, Polonium-210 sangat berbahaya, menyebabkan kerusakan organ dan kematian melalui radiasi.
- 1.10.1.16. Carbon Monoxide (Gas dari knalpot) : gas ini bersifat sangat toksik, menghambat kapasitas darah untuk mengangkut oksigen, yang dapat berakibat pada keracunan fatal.
- 1.10.1.17. Benzopyrene (Zat karsinogenik) : sebagai karsinogen, benzopyrene dikaitkan dengan risiko tinggi terhadap kanker paru-paru dan kanker kulit.
- 1.10.1.18. Vinyl Chloride (Bahan plastik PVC) : paparan jangka panjang terhadap vinyl chloride dapat menyebabkan kanker hati, serta kerusakan pada sistem saraf dan organ lainnya (Kemenkes RI, 2024).

Secara singkat, zat-zat didalam rokok memiliki sifat toksik, karsinogenik, dan iritatif yang signifikan, menyebabkan berbagai dampak buruk terhadap kesehatan, seperti kerusakan organ, gangguan sistem saraf, dan risiko kanker. Beberapa di antaranya, seperti hydrogen cyanide dan polonium-210, bahkan sangat mematikan dalam dosis kecil. Paparan jangka panjang terhadap senyawa-senyawa ini dapat menimbulkan risiko serius, termasuk kematian, sehingga penting untuk dihindari atau dikendalikan dengan ketat dalam penggunaannya. Lebih lanjut kementerian kesehatan menyatakan bahwa sama seperti rokok konvensional, cairan rokok elektrik juga mengandung nikotin, bahan karsinogenik, dan toksik.

Bahan-bahan yang terkandung di dalam rokok elektrik seperti glikol, gliserol, alkanal, formaldehida, dan logam dapat merusak paru-paru, sistem ekskresi, dan sel-sel di dalam tubuh. Berikut adalah beberapa bahaya dari vape yang perlu diketahui oleh masyarakat :

- 1.10.4.1. Nikotin: meningkatkan tekanan darah, detak jantung, dan risiko penyakit kardiovaskular. Pada remaja, nikotin dapat mengganggu perkembangan otak.
- 1.10.4.2. Propylene Glycol dan Glycerin: Kedua bahan ini digunakan sebagai pelarut untuk menghasilkan uap, inhalasi jangka panjang dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, batuk, dan potensi kerusakan paru-paru.

- 1.10.4.3. Diacetyl: dikaitkan dengan penyakit paru-paru yang serius yang dikenal sebagai bronchiolitis obliterans atau "popcorn lung."
- 1.10.4.4. Formaldehyde: karsinogen yang diketahui dapat menyebabkan kanker pada manusia.
- 1.10.4.5. Asetaldehida: meningkatkan risiko kanker.
- 1.10.4.6. Logam Berat: Inhalasi logam dapat menyebabkan kerusakan paru-paru, keracunan, dan meningkatkan risiko kanker.
- 1.10.4.7. Acrylamide: dikaitkan dengan risiko kanker serta kerusakan saraf.

Meski tidak disebutkan dalam rincian kandungan dalam sebatang rokok atas gangguan musculoskeletal, beberapa studi telah menunjukkan hubungan yang signifikan secara statistik antar kebiasaan merokok dengan kondisi gangguan musculoskeletal. Misalnya dalam kajian Liu *et al* (2022) menemukan bahwa, penggunaan tembakau dapat berdampak negatif pada kesehatan otot dan sendi, sedangkan IMT tinggi, yang sering kali menunjukkan obesitas, dapat menyebabkan atau memperburuk masalah musculoskeletal karena peningkatan beban pada struktur tubuh. Jadi, meskipun risiko pekerjaan adalah yang paling dominan, faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok dan obesitas juga memainkan peran penting dalam perkembangan gangguan musculoskeletal.

Temuan lainnya oleh Tajvar, Ghanbarnejad and Kazempour (2023) atas studi epidemiologi deskriptif-analitik dengan data cross-sectional yang melibatkan 351 pekerja layanan perkotaan di Kota Bandar Abbas, Iran. Gangguan musculoskeletal selama 12 bulan terakhir diteliti menggunakan kuesioner Nordic pada sembilan bagian tubuh. Rata-rata usia peserta adalah 37,66 tahun, dan lebih dari setengah populasi yang diteliti (52%) merupakan perokok. Hasil menunjukkan perokok tembakau mengalami lebih banyak masalah musculoskeletal dibandingkan dengan kelompok non-perokok, terutama pada empat bagian tubuh yaitu siku, punggung bawah, pinggul, dan lutut, dengan perbedaan signifikan ($P < 0,05$). Kesimpulannya, perokok mengalami nyeri otot dan tulang yang lebih tinggi, kemungkinan akibat efek buruk produk tembakau terhadap otot, tendon, tulang rawan, dan ligamen.

1.12. Tabel Sintesa Penelitian

Tabel 12. Tabel Sintesa

No	Nama Penulis	Judul / Link	Tujuan Studi	Metode Penelitian	Hasil Studi
1	de Carvalho, Schmidt and Soares (2016)	Musculoskeletal disorders and their influence on the quality of life of the dockworker: A cross-sectional study	Mengukur prevalensi Musculoskeletal pada pekerja bongkar muat dan pengaruhnya terhadap kualitas hidup.	Studi cross-sectional yang melibatkan pekerja bongkar muat di Brasil. Kuesioner Musculoskeletal Nordik dan Survei Kesehatan Bentuk Pendek digunakan. Asosiasi antara hasil penelitian dan faktor-faktor dianalisis melalui regresi Poisson dengan varians robust. Uji Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan data dari skala Survei Kesehatan antara kelompok dengan dan tanpa Musculoskeletal. Sampel terdiri dari 318 pekerja.	Prevalensi musculoskeletal ditemukan sekitar 37,4%, dengan faktor risiko berupa : kurangnya aktivitas fisik (PR=2.03; p=0.005), pekerjaan rumah tangga (PR=1.88; p=0.029), mengurus anak prasekolah (PR=1.65; p<0.000), dan menangani benda berat (PR=1.83; p=0.007). Area tulang belakang lumbal paling sering terdampak (22,5%). Pekerja tanpa Musculoskeletal memiliki skor kualitas hidup lebih tinggi (p<0.00) pada kapasitas fungsional, fisik, sosial, nyeri, dan vitalitas.
2	Cezar-Vaz et al (2018)	Prevalence of Low Back Pain and Dorsalgia and Associated Factors among Casual Dockworkers	Menganalisis hubungan antara gangguan muskuloskeletal dengan karakteristik sosiodemografis, beban kerja, dan bahaya kerja pada	Studi cross-sectional ini melibatkan pekerja bongkar muat di negara bagian Rio Grande do Sul, Brasil. Sampel convenience terdiri dari 232 pekerja bongkar muat sementara. Data dikumpulkan menggunakan wawancara terstruktur dan observasi.	Asosiasi nyeri punggung bawah dengan risiko pekerjaan fisiologis (aspek-aspek fisik atau biologis) (p = 0,006), tingkat upaya total (p = 0,014), dan frustrasi (p = 0,020) signifikan secara statistik, sementara penggunaan obat terlarang (p = 0,023), bekerja di tepi dermaga (p = 0,021), dan

			pekerja bongkar muat.	Analisis regresi Poisson digunakan untuk menganalisis data	risiko pekerjaan fisiologis ($p = 0,040$) tetap terkait dengan dorsalgia
3	Badirou <i>et al</i> (2021)	Musculoskeletal disorders and associated factors among dockers and handlers in the cotonou port companies in 2020	Menentukan prevalensi MSD di antara pekerja di sektor ini dan faktor-faktor risikonya.	Sebuah studi cross-sectional dilakukan di antara 576 pekerja bongkar muat dan 38 pelaut yang dipilih melalui teknik non-probability sampling.	Prevalensi nyeri muskuloskeletal dalam 12 bulan terakhir mencapai 88,6% di punggung bawah, 39,4% di punggung atas, 37,9% di leher, serta sekitar 40% di bahu kanan dan kiri. Sebanyak 89,4% subjek mengalami tekanan pekerjaan. Faktor risiko utama MSD meliputi usia, masa kerja, stres, permintaan psikologis tinggi, dan tekanan pekerjaan
4	Almeida <i>et al</i> (2012)	The prevalence of musculoskeletal diseases among casual dock workers	mengidentifikasi prevalensi gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan di antara pekerja bongkar muat.	Penelitian retrospektif dan kuantitatif, dengan sumber data berupa catatan medis pekerja bongkar muat dari tahun 2000 hingga 2009. Data dikumpulkan di layanan medis untuk pekerja bongkar muat menggunakan formulir yang telah dikembangkan sebelumnya, kemudian dilakukan analisis deskriptif kuantitatif.	Sebanyak 15,8% diagnosis pada pekerja pria terkait gangguan muskuloskeletal, dengan mayoritas berusia di atas 52 tahun dan pengalaman kerja lebih dari 21 tahun. Nyeri punggung bawah (38,8%), tendinitis (19,7%), dan nyeri leher (12,5%) paling sering muncul.
5	da Silva <i>et al</i> (2023)	Operational And Intelligent Analysis Under The Ergonomics Approach Of	Mengevaluasi prevalensi gangguan muskuloskeletal dan kemungkinan kondisi kerja yang terkait di	Data mengenai postur kerja dikumpulkan melalui observasi langsung, foto, dan video yang kemudian dianalisis menggunakan Rapid Entire Body	Gejala muskuloskeletal umum terjadi, terutama di tulang belakang lumbar, serviks, bahu, dan leher. Analisis machine learning dengan regresi logistik mengungkap korelasi pada leher,

		The Prevalence Of Musculoskeletal Disorders In Container Operators	antara pekerja pelabuhan	Assessment. Data mengenai ketidaknyamanan dikumpulkan menggunakan Nordic Musculoskeletal Symptom Questionnaire.	pergelangan tangan, tangan, pinggul, paha, dan daerah serviks. Skor Rapid Entire Body Assessment sebesar 6 menunjukkan risiko sedang hingga tinggi terkait postur pekerja.
6	Watulinggas <i>et al</i> (2020)	Fatigue in Loading and Unloading Workers at the Port	Menentukan faktor-faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja pada pekerja bongkar muat di pelabuhan.	Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang dengan pengambilan sampel acak sederhana. Analisis data dilakukan menggunakan Paired Sample T-Test dan uji Chi-Square.	Penelitian menunjukkan perbedaan kelelahan sebelum dan sesudah bekerja, dengan 71,2% pekerja mengalami kelelahan sedang. Usia ($p = 0,000$), kebiasaan sarapan ($p = 0,000$), dan masa kerja ($p = 0,000$) memiliki korelasi signifikan dengan kelelahan kerja
7	Russeng <i>et al</i> (2021)	The Effect of Age and Workload on Work Posture toward Musculoskeletal Disorders Complain on Loading and Unloading Workers	Menentukan pengaruh langsung dan tidak langsung usia dan beban kerja dengan postur kerja sebagai variabel intervening terhadap gangguan muskuloskeletal (MSDs) pada pekerja bongkar muat	Penelitian ini menggunakan observasi analitik dengan pendekatan cross-sectional, melibatkan 140 responden yang dipilih melalui teknik simple random sampling. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis univariat, bivariat, dan multivariat.	Sebanyak 65 responden (46,4%) mengalami keluhan gangguan muskuloskeletal dalam kategori tinggi, diikuti oleh 53 responden (37,9%) yang mengalami keluhan gangguan muskuloskeletal dalam kategori sangat tinggi. Ditemukan juga bahwa beban kerja berpengaruh signifikan terhadap variabel postur kerja ($p = 0,000 < 0,05$), usia berpengaruh signifikan terhadap variabel postur kerja ($p = 0,000 < 0,05$), beban kerja berpengaruh signifikan terhadap variabel gangguan muskuloskeletal ($p = 0,000 <$

					0,05), dan postur kerja berpengaruh signifikan terhadap variabel gangguan muskuloskeletal ($p = 0,000 < 0,05$).
8	Bonow <i>et al</i> (2024)	Risk Perception and Fatigue in Port Workers: A Pilot Study	Menilai kelelahan pada pekerja pelabuhan	Penelitian deskriptif cross-sectional ini dilakukan pada pekerja pelabuhan di Pelotas, Brasil, dengan 39 responden yang mengisi kuesioner kuantitatif tentang sosiodemografi, persepsi risiko, Skala Kelelahan Chalder, dan Daftar Kekuatan Individu. Lima dokumen peraturan pelabuhan dianalisis secara kualitatif. Komunikasi kesehatan dilakukan melalui infografis yang menyajikan data penelitian dan tips mengurangi kelelahan.	Sebanyak 15 pekerja (38,5%) mengalami kelelahan. Pengurangan kelelahan terkait dengan kepercayaan terhadap serikat pekerja dan manajemen, serta ketidaksetujuan terhadap lingkungan kerja yang buruk. Data kualitatif mengidentifikasi infrastruktur pelabuhan, peraturan, strategi bencana, rencana darurat, perlindungan kesehatan, serta hierarki pelabuhan. Infografis dibuat untuk mengomunikasikan hasil penelitian dan cara pencegahan kelelahan di tempat kerja kepada pekerja pelabuhan.
9	Yaakub <i>et al</i> (2024)	Stress at the Helm: the Prevalence and Key Risk Factors of Occupational Stress Among Port Workers in the Port	Mengetahui seberapa umum dan berisikonya stres kerja bagi mereka yang bekerja di terminal pelabuhan.	Penelitian ini menggunakan desain struktur potong lintang di terminal pelabuhan. Untuk menentukan prevalensi stres kerja, digunakan Job Content Questionnaire (JCQ) yang mengukur empat faktor: dukungan sosial, ketidakpastian pekerjaan, tuntutan psikologis pekerjaan,	Sebanyak 68,8% pekerja melaporkan stres terkait pekerjaan, menunjukkan tingkat stres kerja yang tinggi. Usia ($p = 0,038$) memiliki hubungan signifikan dengan stres, sementara dukungan sosial ($p = 0,01$), tugas ($p = 0,00$), paparan ($p = 0,02$), keterampilan kerja ($p = 0,04$), budaya organisasi ($p =$

		Terminal Industry		dan kebebasan dalam pengambilan keputusan.	0,00), dan budaya perusahaan juga berhubungan signifikan dengan risiko stres kerja.
10	Cezar-Vaz et al (2016)	Workload and associated factors: a study in maritime port in Brazil	Mengidentifikasi pengaruh tuntutan mental, fisik, temporal, kinerja, upaya total, dan frustrasi terhadap beban kerja keseluruhan, serta menganalisis beban kerja global pekerja pelabuhan dan faktor-faktor utama yang mempengaruhi peningkatan atau penurunan beban tersebut.	Penelitian kuantitatif dengan desain potong lintang yang melibatkan 232 pekerja pelabuhan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner terstruktur yang mencakup variabel deskriptif, okupasional, kebiasaan merokok, dan penggunaan narkoba, serta variabel terkait beban tugas di tempat kerja berdasarkan kuesioner NASA Task Load Index. Analisis data menggunakan model regresi Poisson.	Tuntutan fisik dan upaya total memiliki pengaruh terbesar terhadap beban kerja keseluruhan, dengan 58,8% pekerja pelabuhan mengalami beban kerja tinggi (134 pekerja). Faktor yang berhubungan signifikan dengan beban kerja tinggi adalah usia ($p = 0,044$), status sebagai pekerja bongkar muat ($p = 0,006$), kerja malam hari ($p = 0,025$), kebiasaan merokok ($p = 0,037$), dan penggunaan narkoba ilegal ($p = 0,029$).
11	Nguyen (2024)	Ergonomics assessment of loading and unloading bagged cargoes: Case study at Sai Gon Port	Mengevaluasi praktik ergonomi dalam proses pemuatan dan pembongkaran kargo yang dikemas di Pelabuhan Sai Gon, guna mengidentifikasi potensi risiko ergonomis dan dampaknya terhadap kesehatan pekerja.	Metode penelitian yang digunakan mencakup observasi langsung terhadap aktivitas pemuatan dan pembongkaran, analisis postur tubuh dan teknik kerja pekerja menggunakan alat penilaian ergonomi seperti Rapid Upper Limb Assessment (RULA), serta wawancara untuk mengumpulkan data tentang	Sebanyak 46,4% postur tidak wajar memerlukan analisis lebih lanjut, dan 53,6% posisi sangat tidak sesuai butuh penyesuaian. Penggantian kerja manual dengan konveyor disarankan sesuai batas angkat. Risiko MSD kronis pada pekerja mencapai 43%, dengan skor Orebro 100,87 poin, dibandingkan 118,38 poin pada kelompok yang sudah menderita. Rata-rata lokasi nyeri adalah $4,64 \pm 0,23$ titik, paling sering di

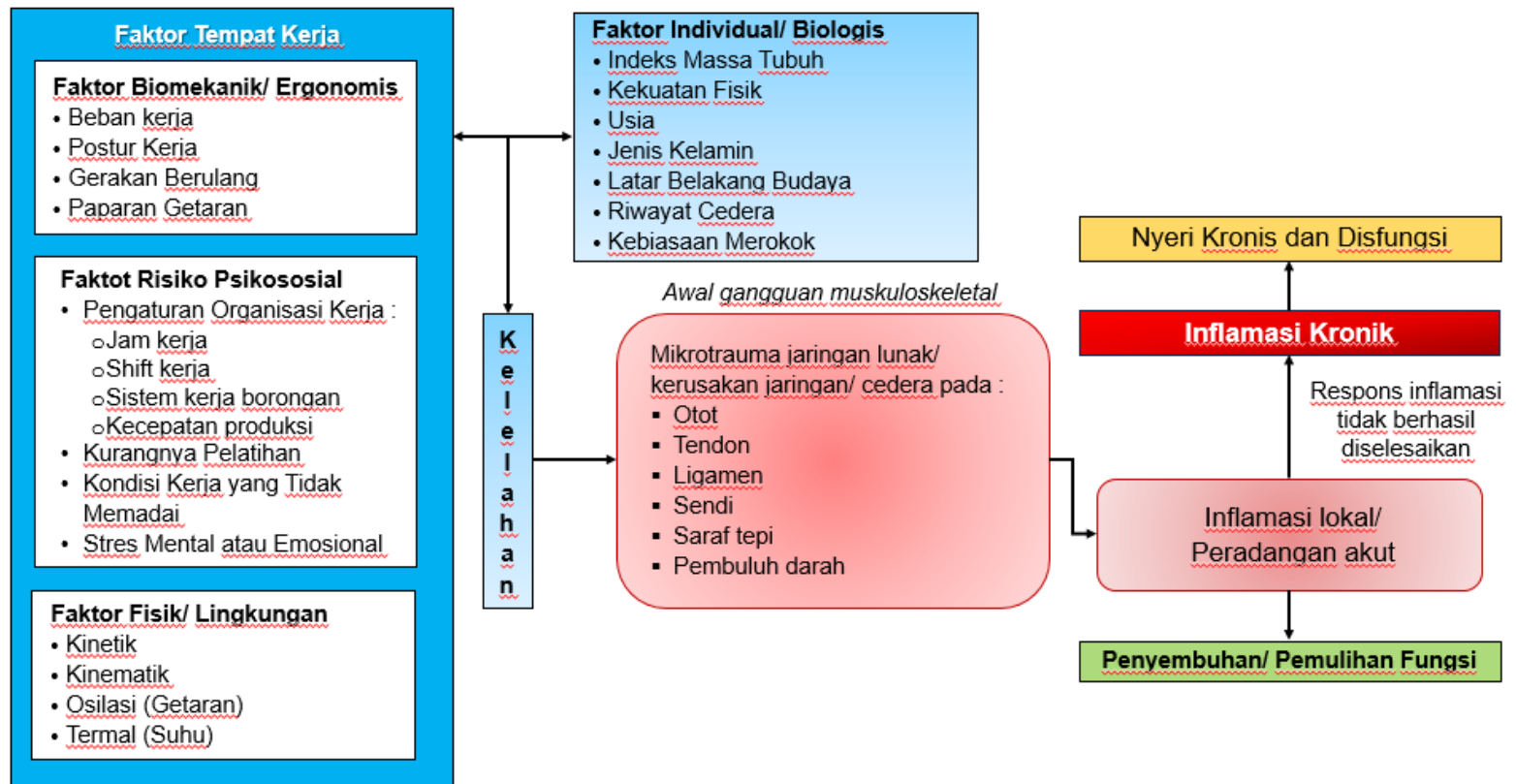
				keluhan kesehatan dan tingkat kelelahan pekerja.	punggung bawah (58%), bahu (57%), dan leher (55%). Faktor utama MSD meliputi kepuasan kerja (10,71%), frekuensi berlutut (8,61%), posisi beban di bahu kiri (7,43%), dan beberapa lainnya.
12	Li, Li and Crag (2019)	A Systematic Review of Musculoskeletal Disorders (MSDs) Among Port Workers	Memberikan tinjauan sistematis mengenai gangguan muskuloskeletal yang dialami oleh pekerja pelabuhan, dengan fokus pada prevalensi, faktor risiko, dampak kesehatan, dan strategi pencegahan.	Metode yang digunakan mencakup pencarian dan analisis literatur yang relevan dari berbagai database akademik, pemilihan studi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, serta sintesis hasil penelitian untuk mengidentifikasi pola umum dan kesenjangan dalam pengetahuan	Gangguan muskuloskeletal umum terjadi di kalangan pekerja pelabuhan, dengan prevalensi yang tinggi untuk nyeri punggung bawah, nyeri leher, dan gangguan pada ekstremitas atas. Faktor risiko utama meliputi Beban Kerja Fisik yang berat, postur kerja yang buruk, dan repetisi tugas. MSDs berdampak signifikan terhadap kesehatan pekerja, termasuk penurunan kapasitas kerja dan kualitas hidup.
13	Eke and Akpoghomeh (2023)	Prevalence Of Back Pain Of Casual Dockworkers Among Nigerian Ports	Mengevaluasi prevalensi nyeri punggung di antara pekerja bongkar muat paruh waktu di pelabuhan Nigeria.	Studi potong lintang dengan 284 peserta menggunakan kuesioner yang disusun peneliti. Reliabilitas diukur dengan Cronbach alpha (koefisien 0,70). Analisis variansi menguji hipotesis, dan SPSS versi 26.0 digunakan untuk pemrosesan data.	Hasil menunjukkan bahwa ketidaknyamanan punggung adalah masalah umum di antara pekerja bongkar muat paruh waktu di pelabuhan Nigeria, dengan risiko tinggi akibat tuntutan fisik dan pekerjaan.
14	Rahfiludin and Suroto (2023)	Correlation between Nutritional	Menganalisis korelasi antara asupan nutrisi,	Sebanyak 51 pekerja bongkar muat pria direkrut. Asupan nutrisi dinilai melalui recall 24	Sebagian besar pekerja bongkar muat mengalami prehipertensi (35,3%). BMI berkorelasi

		Intake, Physical Activity, and Occupational Stress with Blood Pressure in Dockworkers at Indonesia Fishing Port	aktivitas fisik, dan stres kerja dengan tekanan darah pada pekerja bongkar muat di pelabuhan ikan Kendal, Indonesia.	jam selama tiga hari non-berturut-turut, dan indeks aktivitas fisik diukur menggunakan Kuesioner Aktivitas Fisik Habitual. Stres kerja diukur dengan kuesioner Skala Stres Tempat Kerja. Uji korelasi dilakukan menggunakan uji Pearson dan Spearman.	signifikan dengan tekanan darah sistolik ($p = 0,001$; $r = 0,554$) dan diastolik ($p = 0,001$; $r = 0,459$). Usia berhubungan dengan tekanan darah sistolik ($p = 0,022$; $r = 0,320$), dan asupan kolesterol berhubungan dengan tekanan darah diastolik ($p = 0,040$; $r = 0,289$). Tekanan darah tidak berhubungan dengan aktivitas fisik dan stres kerja.
15	Nielsen and Nielsen (2019)	Dockworkers' health and safety. A cross-sectional study of self-perceived safety and psychosocial work environment amongst Danish dockworkers	Menentukan karakteristik dan hubungan antara persepsi diri tentang keselamatan dan lingkungan kerja psikososial di antara pekerja bongkar muat di Denmark.	Studi potong lintang dilakukan di tiga pelabuhan di Denmark menggunakan pendekatan strategi triangulasi, dengan survei kuesioner dan wawancara telepon. Kedua metode pengumpulan data mencakup pertanyaan tentang keselamatan tempat kerja, kecelakaan, lingkungan kerja, rekan kerja, dan manajemen.	Mayoritas pekerja merasa aman di tempat kerja (88,8%) dan menyebut kolaborasi yang baik dengan rekan kerja (95,4%) sebagai alasan utama. Sebanyak 76,1% sangat puas dengan pekerjaan, 85,1% dapat menyesuaikan diri dengan jam kerja yang berubah-ubah, dan 80,2% tidak merasa stres meskipun bekerja paruh waktu tanpa jaminan. Hanya 7,9% sering merasa stres, dengan 39,3% mengaitkan stres pada kombinasi pekerjaan dan kehidupan pribadi. Studi ini melibatkan 88 peserta dengan tingkat respons kuesioner 41%.
16	Martínez and Jensen (2023)	Port Workers' Use of Medical Services in a	Mengidentifikasi karakteristik sosiodemografis dan	Studi deskriptif melibatkan pengumpulan catatan pasien dari klinik medis selama	Kode ICD-10 teratas di antara pasien non-doping ($n = 469$) adalah penyakit sistem

		Maritime Container Terminal in Costa Rica	klinis dari serangkaian pasien yang datang ke klinik medis untuk layanan rawat jalan selama periode 8 bulan.	delapan bulan pertama tahun 2021 (yaitu, 1 Januari–31 Agustus 2021), selama periode tersebut tercatat 3050 kunjungan dari 1301 pekerja pelabuhan.	muskuloskeletal (7,2%) dan gejala klinis serta laboratorium abnormal (6,2%). Masalah muskuloskeletal terutama meliputi nyeri punggung (36,0%), kontraktur otot (30,1%), dan sakit kepala sekunder (25,2%).
17	Robinson (2019)	Biomechanical workload during manual lifting: A case study on seaport stevedores in Colombia	Menilai faktor-faktor risiko beban biomekanik yang ada pada tugas-tugas yang dilakukan oleh stevedore pelabuhan.	Pertama, melakukan diagnosis menggunakan matriks penilaian risiko, kemudian mengevaluasi risiko biomekanik menggunakan persamaan pengangkatan NIOSH (Metode Gabungan)	Hasil menunjukkan tingkat risiko yang sangat tinggi di awal dan akhir tugas (skor 4,22 dan 8,50). Analisis korelasi menunjukkan hubungan langsung antara jarak angkat vertikal, torsi batang tubuh, dan peningkatan cedera muskuloskeletal pada pekerja pelabuhan.
18	Wang <i>et al</i> (2017)	Occupational hazards to health of port workers	Mengurangi risiko bahaya kerja dan meningkatkan kondisi keselamatan dengan meningkatkan pengetahuan dan identifikasi bahaya serta memperbaiki perilaku keselamatan untuk perusahaan pelabuhan barang.	Merangkum bahaya kerja terhadap kesehatan dan langkah-langkah pencegahannya untuk perusahaan pelabuhan barang melalui banyak pekerjaan evaluasi kesehatan kerja, pengalaman, dan pemahaman.	Pekerja pelabuhan barang menghadapi bahaya kimia, fisik, dan psikologis terkait teknologi dan lingkungan produksi serta proses kerja. Bahaya kesehatan telah diidentifikasi, risikonya dievaluasi, dan langkah pencegahan dirangkum untuk melindungi kesehatan pekerja. Faktor lain seperti usia, riwayat kerja, jenis kelamin, dan kontraindikasi juga perlu diperhatikan dalam memahami risiko bahaya kerja saat ini.
19	Kurniawan <i>et al</i> (2022)	Ergonomic Risk, Muscle	Menganalisis hubungan antara	Penelitian dilakukan pada bulan November 2020.	Dari 36 responden, 70,59% bekerja dengan postur yang tidak

		Tension, Lactic Acid, and Work Performance on Transport Workers at Fish Auction	postur ergonomis dengan ketegangan otot, penumpukan asam laktat, dan kinerja kerja.	Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah elektromiografi portabel, analyzer laktat, lembar penilaian REBA, dan kuesioner. Analisis dilakukan dengan uji statistik menggunakan Fisher Exact Test. Penelitian ini adalah penelitian survei analitis dengan desain studi potong lintang dengan 51 responden yang dipilih menggunakan metode convenience sampling.	ergonomis. Analisis menunjukkan hubungan signifikan antara postur ergonomis dengan ketegangan otot ($p=0,000$) dan penumpukan asam laktat ($p=0,002$), namun tidak ada hubungan dengan kinerja kerja ($p=0,761$). Disarankan untuk meningkatkan fasilitas lelang ikan dengan menyediakan alat bantu ergonomis, seperti troli angkat, serta memberikan pelatihan terkait risiko ergonomis.
20	Bariyah <i>et al</i> (2024)	Posture Analysis of Fish Transporting Workers at the Sadeng Beach Fish Auction Place	Mengevaluasi potensi risiko cedera dalam proses pengangkutan ikan.	Evaluasi menggunakan teknik Rapid Entire Body Assessment (REBA).	Temuan menunjukkan bahwa aktivitas pekerja berada dalam kategori risiko tinggi, dengan skor REBA 14,00 yang mengindikasikan risiko sangat tinggi.

1.13. Kerangka Teori Penelitian



Gambar 6. Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi CDC and NIOSH (2001), Lu et al (2022), Hannoodde and Nasuruddin (2020)

1.14. Skope Penelitian

Gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan masih menjadi ancaman besar dalam dunia kerja, dengan estimasi kasus 50-70% pekerja di seluruh dunia (Vanwonterghem, Yoopat and Maes, 2012; Abebaw *et al.*, 2024). Temuan Torralba, Panush and Torralba (2012) menunjukkan bahwa cedera muskuloskeletal terkait kerja, meski tidak fatal, seringkali memaksa pekerja untuk absen sehingga mengurangi produktivitas. National Research Council (2001) menyatakan walaupun gangguan muskuloskeletal dapat disebabkan oleh satu kejadian saja, gangguan ini lebih sering timbul akibat paparan kumulatif terhadap satu atau lebih bahaya dalam jangka waktu yang lama. Tampak pada kerangka teori gambar 10 bahwa gangguan muskuloskeletal adalah masalah kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling terkait.

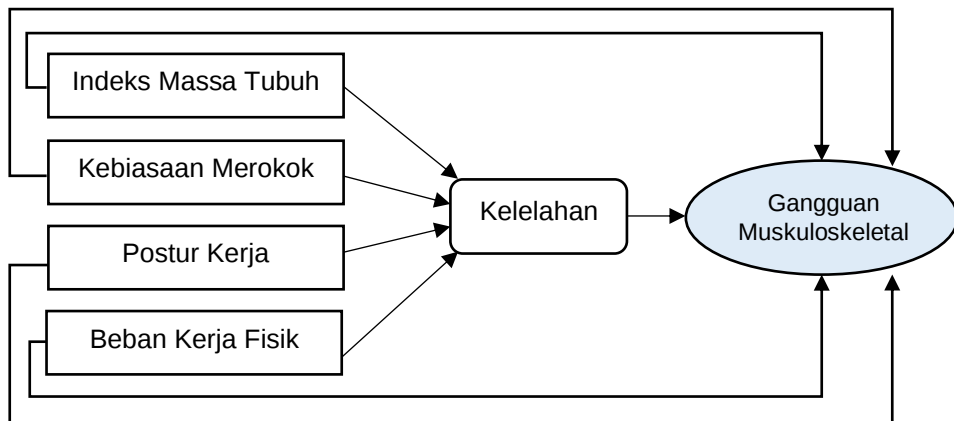
Faktor aktivitas di tempat kerja tetap menjadi elemen utama yang memicu gangguan muskuloskeletal. Faktor-faktor biomekanik dan ergonomis seperti beban kerja fisik, postur yang buruk, gerakan berulang, dan paparan getaran secara langsung menyebabkan mikrotrauma pada otot, tendon, ligamen, sendi, saraf tepi, dan pembuluh darah. Postur kerja yang buruk atau tidak ergonomis dalam hal ini sangat berkontribusi secara langsung terhadap perkembangan gangguan muskuloskeletal karena meningkatkan beban biomekanik pada tubuh. Postur yang janggal atau tidak natural, seperti membungkuk atau memutar tubuh secara berlebihan, memberikan tekanan tambahan pada otot dan sendi. Hal ini dapat memicu kelelahan otot, ketegangan, dan akhirnya cedera pada bagian tubuh yang terkena, seperti punggung bawah, leher, atau bahu.

Postur statis (duduk atau berdiri dalam waktu lama tanpa perubahan posisi) dapat menyebabkan penurunan aliran darah ke otot, yang mengakibatkan kelelahan otot dan ketegangan. Aktivitas dengan gerakan berulang, seperti mengangkat barang secara berulang-ulang, sering kali menyebabkan tekanan berlebihan pada tendon dan sendi. Ini dapat memicu cedera seperti tendinitis atau carpal tunnel syndrome. Di samping itu, faktor risiko psikososial seperti pengaturan jam kerja yang tidak optimal, shift kerja, kurangnya pelatihan, dan stres mental atau emosional turut memperburuk ketahanan fisik pekerja, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap cedera. Faktor fisik/lingkungan seperti suhu ekstrem, getaran, dan kondisi kinetik juga berkontribusi terhadap percepatan cedera atau inflamasi yang berkelanjutan.

Selain itu, karakteristik individu dan biologis, seperti indeks massa tubuh, usia, jenis kelamin, kekuatan fisik, kebiasaan merokok, dan riwayat cedera, saling berinteraksi dan memicu peningkatan risiko gangguan muskuloskeletal. Gangguan ini sering kali bermula dari kelelahan fisik atau otot, yang berfungsi sebagai variabel intervening dalam menjembatani hubungan antara berbagai faktor risiko tersebut. beban kerja fisik yang berat serta kondisi kerja yang menuntut mengurangi performa fisik dan kapasitas pemulihan otot serta sendi, sehingga meningkatkan kemungkinan cedera di tempat kerja. Kerja fisik berlebihan (*overload*) mempercepat timbulnya kelelahan, yang pada akhirnya mengurangi kemampuan tubuh untuk menahan tekanan fisik dan memperbaiki jaringan yang rusak.

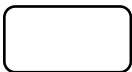
Peradangan atau inflamasi dapat terjadi dalam berbagai bentuk, mulai dari peradangan akut yang muncul segera setelah cedera dan berlangsung selama beberapa hari, hingga peradangan kronis yang dapat bertahan berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun jika peradangan akut tidak teratasi. Peradangan subakut merupakan fase transisi dari akut ke kronis yang berlangsung selama 2 hingga 6 minggu. Hal ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana berbagai faktor saling terkait dalam memperburuk kesehatan muskuloskeletal, terutama dalam konteks lingkungan kerja yang menuntut aktivitas fisik. Terdapat banyak faktor yang mampu menjadikan timbulnya gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan, namun karena keterbatasan peneliti termasuk dalam hal ini biaya maka variabel yang akan diteliti dibatasi menjadi beberapa variabel independen yakni indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, postur kerja, kondisi ergonomis, dan kelelahan. Berikut ini kerangka konsep pada penelitian ini selengkapnya pada gambar 7.

1.15. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 7. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

-  : Variabel Independen
-  : Variabel Intervening
-  : Variabel Dependen

1.16. Hipotesis Penelitian

- 1.14.1. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung karakteristik individu (indeks massa tubuh dan kebiasaan merokok) terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.
- 1.14.2. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung postur kerja terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.
- 1.14.3. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung beban kerja fisik pekerja terhadap gangguan muskuloskeletal melalui tingkat kelelahan pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.

1.17. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

1.17.1. Gangguan Muskuloskeletal Terkait Pekerjaan

Gangguan muskuloskeletal terkait pekerjaan merupakan gangguan nyeri pada otot, tendon, kerangka, tulang rawan, ligamen, dan saraf disebabkan oleh kondisi kerja atau aktivitas pekerjaan (Luttmann *et al.*, 2003). Pengukuran menggunakan instrumen Nordic Musculoskeletal Questionnaire, dengan hasil untuk skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif merujuk pada ketentuan Tarwaka (2014) dalam Jusman (2018), sebagai berikut :

- 1.17.1.1. Sangat tinggi : Jika hasil perhitungan nilai pada responden 63-84 poin
- 1.17.1.2. Tinggi : Jika hasil perhitungan nilai pada responden 42-62 poin
- 1.17.1.3. Sedang : Jika hasil perhitungan nilai pada responden 21-41 poin
- 1.17.1.4. Rendah : Jika hasil perhitungan nilai pada responden 0-20 poin

1.17.2. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks massa tubuh adalah berat badan responden dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m^2) (Kemenkes, 2021).

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{(\text{Tinggi Badan (m)})^2} \quad (3)$$

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur timbangan berat badan (timbangan *detecto/bathroom scale/digital*) dan alat ukur tinggi badan *microtoise*. Skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif merujuk pada ketentuan kementerian kesehatan tahun 2021, sebagai berikut :

- 1.17.2.1. Gemuk : Jika nilai IMT kisaran $> 25,1 \text{ kg/m}^2$
- 1.17.2.2. Kurus : Jika nilai IMT kisaran dibawah $17,0 - 18,4 \text{ kg/m}^2$
- 1.17.2.3. Normal : Jika nilai IMT kisaran $18,5 - 25,0 \text{ kg/m}^2$

1.17.3. Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok adalah suatu kebiasaan menghisap rokok yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif sebagai berikut :

- 1.17.3.1. Merokok : Apabila responden merokok atau menggunakan rokok tembakau dan/atau rokok elektrik (vape) minimal sekali perhari
- 1.17.3.2. Tidak Merokok : Apabila responden tidak merokok atau menggunakan rokok tembakau dan/atau rokok elektrik (vape) minimal sekali perhari

1.17.4. Postur Kerja

Postur kerja yakni mengukur tingkat risiko ergonomis berdasarkan penilaian objektif dari metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Penilaian ini dilakukan dengan mengevaluasi postur tubuh, termasuk punggung, leher, lengan, dan kaki. Skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif merujuk pada ketentuan Middlesworth (1989), sebagai berikut :

- 1.17.4.1. Risiko sangat tinggi : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 11+
- 1.17.4.2. Risiko tinggi : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 8-10
- 1.17.4.3. Risiko sedang : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 4-7
- 1.17.4.4. Risiko rendah : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 2-3
- 1.17.4.5. Risiko dapat diabaikan : Jika skor penilaian postur tubuh adalah 1

1.17.5. Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik merupakan tuntutan fisik yang diterima oleh tubuh saat melakukan suatu aktivitas atau pekerjaan. Skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif diadaptasikan pada Manuaba & Vanwonterghem (1996) dalam Tarwaka and Sudiajeng (2004), yakni sebagai berikut :

- 1.17.5.1. Beban kerja ringan : Jika hasil perhitungan akhir peningkatan denyut nadi kurang dari 30%
- 1.17.5.2. Beban kerja sedang : Jika hasil perhitungan akhir peningkatan denyut nadi adalah 30%-59%
- 1.17.5.3. Beban kerja tinggi : Jika hasil perhitungan akhir peningkatan denyut nadi adalah 60% -79%
- 1.17.5.4. Beban kerja sangat tinggi : Jika hasil perhitungan akhir peningkatan denyut nadi adalah diatas 80%

1.17.6. Kelelahan

Kelelahan merupakan respons tubuh terhadap kurang tidur atau aktivitas fisik atau mental yang berkepanjangan. Pengukuran menggunakan instrumen *Fatigue Assessment Scale* (FAS), dengan hasil untuk skala pengukuran yakni ordinal, adapun kriteria objektif merujuk pada ketentuan (Michielsen, De Vries and Van Heck, 2003) sebagai berikut :

- 1.17.6.1. Kelelahan ekstrem : Jika hasil penilaian skor FAS responden ≥ 35 poin

- 1.17.6.2. Kelelahan substansial : Jika hasil penilaian skor FAS responden 22 – 34 poin
- 1.17.6.3. Tidak ada kelelahan : Jika hasil penilaian skor FAS responden 10 – 21 poin

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan langsung dan tidak langsung antara variabel independen, intervening, dan dependen menggunakan metode path analysis. Path analysis digunakan untuk memahami variabel-variabel (karakteristik responden, postur kerja, beban kerja fisik, dan kelelahan) memengaruhi gangguan muskuloskeletal pada tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Soekarno Hatta.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar yang terletak di Jl. Nusantara No.378, Butung, Kec. Wajo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90173, Indonesia, dengan posisi koordinat 5.122°S 119.408°E. Adapun penelitian dilaksanakan pada bulan November Tahun 2024 – Maret Tahun 2025

2.3. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) berjumlah 158 orang. Adapun sampel sebagai bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi yang representatif atau mewakili populasi yang diteliti. Sehingga jumlah sampel yang diperoleh yaitu 113 responden. Selanjutnya sampel tersebut nantinya akan dilakukan wawancara terstruktur menggunakan instrumen yang telah disediakan berdasarkan variabel pengamatan. Hasil wawancara dan analisa status kesehatan terkait akan digunakan dalam path analysis untuk mengevaluasi hubungan antara variabel-variabel yang diteliti. Namun, untuk meminimalisir bias dalam penelitian tetap dilakukan identifikasi kesesuaian sasaran riset, adapun kriteria penetapan responden sebagai berikut :

2.3.1. Kriteria Inklusi

2.3.1.1. Minimal usia buruh pelabuhan 19 tahun

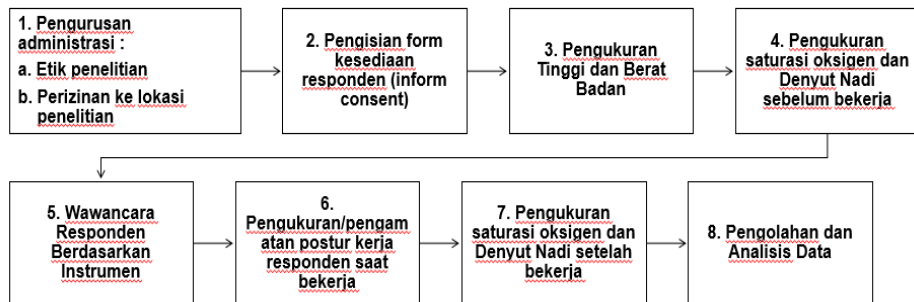
2.3.1.2. Aktif bekerja sebagai buruh pelabuhan di Pelabuhan Soekarno Hatta

2.3.1.3. Memiliki masa kerja minimal 3 bulan di pelabuhan

2.3.2. Kriteria Eksklusi

Buruh pelabuhan wanita yang ditemukan pada lokasi penelitian tidak diikutsertakan, dikarenakan proporsi pekerja wanita di Pelabuhan Soekarno Hatta relatif kecil dan mayoritas tugas bongkar muat dilakukan oleh pekerja pria yang memiliki paparan beban fisik lebih tinggi. Selain itu, perbedaan fisik dan beban kerja antara pria dan wanita dapat mempengaruhi hasil penelitian terkait variabel yang diteliti seperti tingkat kelelahan dan gangguan muskuloskeletal.

2.4. Alur Penelitian



Gambar 7. Alur Penelitian

Persiapan penelitian diawali dengan pengurusan administrasi yang mencakup pengurusan etik penelitian dan perizinan ke lokasi penelitian. Setelah administrasi selesai, langkah berikutnya adalah pengisian formulir kesediaan responden (*informed consent*) untuk memastikan bahwa responden memahami dan bersedia terlibat dalam penelitian. Selanjutnya, dilakukan pengukuran tinggi dan berat badan responden untuk mendapatkan data dasar antropometri.

Sebelum memulai aktivitas kerja, dilakukan pengukuran saturasi oksigen dan denyut nadi termasuk indikator lainnya yang dianggap perlu responden sebagai kondisi awal. Setelah itu, wawancara responden dilakukan menggunakan instrumen yang telah disiapkan. Pengamatan atau pengukuran postur kerja responden juga dilakukan saat mereka sedang bekerja. Setelah bekerja, pengukuran ulang saturasi oksigen dan denyut nadi termasuk indikator lainnya yang dianggap perlu dilakukan untuk melihat perubahan yang terjadi setelah aktivitas. Data yang telah terkumpul kemudian diolah dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini.

2.5. Pengumpulan Data

2.5.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari wawancara menggunakan instrumen kuesioner yang berisi daftar pertanyaan sebagai panduan dalam melakukan wawancara pada responden meliputi: tanggal pengambilan data, nama, alamat, riwayat sakit. Variabel penelitian yakni indeks massa tubuh, kebiasaan merokok, postur kerja, beban kerja fisik, tingkat kelelahan, dan gangguan muskuloskeletal.

2.5.2. Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan langsung dari sumber terkait meliputi profil dan jumlah pekerja, terutama seluruh petugas yang relevan. Selain itu, data tambahan juga diperoleh melalui kajian literatur yang mencakup pengumpulan jurnal penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik penelitian ini, buku-buku ilmiah, laporan hasil penelitian, serta pencarian informasi melalui media elektronik.

2.6. Pengolahan dan Analisis Data

2.6.1. Pengolahan Data

2.6.1.1. Editing

Proses *editing* dilakukan setelah semua data yang diperoleh telah terkumpul kemudian diperiksa kelengkapan data yang dibutuhkan terkait kesinambungan dan kesesuaian data.

2.6.1.2. Coding

Proses *coding* dimaksudkan agar data yang diperoleh mudah untuk dilakukan pengolahan dengan memberikan pengkodean pada setiap jawaban responden dan juga melakukan tabulasi data.

2.6.1.3. Entry

Tahapan selanjutnya adalah data dimasukkan ke dalam aplikasi pengolahan data dengan menggunakan program *Statistical Program for Social Science®* (SPSS) IBM Versi 23 berdasarkan urutan nomor subjek pada kuesioner penelitian.

2.6.1.4. Cleaning

Proses *cleaning* data dilakukan dengan maksud untuk membersihkan kesalahan yang dapat terjadi selama proses memasukkan data. Tahapan ini dilakukan dengan cara menganalisis frekuensi pada semua variabel.

2.6.2. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan metode *path analysis* yang merupakan pengembangan dari model regresi, dengan bantuan perangkat lunak AMOS 24. Teknik tersebut digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara beberapa variabel dalam sebuah model kausal, serta menentukan sejauh mana suatu variabel dipengaruhi oleh variabel lain. Penelitian ini mengadopsi model analisis tersebut untuk memahami dampak langsung dan tidak langsung dari berbagai faktor yang ada.

2.7. Penyajian Data

Setelah dilakukan pengolahan, data yang diperoleh selanjutnya dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel disertai narasi atau penjelasan serta gambar hasil analisis jalur.

2.8. Kontrol Kualitas

Berikut kontrol kualitas berdasarkan variabel yang diteliti.

- 2.8.1. Variabel Kebiasaan Merokok: Pengukuran kebiasaan merokok dilakukan menggunakan kuesioner singkat, sebagaimana tujuan penelitian untuk menilai apakah responden memiliki perilaku merokok atau tidak. Tenaga

pengumpul data dalam poin ini adalah peneliti sendiri, agar dapat memastikan validitas internal data yang dikumpulkan.

- 2.8.2. Indeks Massa Tubuh (IMT): Pengukuran IMT menggunakan alat ukur timbangan berat badan (timbangan digital) dan alat ukur tinggi badan *microtoise*. Alasan pemilihan timbangan digital dalam penelitian adalah karena akurasi dan kemudahan penggunaannya yang lebih baik dibandingkan dengan timbangan manual. Timbangan digital yang terstandarisasi dan terkalibrasi menggunakan berat standar secara berkala memastikan bahwa pengukuran berat badan dilakukan dengan tepat, sehingga mengurangi risiko kesalahan dalam hasil.

Adapun metode kalibrasi yakni dengan menggunakan berat standar yang diketahui, timbangan akan diperiksa dan disesuaikan untuk memastikan pembacaan yang akurat. Selain itu, standarisasi dalam penggunaan timbangan digital mencakup prosedur seperti penempatan timbangan di permukaan datar, memastikan peserta berdiri tegak tanpa alas kaki, serta kondisi terkait saat pengukuran dilakukan. Dengan pembacaan yang jelas dan cepat, timbangan digital juga mempermudah proses pengukuran, membuat peneliti bisa mendapatkan data yang lebih akurat.

Sedangkan pemilihan *microtoise* adalah terkait akurasi dan kemudahan penggunaannya yang lebih baik dibandingkan dengan alat pengukur tinggi badan lainnya. Adapun metode kalibrasi *microtoise* meliputi pemeriksaan dengan alat pengukur standar yang diketahui untuk memastikan bahwa skala alat tersebut menunjukkan hasil yang akurat. Standarisasi dalam penggunaan *microtoise* mencakup prosedur seperti memastikan alat diletakkan di permukaan datar dan meminta peserta untuk berdiri tegak serta tidak bergerak saat pengukuran. Jadi, menggunakan timbangan digital dan *microtoise* yang terkalibrasi dan terstandarisasi sangat penting untuk memastikan kualitas dan keandalan data dalam penelitian ini.

Tenaga pengumpul data dalam poin ini adalah peneliti sendiri, yang memiliki latar belakang pendidikan medis sebagai dokter, agar dapat memastikan validitas internal data yang dikumpulkan.

- 2.8.3. Beban Fisik: Pengukuran beban fisik menggunakan alat ukur *Oximeter*, sebagaimana oximeter memungkinkan pemantauan kadar oksigen (SpO₂) dan denyut nadi secara real-time, yang penting dalam mengevaluasi *cardiovascular load* individu selama aktivitas fisik yang berat. Alasan pemilihan oximeter dalam penelitian ini adalah karena kemampuan alat tersebut dalam memantau kadar oksigen (SpO₂) dan denyut nadi secara *real-time*, yang lebih efisien dan murah dibandingkan dengan metode pengukuran lainnya.

Metode standarisasi dalam penggunaan oximeter mencakup prosedur seperti memastikan jari atau area yang diukur bersih dari bahan yang dapat mengganggu, serta meminta peserta untuk tetap tenang selama pengukuran. Dengan pembacaan yang cepat dan jelas, oximeter juga mempermudah proses pemantauan kesehatan, memungkinkan peneliti

untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan andal. Penggunaan oximeter dalam pengukuran beban fisik adalah peneliti sendiri, yang memiliki latar belakang pendidikan medis sebagai dokter, agar dapat memastikan validitas internal data yang dikumpulkan.

- 2.8.4. Postur Kerja (REBA): Pengukuran postur kerja menggunakan alat ukur *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, sebagaimana REBA dirancang khusus untuk mengevaluasi postur tubuh secara keseluruhan, termasuk punggung, leher, kaki, dan lengan, serta aktivitas yang melibatkan beban berat (Middlesworth, 1989). Pengukuran postur kerja dilakukan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* oleh tenaga bantuan yang memiliki kompetensi di bidang medis yaitu perawat, dimana telah menyelesaikan pendidikan di bidang kesehatan dan keselamatan kerja. Selain itu, tenaga bantuan ini telah mengikuti pelatihan terkait perhitungan dan analisis *Rapid Entire Body Assessment*.
- 2.8.5. Kelelahan (FAS): Pengukuran kelelahan menggunakan alat ukur *Fatigue Assessment Scale (FAS)*, sebagaimana FAS dapat menilai fokus dampak kelelahan terhadap kesehatan dan performa kerja secara menyeluruh (Michielsen, De Vries and Van Heck, 2003). Tenaga pengumpul data dalam poin ini adalah peneliti sendiri, agar dapat memastikan validitas internal data yang dikumpulkan.

Fatigue Assessment Scale (FAS) merupakan instrumen yang telah banyak digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan di berbagai populasi, termasuk pekerja. Validitas FAS ditunjukkan melalui analisis validitas isi, konstruksi, dan kriteria. Penelitian oleh Michielsen et al (2003), yang mengembangkan FAS, menunjukkan skala ini memiliki korelasi yang signifikan dengan ukuran kelelahan lainnya seperti *Multidimensional Fatigue Inventory (MFI)* dan *Fatigue Severity Scale (FSS)*, yang memperkuat bukti bahwa FAS mampu mengukur konstruksi yang diharapkan. Analisis faktor eksploratori dan konfirmatori juga menunjukkan bahwa FAS memiliki struktur satu dimensi yang konsisten, sehingga dapat dikatakan valid secara konstruktif.

Reliabilitas FAS diukur melalui uji konsistensi internal dan *test-retest reliability*. Dalam penelitian yang sama, koefisien reliabilitas *Cronbach's alpha* untuk FAS mencapai nilai 0.88, yang mengindikasikan konsistensi internal yang tinggi. Dengan hasil validitas dan reliabilitas yang kuat dari beberapa studi, FAS dapat dipercaya sebagai alat ukur yang valid dan reliabel dalam mengukur kelelahan pada berbagai populasi atau kelompok.

- 2.8.6. Gangguan Muskuloskeletal : Pengukuran *musculoskeletal disorders* terkait pekerjaan menggunakan alat ukur *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* sebagaimana NMQ dapat mengidentifikasi prevalensi gangguan muskuloskeletal di berbagai bagian tubuh (Kuorinka et al., 1987). Pengukuran gangguan muskuloskeletal dilakukan oleh peneliti sendiri dan tenaga bantuan yang memiliki kompetensi di bidang medis yaitu dokter dan perawat.

2.9. Etika Penelitian

Etika penelitian yang dilakukan melindungi hak-hak responden selama proses penelitian dan mendapat persetujuan dari komite etik bahwa studi tersebut tidak melanggar kode etik dalam penelitian. Masalah etika yang diperhatikan antara lain adalah :

- 2.9.1. *Informed consent* (format persetujuan) lembar ini diberikan kepada responden yang akan diteliti yang memenuhi kriteria inklusi dan disertai judul penelitian. Jika subyek menolak maka peneliti tidak memaksa dan tetap menghormati hak-hak subyek.
- 2.9.2. *Anonimity* (tanpa nama) untuk menjaga kerahasiaan, peneliti tidak akan mencantumkan nama responden, tetapi lembar tersebut diberi kode.
- 2.9.3. *Confidentiality* (kerahasiaan) kerahasiaan informasi responden dijamin peneliti, hanya kelompok data tertentu yang akan dilaporkan sebagai hasil penelitian.
- 2.9.4. *Protection From Discomfort*, responden mendapat perlindungan dan merasa nyaman.
- 2.9.5. Persetujuan penelitian dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.