

ANALISIS RISIKO KELELAHAN OTOT DENGAN METODE *CUMMULATIVE TRAUMA DISORDERS* *RISK INDEX*

Ayu Endah Wahyuni¹, Anita Juraida², Asep Anwar³
Fakultas Teknik, Teknik Industri
Universitas Widyatama

Jl. Cikutra No.204A, Sukapada, Kec. Cibeunying Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40125
ayu.endah@widyatama.ac.id¹, anita.juraida@widyatama.ac.id², asep.anwar@widyatama.ac.id³

Abstrak

PT XYZ membutuhkan tenaga mesin dan kerja fisik operator dalam proses produksi botol plastik. Namun, tenaga manusia memiliki keterbatasan fisik apabila melakukan aktivitas yang berlebihan. Risiko cedera dan kecelakaan kerja yang akan terjadi cukup tinggi apabila dibiarkan. Salah satu, cedera kerja yang dialami oleh operator dalam aktivitas produksi yaitu, gangguan muskuloskeletal, cedera ditangan dan sakit pinggang. Hal ini, disebabkan aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang-ulang dan mengakibatkan cedera, serta penurunan produktivitas kerja. Oleh karena itu, penelitian ini akan berupaya menemukan solusi permasalahan dengan mengukur level risiko menggunakan pendekatan metode *cumulative trauma disorders (CTD) risk index*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, diperoleh level cedera pada tiga faktor utama dan satu faktor tambahan, meliputi : *Frequency Factor* (1,98), *Posture Factor* (0,9) dan *Force Factor* (3,441), serta *Miscellaneous Factor* (1). Kemudian, diperoleh CTD Risk Index sebesar 1,996. Hal ini menunjukkan bahwa, CTD Risk Index menghasilkan level risiko kumulatif > 1. Hal ini dapat mengakibatkan risiko cedera kumulatif pada operator di stasiun kerja, sehingga dapat menimbulkan cedera otot. Dengan demikian, solusi dari permasalahan dari penelitian ini yaitu diperlukan adanya waktu istirahat dan perbaikan layout stasiun kerja, sehingga operator dapat bekerja dengan postur tubuh yang baik dan mencegah terjadinya risiko kerja, kelelahan otot yang mengakibatkan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs).

Kata kunci : cedera, risiko, ctd risk index, operator

Abstract

PT XYZ requires mechanical power and physical work of the operator in the process of producing plastic bottles. However, human labor has physical limitations when doing excessive activity. The risk of injury and work accident that will occur is quite high if left unchecked. One of them is work injury experienced by the operator in production activities, namely, musculoskeletal disorders, hand injuries and back pain. This is due to work activities carried out repeatedly and resulting in injuries, as well as decreased work productivity. Therefore, this research will try to find a solution to the problem by measuring the risk level using the cumulative trauma disorders (CTD) risk index approach. The results of this study indicate that injury levels were obtained on three main factors and one additional factor, including: Frequency Factor (1.98), Posture Factor (0.9) and Force Factor (3,441), and Miscellaneous Factor (1). Then, a CTD Risk Index of 1.996 was obtained. This shows that, CTD Risk Index produces a cumulative risk level > 1. This can result in the risk of cumulative injury to the operator at the work station, which can lead to muscle injury. Thus, the solution of the problem from this research is that there is a need for rest and repair work station layout, so that the operator can work with good posture and prevent the risk of work, muscle fatigue resulting in Cumulative Trauma Disorders (CTDs).

Keywords : injury, risk, ctd risk index, operator

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi botol plastik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Dalam melaksanakan kegiatan tersebut, perusahaan membutuhkan tenaga mesin dan kerja fisik operator. Kerja fisik (*physical work*) adalah kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya. Kerja fisik seringkali disebut sebagai kerja berat ataupun kerja kasar yang memerlukan usaha fisik manusia yang kuat selama periode kerja berlangsung (Wignjosebroto, 2008). Manusia mempunyai keterbatasan dalam melakukan kerja fisik. Beban kerja fisik yang berlebihan dapat menimbulkan kelelahan dan cedera kerja, salah satunya adalah gangguan muskuloskeletal (Micheletti dkk, 2019).

Pada saat ini, di PT XYZ banyak ditemukan keluhan operator dalam melakukan pekerjaannya akibat kerja fisik yang berlebihan, misalnya keluhan pegal-pegal di tangan dan sakit pinggang. Keluhan ini terjadi karena setiap harinya operator melakukan pekerjaan secara berulang-ulang, memindahkan barang dengan cara manual, dan melakukan pekerjaan dengan sikap ekstrim yang akan meningkatkan tekanan pada otot. Hal tersebut apabila sering terjadi dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan cedera kerja kumulatif yang berbahaya untuk kesehatan operator dan dapat menimbulkan penurunan produktivitas kerja. Melihat kenyataan tersebut, maka dilakukan penganalisaan mengenai akibat yang terjadi dari permasalahan dan memberikan usulan apa yang dapat dilakukan PT XYZ. Apabila operator mudah mengalami kelelahan maka, hasil pekerjaan yang dilakukan operator tersebut juga akan mengalami penurunan dan tidak sesuai dengan yang diharapkan (Susihono, 2012).

II. KAJIAN LITERATUR

II.1 Ergonomi

Frase “ergonomic” berawal dari dua kata meliputi “ergon” yaitu “kerja” dan “nomos” yaitu “hukum”. Istilah ini bermula dari Bahasa Yunani (Bridger, 2003).

Sementara itu, ergonomi diartikan sebagai interaksi antara manusia sebagai operator dengan objek atau alat yang digunakannya dalam aktivitas kerja (Pulat, 1992).

Selain itu, ilmu ergonomi didefinisikan menjadi ilmu yang impelementasinya berusaha untuk

menyeimbangkan pekerjaan dan lingkungan antar manusia, agar tercapainya efektifitas dan efisiensi, serta optimalisasi pemanfaatan faktor manusia (Suma'mur, 1989).

II.2 Muskuloskeletal Manusia

Sistem Muskuloskeletal Manusia terdiri dari tulang dan jaring penghubung serta, aktivitas otot.

Pada tubuh manusia, memiliki struktur kerangka dan berfungsi untuk penyokong dan pelindung, yang terdiri dari 206 tulang (Wickens et al, 2004).

Dengan demikian, system musculoskeletal pada manusia memiliki beberapa fungsi, meliputi :

Tabel 1. Fungsi Muskuloskeletal

| No. | Skeletal | Muskular |
|-----|---|--|
| 1 | Penyokong | Aktivitas pergerakan bagian-bagian tubuh |
| 2 | Pelindung (tulang tengkorak) | Postur tubuh yang baik |
| 3 | Pergerakan/ aktivitas otot-otot yang menempel pada tulang | Menghasilkan rasa panas (menjaga temperatur tubuh) |
| 4 | Homopoiesis (tulang yang menghasilkan sel darah merah) | |

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya CTDs meliputi : *force*, postur tubuh, aktivitas/gerakan berulang-ulang dan durasi (Bridger, 2003).

II.3 Musculoskeletal Disorders (MSDs)

Musculoskeletal Disorders atau MSDs merupakan sejenis gangguan atau cedera yang dapat mempengaruhi pergerakan/aktivitas tubuh, biasayang disebut dengan sistem musculoskeletal, meliputi Otot, tendon, saraf, ligament, pembuluh darah, cakram) (Middlesworth, 2020).

Beberapa jenis gangguan muskuloskeletal terdiri dari :

- Ketegangan otot
- Sindrom Terpal Carpal
- Keseleo Ligamen
- Trigger Finger
- Rotator Cuff Tendonitis
- Cakram yang Pecah
- Epicondylitis
- Sindrom Terowongan Radial

- Neuritis Digital
- Sindrom DeQuervain
- Sindrom Kembali Mekanis
- Penyakit Disk Degeneratif

Beberapa gangguan tersebut, biasanya diistilahkan sebagai "gangguan muskuloskeletal" karena menggambarkan masalahnya.

Selain itu, istilah lain dari MSD yaitu "cedera gerakan yang berulang" atau "cedera tekanan yang berulang" serta, "cedera yang berlebihan". Hal itu berimplikasi sebagai penyebab tunggal terhadap kerusakan pada sistem muskuloskeletal - pengulangan dan stres. Sehingga, banyak penelitian yang melakukan observasi pada beberapa faktor risiko penyebab MSD (Middlesworth, 2020).

II.4 Cummulative Trauma Disorders (CTD's) Risk Index

CTD's Risk Index merupakan suatu metode untuk mengetahui tingkat resiko yang dapat terjadi pada suatu aktivitas kerja. Analisis risiko *CTD's Risk Index* menjumlahkan nilai risiko untuk ketiga faktor penyebab utama menjadi satu skor risiko. Untuk kondisi yang relatif aman, indeks harus lebih kecil daripada satu (Grepo, dkk. 2013).

Model pengukuran *CTD's Risk Index* bertujuan untuk meramalkan tingkat kejadian cedera (Seth, 1999). Model ini menggunakan data kuantitatif seperti frekuensi gerakan tangan dalam memperoleh skor faktor frekuensi, sehingga mencerminkan ketegangan yang berada pada otot dan tendon pergelangan tangan. Pada postur ekstremitas dimasukkan ke dalam skor faktor postur dan berbagai stresor pekerjaan kecil dimasukkan sebagai skor faktor seluler.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

III.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan pada saat *shift* sore. Pengumpulan data terdiri dari 3 faktor utama dan 1 faktor tambahan, yaitu *freuency factor*, *posture factor*, *force factor*, dan *miscellaneous factor*.

1. *Freuency Factor*

Data untuk *freuency factor* yaitu *job title*, *job description*, *part/day*, *rest time/lunch* didapat dari hasil wawancara, sedangkan *cycle time* dan *handmotions/cycle* didapat dari pengamatan langsung terhadap operator yang sedang bekerja di stasiun kerja

peniupan *preform*. Data *freuency factor* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Freuency Factor

| Data <i>Freuency Factor</i> | Keterangan |
|-----------------------------|------------|
| <i>Cycle Time</i> | 6 detik |
| <i>Lunch</i> | 0 detik |
| <i>Break</i> | 0 detik |
| <i>Part/60 minutes</i> | 1800 buah |
| <i>Handmotions/Cycle</i> | 11 kali |

2. *Posture Factor*

Data untuk *posture factor* didapat dari foto postur tubuh operator yang sedang bekerja dan diberi sudut untuk dilakukan pengolahan data.



Gambar. 1 Foto Operator

Posisi operator berdiri saat bekerja dengan ditopang oleh kedua kaki. Operator menekukkan tangan saat memegang benda dengan posisi ibu jari dan telunjuk menjepit saat memegang benda. Operator menjangkau dan memindahkan benda kerja dari kiri ke kanan atau sebaliknya, dengan lengan bawah operator bergerak dari kanan ke kiri atau sebaliknya saat bekerja. Sudut posisi siku saat bekerja 19,88°. Sudut dari posisi bahu tampak depan saat bekerja 33,72°. Sudut dari posisi bahu tampak samping bekerja 29,12°. Serta posisi leher saat bekerja menunduk sebesar 56,5°.

3. *Force Factor*

Beban yang diangkat pada saat bekerja adalah 0,016 kg dan beban maksimal yang diangkat pada saat melakukan pekerjaan yang sama adalah 0,031 kg.

4. *Miscellaneous Factor*

Data yang dibutuhkan untuk *miscellaneous factor* adalah *sharp edge, glove, vibration, type of action, dan temperature*. Keterangan lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Miscellaneous Factor

| Miscellaneous Factor | Keterangan |
|----------------------|--|
| Sharp Edge | Operator tidak selalu bersentuhan dengan sudut lancip |
| Glove | Operator tidak menggunakan sarung tangan pada saat bekerja |
| Vibration | Operator dipengaruhi getaran pada saat bekerja |
| Type of Action | Operator bekerja secara tidak statis dan tidak dinamis |
| Temperature | Operator bekerja pada temperatur panas |

III.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *worksheet CTDs Risk Index*. Tiga faktor utama yaitu *frequency, posture factor, force factor* dan 1 faktor tambahan yaitu *miscellaneous factor*, dilakukan perhitungan untuk menentukan level risiko cedera kerja.

1. Frequency Factor

Sebelum mendapatkan nilai *Frequency Factor*, hal pertama yang dihitung adalah *cycle/60 minutes*, didapatkan dengan rumus:

$$\text{Cycle/60 minutes} = \frac{(60 - \text{lunch-break}) \times 60}{\text{cycle time}} \quad [1]$$

Nilai *Cycle/60 minutes* dibandingkan dengan *part/60 minutes*, nilai yang paling besar dikali dengan *handmotions/cycle* untuk mendapatkan nilai *handmotions/60 minutes*. Lalu nilai *handmotions/60*

minutes dibagi 10000 untuk mendapatkan level risiko cedera kerja untuk *frequency factor*.

2. Posture Factor

Data untuk *posture factor* adalah foto postur yang sudah diberi sudut sesuai dengan tubuh operator yang sedang bekerja. Tiap-tiap sub faktor diberi nilai atau *point* dari 0 sampai 3 sesuai dengan kategori *worksheet posture factor*. Setelah itu *point-point* tersebut dijumlahkan lalu dibagi dengan 10 untuk mendapatkan nilai level risiko cedera kerja untuk *posture factor*.

3. Force Factor

Pengamatan pengolahan data untuk *force factor* adalah membandingkan beban yang diangkat pada saat melakukan pekerjaan yaitu 0,016 kg dengan beban maksimal yang diangkat pada saat melakukan pekerjaan yang sama. Lalu hasil tersebut dibagi 0,15 untuk mendapatkan nilai level risiko cedera kerja untuk *force factor*.

4. Miscellaneous Factor

Pengolahan data untuk *miscellaneous factor* adalah memberikan *point* pada sub faktor dari *Miscellaneous Factor*. Setelah itu, hasil penjumlahan dari sub-sub faktor tersebut dibagi 3 untuk mendapatkan nilai level risiko cedera kerja untuk *miscellaneous factor*.

Hasil perhitungan *CTDs Risk Index* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan CTDs Risk Index

| | | |
|---|------|--------|
| Cycle Time (in second) | | 6 |
| Cycle (60 minutes) = (60-lunch-break) x 60 / cycle time | 600 | 1800 |
| Part / 60 minutes | 1800 | |
| Handmotions / Cycle | | 11 |
| Handmotions / 60 minutes | | 19800 |
| <i>Frequency Factor (Divide by 10,000) =</i> | | 1.9800 |
| <i>(Circle appropriate condition)</i> | | |
| <i>Points</i> | | |

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--|---------------|--------------|--------|-------|
| <i>Working Posture</i> | Sit | Stand | | |
| <i>Hand Posture 1: Pulp Pinch</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Posture 2: Lateral Pinch</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Posture 3: Palm Pinch</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Posture 4: Finger Press</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Posture 5: Power Grip</i> | Yes | No | | |
| <i>Type of Reach</i> | Horizontal | Up/Down | | |
| <i>Hand Deviation 1: Flexion</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Deviation 2: Extension</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Deviation 3: Radial Dev.</i> | No | Yes | | |
| <i>Hand Deviation 4: Ulnar Dev.</i> | No | Yes | | |
| <i>Forearm Rotation</i> | Neutral | In/Out | | |
| <i>Elbow Angle</i> | =90° | >90° | | |
| <i>Shoulder Abduction</i> | 0 | <45° | <90° | >90° |
| <i>Shoulder Flexion</i> | 0 | <90° | <180° | >180° |
| <i>Back/Neck Angle</i> | 0 | <45° | <90° | >90° |
| <i>Balance</i> | Yes | No | | |
| <i>Total the Points for the Circled Condition</i> | | | | 9 |
| <i>Posture Factor (Divide by 10) =</i> | | | | 0.9 |
| <i>Grip or Pinch Force Used on Task</i> | 0.016 | | 0.516 | |
| <i>Max Grip or Pinch Force</i> | 0.031 | | | |
| <i>Force Factor (Divide by .15) =</i> | | | | 3.441 |
| <i>(Circle appropriate condition)</i> | <i>Points</i> | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Sharp Edge</i> | No | Yes | | |
| <i>Glove</i> | Yes | No | | |
| <i>Vibration</i> | No | Yes | | |
| <i>Type of Action</i> | Dynamic | Intermittent | Static | |
| <i>Temperature</i> | Warm | Cold | | |
| <i>Total the Points for the Circled Conditions</i> | | | | 3 |
| <i>Miscellaneous Factor (Divide by 3) =</i> | | | | 1 |

IV. ANALISIS

Setelah mendapatkan level cedera kerja pada tiap faktor, maka dicari CTD *Risk Index* dengan cara:

$$\text{CTD Risk Index} = (0,3 \times (\text{Frequency Factor} + \text{Posture Factor} + \text{Force Factor})) + (0,1 \times \text{Miscellaneous Factor}) = (0,3 \times (1,98 + 0,9 + 3,441)) + (0,1 \times 1) = 1,996$$

Hasil pengolahan data menunjukkan hasil level risiko cedera kumulatif > 1, yaitu sebesar 1,996. Hasil tersebut menunjukkan adanya risiko cedera kumulatif pada stasiun kerja di PT. XYZ. Dalam jangka waktu yang lama operator di stasiun kerja tersebut dapat mengalami cedera kerja akibat *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs). Gangguan ini akan menyebabkan

rasa tidak nyaman, cacat, atau nyeri di sendi, otot, tendon, dan jaringan lunak lainnya (Tuncer dkk, 2015).

Hasil level risiko cedera kumulatif dipengaruhi oleh hasil *frequency factor*, *posture factor*, *force factor*, dan *miscellaneous factor*. Dimana terdapat dua faktor yang >1 , yaitu level risiko cedera *frequency* sebesar 1,98 dan *force factor* sebesar 3,441. Hal tersebut dapat disimpulkan terjadi pengulangan (*repetitive*) pekerjaan yang cukup tinggi dengan membawa beban. Gerakan *repetitive* akan mengakibatkan penurunan kekuatan maksimal otot sehingga terjadi kelelahan otot (Wan dkk, 2017).

Level risiko cedera *posture factor* < 1 , yaitu sebesar 0,9 dan level risiko cedera *miscellaneous factor* = 1. Nilai tersebut tidak menunjukkan adanya risiko cedera kerja, namun level tersebut mendekati 1, sehingga dapat disimpulkan terdapat kondisi posisi operator yang buruk dan dapat menimbulkan cedera kerja. Kondisi yang dapat menimbulkan cedera kerja salah satunya adalah operator bekerja dengan selama 8 jam dengan posisi berdiri. Berdiri dengan posisi yang lama akan menyebabkan ketidaknyamanan bagian-bagian tubuh, khususnya punggung bawah, paha dan kaki (Azizzati dkk, 2013).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini memperoleh CTDs *Risk Index*, melalui tiga faktor utama dan satu faktor tambahan yaitu, *frequency factor* (1,98), *posture factor* (0,9) dan *force factor* (3,441), serta *miscellaneous factor* (1). Sehingga, diperoleh level risiko cedera kumulatif > 1 , yaitu sebesar 1,996. Angka ini, menunjukkan aktivitas yang adanya risiko cedera kumulatif pada stasiun kerja, yang mengakibatkan cedera kerja, cacat, nyeri sendi dan gangguan jaringan lunak pada anggota tubuh. Adanya aktivitas kerja yang berulang (*repetitive*) cukup tinggi akan menyebabkan kelelahan. Oleh karena itu, Usulan pemecahan masalah dari penelitian ini adalah adanya waktu istirahat serta perbaikan *layout* stasiun kerja agar operator dapat bekerja dengan postur tubuh yang baik, mengingat kelelahan otot dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional atas Hibah Penelitian Dosen Pemula

(PDP) Tahun 2020 dengan Nomor Kontrak Nomor: 002/SP4/LP2M-UTAMA/VI/2020.

REFERENSI

- Azizzati, S., N., Wahab, N., Ahmad, I., N., Bay, H., and Ma'arof, M., I., N. 2013. A Review of Studies Concerning Prolonged Standing Working Posture. *Advanced Engineering Forum vol.10 pp 131-136*.
- Bridger, R. S. 2003. *Introduction to Ergonomics: Second Edition*. New York: Taylor and Francis.
- Grepo, L., Yabis, D., J., and Po, R., A. 2013. An Evaluation Of Manual Material Handling Tasks In A Manufacturing Company. *Proceeding of 2013 International Conference On Technology Innovation and Industrial Management*. Phuket: University of the Philippines.
- Micheletti, J., K., Blafoss, R., Sundstrup, E., Bay, H., Pastre, C., M., and Andersen L., L. 2019. Association Between Lifestyle and Musculoskeletal Pain: Cross- Sectional Study Among 10,000 Adults From The General Working Population. *BMC Musculoskeletal Disorders*.
- Pulat, B. Mustafa. 1992. *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Tuncer, O., B., Gen, H., Nacir, B., and Erdem, H. R. 2015. Determining Risk Factors in Cumulative Trauma Disorders of Computer Users and Effects of Risk Factors on Disability. *Turk J Phys Med Rehab 2015;6, pp 298-306*.
- Seth, V., Weston, R.L., and Freivalds, A., 1999. Development of cumulative trauma disorder risk assessment model for the upper extremities. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 281–291.
- Susihono, W., Prasetyo, W. 2012. Perbaikan Postur Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal Dengan Pendekatan Metode Owas. *Spektrum Industri*, 10(1).
- Wan, J., Qin, Z., Wang, P., Sun, Y. and Liu, X., 2017. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine*, 49(10), pp.e384-e384.
- Wickens, Christopher D. et al. 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering: Second Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Wignjosobroto, Sritomo, 2008, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.