

Analisis Biomekanika Pada Postur dan Gerak Tubuh Operator Book Lift Guna Mengidentifikasi Risk of Musculoskeletal Disorders

Alex Alfandianto¹, Margaretta Hernita Erni Dwi Putri²

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Umbulharjo, Kota Yogyakarta,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55164
Email: alex.alfandianto@student.uty.ac.id

² Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan,
Universitas Katolik Musi Charitas
Jl. Sukamaju No. 10, Palembang 12345
Email: margarettahernita06590@gmail.com

ABSTRAK

Manual Material Handling (MMH) dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan, pemindahan, pengepakan, penyimpanan dan pengawasan. Dalam penelitian ini permasalahan yang dihadapi oleh operator pengangkat buku adalah kurang memperhatikan resiko gangguan cedera tulang belakang, sebaiknya operator harus memperhatikan tingkat keselamatan dan kesehatan kerja, guna mengetahui faktor-faktor bahaya biomekanika, serta aktivitas MMH yang membahayakan maupun menimbulkan rasa sakit pada operator. Pengamatan difokuskan pada operator pengangkat satu ikat buku di Laboratorium APK, yaitu pada bagian memindahkan buku langsung dari lantai menuju sudut inklinasi perut atau lokasi tujuan yang telah ditentukan dengan berat buku 8 kg. Identifikasi studi kasus ini menggunakan pendekatan biomekanika untuk mengetahui gaya tekan pada sudut inklinasi. Hasil perolehan gaya tekan sudut inklinasi pada HA adalah sebesar -22572,3 dan pada AA sebesar -29972,9 N terhadap standar acuan kompresi L5/S1 ketentuan nilai perbandingan harus dibawah 3400 N, agar diperoleh kategori operator yang aman. Sehingga hasil perbandingan tersebut mempunyai relasi atau sinopsis postur dan gerak tubuh operator tergolong kategori aman atau tidak terjadi *Risk of Musculoskeletal Disorders*.

Kata kunci: *Manual Material Handling, Biomekanika, Book Lift, Musculoskeletal Disorders*

ABSTRACT

Manual Material Handling (MMH) is expressed as an art and science that includes handling, transfer, packing, storage and monitoring. In this study, the problems faced by the book lift operator are less attention to the risk of spinal cord injury, the operator should pay attention to the safety and health level, to know the biomechanical hazard factors, as well as the MMH activity that endanger or cause pain in the operator. The observations focused on one binder carrier operator at the APK Laboratory, which is the part that moves the book directly from the floor to the point of stomach inclination or the designated destination location with a book weight of 8 kg. The identification of this case study uses a biomechanical approach to find out the compressive forces at an inclination angle. The yield of compressive force of the inclination angle is -22572.3 N and -29972,9 N against the L5 / S1 compression reference standard, the comparative value must be below 3400 N, in order to obtain safe operator category. So the results of these comparisons have a relation or synopsis of posture and body movements of operators belonging to the category safe or not occur *Risk of Musculoskeletal Disorders*.

Keywords: *Manual Material Handling, Biomechanics, Book Lift, Musculoskeletal Disorders*

Pendahuluan

Indonesia adalah negara berkembang yang banyak sekali dijumpai industri-industri yang masih menggunakan tenaga manusia dalam pemindahan *materials*, walaupun beberapa industri yang relatif modern telah banyak menggunakan mesin sebagai alat bantu dalam pemindahan *material*, namun aktivitas pemindahan bahan secara manual (MMH) masih sangat diperlukan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan alat yaitu bahwa pemindahan material secara manual bisa dilakukan dalam ruang terbatas dan dimana dalam melakukan aktivitas pekerja sangat mengandalkan fisik manusia untuk mengangkat barang.

Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek mekanika gerakan-gerakan tubuh manusia. Batasan angkat ini dipakai sebagai batasan angkat secara internasional. Adapun variabelnya adalah sebagai berikut Pria dibawah usia 16 tahun, maksimum angkat adalah 18 kg. Pria usia diantara 16 tahun dan 18 tahun, maksimum angkat adalah 23 kg. Pria usia lebih dari 18 tahun, tidak ada batasan angkat. Wanita usia diantara 16 tahun dan 18 tahun, maksimum angkat adalah 13 kg. Wanita usia lebih dari 18 tahun, maksimum angkat adalah 16 kg. Batasan-batasan angkat ini dapat membantu untuk mengurangi rasa nyeri, ngilu, pada tulang belakang bagi para wanita (*back injuries incidence to women*). Batasan angkat ini akan mengurangi ketidaknyamanan kerja pada tulang belakang, terutama bagi operator pekerjaan berat. Metode Pengangkatan Beban Metode pendekatan ini dengan mempertimbangkan rata-rata beban metabolisme dari aktivitas angkat yang berulang (*repetitive lifting*), sebagaimana dapat juga ditentukan dari jumlah konsumsi oksigen. Hal ini haruslah benar-benar diperhatikan terutama dalam rangka untuk menentukan batasan angkat. Kelelahan kerja yang terjadi akibat dari aktivitas yang berulang-ulang (*repetitive lifting*) akan meningkatkan resiko rasa nyeri pada tulang belakang (*back injuries*), *repetitive lifting* dapat menyebabkan *Cumulative Trauma Injuries* atau *Repetitive Strain Injuries*. (Wignjo Soebroto, 1995).

Tetapi pemindahan bahan secara manual (MMH) apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri, yang disebut juga "*Over Exertion Lifting and Carrying*", yaitu kerusakan jaringan tubuh yang disebabkan oleh beban angkat yang berlebihan (Nurmianto, 1996:147). Tanpa disadari aktivitas pengangkatan barang yang dilakukan pekerja dapat menyebabkan penyakit ataupun cedera pada tulang belakang terlebih jika pekerjaan tersebut tidak dilakukan dengan benar. Menurut Tarwaka (1985) mengatakan bahwa jikalau resiko tuntutan kerja lebih besar dari kemampuan seseorang maka akan terjadi penampilan kerja yang bisa dimulai oleh adanya ketidaknyamanan, *overstress*, kecelakaan kerja, cedera, rasa sakit dan tidak produktif.

Dalam studi kasus penelitian ini menggunakan simulasi seseorang mengangkat benda kerja seberat 8 kg, dengan *handling Good*. Benda itu berupa buku yang ditumpuk, lalu diangkat dengan metode *MPL (Maximal Permissible Limit)*. Dengan tinggi pengangkatan kurang lebih 50 cm dari permukaan lantai. Nantinya dalam pengukuran beban kerja ini akan mencari titik aman dalam menentukan beban kerja yang dilakukan oleh operator. Objek yang digunakan dalam penelitian adalah HA (21) dan AA (22), dengan berat badan 60 kg dan 57 Kg. Tempat penelitian ini dilakukan di ruang Laboratorium APK pada jam kuliah

Metode Penelitian

Objek Penelitian

Sumber data dari penelitian dilakukan dengan mengambil data sampel dari pengamatan langsung kepada operator *book lift* di Laboratorium APK. Objek penelitian yang menjadi media pengukuran untuk memperoleh data *check sheet* dalam menganalisis denyut jantung kerja dan istirahat, ialah 2 (dua) objek operator, yaitu:

| | | | |
|------------------|-------------|------------------|-------------|
| Nama | : HA (21) | Nama | : AA (22) |
| Gender | : Laki-laki | Gender | : Laki-laki |
| Berat badan | : 60 Kg | Berat badan | : 57 Kg |
| Waktu pengamatan | : 25 menit | Waktu Pengamatan | : 25 menit |

Alat yang Digunakan

Untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat, maka diperlukan kegiatan pengukuran untuk menunjang kecukupan data pada laporan ini, pengukuran dilakukan dengan objek pengukuran dengan menggunakan peralatan pengukuran, berikut adalah alat yang digunakan :

1. Meteran/penggaris dan Alat tulis
2. Timbangan
3. Kamera *Handphone*
4. Buku seberat 8 kg (*handle good*)

Perolehan Data Berdasarkan Jenis

Data yang berdasarkan jenisnya, data yang diambil dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Data kuantitatif, yaitu data yang dihasilkan langsung dari penelitian, penulisan, penulis yang datang langsung dari instansi-instansi yang terkait.
2. Data kualitatif, yaitu data yang tidak dapat dihitung diukur atau dihitung dengan angka

Tahapan Penelitian

Identifikasi Masalah untuk mengetahui karakteristik dalam proses mendesain waktu kerja dan istirahat yang ideal demi menunjang kenyamanan serta meningkatkan proses kerja maka dibutuhkan pengukuran denyut jantung. Kumpulan data-data penelitian berasal dari:

1. Data Primer Merupakan data langsung dari sumbernya, meliputi Hasil Observasi di Laboratorium APK disebut juga pengamatan, yang dilakukan di bagian arsip yang menunjukkan data pengukuran biomekanika postur dan gerak tubuh operator.
2. Diskusi Pembahasan data-data yang telah terkumpul akan di uji validitasnya dan kecukupan datanya terlebih dahulu untuk mendapatkan informasi paling akurat.
3. Data Sekunder Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, didapat dari: Data dari dokumen jurnal lain berisi tentang pengukuran-pengukuran identifikasi studi kasus biomekanika untuk mengetahui gaya tekan pada sudut inklinasi yang pernah diteliti.

Analisa Data

Untuk mengetahui karakteristik dalam proses mendesain waktu kerja dan istirahat yang ideal biomekanika untuk mengetahui gaya tekan pada sudut inklinasi, yaitu dengan melalui penelitian secara observasi. Memperoleh data yang sudah ada di tempat sumber penelitian. Maka peneliti akan membahasnya secara deskriptif. Hasil yang telah tersedia akan dibahas dengan membandingkan dengan peraturan yang ada maupun dengan teori yang sudah ada.

Tahap Pembahasan

Setelah melakukan pengolahan data, kemudian telah diperoleh hasil berupa nilai analisis biomekanika, analisis sudut-sudut inklinasi dan gaya tekan operator di Laboratorium APK, sehingga dapat dilakukan analisis mengenai kondisi operator *book lift*, apakah pekerjaan atau aktivitas operator tersebut dapat dikategorikan aman atau tidak aman.

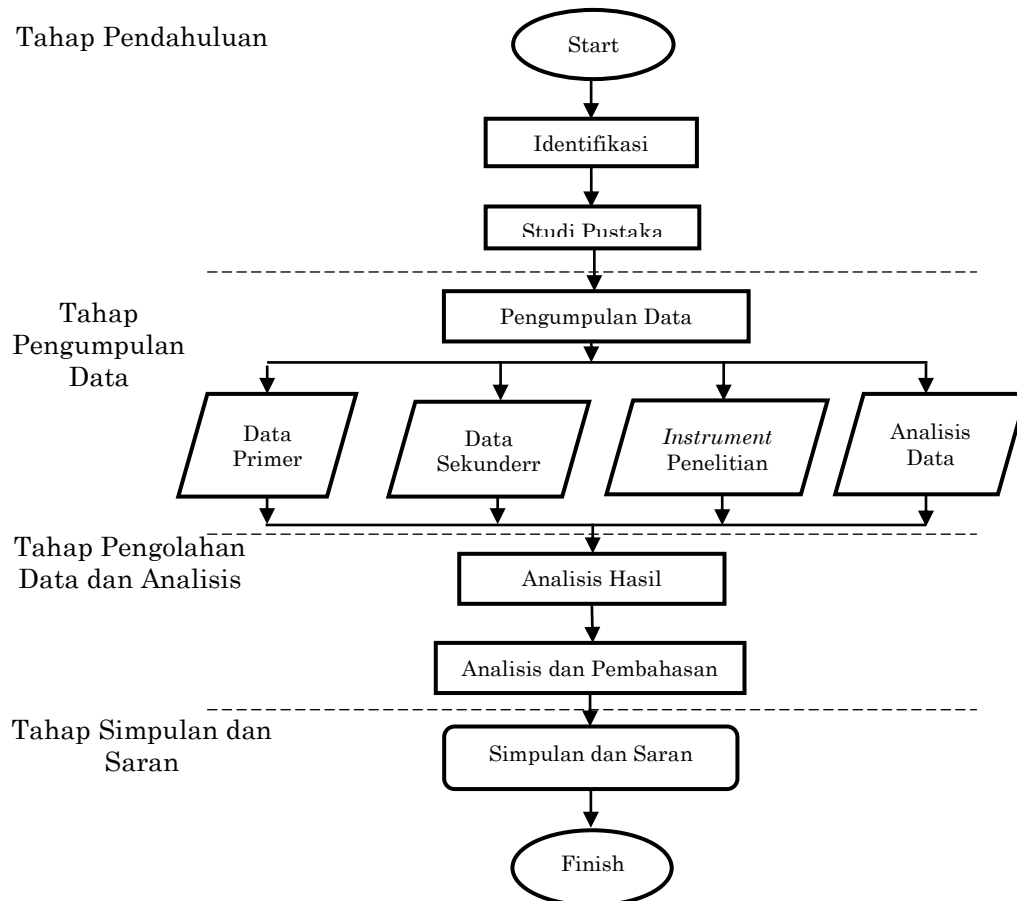
Simpulan

Tahapan terakhir yang dilakukan yaitu kesimpulan dan saran. Penarikan kesimpulan berisi tentang hal-hal pokok dari hasil akhir secara keseluruhan, yang ditujukan untuk memberikan masukan dan petunjuk kepada operator untuk pengembangan selanjutnya berdasarkan analisis dan penelitian. Pada penelitian ini kesimpulan berisikan tentang

kondisi analisis biomekanika, analisis sudut-sudut inklinasi dan gaya tekan operator guna untuk meminimalisir gaya tekan operator terhadap perkarjaanya dan pemecahan masalah terkait dengan permasalahan tersebut.

Diagram Alir Penelitian

Rangkain tahap penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah hingga memperoleh hasil yang diteliti maka dieprlukan diagram alir penelitian. Berikut ini adalah Gambar 1 diagram alir penelitian yang digunakan:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Identifikasi Data

Pengamatan difokuskan pada pekerja pengangkat satu ikat buku di ruang Laboratorium APK, yaitu pada bagian yang memindahkan buku langsung dari lantai menuju sudut inklinasi perut atau lokasi tujuan yang telah ditentukan dengan berat buku 8 kg. Alat yang digunakan untuk pengujian segmentasi tubuh menggunakan meteran gulung, untuk pengujian sudut-sudut pada segmentasi tubuh menggunakan sketsa sudut secara manual, serta *stopwatch* dan alat ukur lainnya.

Hasil Pengukuran Biomekanika

Dalam tabel di bawah ini menunjukkan bahwa nilai untuk berat pada telapak tangan pada HA sebesar 3,2026 N dan pada AA sebesar 3,3136 N dengan variabel dari masing-masing komponennya seperti variabel berat objek, variabel berat badan, yang dapat mempengaruhi

kinerja pada bagian telapak tangan. Berikut Tabel 1 dan 2 adalah hasil perhitungan biomekanikanya menggunakan perhitungan NIOSH (*The National Institute for Occupational Safety and Health*).

Tabel 1. Hasil Pengolahan Biomekanika Objek HA

| Perhitungan Pada Telapak Tangan | | | | | |
|--|-------------|------------|---------|---------|----------|
| No | Wo (N) | Wbadan (N) | Wh (N) | Fyw (N) | Mw (N) |
| 1 | 80 | 600 | 3,6 | 43,6 | 3,2026 |
| Perhitungan Pada Lengan Bawah | | | | | |
| No | $\lambda 2$ | WLA (N) | Fye (N) | Me (N) | |
| 2 | 0,43 | 10,2 | 53,8 | 8,385 | |
| Perhitungan Pada Lengan Atas | | | | | |
| No | $\lambda 3$ | WuA (N) | Fys (N) | Ms | |
| 3 | 0,436 | 16,8 | 70,6 | 6,091 | |
| Perhitungan Pada Punggung | | | | | |
| No | $\lambda 4$ | Wt (N) | Fyt (N) | Mt (N) | Wtot (N) |
| 4 | 0,67 | 300 | 370,6 | 289,358 | 441,2 |

Tabel 2. Hasil Pengolahan Biomekanika Objek AA

| Perhitungan Pada Telapak Tangan | | | | | |
|--|-------------|------------|---------|---------|----------|
| No | Wo (N) | Wbadan (N) | Wh (N) | Fyw (N) | Mw (N) |
| 1 | 84 | 612 | 3,8 | 44,1 | 3,3136 |
| Perhitungan Pada Lengan Bawah | | | | | |
| No | $\lambda 2$ | WLA (N) | Fye (N) | Me (N) | |
| 2 | 0,45 | 11,3 | 54,41 | 8,986 | |
| Perhitungan Pada Lengan Atas | | | | | |
| No | $\lambda 3$ | WuA (N) | Fys (N) | Ms | |
| 3 | 0,502 | 17,3 | 73,3 | 7,011 | |
| Perhitungan Pada Punggung | | | | | |
| No | $\lambda 4$ | Wt (N) | Fyt (N) | Mt (N) | Wtot (N) |
| 4 | 0,69 | 334 | 383,2 | 290,551 | 453,7 |

Hasil untuk perhitungan pada lengan bawah didapat kajian yaitu untuk berat pada lengan bawah pada HA sebesar 8,385 N dan pada AA sebesar 8,986 N, di pengaruhi oleh variabel-variabel lainnya seperti lamda pada HA sebesar 0,43 N dan pada AA sebesar 0,45 N. Pada perhitungan lengan atas pada HA dengan berat sebesar 6,091 N dan pada AA sebesar 7,001 N yang dipengaruhi oleh lamda pada HA sebesar 0,436 N dan AA sebesar 0,502 N.

Perhitungan pada punggung yang sangat dipengaruhi oleh lamda pada HA sebesar 0,67N dan pada AA sebesar 0,69, juga momen resultan pada HA sebesar 289,358 N dan pada AA sebesar 290,551 N, yang nanti akan digunakan dalam mencari nilai berat keseluruhan pada dengan mengalikan 2 nilai pada bagian-bagian berat tertentu sehingga dapat dicari nilai beserta total pada HA sebesar 441,2 N dan AA sebesar 453,7 N, sehingga semua yang dibutuhkan untuk mencari keamanan dalam melakukan suatu pekerjaan nantinya dapat diminimalisir dengan adanya perhitungan seperti ini.

Hasil Pengolahan Sudut Inklinasi

Hasil Pengolahan Sudut Inklinasi Objek HA dan AA dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Sudut Inklinasi Objek HA

| No | Tekanan Perut (PA) | Gaya Perut (FA) | Gaya Otot (Fm) | Gaya Tekan (Fc) |
|----|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | -30,64 | -14247,6 | 37131,88 | -22572,3 |

Tabel 4. Hasil Pengolahan Sudut Inklinasi Objek AA

| No | Tekanan Perut (PA) | Gaya Perut (FA) | Gaya Otot (Fm) | Gaya Tekan (Fc) |
|----|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | -33,11 | -16265,1 | 32999,43 | -29972,9 |

Jadi dengan Gaya tekan pada HA sebesar -22572,3 N dan pada AA sebesar -29972,9 N diperoleh notifikasi nilai dengan acuan kompresi pada L5/S1 berdasarkan ketentuan newton dengan nilai perbandingan sebesar 3400 N. Yang berarti dalam perbandingan tersebut mempunyai relasi atau sinopsis yang dinyatakan untuk mendapatkan kategori aman dan tidak aman.

Didapatkan perbandingan untuk nilai atau beban kerja yang aman yaitu L5/S1 harus kurang dari 3400 N. Sebaliknya jika beban kerja itu mengandung resiko yang besar didapatkan rumusan bahwa L5/S1 lebih besar dari 3400 N dan berbahaya bagi tulang belakang.

Simpulan

Dalam penelitian ini didapat kesimpulan bahwa nilai berat keseluruhan pada dengan mengalikan 2 nilai pada bagian-bagian tertentu sehingga dapat dicari nilai berat total pada HA yaitu sebesar 441,2 N dan pada AA sebesar 453,7 N, sehingga semua yang dibutuhkan untuk mencari keamanan dalam melakukan suatu pekerjaan nantinya dapat diminimalisir dengan adanya perhitungan seperti ini.

Jadi dengan Gaya tekan pada HA sebesar -22572,3 N dan pada AA sebesar -29972,9 N didapatkan notifikasi nilai dengan acuan kompresi pada L5/S1 berdasarkan ketentuan newton dengan nilai perbandingan sebesar 3400 N. Yang berarti dalam perbandingan tersebut mempunyai relasi atau sinopsis yang dinyatakan aman dan terhindar dari cedera tulang belakang.

Didapatkan perbandingan untuk nilai atau beban kerja yang aman yaitu L5/S1 harus kurang dari 3400 N. Sebaliknya jika beban kerja itu mengandung resiko yang besar didapatkan rumusan bahwa L5/S1 lebih besar dari 3400 N dan berbahaya bagi tulang belakang.

Daftar Pustaka

- [1] Nurmiyanto, Eko. 2004. Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya, *Edisi Kedua, Perguruan Tinggi Guna Widya, Surabaya*.
- [2] Seviana Rinawati dan Romadona. 2015. Analisis Risiko Postur Kerja Pada Pekerja Di Bagian Pemilahan Dan Penimbangan Linen Kotor RS. X. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health* 1, 39 – 51.
- [3] Nurdian Evadario, Endang Dwiyanti. 2017. Postur Kerja Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Manual Handling Bagian Rolling Mill. Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 6, No. 1. 97–106.

- [4] Sulistyani. 2003. Analisa Manual Material Handling Dengan Konsep NIOSH, *Fakultas Teknik, UMS: Surakarta*.
- [5] Satalaksana Z. Iftikar, Anggawisastra R, John H. Tjakraatmaja. 1979. Teknik Tata Cara Kerja, *Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, Bandung*.
- [6] Tarwaka; Hadi; Solichul dan Sudiajeng, Lilik. 1985. *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, UNIBA Press, Surakarta.
- [7] Wignjo Soebroto, Sritomo. 1995. *Studi Gerak dan Waktu*, Edisi pertama, PT. Guna Widya, Jakarta.
- [8] Mutia Osni. 2012. Gambaran Faktor Resiko Ergonomi dan keluhan Subjektif Terhadap Gangguan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Penjahit Sektor Informal Di Kawasan Home Industry RW 6 Kelurahan Cipadu Tangerang. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*.
- [9] Tanjung Mahardika, Darminto Pujotomo. 2014. Perancangan Fasilitas Kerja Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msd) Dengan Metode Rappid Entire Body Assesment Pada Pekerja Pembuatan Paving Dan Batako Pada Ukm Usaha Baru. Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro. *J@TI Undip*, Vol IX, No 2.
- [10] Qutubuddin dan A,G, S Kuma. 2013. Ergonomic Evaluation of Tasks Performed by Workers in Manual Brick in Karnataka, India. *Global Journal of Researches in Engineering*, vol 13. India: Global Journal inc.
- [11] Meri Andriani. 2017. Identifikasi Postur Kerja Secara Ergonomi Untuk Menghindari Musculoskeletal Disorders. Universitas Samudra, Meurandeh Prodi Teknik Industri. *Seminar Nasional Teknik Industri*.

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan hasil dari penelitian internal yang mencoba menghubungkan lingkup ilmu kesehatan dengan lingkup kesehatan dan keselamatan kerja di bidang industri. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada mahasiswa prodi Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Musi Charitas atas kesediaan melakukan penelitian di bidang kesehatan dan keselamatan kerja ergonomis industri, kepada pimpinan Universitas Musi Charitas, yang telah memberikan kami kesempatan untuk menulis jurnal atau artikel ini. Kepada Universitas Teknologi Yogyakarta yang memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di lingkungan kampus, serta Ketua Program Studi Teknik Industri yang berkenan membimbing dalam penelitian ini. Dan yang terakhir terima kasih kepada seluruh kolega di Universitas Katolik Musi Charitas atas dukungan dan semangatnya.