

Available online at: <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI>

Jurnal Optimasi Teknik Industri

|ISSN (Print) 2656-3789 |ISSN (Online)2657-0181|



Analisis Tas Sensor Berat dengan Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)

Ina Siti Hasanah^{1*}, Tegar Rizky Wicaksono²

^{1,2}Department of Industrial Engineering, Gunadarma University

*Corresponding author: inasitihasanah@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: 29 July 2022
 Revised: 12 August 2022
 Accepted: 31 August 2022
 Available online: 25 September 2022

KEYWORDS

Tas sensor berat,
 Tas biasa,
 RULA

ABSTRACT

Tas dengan sensor berat merupakan salah satu produk yang digunakan untuk menghitung berat beban maksimal pada tas yang akan dibawa oleh pelajar. Tujuan penelitian ini meliputi 1) menentukan seberapa penting tindakan perbaikan untuk dilakukan pada tas sensor berat dengan menggunakan metode RULA. 2) menentukan sejauh mana pengaruh modifikasi pada tas biasa menjadi tas sensor berat dengan membandingkan penilaian RULA sebelum dan sesudah modifikasi diterapkan. Identifikasi tingkat kepentingan dari tindakan perbaikan untuk dilakukan dengan menggunakan metode RULA adalah memiliki skor 4 pada posisi duduk dan jalan dengan tas sensor berat, sedangkan pada posisi berdiri dan mengendarai motor dengan tas sensor berat memiliki total skor 5. Perbandingan antara tas biasa dan tas sensor berat dari hasil penilaian RULA adalah tas biasa memiliki total skor 7 pada posisi berdiri, duduk, jalan, dan mengendarai motor. Sedangkan tas sensor berat memiliki total skor 5 pada posisi berdiri dan mengendarai motor, serta skor 4 pada posisi duduk dan jalan. Berdasarkan penilaian RULA, maka antara kedua jenis tas memiliki hasil yang berbeda, tas dengan sensor berat memiliki penilaian RULA yang lebih baik dibandingkan tas biasa, artinya tas sensor berat dapat dikatakan sudah cukup baik dibandingkan tas biasa, walaupun perubahan nilai antara tas sensor berat dengan tas biasa tidak terlalu signifikan.

I. INTRODUCTION

Aktivitas ringan maupun berat yang dilakukan sehari-hari harus turut memperhatikan kesehatan, karena aspek kesehatan merupakan sebuah hal yang penting dan tidak terpisahkan dari kehidupan manusia sehari-hari. Aktivitas mengangkat bebas tas yang dilakukan oleh pelajar termasuk dalam kategori aktivitas yang cukup berat. Ini dapat dilihat pada perkembangan anak usia sekolah 5 sampai 18 tahun, yang ditandai dengan pertumbuhan berat badan dan tinggi badan yang melambat dibandingkan dengan tahapan usia sebelumnya. Pada tahap ini tulang anak sekolah terus mengalami osifikasi tetapi fungsi otot

masih belum matang dibandingkan dengan anak remaja sehingga menimbulkan cedera nyeri punggung[1].

Nyeri punggung adalah nyeri lokal maupun nyeri radikuler atau keduanya yang terasa di daerah torakal dan lumbal atau di daerah lumbo sakral. Keluhan nyeri punggung dapat meningkat sejalan dengan bertambahnya usia[2]. Pelajar yang membawa tas ransel paling berat mempunyai risiko yang lebih tinggi untuk menderita nyeri punggung dan juga untuk terjadinya patologi pada punggung. Kebanyakan pelajar sekolah membawa tas ransel melebihi berat yang direkomendasikan [3].

Tas dengan sensor berat menghitung berat beban maksimal pada tas yang akan dibawa oleh pelajar. Tas ini diciptakan dengan tujuan untuk menjaga kesehatan otot, tulang, sendi dan postur tubuh, terutama bagi para pelajar yang sedang mengalami masa pertumbuhan. Cara kerja tas sensor berat adalah buku dan barang yang akan dibawa diletakkan ke dalam tas, di bawah tas tersebut terdapat sensor berat yang akan menimbang berat dari isi tas yang akan dibawa tersebut, berat barang-barang yang ada didalam tas tersebut akan ditampilkan melalui layar display LED yang ada pada bagian depan tas. Layar LED dan sensor berat ini disambungkan menggunakan baterai dengan ukuran AAA. Pengguna tas sensor berat dapat digunakan berdasarkan berat badan dari penggunanya[4].

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) adalah metode survei yang dikembangkan Foruse dalam penyelidikan ergonomis dari tempat terjadi dimana pekerjaan yang berhubungan dengan gangguan ekstremitas yang dilaporkan. RULA adalah alat skrining yang menilai pemuatan biomekanik dan postural pada seluruh tubuh dengan perhatian khusus pada tungkai leher, batang dan bagian atas. Sebuah penilaian RULA membutuhkan sedikit waktu untuk menyelesaikan dan skor menghasilkan daftar tindakan yang menunjukkan tingkat intervensi yang diperlukan untuk mengurangi risiko cedera akibat beban fisik pada operator. RULA digunakan sebagai bagian dari studi ergonomis yang lebih luas [5].

Permasalahan yang terdapat pada tas sensor berat ini adalah

1. Menentukan seberapa penting tindakan perbaikan untuk dilakukan pada tas sensor berat dengan menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).
2. Menentukan sejauh mana pengaruh modifikasi pada tas biasa menjadi tas sensor berat dengan membandingkan penilaian RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) sebelum dan sesudah modifikasi diterapkan.

II. METHOD

Penelitian ini dilakukan di SMAN 6 Tambun Selatan yang berlokasi di Jl. Raya Jatimulya, RT.01/RW.13, Jatimulya, Kec. Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan dengan alasan banyak pelajar-pelajar, khususnya di lingkungan sekitar ini mengeluhkan berat tas yang berlebihan pada saat

dibawa menuju atau pulang dari sekolah, sehingga membuat para pelajar mengalami keluhan-keluhan pada bagian muskuloskeletal.

Muskuloskeletal merupakan otot bergaris yang menempel pada tulang-tulang dan menghasilkan suatu kekuatan gerak saat diperlukan untuk memikul kekuatan keluar yang tegas[6]. Keluhan Muskuloskeletal adalah keluhan sakit, nyeri pegal-pegal pada bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit[7].

Sampel pelajar yang mengisi kuesioner dikelompokkan per angkatan baik laki-laki ataupun perempuan menggunakan metode *proportionate stratified random sampling*. Sedangkan pada pengamatan langsung dilakukan dengan mengamati posisi duduk, posisi berdiri dan posisi jalan pada saat membawa tas biasa dan tas dengan sensor berat untuk kemudian dinilai menggunakan metode RULA. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah batas angkat bebas tas yang akan dibawa oleh pelajar.

Batasan-batasan angkat dapat membantu untuk mengurangi rasa nyeri, ngilu pada tulang belakang. Batasan angkat ini juga mengurangi ketidaknyamanan kerja pada tulang belakang[8]. Batasan angka yang digunakan secara internasional dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pria di bawah usia 16 tahun, maksimum angkat adalah 14 kg.
2. Pria usia 16-18 tahun, maksimum angkat adalah 18 kg.
3. Pria usia lebih dari 18 tahun, tidak ada batasan angkat.
4. Wanita usia 16-18 tahun, maksimum angkat 11 kg.
5. Wanita usia lebih dari 18 tahun, maksimum angkat 16 kg.

Batasan gaya angkat maksimum yang diijinkan (*the Maximum Permissible Limit*) yang direkomendasikan oleh NIOSH adalah berdasarkan gaya tekan 6500 Newton pada L5/S1 (Lumbar nomor 5/Sakrum nomor 1). Namun hanya 25% pria dan 1% wanita yang diperkirakan mampu melewati batasan gaya angkat ini. Batasan Gaya angkat normal (*the Action Limit*) diberikan oleh NIOSH dan berdasar gaya tekan 3500 Newton pada L5/S1 (Lumbar 5/Sakrum 1). Ada 99% pria dan 75% wanita yang mampu mengangkat beban di atas ini[9]. Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi Ergofellow untuk membantu menilai posisi dengan metode RULA dan aplikasi Angulus untuk membantu

mengukur sudut dari bagian-bagian tubuh pelajar. Penilaian dilakukan pada bagian tubuh atas yang ingin diteliti. Penilaian ini dapat dilakukan dengan penggunaan software, ataupun dengan menggunakan diagram penilaian RULA sehingga dihasilkan skor untuk setiap bagian tubuh, beserta gaya atau beban yang menyertai postur tersebut[10].

III. RESULTS AND DISCUSSION

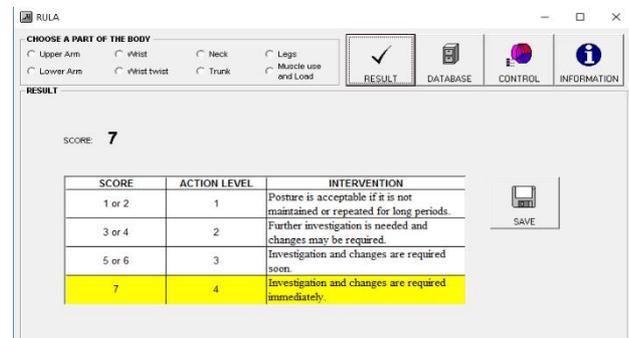
Pelajar SMA yang sedang membawa tas akan diamati sesuai dengan posisi para pelajar pada saat berangkat atau pulang dari sekolah, posisi yang diamati adalah posisi saat berdiri, posisi duduk, posisi jalan serta posisi saat berkendara. Tas yang akan dibawa oleh pelajar SMA dibedakan menjadi dua macam, pertama pelajar SMA akan membawa tas biasa dengan beban yang berlebih (10 kg) dengan posisi-posisi yang telah ditentukan sebelumnya, dan yang kedua pelajar SMA akan membawa tas dengan sensor berat yang batas bebannya sudah ditentukan dan posisi yang sudah ditentukan sebelumnya. Rata-rata berat tas yang dibawa oleh pelajar SMA adalah 9 – 10 kg.

RULA adalah alat yang menilai pemuatan biomekanik dan postural pada seluruh tubuh dengan perhatian khusus pada tungkai leher, batang dan bagian atas. Investigasi masalah yang dilakukan pada penelitian ini berhubungan tentang berat beban maksimal yang dapat dibawa oleh pelajar yang ada pada SMAN 6 Tambun Selatan, hal ini dikarenakan kegiatan yang dilakukan berhubungan dengan gangguan muskuloskeletal, dimana terdapat beberapa laporan adanya keluhan penyakit atau cedera pada muskuloskeletal dan juga postur tubuh yang terhambat ketika sedang bertumbuh.

Pengolahan data RULA pada penelitian ini dikerjakan dengan menggunakan aplikasi Ergofellow. Bagian pengolahan data dengan RULA ini akan membandingkan antara penggunaan tas biasa dan penggunaan tas dengan sensor berat. Posisi pertama adalah posisi berdiri menggunakan tas biasa dengan beban yang berlebih seperti gambar 1. Gambar 1 memperlihatkan sudut-sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat berdiri menggunakan tas biasa dengan beban berlebih. Selanjutnya posisi tersebut masuk penilaian RULA dengan aplikasi Ergofellow. Skor total RULA dengan aplikasi Ergofellow pada posisi berdiri menggunakan tas biasa dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Posisi Berdiri dengan Tas Biasa



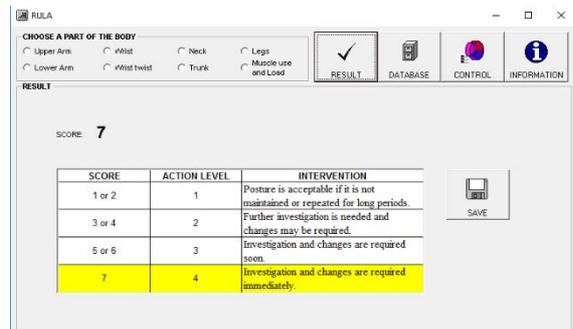
Gambar 2. Skor RULA Posisi Berdiri Menggunakan Tas Biasa dengan Aplikasi Ergofellow.

Berdasarkan gambar 2, dapat dilihat bahwa dengan penilaian RULA yang dibantu menggunakan aplikasi Ergofellow, maka skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 7. Artinya dari aktivitas tersebut, perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga. Posisi berikutnya adalah posisi berdiri dengan menggunakan tas sensor berat yang diperlihatkan pada gambar 3. Gambar 3 memperlihatkan sudut-sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat berdiri menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah diatur. Selanjutnya posisi ini masuk dalam penilaian RULA dengan aplikasi Ergofellow. Skor total RULA pada posisi berdiri menggunakan tas sensor berat dapat dilihat pada gambar 4.

Pada gambar 4, skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 5. Artinya dari aktivitas tersebut, perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan segera.

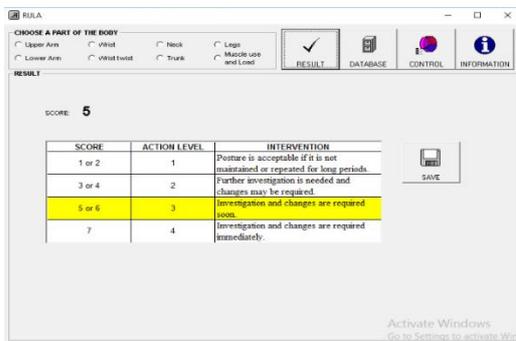


Gambar 3. Posisi Berdiri dengan Tas Sensor Berat



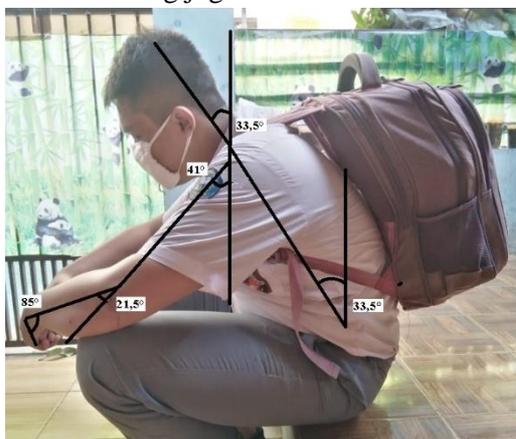
Gambar 6. Skor RULA Posisi Duduk Menggunakan Tas Biasa dengan Aplikasi Ergofellow

Kemudian posisi berikutnya adalah posisi duduk menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah ditentukan seperti gambar 7.



Gambar 4. Skor RULA Posisi Berdiri Menggunakan Tas Sensor Berat dengan Aplikasi Ergofellow

Posisi berikutnya adalah posisi duduk menggunakan tas biasa dengan beban berlebih yang diperlihatkan gambar 5. Berdasarkan gambar 5, sudut dari masing-masing tubuh pada saat duduk menggunakan tas biasa dengan beban berlebih dapat dilihat. Selanjutnya posisi tersebut akan masuk penilaian RULA dengan Ergofellow ada di gambar 6. Skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 7. Artinya dari aktivitas tersebut, perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.

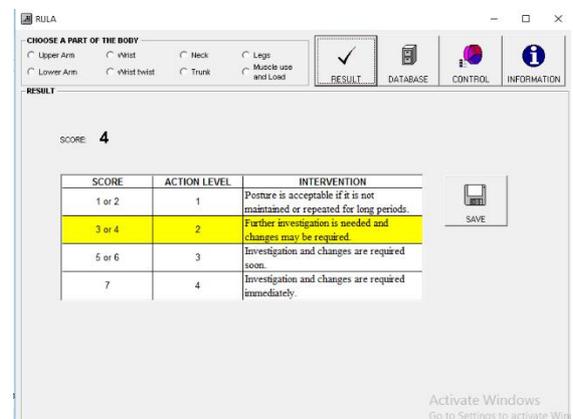


Gambar 5. Posisi Duduk dengan Tas Biasa



Gambar 7. Posisi Duduk dengan Tas Sensor Berat

Gambar 7 memperlihatkan sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat duduk menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah diatur. Posisi ini dimasukkan dalam penilaian RULA dengan aplikasi Ergofellow di gambar 8.



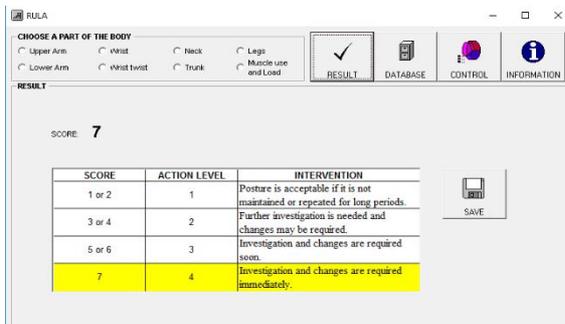
Gambar 8. Skor RULA Posisi Duduk Menggunakan Tas Sensor Berat dengan Aplikasi Ergofellow

Skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 4. Artinya dari aktivitas tersebut, mungkin perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan. Posisi ketiga adalah posisi jalan menggunakan tas biasa dengan beban yang berlebih seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Posisi Jalan dengan Tas Biasa

Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat jalan menggunakan tas biasa dengan beban berlebih. Selanjutnya posisi tersebut akan masuk penilaian RULA, adalah skor total RULA dengan aplikasi pada posisi jalan menggunakan tas biasa dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Skor RULA Posisi Jalan Menggunakan Tas Biasa dengan Aplikasi Ergofellow.

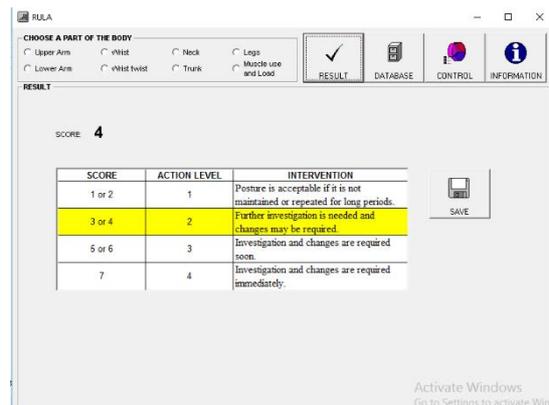
Berdasarkan gambar 10 dapat dilihat bahwa dengan penilaian RULA yang dibantu menggunakan aplikasi Ergofellow, maka skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 7 untuk aktivitas mengangkat tas biasa dengan posisi jalan. Artinya dari aktivitas tersebut, perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.

Posisi keempat adalah posisi jalan menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah ditentukan seperti pada gambar 11.



Gambar 11. Posisi Jalan dengan Sensor Berat

Berdasarkan gambar 11 dapat dilihat sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat jalan menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah diatur. Selanjutnya posisi tersebut masuk penilaian RULA, gambar 12 adalah skor RULA dengan aplikasi Ergofellow pada posisi jalan menggunakan tas sensor berat.



Gambar 12. Skor RULA Posisi Jalan Menggunakan Tas Sensor Berat dengan Aplikasi Ergofellow

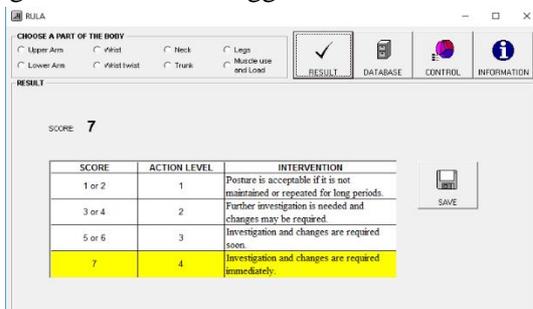
Berdasarkan gambar 12, dapat dilihat bahwa dengan penilaian RULA yang dibantu menggunakan aplikasi Ergofellow, maka skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 4 untuk aktivitas mengangkat tas sensor berat dengan posisi jalan. Artinya dari aktivitas tersebut, mungkin perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan.

Posisi kelima adalah posisi mengendarai motor menggunakan tas biasa dengan beban yang berlebih seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Posisi Mengendarai Motor dengan Tas Biasa

Berdasarkan gambar 13, dapat dilihat sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat mengendarai motor menggunakan tas biasa dengan beban berlebih. Selanjutnya posisi tersebut masuk penilaian RULA seperti gambar 14, yaitu skor total RULA pada posisi mengendarai motor menggunakan tas biasa.



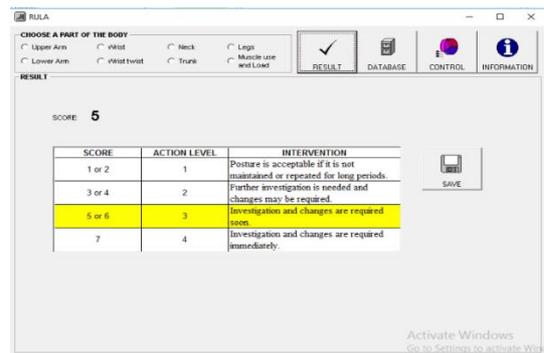
Gambar 14. Skor RULA Posisi Mengendarai Motor Menggunakan Tas Biasa dengan Aplikasi Ergofellow

Berdasarkan gambar 14 dapat dilihat bahwa dengan penilaian RULA yang dibantu menggunakan aplikasi Ergofellow, maka skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 7. Artinya dari aktivitas tersebut, perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga. Posisi keenam adalah posisi mengendarai motor menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah ditentukan seperti gambar 15.



Gambar 15. Posisi Mengendarai Motor dengan Tas Sensor Berat

Berdasarkan gambar 15 dapat dilihat sudut dari masing-masing bagian tubuh pada saat jalan menggunakan tas sensor berat dengan beban yang sudah diatur. Selanjutnya posisi tersebut masuk penilaian RULA yaitu gambar 16. Berdasarkan gambar 16 dapat dilihat bahwa dengan penilaian RULA yang dibantu menggunakan aplikasi Ergofellow, maka skor total RULA yang didapatkan adalah sebesar 5. Artinya dari aktivitas tersebut, mungkin perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan.



Gambar 16. Skor RULA Posisi Mengendarai Motor Menggunakan Tas Sensor Berat dengan Aplikasi Ergofellow.

Penilaian RULA yang telah dilakukan dengan posisi berdiri, duduk, jalan dan mengendarai motor antara pelajar yang membawa tas biasa dan memiliki beban berlebih dengan pelajar yang membawa tas sensor berat yang bebannya sudah ditentukan. Posisi-posisi tersebut dipilih, karena rata-rata pelajar melakukan aktivitas tersebut pada saat membawa tas. Penilaian yang dilakukan dengan aplikasi Ergofellow yang memiliki tujuan untuk lebih memperjelas cara serta hasil dari penilaian. Berdasarkan penilaian tersebut, dapat dirangkum dan perbandingan dalam penilaian RULA dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman dan Perbandingan Total Skor RULA

No.	Jenis Tas	Posisi	Total Skor RULA	Penjelasan
1	Tas Biasa	Berdiri	7	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.
2		Duduk	7	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.
3		Jalan	7	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.
4		Mengendarai Motor	7	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga.
5	Tas Sensor Berat	Berdiri	5	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan segera.
6		Duduk	4	Mungkin perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan.
7		Jalan	4	Mungkin perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan.
8		Mengendarai Motor	5	Perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan segera.

Berdasarkan tabel 1, tas biasa memiliki total skor RULA yang lebih tinggi pada semua posisi, baik dalam posisi berdiri, duduk, jalan ataupun

mengendarai motor. Total skor RULA yang didapatkan oleh masing-masing posisi tersebut adalah sebesar 7. Hal ini dapat dikarenakan beban yang dibawa oleh pelajar SMA sangat berlebihan, sehingga menyebabkan kondisi atau posisi tubuh menjadi tidak nyaman dan menjadikan hasil total skor menjadi tinggi. Artinya dengan skor tersebut makan perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan sekarang juga atau berada di level sangat tinggi (mendesak).

Sedangkan pada tas sensor berat, total skor yang didapatkan berhasil diturunkan walaupun tidak terlalu signifikan pada semua posisi. Total skor RULA yang didapatkan oleh posisi duduk dan jalan adalah sebesar 4. Artinya mungkin masih perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan atau berada pada level sedang, sedangkan pada posisi berdiri dan mengendarai motor, total skor yang didapatkan adalah 5. Artinya perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan segera. Perubahan yang kurang signifikan ini bisa disebabkan oleh beban yang diangkat masih termasuk kategori cukup berat, walaupun jika menurut perhitungan batas angkat beban maksimal masih dapat dikatakan aman untuk dibawa. Selain menggunakan tas sensor berat, untuk posisi jalan dan posisi mengendarai motor dapat diberikan solusi berupa tas yang dapat diletakkan di bawah atau di motor agar lebih nyaman.

Berdasarkan data yang diperoleh, penyebab paling banyak dari pelajar membawa tas dengan beban yang berlebih adalah perlengkapan eskul (ekstra kurikuler), buku dan laptop. Oleh karena itu, disarankan agar perlengkapan eskul tidak dibawa bersamaan saat pergi berangkat ke sekolah, ada baiknya perlengkapan eskul ditinggal dan ditiptkan di sekolah atau pulang terlebih dahulu ke rumah untuk meletakkan tas sekolah, dan berangkat lagi untuk membawa perlengkapan eskul dan mengikuti kegiatannya.

Bagi pelajar yang merasa penyebabnya adalah buku, dapat disarankan jika buku yang dibawa terlalu banyak pada tas, maka dapat dibawa dengan menggunakan tas jinjing atau *tote bag* secara terpisah, hal ini dilakukan agar mengurangi beban pada tas yang ditopang oleh bahu, leher dan punggung, jadi beban tidak ditopang hanya pada bagian-bagian tersebut. Begitu juga untuk laptop, disarankan agar menggunakan tas laptop yang dapat dijinjing atau dibawa secara terpisah dengan barang lain agar beban

pada tas tidak terlalu berlebih. Sedangkan bagi pelajar yang membawa tempat makan dan minum, disarankan agar tidak membawa tempat makan dan minum yang terlalu besar dan terlalu banyak. Cukup tempat makan dan minum yang kecil atau sedang, agar menghindari beban berlebih pada tas.

IV. CONCLUSIONS

Tingkat kepentingan dari tindakan perbaikan dengan menggunakan metode RULA adalah memiliki skor sebesar 4 pada posisi duduk dan jalan dengan tas sensor berat. Artinya mungkin masih perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan. Sedangkan posisi berdiri dan mengendarai motor dengan sensor berat, total skor yang didapatkan adalah 5. Artinya perlu adanya pemeriksaan dan perubahan perbaikan yang dilakukan segera.

Perbandingan antara tas biasa dengan sensor berat dari hasil penilaian RULA adalah tas biasa memiliki total skor 7 pada posisi berdiri, duduk, jalan dan mengendarai motor. Sedangkan tas sensor berat memiliki total skor 5 pada posisi berdiri dan mengendarai motor, serta skor 4 pada posisi duduk dan jalan. Berdasarkan penilaian RULA tersebut, maka antara kedua jenis tas memiliki hasil yang berbeda, tas dengan sensor berat memiliki penilaian RULA yang lebih baik dibandingkan tas biasa. Artinya produk tas dengan sensor berat dapat dikatakan sudah cukup baik dibandingkan tas biasa, walaupun perubahan nilai antara tas sensor berat dengan tas biasa tidak terlalu signifikan.

REFERENCES

- [1] M. SyiradJudin, S. Winardi, "Pembuatan Prototype Tas Ransel Anak Sekolah dengan Mikrokontroler Arduino Uno," Undergraduate thesis, Universitas Narotama Surabaya, 2016, <http://repository.narotama.ac.id/id/eprint/119>
- [2] T. S. Ernawati, R. Andriani, S. N. Yanti, "Hubungan Penggunaan Tas Ransel terhadap Kejadian Nyeri Punggung Bawah pada Siswa Kelas IX Madrasah Tsnawiyah Negeri 2 Pontianak" *Jurnal Cerebellum*. Volume 2 Nomor 2. Mei 2016.
- [3] Oviedo PR, Ravina RA, Rios MP, Garcia, et al, "School Children's Backpacks, Back Pain and Back Pathologies," *In: Arch Dis Child*, 2012.
- [4] M. Fadhil, I. S. Hasanah, "Perancangan Produk

Tas Sensor Berat Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)”, Tugas Akhir, Universitas Gunadarma, 2020.

- [5] Yanto, B. Ngaliman, “Ergonomi Dasar-Dasar Studi Waktu dan Gerakan Untuk Analisis dan Perbaikan Sistem Kerja” Yogyakarta: ANDI, 2017.
- [6] G. Santoso, “Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan,” Jakarta: Perpustakaan Nasional KDT, 2004.
- [7] Tarwaka, “Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja,” Solo: Harapan Press Solo, 2020.
- [8] P. K. Suma'mur, “Ergonomi untuk produktifitas kerja,” Jakarta: CV. Haji Masagung, 1998.
- [9] E. Nurminato, “Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya,” Edisi Pertama, Jakarta: Guna Widya, 1996.
- [10] N. Stanton, et al, “Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods,” Florida: CRC Press LCC, 2015.