

Pengaruh Faktor Medis dan Faktor Ergonomi terhadap Kelelahan Otot di Perusahaan Bongkar Muat Petikemas

Nur Aini¹, Indri Santiasih^{2*} dan Am Maisarah Disrinama¹

¹ Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

² Program Studi Magister Teknik Keselamatan dan Resiko, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: indri.santiasih@ppns.ac.id

Abstrak

Perusahaan transportasi laut berperan besar dalam membangun perekonomian di Indonesia. Salah satu pelayanan yang ditawarkan perusahaan di bidang tersebut berupa jasa bongkar muat petikemas. Kegiatan utama pada perusahaan jasa bongkar muat memiliki personel yang didominasi oleh operator *crane*. Implementasi K3 di perusahaan bidang petikemas sangat penting. Salah satu penerapan K3 adalah pengukuran kelelahan menggunakan IFRC dan asam laktat. Hasil dari survei awal kuesioner pada operator *crane* menggunakan metode IFRC didapatkan kategori tidak lelah 2%, kategori ringan 72%, kategori menengah 10%, dan kategori berat 4%. Hasil yang didapatkan dari pengukuran asam laktat yaitu konsentrasi asam laktat didapatkan jika 33% dalam kategori normal dan 67% dalam kategori melebihi batas normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh faktor kelelahan otot berdasarkan konsentrasi asam laktat serta memberikan rekomendasi. Variabel independen penelitian ini adalah kadar hemoglobin, kadar glukosa darah, dan postur kerja. Sedangkan variabel dependen adalah kelelahan otot. Data pada penelitian terdiri dari primer dan sekunder. Data primer yaitu data pengukuran posisi kerja dengan SNI 9011 : 2021 dan data asam laktat dengan alat *accutrend plus meter*. Sedangkan data sekunder didapatkan hasil *Medical Check Up* (MCU) dari operator *crane*. Perolehan data akan diolah dan dianalisa dengan metode statistik uji *chi square* dan regresi logistik biner. Hasil penelitian ini menyatakan jika kadar glukosa dan postur kerja memiliki pengaruh dengan timbulnya kelelahan otot.

Kata Kunci: Asam Laktat, Faktor Medis, Faktor Ergonomi, Kelelahan Otot

Abstract

Sea transportation companies play a major role in building the economy in Indonesia. One of the services offered by companies in this field is container loading and unloading services. The main activity of loading and unloading service companies has personnel who are dominated by crane operators. K3 implementation in container companies is very important. One application of K3 is the measurement of fatigue using IFRC questionnaire and lactic acid. The results of the initial questionnaire survey on crane operators using the IFRC questionnaire method obtained 2% of the non-tired category, 72% of the light category, 10% of the medium category, and 4% of the heavy category. The results obtained from lactic acid measurements are lactic acid concentrations obtained if 33% are in the normal category and 67% are in the category that exceeds normal limits. This study aims to identify the influence of muscle fatigue factors based on lactic acid concentrations and provide recommendations. The independent variables of this study were hemoglobin levels, blood glucose levels, and work posture. While the dependent variable is muscle fatigue. The data in the study consisted of primary and secondary. The primary data is data on measurement of work position using SNI 9011: 2021 and data on lactic acid using the accutrend plus meter tool. Meanwhile, secondary data was obtained from the Medical Check Up (MCU) results from the crane operator. Acquisition of data will be processed and analyzed with the statistical method of chi square test and binary logistic regression. The results of this study stated that glucose levels and work posture had an influence on the emergence of muscle fatigue.

Keywords: Ergonomic Factors, Lactic Acid, Medical Factors, Muscle Fatigue

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang wilayah lautnya lebih besar dibandingkan dengan daratan. Data

pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) (2018) menyatakan jika Indonesia memiliki luas wilayah sebesar 8,3 juta km² dengan 6,4 juta km² wilayahnya merupakan perairan wilayah perairan. Bidang Pelabuhan sebagai penggerak roda perekonomian memiliki berbagai macam pelayanan jasa yang ditawarkan. Salah satu jasa pelayanan yang ditawarkan Perusahaan di bidang Pelabuhan yaitu jasa bongkar muat barang. Penelitian dari *International Labour Organization* (ILO) menghasilkan jika hampir setiap tahun sebanyak dua juta pekerja meninggal dunia karena kecelakaan kerja yang disebabkan oleh faktor kelelahan. Penelitian tersebut menyatakan dari 58.115 sampel, 32,8% atau sekitar 18.828 sampel di antaranya menderita kelelahan. Pengukuran kelelahan di perusahaan jasa bongkar muat dilakukan secara subjektif dan objektif dengan responden operator *crane* yang berjumlah 46 operator.

Pengukuran secara subjektif melalui survei kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC). Hasil yang didapatkan menunjukkan jika 2% operator dalam kategori tidak lelah, 67% operator dalam kategori kelelahan ringan, 24% operator dalam kategori kelelahan sedang, dan 7% operator dalam kategori kelelahan berat. Sedangkan pengukuran secara objektif dilakukan dengan konsentrasi asam laktat didapatkan jika 33% dalam kategori normal dan 67% dalam kategori melebihi batas normal. Kelelahan otot juga dapat ditandai dengan adanya kadar asam laktat yang melebihi nilai ambang batas. Menurut Hidayah (2017) menjelaskan jika kadar asam laktat darah yang melebihi ambang batas (lebih besar dari 2 mmol/l) mengindikasikan terjadinya kelelahan. Kelelahan otot terjadi ketika pasokan oksigen pada sel tidak memadai sehingga proses produksi ATP bergeser dari proses aerobik (dengan oksigen) ke glikolisis anaerob (tanpa oksigen) (Safitri *et al.*, 2020). Sistem glikolisis anaerobik memiliki karakteristik tidak membutuhkan oksigen (O₂) dan terbentuk produk sampingan yaitu asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan otot. Penimbunan laktat dalam darah menjadi masalah mendasar dalam kinerja fisik. karena menimbulkan kelelahan yang kronis dan menurunkan kinerja fisik (Widiyanto, 2007). Kelelahan otot dapat timbul akibat kontraksi otot yang kuat dan lama. Suatu kegiatan yang membutuhkan kontraksi otot, dimana kontraksi otot rangka yang lama dan kuat dan proses metabolisme tidak mampu lagi meneruskan suplay energi yang dibutuhkan serta untuk membuang metabolisme, khusus asam laktat. Jika asam laktat yang banyak (dari penyodium ATP) terkumpul, otot akan kehilangan kemampuan. Aliran darah terbatas pada otot (ketika berkontraksi), otot menekan pembuluh darah dan membawa oksigen juga semakin memungkinkan terjadi kelelahan (Lestari, 2016). Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor medis dan faktor ergonomi terhadap kelelahan otot berdasarkan konsentrasi asam laktat pada operator *crane* dan memberikan rekomendasi yang sesuai. Data yang diperoleh akan dilakukan pengujian melalui software SPSS dengan jenis uji *chi square* dan regresi logistik biner.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah total sampling yaitu keseluruhan populasi yang berjumlah 46 pekerja. Pengambilan data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil kuisisioner, pengukuran langsung dan data perusahaan. Data primer dan sekunder yang dikumpulkan yakni :

Kelelahan Otot (Variabel Y)

Data kadar asam laktat pada operator dilakukan dengan tes pengambilan darah di ujung jari menggunakan *accutrend plus meter*. Pengambilan data asam laktat dilakukan sebelum dan sesudah bekerja. Pengukuran konsentrasi asam laktat pada operator dilakukan dengan alat *accutrend plus meter*. Pengukuran ini dilakukan dengan pengambilan darah di ujung jari lalu sampel darah akan diletakkan pada strip tes. Pada pengambilan data ini akan diketahui secara langsung kadar asam laktat yang ada di tubuh operator. Asam laktat dengan nilai ≤ 2 mmol/l dikategorikan normal sedangkan asam laktat dengan nilai >2 mmol/l dikategorikan lebih/indikasi kelelahan otot.

Faktor Medis

Faktor medis pada penelitian ini terdiri dari kadar hemoglobin dan kadar glukosa dari operator. Kedua data tersebut diperoleh dari hasil *medical checkup* dari operator sehingga lebih akurat. Berikut ini merupakan faktor medis dalam penelitian ini.

Kadar Hemoglobin (X1)

Data terkait dengan kadar hemoglobin didapatkan dari data sekunder dari perusahaan untuk mendukung kevalidan dari penelitian. Kadar hemoglobin dengan nilai ≤ 13 gr/dl dikategorikan kurang sedangkan kadar hemoglobin > 13 gr/dl dikategorikan normal. Kadar hemoglobin yang kurang dapat menyebabkan anemia.

Kadar Glukosa (X2)

Data kadar glukosa dari operator *crane* didapatkan dari data sekunder dari perusahaan untuk mendukung kevalidan dari penelitian. Kadar glukosa dengan nilai < 110 mg/dL dikategorikan normal, kadar glukosa $\geq 110 - <126$ mg/dL dikategorikan prediabetes, dan kadar glukosa ≥ 126 mg/dL dikategorikan diabetes. Kadar glukosa dari tubuh yang melebihi batas normal dapat menyebabkan penyakit diabetes dari individu.

Faktor Ergonomi

Postur Kerja (X3)

Data terkait dengan posisi kerja didapatkan dari pengukuran dengan SNI 9011 : 2021 Tentang Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Tempat Kerja yang ditujukan pada seluruh operator *crane* petikemas. Pengukuran posisi kerja dengan standar ini meliputi : Melakukan survei lapangan pada tempat dan aktivitas kerja dari operator *crane*; Merekam aktivitas kerja operator *crane* saat *stevedoring*; Menganalisis postur kerja dengan SNI 9011 : 202; Skoring hasil analisa data; Mengkategorikan hasil analisa sesuai dengan SNI 9011 : 2021 diantaranya jika skor ≤ 2 dikategorikan aman, skor 3 – 6 dikategorikan perlu pengamatan lebih lanjut, skor ≥ 7 dikategorikan berbahaya.

Pengolahan Data

Metode analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan uji *chi square* untuk menguji hubungan dan uji regresi logistik biner untuk menguji pengaruh dari variabel independen dan dependen. Pengambilan keputusan pada penelitian ini berdasarkan nilai signifikansi/*p-value* dengan hipotesis H_0 diterima jika *p-value* $> 0,05$ atau H_0 ditolak jika *p-value* $\leq 0,05$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data primer menggunakan alat *accutrend plus meter* untuk data asam laktat dan rekaman *Closed Circuit Television (CCTV)* kabin *crane* untuk data postur kerja. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari data departemen *Quality Health Safety Security and Environment (QHSSE)* perusahaan berupa Data kadar hemoglobin operator dan data glukosa puasa operator. Hasil pengukuran asam laktat didapatkan 2 kategori tingkat konsentrasi asam laktat yaitu normal dan lebih. Kategori asam laktat dengan distribusi normal diperoleh 33% dari populasi atau sebanyak 15 operator *crane*. Kategori asam laktat yang melebihi standar diperoleh 67% dari populasi atau 31 operator *crane*. Hasil pengumpulan data hemoglobin dari operator *crane* menunjukkan mayoritas dalam kategori normal. Hal tersebut didukung dengan adanya pengolahan data yang menunjukkan 74% dalam kategori normal atau berjumlah 34 operator dan 26% dalam kategori kurang atau berjumlah 12 operator. Hasil pengumpulan data kadar glukosa operator *crane* menunjukkan jika mayoritas dalam kategori normal. Hal tersebut didukung dengan adanya pengolahan data yang menunjukkan 54% dalam kategori normal atau 34 operator, 37% dalam kategori prediabetes atau 17 operator, dan 9% dalam kategori diabetes atau 4 operator. Hasil pengumpulan data postur kerja operator *crane* didapatkan mayoritas dalam kategori berbahaya. Hal tersebut didukung dari hasil pengolahan data yang menunjukkan 0% kategori aman, 17% kategori perlu pengamatan, dan 83% kategori berbahaya.

Tabel 1. Hasil Uji *Chi Square*

No	Variabel Independen (X)	Variabel Dependen (Y)	Uji <i>Chi Square</i>	
			<i>p-value</i>	Keputusan
1.	Kadar Hemoglobin	Kelelahan Otot	0,950	Tidak ada hubungan
2.	Kadar Glukosa		0,001	Ada hubungan
3.	Postur Kerja		0,000	Ada hubungan

Hasil uji *chi square* yang menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,950 lebih besar dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* $> \alpha$ (0,05) adalah H_0 diterima. Hal tersebut memiliki makna jika hemoglobin tidak berhubungan dengan variabel kelelahan otot. Hasil yang sama juga dilakukan oleh (Schierbauer *et al.*, 2023) apabila kadar hemoglobin dalam darah tinggi maka konsentrasi asam laktat akan rendah.

Hasil uji *chi square* dengan nilai *p-value* sebesar 0,001 yang lebih kecil dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* $< \alpha$ (0,05) adalah H_0 ditolak. Hal tersebut memiliki makna jika variabel kadar glukosa memiliki hubungan dengan variabel kelelahan otot. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Grealish *et al.*, 2021) menyatakan jika terdapat hubungan glukosa dengan asam laktat meskipun korelasinya lemah.

Hasil uji *chi square* dengan nilai *p-value* sebesar 0,000 yang lebih kecil dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* $< \alpha$ (0,05) adalah H_0 ditolak. Hal tersebut memiliki makna jika variabel postur kerja memiliki hubungan dengan variabel kelelahan otot. Penelitian yang hampir sama dilakukan oleh (Putriwijaya *et al.*, 2016) menyatakan jika posisi kerja berhubungan dengan meningkatnya kadar asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan otot.

Tabel 1. Hasil Uji Serentak (*G likelihood*)

<i>Omnibus Tests of Model Coefficients</i>				
Variabel Independen (X)	Variabel Dependen (Y)	α	<i>p-value</i>	Keputusan
	Kelelahan Otot	0,05	0,000	H_0 Ditolak

Kadar hemoglobin, kadar glukosa, dan postur kerja				
---------------------------------------------------	--	--	--	--

Tabel 1.2 menjelaskan hasil uji serentak dengan nilai *p-value* 0,000 yang lebih kecil dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* < α (0,05) adalah H_0 ditolak. Hal tersebut memiliki makna jika terdapat pengaruh antara kadar hemoglobin, kadar glukosa, dan postur kerja secara serentak terhadap kelelahan otot. Hasil dari uji individu dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 2. Hasil Uji Individu

No	Variabel Independen (X)	Variabel Dependen (Y)	Uji Regresi Logistik Biner	
			<i>p-value</i>	Keputusan
1.	Kadar Hemoglobin	Kelelahan Otot	0,950	Tidak ada Pengaruh
2.	Kadar Glukosa		0,005	Ada Pengaruh
3.	Postur Kerja		0,004	Ada Pengaruh

Hasil uji pengaruh kadar hemoglobin terhadap asam laktat menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,339 yang lebih besar dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* > α (0,05) adalah H_0 diterima. Hal tersebut memiliki makna apabila variabel kadar hemoglobin tidak berpengaruh terhadap kelelahan otot. Penelitian ini berbanding terbalik dengan yang dilakukan oleh (Zhong *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa hemoglobin memiliki pengaruh dengan perubahan asam laktat dengan korelasi positif. Jumlah penipisan glukosa dan akumulasi laktat berhubungan positif dengan hemoglobin. Hal tersebut dikarenakan mayoritas kadar hemoglobin operator dalam kategori normal.

Hasil uji pengaruh kadar glukosa terhadap asam laktat yang menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,011 yang lebih kecil dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* < α (0,05) adalah H_0 ditolak. Hal tersebut memiliki makna apabila variabel kadar glukosa berpengaruh terhadap kelelahan otot. Penelitian yang dilakukan oleh (Simoes *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa nilai glukosa darah minimum dapat digunakan dalam penilaian ambang anaerobik selama kecepatan ambang laktat dan menjadi prediktor ambang anaerobik yang baik.

Hasil uji pengaruh postur kerja terhadap asam laktat yang menghasilkan nilai *p-value* sebesar 0,048 yang lebih kecil dari α (0,05). Keputusan yang diambil apabila *p-value* < α (0,05) adalah H_0 ditolak. Hal tersebut memiliki makna apabila variabel postur kerja berpengaruh terhadap kelelahan otot. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan oleh (Abdurrahmat, 2016) menyatakan bahwa terdapat pengaruh model posisi kerja terhadap peningkatan kadar asam laktat. Bekerja secara statis masih memberikan tubuh memperoleh oksigen dari lingkungan, tetapi karena aliran darah tidak seimbang dengan kebutuhan oksigen otot sehingga untuk memenuhi energi akan menggunakan glukosa. Oleh karena itu, kontraksi otot secara terus – menerus dalam durasi waktu yang lama bisa memicu produksi asam laktat yang tinggi. Meningkatnya produksi asam laktat akan menimbulkan rasa nyeri dan lelah.

Rekomendasi

Rekomendasi yang diberikan untuk kelelahan otot yang disebabkan oleh kadar glukosa adalah mengadakan program kerja surveilans dengan tenaga medis perusahaan langsung menemui operator di area kerja. Kegiatan ini akan dilakukan dengan melakukan pemeriksaan glukosa dari operator setelah bekerja. Hasil dari pemeriksaan akan dilakukan pendataan oleh untuk ditindaklanjuti. Operator yang memiliki kadar glukosa tidak normal akan dipantau selama waktu yang telah ditentukan oleh pihak medis perusahaan. Operator yang tidak menunjukkan perkembangan selama waktu yang telah ditentukan akan mendapatkan pendampingan dengan diberikan promosi kesehatan dan pengobatan apabila diperlukan.

Rekomendasi yang diberikan untuk kelelahan otot yang disebabkan oleh postur kerja adalah Pengaturan durasi kerja pada operator *crane* dengan mengembalikan durasi jam kerja dari 6 jam menjadi 4 jam. Hal tersebut dikarenakan sebelum pandemi durasi kerja pada operator *crane* hanya selama 4 jam. Hal tersebut dikarenakan operator *crane* memiliki potensi risiko kecelakaan dan memerlukan konsentrasi yang tinggi. Terlebih perusahaan beroperasi selama 24 jam yang membuat aktivitas bongkar muat harus tetap berjalan. Selain itu, rekomendasi yang diberikan berupa *ergonomic stretching* atau peregangan yang dapat dilakukan oleh operator sebelum dan sesudah bekerja. Peregangan leher, peregangan punggung, peregangan kaki, peregangan otot betis, melatih kekuatan otot tangan, relaksasi otot punggung. Gerakan *stretching* dapat dilakukan di ruangan kabin operator tanpa membutuhkan area tertentu.

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menyatakan jika kadar glukosa dan postur tubuh memiliki pengaruh dengan timbulnya kelelahan otot. Pengendalian yang dapat dilakukan yaitu dengan mengadakan program surveilans, mengatur durasi

kerja, dan *stretching*. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat meminimalisir adanya kelelahan otot pada operator crane.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahmat, A. 2016. *Pengaruh Model Posisi Kerja Terhadap Konsentrasi Asam Laktat Pada Operator Komputer*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Negeri Gorontalo.
- Grealish *et al.*, 2021. *The relationship between admission glucose and lactate with critical illness amongst adult patients presenting to the emergency department*. *Acta Diabetologica*, 58, Pp.1343–1349.
- Hidayah, I. 2017. *Peningkatan Kadar Asam Laktat Dalam Darah Sesudah Bekerja*. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(2), Pp. 131–141.
- Safitri, I. *et al.* 2020. *Hubungan Kadar Hemoglobin Dengan Kelelahan Otot Pada Atlet Sepak Bola Remaja*. *Journal Of Nutrition College*, 9, Pp. 154–159.
- Schierbauer *et al.*, 2023. *Relationship between Blood Volume, Blood Lactate Quantity, and Lactate Concentrations during Exercise*. *Metabolites* 13, 632.
- Simoes *et al.*, 2015. *Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80, Pp 34 – 40.
- Putriwijaya *et al.*, 2016. *Correlation between working positions and lactic acid levels with musculoskeletal complaints among dentists*. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 49(4), Pp 201–205.
- SNI 9011 : 2021 Tentang Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi.
- Widiyanto. 2007. *Latihan Fisik Dan Asam Laktat*. *Medikora*, iii, Pp. 61–79.
- Zhong *et al.*, 2023. *A study on the correlation between hemoglobin concentration and the storage quality of suspended red blood cells prepared from the whole blood of Tibetan male residents*. *Frontiers in Medicine Journal*, 9, Pp 1 – 9.