

Perancangan gerobak sampah berbasis ergonomi untuk meminimalkan risiko *low back pain* dalam memobilisasi sampah

Rafael Rodrigo*, A. Teguh Siswantoro, P. Wisnu Anggoro

Departemen Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;
email: RafaelRodrigo2k02@gmail.com, teguh.siswantoro@uajy.ac.id,
wisnu.anggoro@uajy.ac.id

* Corresponding author

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang analisis postur ergonomis petugas cleaning service dalam menangani sampah dengan metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi risiko cedera pada pekerja akibat penggunaan gerobak sampah. Penelitian ini menggunakan data primer yang dikumpulkan dari responden di lapangan. Metode RULA terdiri dari tiga tahap analisis: pengembangan metode pencatatan postur kerja, pengembangan sistem penilaian pengelompokan bagian tubuh, dan pengembangan skor utama dan daftar tindakan. Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan gerobak sampah dapat menyebabkan kelelahan dan nyeri punggung bawah (pinggang). Analisis RULA menunjukkan skor tujuh, yang menunjukkan perlunya penyelidikan segera dan perubahan desain pada gerobak sampah. Penelitian ini menggunakan software CATIA untuk memberikan visualisasi postur dan posisi pekerja yang lebih akurat. Studi ini mengusulkan desain baru gerobak sampah yang mencakup pegangan yang terletak di belakang, roda belakang yang dapat bermanuver, roda karet yang lebih besar, pintu yang dapat dibuka dari atas dan depan, serta volume yang lebih besar untuk mengurangi pekerjaan berulang. Studi ini menyimpulkan bahwa nyeri punggung bagian bawah adalah masalah umum yang dialami pekerja layanan kebersihan yang menangani sampah dan perubahan desain yang diusulkan dapat membantu mengurangi risiko cedera *low back pain*.

Kata Kunci: ergonomi, *low back pain*, gerobak sampah

Abstract

[Design of ergonomics-based garbage carts to minimize the risk of low back pain in mobilizing garbage] This paper discusses the analysis of the ergonomic posture of cleaning service workers in handling waste using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method. The study aims to evaluate the risk of injury to workers due to the use of garbage carts. The study used primary data collected from respondents in the field. The RULA method consists of three stages of analysis: developing a method for recording work posture, developing a scoring system for grouping body parts, and developing a grand score and action list. The study found that the use of garbage carts can cause fatigue and low back pain. The RULA analysis showed a score of seven, indicating the need for urgent investigation and design changes to the garbage cart. The study used CATIA software to provide a more accurate visualization of the workers' posture and position. The study proposed a new design for the garbage cart that includes a handle located at the back, maneuverable rear wheels, larger rubber wheels, a door that can be opened from the top and front, and a larger volume to reduce repetitive work. The study concludes that low back pain is a common problem for cleaning service workers who handle waste and that the proposed design changes can help reduce the risk of low back pain injury.

Keywords: ergonomics, *low back pain*, garbage cart

Received: 29-06-2023; Revised: 07-10-2023, 17-10-2023; Accepted: 20-10-2023
DOI: <https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i2.7544>

Saran format untuk sitasi artikel ini (*APA style*):

Rodrigo, R., Siswanto, A. T., & Anggoro, P. W. (2023). Perancangan gerobak sampah berbasis ergonomi untuk meminimalkan risiko low back pain dalam memobilisasi sampah. *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, 1(2), 90-101.

1. Pendahuluan

Low back pain atau nyeri punggung bawah merupakan gangguan muskuloskeletal yang diakibatkan oleh struktur postur tubuh yang tidak ergonomis ketika melakukan aktivitas (Putra *et al.*, 2018). Cedera *low back pain* terbagi ke dalam tiga kelompok: akut, sub akut, dan kronis. *Chronic low back pain* dapat diartikan ketika penderita merasakan rasa sakit pada punggung bagian bawah dengan jangka derita lebih dari 12 minggu (Hadi dan Hasmar, 2021). Kelelahan otot menjadi penyebab berkurangnya fleksibilitas tulang belakang, sehingga memengaruhi mobilitas lumbal ketika *fleksi* ke depan dan *lateral bending* (Prabaningtyas, 2021).

Berdasarkan kajian terkait *manual material handling* (MMH) atau alat bantu kerja manusia terutama dalam bidang industri, MMH merupakan salah satu alat bantu pencegahan risiko cedera tulang belakang (*low back pain*). Karena dapat menambah fleksibilitas gerakan, MMH membuat beban pekerjaan menjadi lebih ringan (Budiman & Setyaningrum, 2012). Menurut data Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat, *low back pain* merupakan salah satu risiko pekerjaan yang paling umum terjadi pada setiap pekerjaan (22% dari seluruh kecelakaan kerja yang terjadi) dan membutuhkan biaya paling banyak untuk pengobatannya. Salah satu penyebab utama terjadinya cedera ini adalah *overload* pada bagian tulang belakang. Setidaknya 60% dari cedera disebabkan oleh pekerjaan mengangkat barang, 20% dari pekerjaan mendorong atau menarik barang, dan 20% dikarenakan membawa barang. Apabila pekerja melakukan pekerjaan mengangkat berat, maka kemungkinan cedera yang akan dialami naik 8 kali lipat dari pekerja yang hanya mengangkat secara tidak terus menerus (Pradana, 2020).

Penelitian ini merupakan studi kasus pada aktivitas mobilisasi sampah yang dilakukan dengan menggunakan *manual material handling* berupa gerobak sampah dengan dua roda yang didorong atau ditarik untuk menggerakkannya. Aktivitas ini dilakukan oleh petugas *cleaning service* sebuah kampus. Menurut Rahmania *et al.* (2023), pekerjaan *cleaning service* memiliki risiko terjadinya masalah kesehatan bahkan kecelakaan kerja. Penelitian terkait keluhan akibat kerja fisik pekerja *cleaning service* misalnya dilakukan oleh Prima *et al.* (2022) dan Pristianto *et al.* (2023). Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, didapati sejumlah keluhan pekerja *cleaning service* karena mengalami nyeri pada punggung, yang juga dipengaruhi oleh banyaknya sampah yang perlu mereka mobilisasi. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi risiko cedera pada pekerja akibat penggunaan gerobak sampah, dan kemudian memberikan usulan desain yang baru. Gerobak sampah yang digunakan saat ini perlu didesain ulang agar dapat mengurangi risiko *low back pain* pada pekerja *cleaning service*.

2. Metode

Perancangan gerobak sampah harus didasarkan pada prinsip-prinsip ergonomi untuk menjamin kenyamanan dan keselamatan pekerja *cleaning service*. Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari tentang anatomi tubuh manusia secara karakteristik, fisiologis, dan biomekanik

yang terkait dengan aktivitas fisik dan fungsinya (Wignjosoebroto, 2008). Ergonomi berkaitan dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, dan di mana saja manusia berada. Perancangan gerobak sampah dengan aspek ergonomi sebelumnya dilakukan oleh Rohmana *et al.* (2021) dan Wibowo *et al.* (2022).

Menurut Newstrom (2014), kondisi gerakan secara umum adalah getaran. Getaran pada fasilitas kerja ataupun lingkungan kerja dapat menyebabkan pengaruh buruk bagi pekerja. Gerakan berulang (*repetitive*) yang dirasakan oleh pekerja pada umumnya berasal dari pekerjaan yang melibatkan gerakan tangan, mata, dan kaki. Apabila pekerja terus-menerus melakukan pekerjaan yang berulang dan menimbulkan getaran pada anggota tubuh, maka biasanya perlu ditambahkan peredam getaran pada fasilitas kerja yang digunakan oleh pekerja untuk mencegah adanya penurunan produktivitas.

Untuk menganalisis gerakan pada anggota tubuh pekerja, dilakukan studi gerakan dengan tujuan mengurangi atau menghilangkan gerakan yang tidak efektif agar dapat mencapai gerakan yang cepat dan efisien (Wignjosoebroto, 2008). Prinsip-prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan perancangan fasilitas kerja, seperti:

- 1) Sebaiknya tangan bebas dari pekerjaan apabila penggunaan fasilitas kerja pembantu dapat meningkatkan penggunaan kaki
- 2) Hendaknya suatu fasilitas kerja atau peralatan dirancang sedemikian rupa agar memiliki kegunaan yang bermanfaat bagi pekerja atau penggunaanya
- 3) Fasilitas kerja atau peralatan dirancang agar memudahkan pengguna untuk memegangnya
- 4) Beban yang didistribusikan pada jari harus sesuai dengan kekuatan jari.

Perancangan berbasis ergonomi biasanya menggunakan data antropometri sebagai acuan untuk mengevaluasi ukuran tubuh manusia dan benda yang berkaitan. Secara definitif, antropometri merupakan studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya memiliki bentuk, ukuran, dan berat yang beragam antara satu dengan yang lainnya (Nurchahyo, 2010). Sebagai contoh, Wijaya *et al.* (2016) menganalisis antropometri bentuk tubuh pekerja galangan kapal dan mahasiswa. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada lebar bahu dan panjang kepala antara kedua kelompok tersebut. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor aktivitas yang mereka lakukan sehari-hari serta faktor suku bangsa.

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data primer atau data yang langsung diambil dari responden di lapangan. Data yang terkumpul kemudian dikaji ke dalam beberapa analisis postur tubuh untuk memberikan informasi terkait perancangan gerobak sampah yang diperlukan. Data yang telah diperoleh kemudian dikaji menggunakan metode RULA.

RULA merupakan singkatan dari *Rapid Upper Limb Assessment*. Tujuan dari metode ini adalah untuk melakukan perhitungan dan analisis tubuh bagian atas manusia. Nilai yang diambil adalah dalam format level keputusan yang menunjukkan urgensi tindakan yang dibutuhkan (Kee, 2022). RULA merupakan suatu metode untuk menganalisis ergonomi postur tubuh pada pekerjaan yang lebih menggunakan bagian atas tubuh dan metode RULA dikembangkan untuk menganalisis risiko kelainan pada pekerja. Faktor analisis pada metode RULA terdiri dari beberapa faktor yakni posisi kerja pada keadaan statis, beban pekerjaan, jangka waktu pekerjaan, dan energi otot yang digunakan. Metode RULA digunakan pada stasiun kerja yang pekerjaanya diam di stasiun kerjanya. Metode RULA terdiri dari 3 tahap proses analisis, yakni:

- 1) Tahap pengembangan metode untuk merekam postur kerja

- 2) Pengembangan sistem skor untuk pengelompokan bagian tubuh
- 3) Pengembangan *grand score* dan *action list*.

Analisis dengan metode RULA dilakukan dengan perhitungan berdasarkan sudut-sudut postur tubuh yang diamati berdasarkan foto *cleaning service* ketika mengoperasikan gerobak sampah. Selanjutnya dilakukan *assessment* postur tubuh pekerja terhadap gerobak sampah, sehingga dapat dilakukan evaluasi terhadap postur tubuh *cleaning service* dengan memanfaatkan *software* CATIA untuk mendapatkan dimensi terbaik pada MMH gerobak sampah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis menggunakan RULA *employee assessment worksheet*

Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan dengan *cleaning service* yang ada di kampus, maka diketahui bahwa gerobak sampah yang digunakan untuk memobilisasi sampah dapat menyebabkan kelelahan dan yang terparah dapat menyebabkan *low back pain* atau nyeri punggung. Terdapat dua posisi penggunaan gerobak sampah, yaitu menarik dan mendorong. Gambar 1 dan Gambar 2 merupakan dokumentasi postur tubuh *cleaning service* dalam menggunakan gerobak sampah sebagai bahan acuan analisis. Derajat kemiringan postur tubuh ketika menggunakan gerobak sampah ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 1. Dokumentasi postur tubuh menarik gerobak sampah



Gambar 2. Dokumentasi postur tubuh mendorong gerobak sampah



Gambar 3. Kemiringan postur tubuh saat mendorong gerobak sampah



Gambar 4. Kemiringan postur tubuh saat menarik gerobak sampah

Setelah diketahui derajat kemiringan postur tubuh *cleaning service* dalam pekerjaan menarik dan mendorong gerobak sampah, selanjutnya dilakukan analisis postur tubuh menggunakan *RULA employee assessment worksheet*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui skor RULA yang diperoleh, apakah tergolong berbahaya atau aman. Gambar 5 dan Gambar 6 menampilkan hasil *assessment* beserta skor RULA yang diperoleh pada pekerjaan menarik dan mendorong gerobak sampah. Berdasarkan perolehan skor RULA pekerjaan menarik dan mendorong gerobak sampah, didapatkan skor tujuh (7) yang menandakan perlunya investigasi dan perubahan desain dari gerobak sampah. Hal tersebut tentunya bersifat *urgent* karena dapat membahayakan kesehatan tubuh *cleaning service* terutama pada bagian *low back* atau punggung bawah.

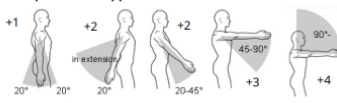
3.2. Analisis RULA dengan *software* CATIA

Agar proses analisis dapat memberikan hasil yang lebih akurat, maka kemudian digunakan *software* CATIA untuk memberikan visualisasi postur tubuh beserta dengan derajat kemiringan masing-masing anggota tubuh secara rinci. Selain sebagai visualisasi postur tubuh, terdapat fitur analisis RULA di dalam CATIA. Skor yang diproses juga lebih rinci, dikarenakan tingkat kepresisian derajat kemiringan postur dan posisi tubuh lebih tinggi. Gambar 7 dan Gambar 8 merupakan visualisasi postur tubuh *cleaning service* pada *software* CATIA.

ERGONOMICS PLUS RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: _____ Date: _____

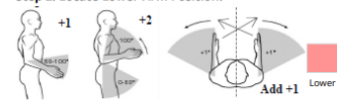
A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:



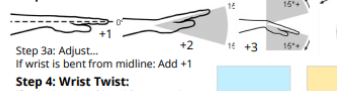
Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < .4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

| Upper Arm | Lower Arm | Wrist Score | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 5 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 5 | 3 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| 5 | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| 6 | 1 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 6 | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 6 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Table B: Neck, Trunk, Leg Score

| Neck Posture Score | Table B: Trunk Posture Score | | | | | |
|--------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

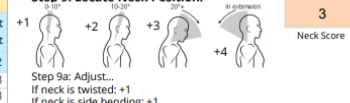
Table C: Neck, Trunk, Leg Score

| Wrist / Arm Score | Neck, Trunk, Leg Score | | | | | | |
|-------------------|------------------------|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7+ |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Scoring: (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

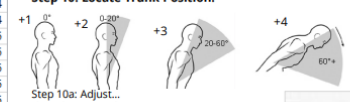
B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < .4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.


Final Scores:
Upper Arm Score: 4
Lower Arm Score: 2
Wrist Twist Score: 2
Posture Score A: 2
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 3
Wrist & Arm Score: 8
Neck Score: 3
Trunk Score: 3
Leg Score: 2
Posture B Score: 5
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 3
Neck, Trunk, Leg Score: 9
RULA Score: 7

Gambar 5. Skor RULA pekerjaan menarik gerobak sampah

ERGONOMICS PLUS RULA Employee Assessment Worksheet Task Name: _____ Date: _____

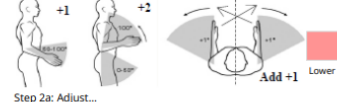
A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:



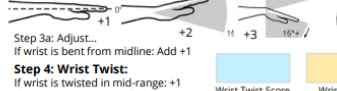
Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1
If wrist is bent from midline: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < .4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

| Upper Arm | Lower Arm | Wrist Score | | | | | | | |
|-----------|-----------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 5 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 5 | 3 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| 5 | 4 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| 6 | 1 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 6 | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 6 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Table B: Neck, Trunk, Leg Score

| Neck Posture Score | Table B: Trunk Posture Score | | | | | |
|--------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

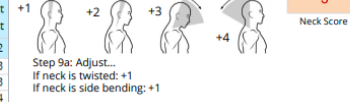
Table C: Neck, Trunk, Leg Score

| Wrist / Arm Score | Neck, Trunk, Leg Score | | | | | | |
|-------------------|------------------------|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7+ |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Scoring: (final score from Table C)
1-2 = acceptable posture
3-4 = further investigation, change may be needed
5-6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

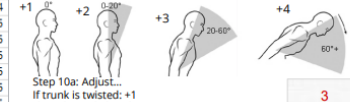
B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

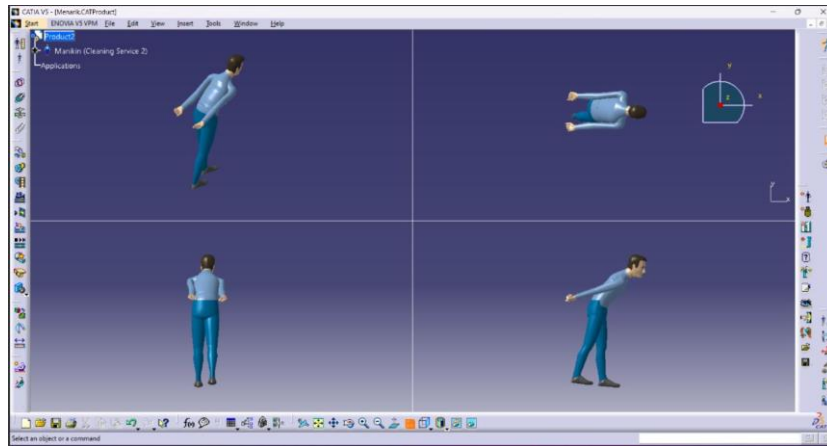
Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < .4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

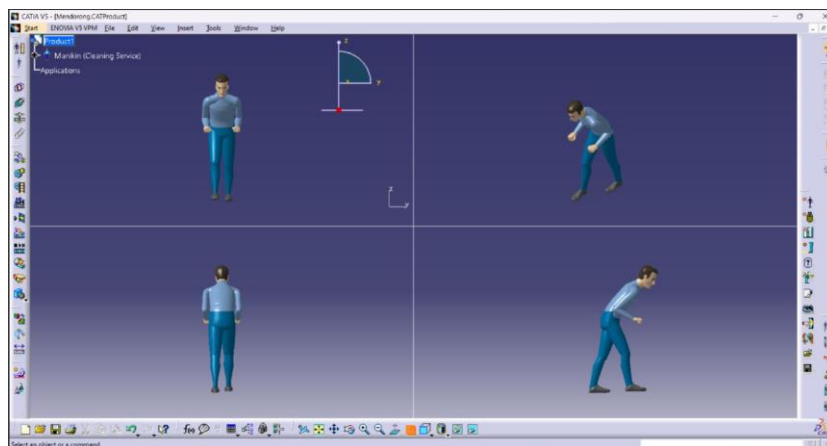
Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Final Scores:
Upper Arm Score: 4
Lower Arm Score: 2
Wrist Twist Score: 2
Posture Score A: 2
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 3
Wrist & Arm Score: 8
Neck Score: 3
Trunk Score: 3
Leg Score: 2
Posture B Score: 5
Muscle Use Score: 1
Force / Load Score: 3
Neck, Trunk, Leg Score: 9
RULA Score: 7

Gambar 6. Skor RULA pekerjaan mendorong gerobak sampah

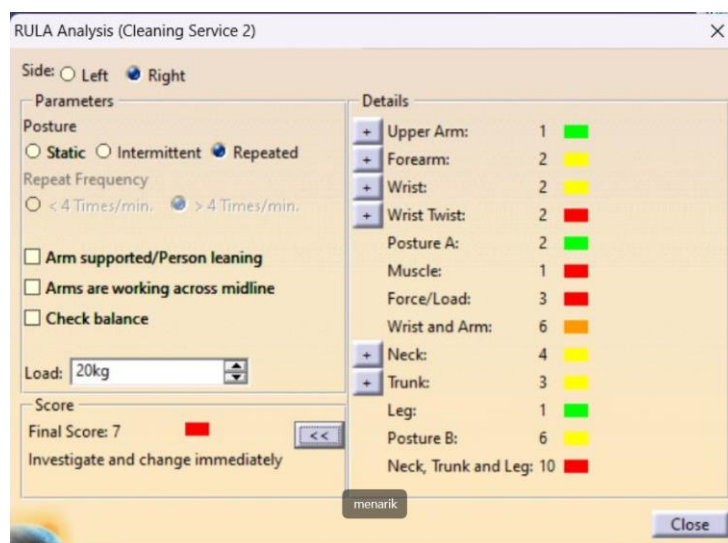


Gambar 7. Visualisasi postur tubuh *cleaning service* pada pekerjaan menarik

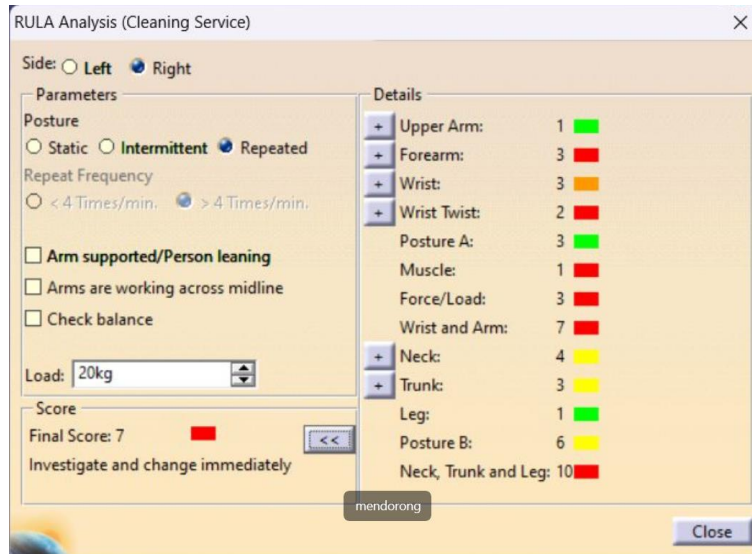


Gambar 8. Visualisasi postur tubuh *cleaning service* pada pekerjaan mendorong

Selanjutnya Gambar 9 dan Gambar 10 merupakan hasil analisis RULA postur tubuh *cleaning service* dengan bantuan *software* CATIA pada pekerjaan menarik dan mendorong.



Gambar 9. Analisis RULA postur tubuh *cleaning service* pada pekerjaan menarik menggunakan *software* CATIA



Gambar 10. Analisis RULA postur tubuh *cleaning service* pada pekerjaan mendorong menggunakan *software* CATIA

Berdasarkan analisis RULA dengan menggunakan *software* CATIA diperoleh skor untuk kedua jenis pekerjaan yang dilakukan *cleaning service* sebesar tujuh (7). Perolehan skor tersebut menunjukkan bahwa postur tubuh *cleaning service* selama bekerja tidak aman dan perlu dilakukan perubahan. Perancangan gerobak sampah yang dapat mengurangi risiko *low back pain* perlu disesuaikan dengan antropometri pekerja agar dimensi gerobak sampah dapat benar-benar mengurangi risiko *low back pain* pada *cleaning service* ketika bekerja memobilisasi sampah. Tabel 1 merupakan data antropometri yang digunakan dalam merancang gerobak sampah.

Tabel 1. Data antropometri TPG

| Nomor | Usia | TPG | Nomor | Usia | TPG |
|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 20 | 108,0 | 16 | 20 | 88,1 |
| 2 | 21 | 102,0 | 17 | 21 | 92,0 |
| 3 | 20 | 84,0 | 18 | 20 | 100,7 |
| 4 | 20 | 99,3 | 19 | 22 | 89,7 |
| 5 | 21 | 94,2 | 20 | 20 | 95,3 |
| 6 | 20 | 101,5 | 21 | 20 | 99,0 |
| 7 | 24 | 107,0 | 22 | 20 | 104,1 |
| 8 | 24 | 89,0 | 23 | 23 | 110,7 |
| 9 | 24 | 92,0 | 24 | 23 | 97,0 |
| 10 | 24 | 102,5 | 25 | 20 | 98,7 |
| 11 | 20 | 104,0 | 26 | 23 | 102,5 |
| 12 | 20 | 91,4 | 27 | 22 | 87,6 |
| 13 | 20 | 86,0 | 28 | 21 | 92,0 |
| 14 | 20 | 88,0 | 29 | 21 | 99,1 |
| 15 | 20 | 105,0 | 30 | 21 | 90,8 |

Data antropometri yang digunakan untuk merancang gerobak sampah adalah Tinggi Pinggang (TPG) untuk menentukan tinggi gerobak sampah, dan jangkauan *handle* gerobak sampah. Analisis dilakukan dengan menggunakan asumsi statistika dengan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5% sehingga diperoleh nilai *K/S* sebesar 40. Tabel 2-4 merupakan hasil analisis dan uji statistika data antropometri TPG.

Tabel 2. Statistika data

| Subgrup | Data (X _i) | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 108,0 | 102,0 | 84,0 | 99,3 | 94,2 |
| 2 | 101,5 | 107,0 | 89,0 | 92,0 | 102,5 |
| 3 | 104,0 | 91,4 | 86,0 | 100,7 | 105,0 |
| 4 | 91,4 | 92,0 | 100,7 | 91,4 | 104,1 |
| 5 | 99,0 | 104,1 | 92,0 | 97,0 | 98,7 |
| 6 | 100,7 | 106,0 | 89,0 | 92,0 | 104,4 |
| (X _i) ² | | | | | |
| 1 | 11664 | 10404 | 7056 | 9860,49 | 8873,64 |
| 2 | 10302,25 | 11449 | 7921 | 8464 | 10506,25 |
| 3 | 10816 | 8353,96 | 7396 | 10140,49 | 11025 |
| 4 | 8353,96 | 8464 | 10140,49 | 8353,96 | 10836,81 |
| 5 | 9801 | 10836,81 | 8464 | 9409 | 9741,69 |
| 6 | 10140,49 | 11236 | 7921 | 8464 | 10899,36 |
| Total (X _i) ² | | | | | 287294,7 |
| Jumlah rata-rata subgrup | | | | | 585,82 |
| Total X _i | | | | | 2929,1 |
| Total X _i ² | | | | | 8579627 |

Tabel 3. Uji keseragaman data TPG

| | |
|---------------------|--------------|
| Std. rata-rata | 3,0024 |
| Batas Kendali Bawah | 88,6295 |
| Batas Kendali Atas | 106,6439 |
| Keterangan: | Data Seragam |

Tabel 4. Uji kecukupan data TPG

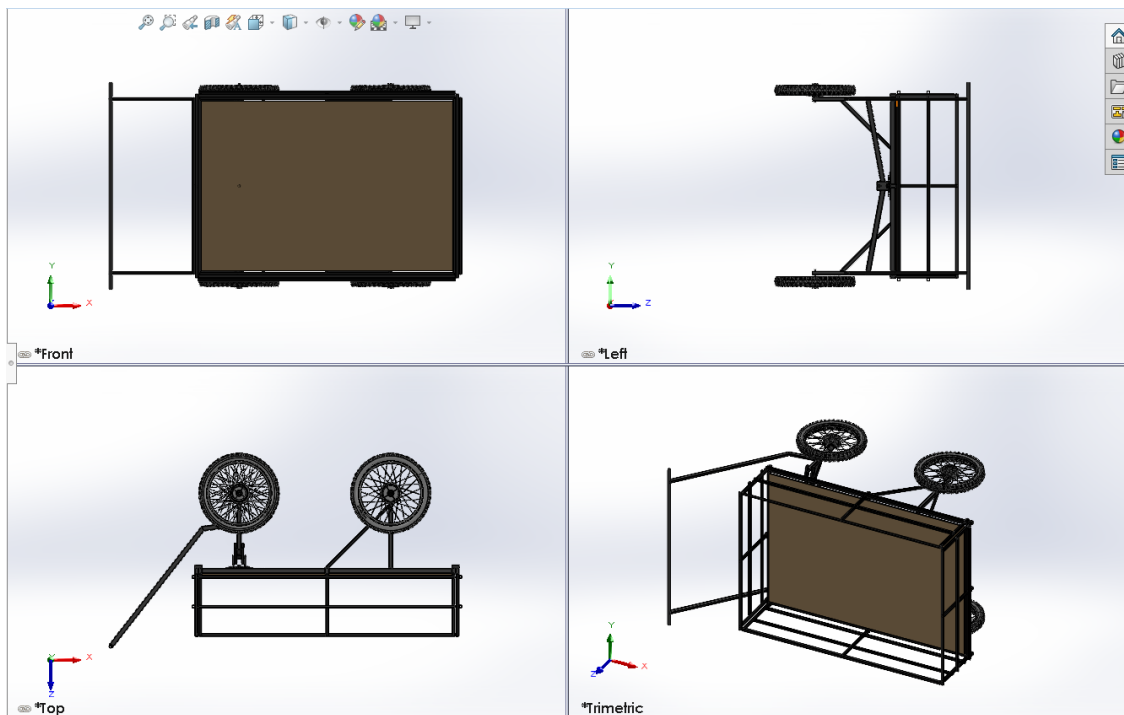
| | |
|------------------|------------|
| Nilai N hitungan | 7,3127 |
| Keterangan: | Data Cukup |

Dimensi produk yang disesuaikan dengan data antropometri adalah tinggi gerobak sampah, dikarenakan dimensi tersebut merupakan dimensi yang paling berpengaruh terhadap postur tubuh *cleaning service* saat menggunakan gerobak untuk mobilisasi sampah. Tabel 5 berikut merupakan hasil analisis ergonomi gerobak sampah. Persentil yang digunakan adalah 5%. Persentil adalah sebuah nilai yang mengindikasikan persentase tertentu dari populasi orang yang memiliki nilai sama atau lebih rendah dari nilai tersebut (Nurmianto, 2003).

Tabel 5. Analisis ergonomi gerobak sampah

| Dimensi produk | Data antropometri terkait | Persentil yang sesuai | Ukuran (cm) | Kebutuhan kelonggaran | Ukuran kelonggaran (cm) | Ukuran final (cm) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|--|-------------------------|-------------------|
| Tinggi gerobak sampah | TPG | P5 | 87,35 | Perancangan dimensi produk dan kenyamanan penggunaan | 2 | 89,35 |

Setelah diketahui dimensi gerobak sampah yang sesuai dengan aspek ergonomi, kemudian dilakukan perancangan gerobak sampah baru. Dalam sketsa tersebut terdapat fitur-fitur tambahan yang dapat membantu *cleaning service* dalam pekerjaannya, terutama pekerjaan mobilisasi sampah. Dengan demikian, pekerjaan yang dilakukan dapat lebih optimal tanpa menimbulkan beban kerja yang berat, atau bahkan sampai mencederai *cleaning service*. Gambar 11 merupakan desain gerobak sampah berdasarkan intervensi aspek ergonomi.



Gambar 11. Desain gerobak sampah

Berdasarkan sketsa gerobak sampah rancangan, maka fitur yang perlu ditambahkan yaitu:

- 1) *Handle/gagang* yang terletak di posisi belakang sehingga *cleaning service* dapat menggunakannya dengan posisi mendorong ataupun menarik, atau bahkan dapat didorong dan ditarik secara bersamaan oleh dua orang *cleaning service*
- 2) Roda belakang dapat bermanuver
- 3) Ban dengan bahan karet dan diameter lebih besar untuk mengurangi getaran ketika gerobak sampah digunakan

- 4) Pintu gerobak sampah dapat dibuka dari sisi atas dan depan
- 5) Volume gerobak sampah yang lebih besar sehingga mengurangi *cleaning service* bekerja berulang-ulang (*repetitive work*).

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis terhadap perancangan gerobak sampah yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *low back pain* merupakan masalah yang umum terjadi pada pekerja *cleaning service* yang melakukan mobilisasi sampah. Hal ini disebabkan oleh struktur postur tubuh yang tidak ergonomis dan kelelahan otot yang memengaruhi mobilitas lumbal. *Manual material handling* dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mengurangi risiko cedera tulang belakang, termasuk *low back pain*. Penggunaan alat bantu ini dapat meningkatkan fleksibilitas gerakan dan meringankan beban kerja pekerja.

Gerobak sampah yang digunakan saat ini perlu didesain ulang agar dapat mengurangi risiko *low back pain* pada pekerja *cleaning service*. Perancangan gerobak sampah harus didasarkan pada prinsip-prinsip ergonomi untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan *cleaning service*. Metode analisis seperti RULA dapat digunakan untuk mengevaluasi postur tubuh *cleaning service* dan mengidentifikasi risiko cedera. Penggunaan metode-metode ini dapat membantu dalam perancangan gerobak sampah yang ergonomis dan mengurangi risiko *low back pain* pada pekerja *cleaning service*. Hasil ini menunjukkan pentingnya perancangan gerobak sampah berbasis ergonomi untuk meminimalkan risiko *low back pain* pada pekerja *cleaning service* yang melakukan mobilisasi sampah. Dengan memperhatikan prinsip-prinsip ergonomi dan menggunakan metode analisis yang sesuai, gerobak sampah dapat dirancang untuk memberikan kenyamanan, keselamatan, dan efisiensi kerja yang lebih baik bagi para pekerja. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan terhadap peralatan lain yang digunakan oleh pekerja *cleaning service* dengan tujuan yang sama.

Daftar Pustaka

- Budiman, E., & Setyaningrum, R. (2012). Perbandingan metode-metode biomekanika untuk menganalisis postur pada aktivitas manual material handling (MMH) kajian pustaka. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 1(3), 46-52. <https://doi.org/10.12777/jati.1.3.46-52>
- Hadi, P., & Hasmar, W. (2021). Ergonomi duduk yang benar untuk mencengah terjadinya low back pain (LBP) di Kelurahan Mayang Mangurai Kota Jambi. *Jurnal Abdimas Kesehatan*, 3(1), 287-294. <http://dx.doi.org/10.36565/jak.v3i3.258>
- Kee, D. (2022). Systematic comparison of OWAS, RULA, and REBA based on a literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 595. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Newstrom, J. W. (2014). *Organizational behavior: Human behavior at work (14th Ed)*. New York: McGraw Hill.
- Nurcahyo, G. W. (2010). *Perancangan motorcycle lift sebagai alat bantu mekanik pada pengerjaan servis motor (Studi kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)*. [Skripsi, Universitas Sebelas Maret]. UNS Institutional Repository. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/17227/>
- Nurmianto, E. (2008). *Ergonomi: Konsep dasar dan aplikasinya (Ed. 2)*. Surabaya: Guna Widya.
- Prabaningtyas, A. R. (2021). *Efektivitas core stability exercise terhadap penurunan nyeri, peningkatan kekuatan otot, range of motion dan peningkatan kualitas fungsional pada pemetik teh dengan low back pain*. [Tesis, Universitas Negeri Yogyakarta]. Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta. <https://eprints.uny.ac.id/63420/>

- Pradana, R. J. (2020). Hubungan sikap kerja dengan keluhan LBP pada perawat di instalasi gawat darurat Rumah Sakit Umum Haji Surabaya tahun 2020. [Skripsi, STIKES Yayasan RS Dr. Soetomo Surabaya]. Repository STIKES Yayasan Rumah Sakit Dr. Soetomo. <https://repository.stikes-yrsds.ac.id/id/eprint/67/>
- Prima, A., Siddiq, M., Siregar, R., & Lase, S. I. (2022). Faktor yang berhubungan dengan MSDS pada petugas cleaning service di RSU Sembiring tahun 2021. *Journal of Biology Education, Science & Technology*, 5(1), 309-314. <https://doi.org/10.30743/best.v5i1.5236>
- Priyanto, A., Aulia, N. W., Ni'mah, F. S., Anggraini, A., Muttaqqin, Z., & Shabrina, Z. N. (2023). Upaya mengatasi peningkatan resiko nyeri punggung bawah pada pekerja cleaning service tenaga outsourcing di Gedung Induk Siti Walidah. *Community Development Journal*, 4(4), 8278-8286. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i4.19478>
- Putra, G. A. D., Nuraeni, A., & Supriyono, M. (2018). Pengaruh sit stretching terhadap perubahan skala nyeri punggung bawah pada karyawan di PT. Rifan Financindo Berjangka cabang Semarang. *Jurnal Ilmu Keperawatan Komunitas*, 1(1), 1-13. <https://doi.org/10.32584/jikk.v1i1.76>
- Rahmania, A., Ma'rifah, S., Arifah, D. A., & Diannita, R. (2023). The risk matrix of occupational health and safety on cleaning service occupation in University X Ponorogo. *Medical Technology and Public Health Journal*, 7(1), 79-88. <https://doi.org/10.33086/mtphj.v7i1.3591>
- Rohmana, R., Herdiani, L., & Anggrahini, M. (2021). Perancangan gerobak pemulung sampah ergonomis dan pelatihan kewirausahaan (Studi kasus: Kecamatan Bandung Wetan Kota Bandung). *Jurnal Penamas Adi Buana*, 5(1), 58-69. <https://doi.org/10.36456/penamas.vol5.no01.a3555>
- Wibowo, C., Surbakti, D., & Dewadi, F. M. (2022). Perbaikan gerobak sampah sebagai bagian dari manajemen sampah sisi hulu di lingkungan Permata Penggilingan Jakarta. *Indonesian Journal of Engagement, Community Services, Empowerment and Development*, 2(2), 165-174. <https://doi.org/10.53067/ijecsed.v2i2.55>
- Wignjosoebroto, S. (2008). *Ergonomi: Studi gerak dan waktu*. Surabaya: Guna Widya.
- Wijaya, M. A., Siboro, B. A. H., & Purbasari, A. (2016). Analisa perbandingan antropometri bentuk tubuh mahasiswa pekerja galangan kapal dan mahasiswa pekerja elektronika. *Profisiensi*, 4(2), 108-117. <https://doi.org/10.33373/profis.v4i2.593>