

## Analisis Beban dan Produktivitas Kerja Pemindahan Manual serta Semi-Manual Air Galon

### *Productivity Analysis in Manual and Semi-Manual Displacement of Water Gallon*

Nurul Ilmi<sup>1)</sup>, Muqimuddin<sup>2)</sup>, Dinda Okta Dwiyaniti<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Batam

Email: nurul@iteba.ac.id, Muqimuddin@iteba.ac.id, Dinda@iteba.ac.id

---

---

#### Abstrak

Pada dasarnya  $\frac{3}{4}$  waktu manusia dalam 1 hari adalah melakukan aktivitas (bekerja). Pekerjaan digolongkan menjadi 3 yaitu ringan, sedang, bahkan berat. Setiap kategori suatu pekerjaan diukur dari kemampuan fisik dalam melakukan suatu pekerjaan tertentu. Pemindahan material secara manual sering ditemui dan dilakukan dalam aktivitas sehari-hari, salah satunya adalah pengangkutan air galon dari suatu tempat ke ketempat lainnya. Penelitian terdahulu menggolongkan pemindahan air galon sebagai pekerjaan ringan. Walaupun demikian, menurutnya apabila dilakukan dengan posisi yang salah dapat menyebabkan cedera pada tulang belakang. Pengangkutan air galon juga dapat dilakukan dengan menggunakan troli, namun penggunaan alat bantu ini dapat memperlambat kerja (menurunkan produktivitas) karena troli tidak leluasa dikendalikan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini yaitu mengkaji lebih lanjut beban kerja dengan perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan produktivitas pada permasalahan pengangkutan air galon dengan beberapa skenario pemindahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan troli sebagai alat angkut dalam proses handling air galon dapat memberikan efisiensi kebutuhan energi bagi operator. Handling yang dilakukan secara vertikal membutuhkan energi lebih tinggi yaitu sebanding dengan jumlah energi yang dikonsumsi untuk handling sebanyak 1 kali secara horizontal. Walaupun penggunaan alat angkut dapat secara efektif meningkatkan produktivitas, namun hal ini akan tercapai apabila jumlah angkut lebih dari 1 unit.

**Kata kunci:** Beban kerja fisik, *manual handling*, *recommended weight limit*, produktivitas kerja

#### Abstract

Basically,  $\frac{3}{4}$  human time in 1 day is doing activities (working). The work is classified into 3, namely light, moderate, even heavy. Each category of a job is measured by the physical ability to do a certain job. A manual material transfer is often encountered and carried out in daily activities, one of which is the transportation of gallon water from one place to another. Previous research classified moving gallon water as light work. However, according to him, if it is done in the wrong position it can cause injury to the spine. Gallon water transportation can also be done by using a trolley, but using this tool can slow down work (reduce productivity) because the trolley is not freely controlled. Therefore, this research aims to further examine the workload and productivity for manual material handling processes in gallon water transportation problems with several transfer scenarios. The results showed that the use of trolleys as a means of conveyance in the process of handling gallon water can reduce the energy needs of the operator. Handling performed vertically requires higher energy, which is proportional to the amount of energy consumed for handling 1 time horizontally. Although the use of conveyances can effectively increase productivity, this will be achieved if the number of vehicles is more than 1 unit.

**Keywords:** Physical workload, *manual handling*, *recommended weight limit*, productivity

---

---

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang

p-ISSN 2528-7419

e-ISSN 2654-5551

#### Pendahuluan

Pemindahan material secara manual sering sekali ditemui dan dilakukan dalam aktivitas sehari-hari salah satunya adalah pengangkutan air galon dari suatu tempat ke ketempat lainnya. Pemindahan air galon dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu menggunakan tangan (manual) dan menggunakan troli (semi-manual). Pengangkutan secara manual

dapat menimbulkan risiko apabila tidak dilakukan secara ergonomis [1]. Telah ada penelitian yang mengkaji beban kerja pengangkutan galon, yang mana dalam penelitiannya menggolongkan pengangkutan galon sebagai pekerjaan ringan. Namun, menurutnya apabila dilakukan dengan posisi yang salah dapat menyebabkan cedera pada tulang belakang [2].

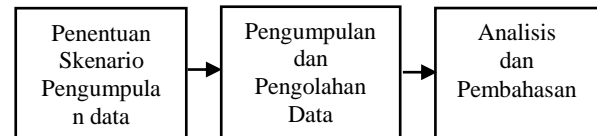
Hasil observasi dilapangan mengungkapkan bahwa pemindahan secara semi-manual sebagai cara kedua dapat memudahkan dalam pengangkutan air galon dari satu tempat ke tempat lainnya. Selain itu tentu mengurangi beban angkut dan mengurangi risiko cedera pada tulang belakang. Namun dengan adanya alat angkut (troli), beban kerja tetap ada yaitu untuk mengangkat galon berisi air dari lantai ke atas troli dan sebaliknya. Menurut pekerja galon, dengan melakukan pengangkutan menggunakan troli justru memperlambat kerja mereka karena troli tidak leluasa dikendalikan. Dengan demikian, perlu adanya kajian lebih lanjut analisis bagaimana beban kerja pengangkutan galon menggunakan alat pemindahan troli dan bagaimana mempengaruhi produktivitas kerja pemindahan tersebut.

Beberapa peneliti telah melakukan kajian mengenai analisis beban kerja pada beberapa kasus material handling meliputi analisa beban angkat pada pengangkutan galon air [3]. Penelitian lainnya oleh Widodo, Sukarnia dan Kristiani [4] yang mana telah mengkaji beban kerja mengenai proses *unloading* barang dari sebuah kontainer dan selanjutnya dilanjutkan dengan penelitian tentang material handling disebuah perusahaan plywood [5]. Ketiga penelitian ini berfokus pada pengukuran beban fisik dan belum menganalisis bagaimana beban kerja mempengaruhi produktivitas dalam proses material handling.

Pada penelitian lainnya, juga melakukan analisis mengenai beban kerja dan produktivitas pada manual material handling sebuah perusahaan piano [6]. Dalam penelitiannya menunjukan bahwa terdapat penurunan beban kerja dan peningkatan produktivitas apabila proses handling menggunakan 2 skenario yaitu *manual lifting* dan *automatic lifting*. Penelitian ini, sudah menganalisis mengenai beban kerja dan produktivitas proses material handling. Perlu diketahui bahwa dari 2 skenario yang telah dilakukan penelitian tersebut belum menganalisis mengenai skenario handling semi-manual. Selain itu, pada proses pengangkutan galon tidak hanya proses pengangkutan dari satu tempat ke tempat lain dalam 1 lantai kerja, namun sangat memungkinkan dilakukan pada lantai kerja yang berbeda (vertikal). Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis beban kerja dan produktivitas untuk proses material handling secara manual dan semi-manual lebih lanjut pada kasus pemindahan air galon.

## Metode

Dalam mencapai tujuan, penelitian ini memiliki tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

### Penentuan Skenario

Tahapan pertama dalam penelitian yang dilakukan yaitu penentuan skenario pengambilan data. Penentuan skenario dilakukan dengan cara diskusi kepada tim peneliti dengan menyesuaikan tujuan yang akan dicapai. Dari hasil diskusi, dihasilkan 4 skenario pengambilan data yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skenario Pengambilan Data

Skenario	Penjelasan
1	Operator mengangkat galon dari lantai 1 ke lantai 2 tanpa menggunakan alat bantu
2	Operator mengangkat galon dari lantai 1 ke lantai 2 menggunakan alat bantu
3	Operator memindahkan air galon dari ruangan 1 menuju ruangan 2 (1 lantai) tanpa alat bantu.
4	Operator memindahkan galon dari ruangan 1 menuju ruangan 2 (1 lantai) dengan bantuan troli

Pada skenario 1, 2 dan 3, handling material dilakukan dengan lintasan sejauh 10 meter baik horizontal maupun vertikal. Sedangkan pada skenario 4, handling dilakukan pada lintasan sejauh 20 m secara horizontal dan vertikal.

### Konsumsi Energi

Data konsumsi energi diukur dengan menghitung denyut nadi operator selama melakukan aktivitas sesuai pada skenario yang telah ditetapkan sebelumnya. Perhitungan denyut nadi dipilih karena tingkat kepekaannya terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh yang cukup tinggi [7]. Denyut nadi dapat berubah dengan cepat seiring dengan perubahan pembebanan yang diterima, baik berupa pembebanan mekanik maupun kimiawi.

*Recommended Weight Limit (RWL)*

*Recommended Weight Limit* merupakan rekomendasi batas beban yang diangkat oleh operator tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan dilakukan secara berulang – ulang dan dalam jangka waktu yang lama [8]. Nilai RWL ini dapat diketahui dengan mengukur data H ( jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh), data V (Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai), data D (Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan ) dan data A (Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki) pada setiap operator. Rumus untuk menghitung beban yang disarankan menurut NIOSH untuk diangkat seorang pekerja adalah [9]:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (1)$$

Keterangan :

RWL : Batas beban yang direkomendasikan

LC : Konstanta pembebanan (Lifting Constant) = 23 kg

HM : Faktor pengali horizontal (Horizontal Multiplier) =  $25/H$  dimana H dalam centimeter.

DM : Faktor pengali perpindahan (Distance Multiplier) =  $0,82 + 4,5/D$  dimana D dalam centimeter.

AM : Faktor pengali asimetrik (Asymmetric Multiplier) =  $1 - (0,0032 A)$  dimana A dalam derajat.

FM : Faktor pengali frekuensi (Frequency Multiplier)

CM : Faktor pengali kopling (Coupling Multiplier)

VM : Faktor pengali vertikal (Vertikal Multiplier) =  $(1 - (0,003|V - 75|))$  dimana V dalam sentimeter

#### *Lifting Index (LI)*

Setelah nilai RWL diketahui, selanjutnya perhitungan lifting index, untuk mengetahui index pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang. Data ini juga dihitung untuk setiap operator pengangkat galon berdasarkan skenario yang telah ditetapkan.

Untuk mengetahui index pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, dengan rumus [10]:

$$LI = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit}} = \frac{L}{RWL} \quad (2)$$

Dimana L = Berat beban yang akan dipindahkan Keterangan : Jika  $LI \leq 1$ , maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang. Jika  $LI > 1$ , maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.

#### *Produktivitas*

Produktivitas merupakan perbandingan antara *output* yang dihasilkan dari sejumlah *input* yang digunakan untuk memproduksi sejumlah *output* [11]. Apabila terjadi kenaikan produktivitas hanya dimungkinkan karena adanya peningkatan efisiensi (waktu-bahan-tenaga) dan sistem kerja, teknik produksi dan adanya peningkatan keterampilan dari tenaga kerjanya [12]. Dengan demikian, produktivitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

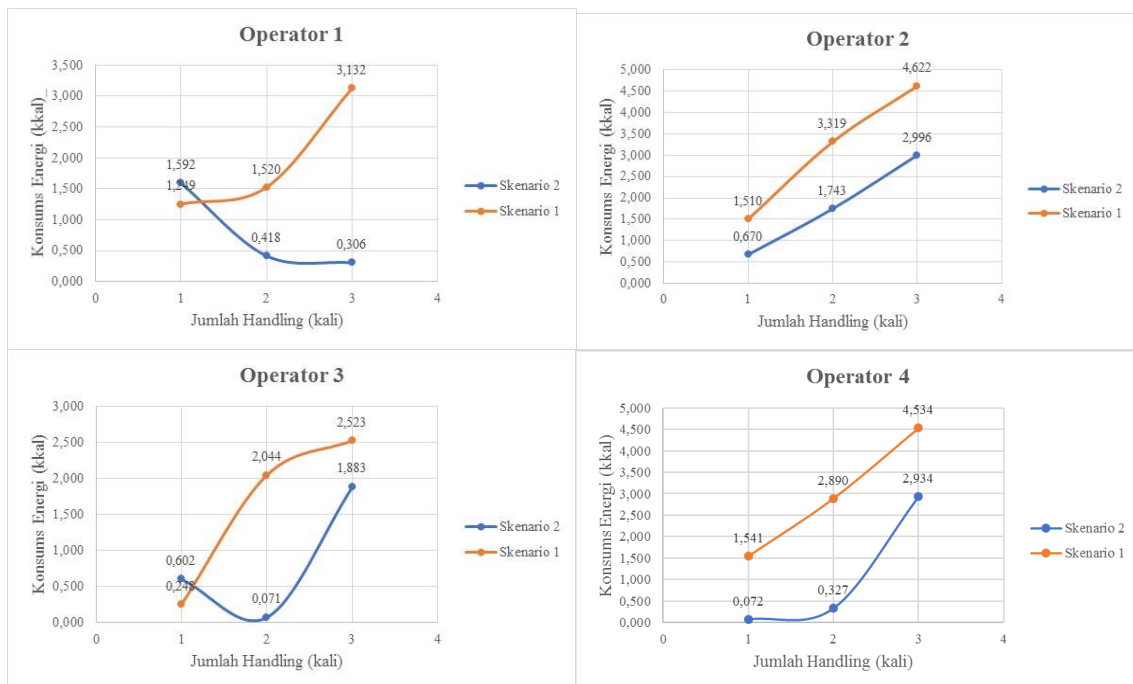
$$Pi = \frac{\text{Total Output selama periode } ti}{\text{Total Input selama periode } ti} \quad (3)$$

Dengan formulasi di atas, peningkatan produktivitas akan terjadi bilamana *output* berhasil naik.

## **Hasil dan Pembahasan**

### *Analisis Konsumsi Energi*

Dari Gambar 2a, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara konsumsi energi skenario 1 dan 2. Handling sebanyak 1 kali untuk skenario 1 yang dilakukan oleh operator 1 lebih rendah dari pada skenario 2. Keadaan ini juga terjadi pada operator 3 (Gambar 2c) yang mana konsumsi energi pada handling 1 kali skenario 1 lebih rendah dari skenario 2. Namun pada handling sebanyak 2 dan 3 kali pada operator 1 dan 3 (Gambar 2b dan Gambar 2d), konsumsi energi skenario 2 lebih rendah dari skenario 1. Begitu juga pada operator 2 dan 4, konsumsi energi pada skenario 2 lebih rendah dari skenario 1. Rata-rata perbedaan jumlah konsumsi energi yaitu 1,3 kkal.



**Gambar 2.** Perbandingan Konsumsi Energi Pada Skenario 1 dan 2

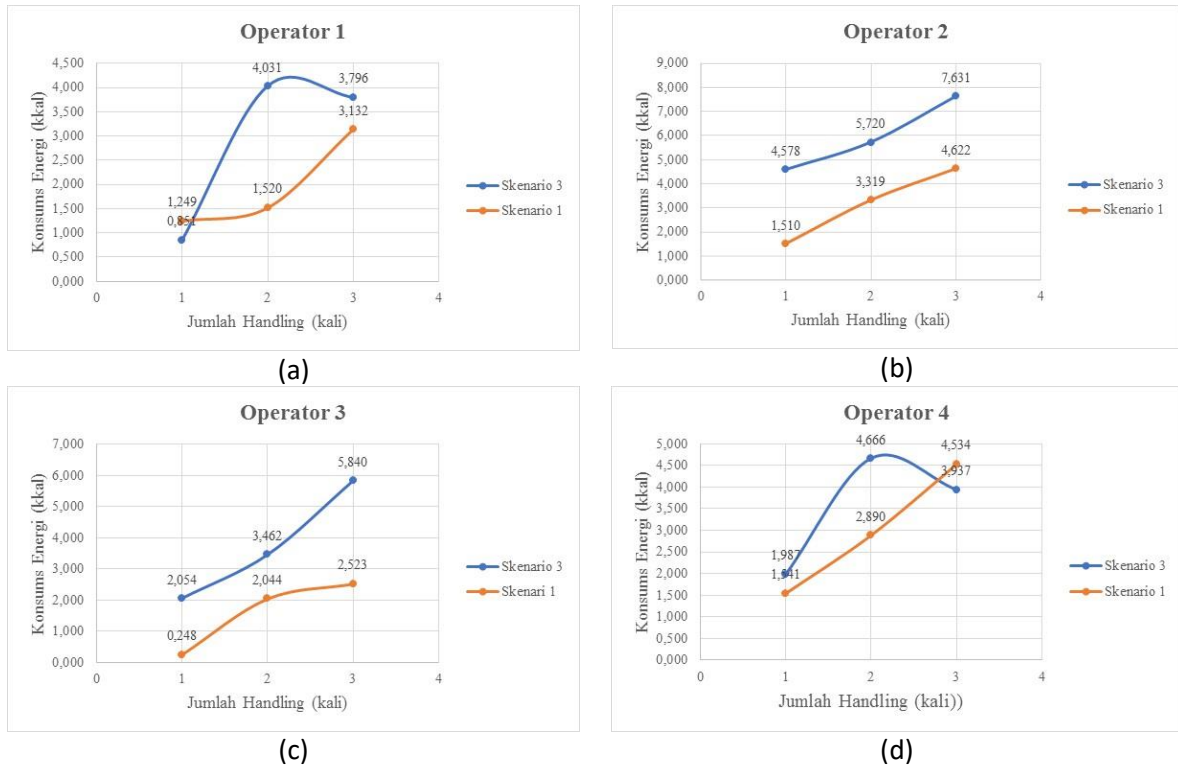
Angka ini melebihi rata-rata konsumsi energi untuk handling sebanyak 1 kali pada skenario 1 yaitu 1,13 kkal. Dengan demikian, penggunaan troli sebagai alat bantu dalam proses handling air galon dapat mengefisiensi kebutuhan energi bagi operator.

Gambar 3 menunjukkan bagaimana perbandingan konsumsi energi 4 operator antara skenario 1 dan 3. Skenario 4 adalah handling yang dilakukan secara manual dari lantai satu menuju lantai 2 melewati anak tangga sejauh 10 m. Dari gambar 3a, dapat dilihat bahwa ada perbedaan konsumsi energi antara kedua skenario tersebut. Konsumsi energi pada skenario 1 lebih rendah dari pada konsumsi energi pada skenario 3. Walaupun pada handling sebanyak 1 kali konsumsi energi pada skenario 1 justru lebih tinggi dari skenario 3. Namun apabila dilihat secara keseluruhan dari 4 operator (Gambar 3a, 3b, 3c, dan 3d), konsumsi energi pada skenario 1 lebih rendah dari skenario 3. Apabila dihitung, rata-rata perbedaan konsumsi energi antara skenario 1 dan 3 dari 4 operator

adalah 1,6 kkal. Angka ini juga melebihi rata-rata konsumsi energi untuk handling sebanyak 1 kali yaitu 1,13 kkal untuk skenario 1. Dari hasil perbandingan antara skenario 1 dan 2, dapat disimpulkan bahwa ketika handling air galon dilakukan secara manual dari lantai 1 menuju lantai 2 membutuhkan energi yang lebih tinggi dengan jumlah sebanyak handling 1 kali secara manual yang dilakukan pada lantai yang sama. Dengan kata lain, 1 kali handling menuju lantai kedua itu sama dengan konsumsi energi sejumlah handling secara manual dari satu titik ke titik lainnya dalam 1 lantai ditambah dengan 1 kali handling secara manual dari satu titik ke titik lainnya.

#### *Analisis Beban Kerja*

Metode ini menghasilkan analisis terhadap kekuatan manusia dalam mengangkat atau memindahkan beban, dan merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh operator tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang cukup lama.



**Gambar 3.** Perbandingan Konsumsi Energi pada Skenario 1 dan 3

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan *Lifting Index* (LI)

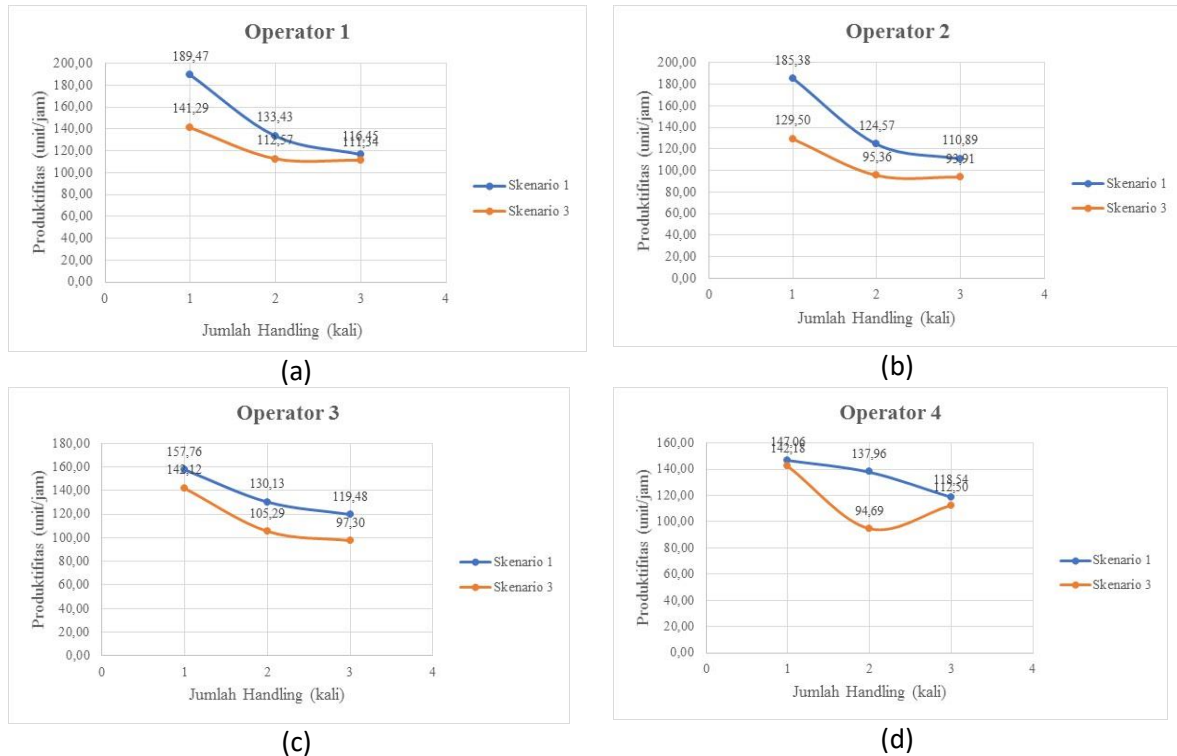
LI ( <i>Lifting Index</i> )	Operator			
	1	2	3	4
	1,206	1,467	1,513	0,969

Mengacu pada hasil perhitungan pada tabel 1, maka dapat disimpulkan bahwa pekerjaan mengangkat galon untuk operator 1, 2, dan 3 ( $LI > 1$ ) mungkin beresiko terhadap kesehatan badannya. Sedangkan pengangkatan galon pada operator 4 ( $LI < 1$ ) disimpulkan bahwa pekerjaan tersebut aman bagi operator.

#### *Analisis Produktivitas*

Dengan menggunakan data waktu handling, produktivitas operator dari 2 skenario handling selanjutnya dapat dianalisis. Dari Gambar 4a dapat dilihat bahwa pada jumlah handling 1 unit yang dilakukan oleh operator 1 pada skenario 1 lebih produktif dari pada skenario 2. Hal ini juga terjadi pada operator 2 (gambar 4b) dan operator 4 (gambar 4d). namun tidak bagi operator 3 (gambar 4c), yang mana pada skenario 2 lebih produktif dari pada skenario 1. Walau demikian, perbedaan jumlah unit handling yaitu hanya berbeda 6 unit per jam. Jika dibandingkan dengan perbedaan produktivitas operator lainnya yaitu 54 unit per jam bagi operator 1, 64 unit per jam untuk operator 2, 29 unit per jam bagi operator 2, sehingga rata-rata nya

adalah 48 unit per jam. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa produktivitas operator lebih tinggi apa bila menggunakan skenario 1 jika hanya mengangkut sebanyak 1 unit galon. Dengan jumlah pengangkutan 2 dan 3 unit, dapat dilihat pada gambar 4 menunjukkan bahwa keseluruhan operator lebih produktif melakukan handling dengan skenario 2. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4c yang mana dengan jumlah handling 2 unit memiliki perbedaan sebanyak 79 unit dari skenario 1. Selain itu, pada handling sebanyak 3 unit, peningkatan produktivitas operator 3 yaitu 125 unit dari skenario 1. Hal ini menunjukan bahwa apabila operator melakukan handling menggunakan skenario 2, produktivitas dapat meningkat  $\pm 50\%$  setiap bertambah 1 unit handling. Untuk melihat bagaimana hasil perbandingan produktivitas dari skenario handling secara horizontal dan vertikal, maka dilakukan pula perbandingan antara skenario 1 dan skenario 3 yang dapat dilihat pada gambar 5. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa produktivitas 4 operator tinggi pada skenario 1. Skenario 1 yaitu pengangkutan air galon secara horizontal tanpa menggunakan alat angkut. Rata-rata perbedaan produktivitas skenario 1 dan skenario 3 yaitu 25 unit/jam untuk operator 1, 34 unit /jam untuk operator 2, 22 unit/jam untuk operator 3 dan 19 unit/jam untuk operator 4.



**Gambar 4.** Perbandingan Produktivitas Operator pada Skenario 1 dan 3

Apabila dilihat lagi secara keseluruhan, rata-rata perbedaan produktivitas dari 4 operator yaitu 25 unit/jam. Angka ini setara dengan melakukan handling selama 8-12 menit bagi operator 1 dengan menggunakan skenario 1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa handling air galon secara vertikal membutuhkan waktu yang lebih lama dan/atau kurang produktif dibanding handling secara horizontal.

### Simpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu pertama, berdasarkan perhitungan RWL (*Recommended Weight Limit*) dan LI (*Lifting Index*) diketahui pekerjaan pengangkatan galon untuk operator 1, 2, dan 3 memiliki kriteria 'mungkin beresiko' terhadap kesehatan fisik operator. Sedangkan pengangkatan galon untuk operator 4 diketahui memiliki kriteria 'aman untuk dilakukan'. Kedua, perhitungan konsumsi energi menunjukkan bahwa penggunaan troli sebagai alat angkut dalam proses handling air galon dapat mengefisiensikan kebutuhan energi bagi

operator. Namun, penggunaan alat angkut ini belum tentu dapat meningkatkan produktivitas apabila jumlah unit yang diangkut hanya 1 unit. Selain itu dari, hasil perhitungan konsumsi energi, dapat disimpulkan bahwa handling yang dilakukan secara vertikal membutuhkan energi lebih tinggi yaitu sebanding dengan jumlah energi yang dikonsumsi untuk handling sebanyak 1 kali secara horizontal. Apabila dilihat dari aspek produktivitas, terbukti bahwa produktivitas operator lebih rendah ketika melakukan handling secara vertikal daripada secara horizontal. rata-rata perbedaan produktivitas dari 4 operator yaitu 25 unit/jam. Angka ini setara dengan melakukan handling selama 8-12 menit bagi operator 1. Ketiga, dari hasil perbandingan produktivitas antar skenario, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat angkut dapat secara efektif meningkatkan produktivitas apabila jumlah angkut lebih dari 1 unit. Karena dapat meningkatkan produktivitas sebanyak  $\pm 50\%$  setiap 1 unit tambahan yang diangkut menggunakan alat angkut (troli).

**Daftar Pustaka**

- [1] M. Graphy and B. Giovanna, "Perancangan Sistem Kerja Yang Ergonomis Pada Pengangkatan Koran Ke Dalam Mobil Box Di Pt. Masscom Graphy," no. 1991, pp. 2–3.
- [2] F. Novriyanto and E. Suparti, "Analisis Pengangkatan Beban Air Galon dengan Pendekatan Fisiologi dan Biomekanika (Studi Kasus: Toko Sejahtera Surakarta)," *Tekinfo 5(1)*, vol. 1, 2016.
- [3] Y. Mauluddin and M. T. Ramadhan, "Analisis Beban Angkat dan Postur Kerja dalam Pengangkutan Gallon Air 19 Kg di PT Medina," pp. 30–35.
- [4] L. Widodo, W. Sukarnia I, and C. Kristiani, "Workload Analysis of the Container Unloading Process Worker," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, pp. 1–7, 2016.
- [5] L. Widodo, F. J. Daywin, and M. Nadya, "Ergonomic risk and work load analysis on material handling of PT. XYZ," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 528, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012030.
- [6] M. R. Suryoputro, K. Wildani, and A. D. Sari, "Analysis of manual material handling activity to increase work productivity (Case study: Manufacturing company)," *MATEC Web Conf.*, vol. 154, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201815401085.
- [7] E. Susanti *et al.*, "Analisis Konsumsi Energi Karyawan Ketika Melakukan Olahraga Tennis: Studi kasus Karyawan PT.Aker Solution Batam," vol. 3, no. 2, p. 119, 2018.
- [8] M. Ansar Bora and D. Azhari, "Analisa Beban Kerja Pada Operator Visual Dengan Pendekatan Recommended Weight Limit (Rwl) Di Pt. Jappro Batam," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 11, no. 01, pp. 1498–1502, 2017, doi: 10.47398/iltek.v11i01.406.
- [9] K. T. Sanjaya, N. H. Wirawan, and B. Adenan, "Analisis Postur Kerja Manual Material Handling Menggunakan Biomekanika dan Niosh," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 1, p. 61, 2018, doi: 10.30737/jatiunik.v1i2.114.
- [10] D. Herwanto, A. Purnama, A. Prianto, and K. Adi, "Perbaikan Workstation Di Pt. Yushiro Indonesia Untuk Mengurangi Resiko Keluhan Muskuloskeletal," *J. Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 71, 2016, doi: 10.24853/jurtek.8.2.71-75.
- [11] C. S. Duncan and G. R. Elwell, "What is productivity?," *Pathologist*, vol. 34, no. 7, pp. 325–332, 1980, doi: 10.1016/s1474-6670(17)54065-3.
- [12] M. S. . Hasibuan, *Manajemen Dasar*, Kedua. Jakarta: PT Toko Gunung Agung, 1996.