

USULAN PERBAIKAN POSTUR TUBUH PEKERJA PADA KEGIATAN PERAKITAN (ASSEMBLY) DI PT. HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT)

Bariqi Rahadyan Putera* , Ary Arvianto

Email : *bariqirp@gmail.com

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

Manual material handling merupakan kajian studi yang sangat penting di dunia industri. Tenaga manusia berperan utama dalam aktivitas manual material handling. Fleksibilitas gerakan merupakan salah satu alasan untuk industri yang masih memanfaatkan penanganan material secara manual. Pada PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia (HCMI) memiliki berbagai macam kegiatan pekerjaan secara otomatis ataupun manual. Dalam paper ini akan dibahas tentang kegiatan perakitan (*Assembly*) yang masih menggunakan pekerja dengan postur yang kurang baik. Disisi lain, postur yang dilakukan pada aktivitas tersebut dapat menyebabkan cedera tulang belakang (*Low Back Pain*). Oleh karena itu, sebuah rancangan perbaikan akan disarankan agar setiap pekerja kegiatan perakitan (*Assembly*) menjadi lebih baik dan memiliki tingkat efisiensi dan efektivitas yang baik sehingga para pekerja tidak menjadi korban dari sebuah pekerjaan yang dilakukan. Pada paper ini digunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) yang dapat mengidentifikasi gerakan baru yang diciptakan apakah sesuai dengan tingkat ergonomi yang baik atau tidak sehingga pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan aman.

Kata kunci: *Ergonomic Posture; Rapid Upper Limb Assessment; Musculoskeletal Disorders; Produktivitas Kerja; Software CATIA*

Abstract

Manual material handling is a very important study findings in the industrialized world. Manpower play as a key role in the activity of manual material handling. Flexibility of movement is one of the reasons for the industry that still utilize manual materials handling. At the PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia (HCMI) has a wide range of work activities automatically or manually. In this paper will be discussed about the activities of the assembly that were still using workers with poor posture. On the other hand, postures performed on these activities can cause low back pain. Therefore, an improvement plan will be recommended that each worker assembly activities for the better and has a better efficiency and effectiveness so that the workers do not become a victim of a work performed. In this paper used the method of RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) which can identify whether the new movement created in accordance with the level of ergonomics is good or not so workers can work comfortably and safely.

Keywords *Ergonomic Posture; Rapid Upper Limb Assessment; Musculoskeletal Disorders; Produktivitas Kerja; Software CATIA*

PENDAHULUAN

Tingkat keoptimalan suatu pekerjaan salah satunya dipengaruhi oleh kinerja dari operator atau pekerja yang bersangkutan. Pekerjaan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kondisi kerja, tempat kerja, dan postur kerja. Faktor-faktor tersebut pada dasarnya akan mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan kerja.

Tingkat keamanan dan kenyamanan pekerja yang buruk salah satunya akan mengakibatkan sebuah *musculoskeletal disorders (MSDs)*. Hal itu berupa cedera otot urat syaraf, urat daging, tulang, persendian tulang, tulang rawan yang disebabkan oleh aktivitas kerja.

Postur kerja menjadi suatu bahan yang menarik untuk dikaji, hal ini terbukti dengan munculnya berbagai metode analisis postur. Perjalanan metode analisis postur diawali dengan diaplikasikannya metode OWAS. Kemudian pada tahun 1995 muncul metode *Rapid Entire Body Assesment (REBA)* dan *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* pada tahun 1993. Metode RULA diperkenalkan oleh Dr. Lynn Mc Atamney dan Dr. Nigel Corlett yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics).

Pada penelitian ini dilakukan penyesuaian postur kerja pada pekerja kegiatan perakitan (*assembly*) dengan

menggunakan metode RULA. Metode RULA dipilih karena merupakan metode baru dibandingkan dengan kedua metode lainnya. Dipilihnya pekerja pada kegiatan perakitan (*assembly*) ini dikarenakan terlihat adanya gerakan dari bagian tengah keatas berulang yang dikarenakan yang memerlukan energi yang berlebih. Maka dari itu tingkat resiko yang ada pada postur tubuh harus dapat dikendalikan sehingga akan membuat permasalahan bagaimana membentuk postur tubuh pekerja yang baik menurut metode ergonomi yang diterapkan. Tujuan yang hendak dicapai dalam pelaksanaan kerja praktek di PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia ini memberikan rekomendasi posisi tubuh pekerja pada proses perakitan (*Assembly*) sehingga dapat dilakukan upaya pengendalian risiko dan menciptakan kenyamanan dalam bekerja.

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi

Menurut *International Ergonomic Association (IEA)*, ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang artinya kerja dan *nomos* yang artinya hukum alam, sehingga ergonomi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan dan elemen-elemen lain dalam suatu sistem dan pekerjaan yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk merancang suatu sistem yang optimal, dilihat dari sisi manusia dan kinerjanya (Nurmianto, 1998).

Biomekanika

Menurut Nurmianto (1998) biomekanika adalah ilmu yang mempelajari mengenai gayagaya internal dan eksternal dan bekerja pada tubuh manusia dan akibat – akibat dari gaya-gaya yang dihasilkan. Menurut Frankel dan Nordin pada tahun 1980 biomekanika merupakan ilmu mekanika teknik untuk analisa sistem kerangka otot manusia.

Biomekanika terbagi menjadi dua, yaitu :

1. *General Biomechanic*

General biomechanic atau biomekanika umum adalah bagian dari biomekanika yang berbicara mengenai hukum-hukum dasar yang mempengaruhi tubuh organik manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak.

2. *Occupational Biomechanic*

Occupational biomechanic didefinisikan sebagai bagian dari mekanik terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material, dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada sistem kerangka otot agar produktivitas kerja dapat meningkat. (Chaffin & Anderson, 1984 dalam Wignjosobroto, 1995).

MSDs (*Musculoskeletal Disorders*)

Musculoskeletal disorders atau keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian otot skeletal dirasakan oleh seseorang mulai keluhan yang ringan hingga keluhan yang terasa sangat sakit. Apabila otot statis menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Hal inilah yang menyebabkan rasa sakit, keluhan ini disebut cedera pada sistem Muskoskeletal (*grandjean*, 1993, *Lemasters*, 1996 dalam Wignjosobroto, 1995).

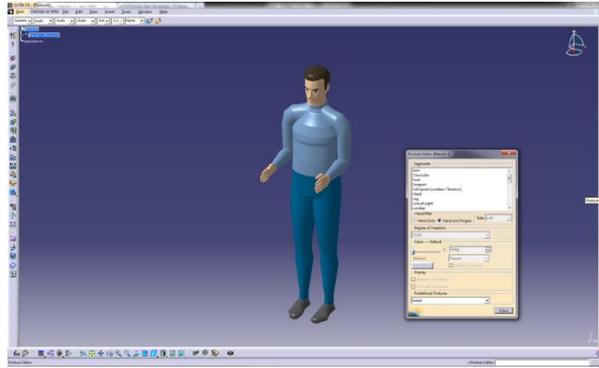
Metode RULA

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan suatu *tool* yang berbentuk survei untuk mengidentifikasi pekerjaan yang menyebabkan resiko cedera kumulatif (*Cummulative Trauma Disorders/CTD*) melalui analisis postur, gaya, dan penggunaan otot. *Tool* ini merupakan *screening tool* yang mendetail untuk menguji kecenderungan pekerja terhadap resiko cedera pada postur, gaya, penggunaan otot, dan pergerakan pekerja pada saat melakukan pekerjaannya.

Metode ini menggunakan diagram dari postur tubuh dan tiga tabel skor dalam menetapkan evaluasi faktor resiko. Dalam mempermudah penilaian postur tubuh, maka tubuh dibagi atas 2 segmen grup yaitu grup A dan grup B. kemudian, dari kedua skor tersebut digabungkan untuk mendapatkan nilai akhir dengan menggunakan tabel C sehingga skor postur akan terbentuk dan menunjukkan bagaimana resiko yang terjadi pada gerakan yang sudah dilakukan. Oleh karena itu, metode ini sangat berguna untuk menunjukkan bagaimana resiko pekerja selama melakukan pekerjaan.

Software CATIA

CATIA merupakan salah satu program software untuk *engineering* yang banyak dipakai dalam industri pesawat terbang, otomotif, serta industri lainnya. Hal ini ditunjang dengan kehandalan CATIA dalam desain produk assembling yang mempunyai jumlah komponen banyak juga kemampuan lainnya dalam *shape design*, *styling*, serta kemudahan (*user friendly*) dalam mengoperasikan softwerenya. Selain itu, catia juga dapat mengukur tingkat cidera yang dialami oleh seorang peekerja dalam melakukan pekerjaan di sebuah perindustrian. Keunggulan - keunggulan tersebut menjadikan CATIA sebagai software yang menarik untuk dipelajari membuka wawasan seluas-luasnya untuk bereksplorasi dalam mengembangkan kemampuan disain dan manufakturnya secara terintegrasi.



Gambar 1. Software Catia

Tabel.1 Rekapitulasi Gerakan Sebelum Perbaikan

No	Pekerjaan	Skor Akhir Reba	Tingkat Resiko	Tindakan
1	Memasang pin	8	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
2	Membawa hose	4	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek
3	Memasang baut dengan bantuan alat bor	8	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
4	Memasang baut pada hose	8	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
5	Memasang pipa hidrolik	6	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa metode yang digunakan untuk meneliti postur tubuh pekerja pada PT. HCMI, berikut metodologi penelitian yang dilakukan oleh peneliti :

1. Perumusan masalah, pengambilan masalah yang terjadi pada kasus perusahaan PT. HCMI.
2. Tujuan penelitian, menentukan tujuan penelitian berupa usulan postur tubuh yang baik untuk memperbaiki kegiatan perakitan (*Assembly*).
3. Studi pustaka & Pengumpulan data, pembelajaran yang dilakukan untuk melihat *tools* apa yang digunakan untuk memperbaiki postur tubuh.
4. Pengolahan data, pengolahan yang dilakukan dengan melihat ukuran – ukuran postur yang baik.
5. Analisis hasil.
6. Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

PT. HCMI memiliki berbagai macam kegiatan dalam produksinya akan tetapi hal yang teliti oleh peneliti disini adalah tentang pekerjaan perakitan

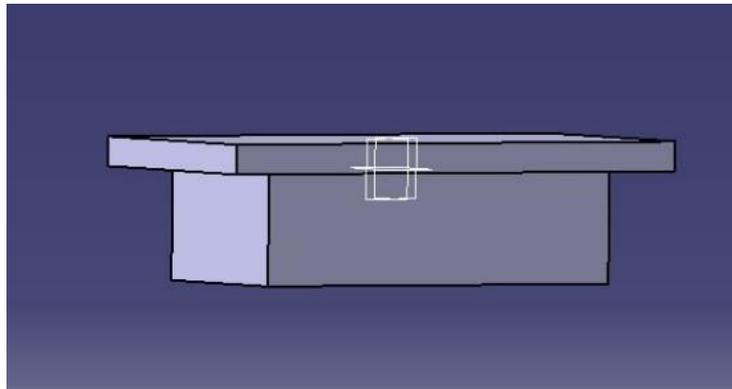
(*Assembly*) dimana masih banyak menggunakan kerja manual sehingga operator memiliki berbagai macam gerakan yang dapat menimbulkan resiko kerja.

Berikut adalah hasil rekapitulasi postur tubuh yang telah dinilai tingkat resiko kecelakannya dengan metode ergonomi REBA (Rapid Entire Body Assessment), hasil ini menjadi bagian yang akan di perhitungkan untuk menentukan usulan yang baik. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Sesuai dengan bentuk postur tubuh yang terbentuk oleh pegawai pada PT.HCMI, pada penelitian ini digunakan perhitungan untuk melihat berapa besar gaya tekan yang terjadi pada segmen tulang belakang (L5/S1). Berikut perhitungan hasil perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan gaya tekan yang terdapat pada Tabel 2.

Pengolahan Data

Usulan postur tubuh yang dilakukan dapat digunakan sebuah rekomendasi alat bantu yang digunakan agar postur tubuh tersebut dapat optimal dalam penilaiannya. Pada pekerjaan - pekerjaan tersebut akan lebih baik jika benda yang akan dirakit ditahan oleh sebuah jig yang be-



Gambar 2. Rekomendasi Alat Bantu

Tabel 2. Gaya Tekan Pada Tulang Belakang (L5/S1)

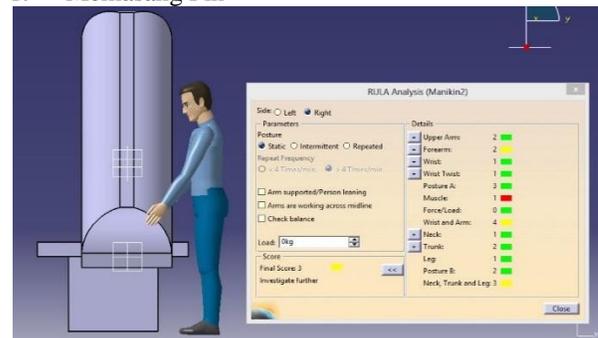
PEKERJA	NAMA	GAYA KOMPRESI	RESIKO
1	Numardi	820,82 N	Ketebalan dari <i>intervertebral disc</i> berkurang
2	Eko Suroso	157,47 N	Rasa nyeri pada tulang belakang (<i>back injuries</i>)
3	Ryan	308,79 N	Rasa nyeri pada tulang belakang (<i>back injuries</i>)
4	Mario	1408,52 N	Ketebalan dari <i>intervertebral disc</i> berkurang
5	Agung	396,18 N	Rasa nyeri pada tulang belakang (<i>back injuries</i>)

ukuran panjang 350cm, lebar 160cm, dan tinggi 50cm untuk meninggikan benda tersebut agar sesuai dengan jangkauan tangan dan tubuh pegawai pada proses perakitan (*Assembly*).

Pada perhitungan yang telah dilakukan akan diberikan rekomendasi perbaikan untuk digunakan pada perusahaan PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia. Rekomendasi perbaikan yang sebaiknya dilakukan dalam proses perakitan (*Assembly*) untuk kegiatan memasang pin, membawa hose, memasang baut dengan bantuan alat bor, memasang baut pada hose, memasang pipa hidrolis, dan memasang pipa hidrolis adalah sebuah perbaikan dalam bentuk postur tubuh maupun penambahan alat bantu untuk proses perakitan (*Assembly*) yang dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam pembentukan sebuah usulan perbaikan postur tubuh pada kegiatan perakitan (*Assembly*) dibutuhkan berbagai faktor ergonomi yang harus ditentukan oleh sebuah

metode agar menunjang perbaikan tersebut menjadi postur yang ideal. Berikut usulan perbaikan yang dibentuk dengan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*):

1. Memasang Pin



Gambar 3. Usulan Gerakan Memasang Pin

Pada Gambar 3, postur memiliki nilai skor 3 dibentuk dengan berbagai macam derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pin yaitu lengan atas memiliki pergerakan 20° - 45° , lengan bawah memiliki pergerakan 0° - 60° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 10° - 20° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berlutut.

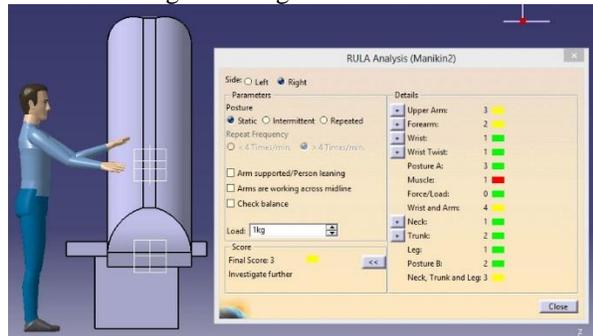
2. Membawa Hose



Gambar 4. Usulan Gerakan Membawa Hose

Pada Gambar 4, postur memiliki nilai skor 3 dibentuk dengan berbagai macam derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pin yaitu lengan atas memiliki pergerakan 20° - 45° , lengan bawah memiliki pergerakan 0° - 60° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 0° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berdiri.

3. Memasang baut dengan bantuan alat bor

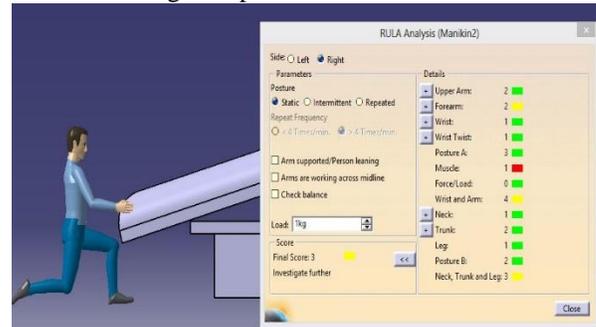


Gambar 5. Usulan Gerakan Memasang Baut Dengan Bor

Pada Gambar 5, postur memiliki nilai skor 3 dibentuk dengan berbagai macam derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pin yaitu lengan atas memiliki pergerakan 20° - 45° , lengan bawah memiliki pergerakan 0° - 60° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 10° - 20° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berdiri.

0° - 45° , lengan bawah memiliki pergerakan 0° - 60° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 10° - 20° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berdiri.

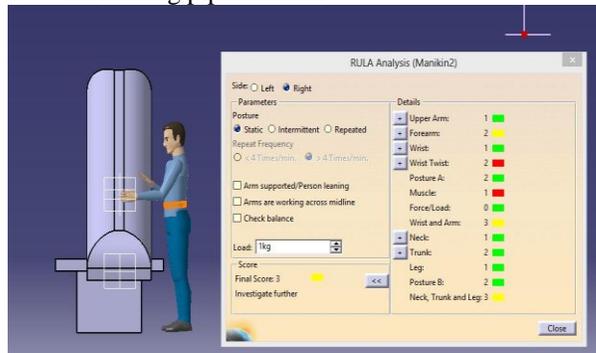
4. Memasang baut pada hose



Gambar 6. Usulan Gerakan Memasang Baut Pada Hose

Pada Gambar 6, postur memiliki nilai skor 3 dibentuk dengan berbagai macam derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pin yaitu lengan atas memiliki pergerakan 45° , lengan bawah memiliki pergerakan 60° - 100° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 10° - 20° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berlutut.

5. Memasang pipa hidrolis



Gambar 7. Usulan Gerakan Memasang Pipa Hidrolis

Pada Gambar 7, postur memiliki nilai skor 3 dibentuk dengan berbagai macam derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pin yaitu lengan atas memiliki pergerakan 45° - 90° , lengan bawah memiliki pergerakan 0° - 60° , pergelangan tangan memiliki pergerakan netral, tidak ada putaran yang terjadi pada pergerakan pergelangan tangan, leher memiliki pergerakan 10° - 20° , batang tubuh memiliki pergerakan 0° , dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berdiri.

Tabel.3 Rekapitulasi Gerakan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

No	Pekerjaan	Skor Akhir Sebelum Perbaikan	Skor Akhir Sesudah Perbaikan	Keterangan
1	Memasang pin	8	3	Pengurangan skor senilai 5 sehingga resiko semakin kecil
2	Membawa hose	4	3	Pengurangan skor senilai 1 sehingga resiko semakin kecil
3	Memasang baut dengan bantuan alat bor	8	3	Pengurangan skor senilai 5 sehingga resiko semakin kecil
4	Memasang baut pada hose	8	3	Pengurangan skor senilai 5 sehingga resiko semakin kecil
5	Memasang pipa hidrolik	6	3	Pengurangan skor senilai 3 sehingga resiko semakin kecil

h memiliki pergerakan 0° - 90°, dan posisi kaki dibentuk dengan posisi berdiri.

Analisis

Berikut analisis yang dibuat untuk mengukur usulan perbaikan postur tubuh pekerja pada kegiatan perakitan (*Assembly*):

1. Memasang pin

Pada gerakan ini Skor RULA yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 3 dimana berartikan sangat sedikit resiko yang ditimbulkan. Pada sebelumnya gerakan memasang pin memiliki nilai sebesar 8. Oleh karena itu, gerakan yang baru dapat membantu pekerja untuk melakukan pekerjaan yang nyaman dan tidak membuat kelelahan atau rasa nyeri pada tubuh.

2. Membawa hose

Pada gerakan ini Skor RULA yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 3 dimana berartikan sangat sedikit resiko yang ditimbulkan. Pada sebelumnya gerakan memasang pin memiliki nilai sebesar 4. Oleh karena itu, gerakan yang baru dapat membantu pekerja untuk melakukan pekerjaan yang nyaman dan tidak membuat kelelahan atau rasa nyeri pada tubuh.

3. Memasang baut dengan bantuan alat bor

Pada gerakan ini Skor RULA yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 3 dimana berartikan sangat sedikit resiko yang ditimbulkan. Pada sebelumnya gerakan memasang pin memiliki nilai sebesar 8.

Oleh karena itu, gerakan yang baru dapat membantu pekerja untuk melakukan pekerjaan yang nyaman dan tidak membuat kelelahan atau rasa nyeri pada tubuh.

4. Memasang baut pada hose

Pada gerakan ini Skor RULA yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 3 dimana berartikan sangat sedikit resiko yang ditimbulkan. Pada sebelumnya gerakan memasang pin memiliki nilai sebesar 8. Oleh karena itu, gerakan yang baru dapat membantu pekerja untuk melakukan pekerjaan yang nyaman dan tidak membuat kelelahan atau rasa nyeri pada tubuh.

5. Memasang pipa hidrolik

Pada gerakan ini Skor RULA yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 3 dimana berartikan sangat sedikit resiko yang ditimbulkan. Pada sebelumnya gerakan memasang pin memiliki nilai sebesar 6. Oleh karena itu, gerakan yang baru dapat membantu pekerja untuk melakukan pekerjaan yang nyaman dan tidak membuat kelelahan atau rasa nyeri pada tubuh.

Dari hasil analisis diatas menunjukkan bahwa setiap gerakan memiliki perbaikan postur tubuh yang baik sehingga mampu membuat pekerja merasa nyaman dengan gerakan tersebut. Selain itu, akan meningkatkan produktivitas yang tinggi untuk perusahaan. Berikut dibawah ini merupakan rekapitulasi yang telah dibentuk dari penilaian postur kerja sebelum dan sesudah adanya usulan perbaikan pada Tabel 3.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan analisis yang telah dilakukan pada laporan ini maka dapat diambil kesimpulan yaitu gerakan memiliki gerakan baru yang lebih bersifat ergonomi sehingga resiko yang ditimbulkan tidak besar dan sangat aman untuk digunakan dalam bekerja. Gerakan yang lama memiliki berbagai macam nilai seperti memasang pin memiliki nilai skor sebesar 8, membawa *hose* memiliki nilai skor sebesar 4, memasang baut dengan bantuan alat bor memiliki nilai skor sebesar 8, memasang baut pada *hose* memiliki nilai skor sebesar 8, dan memasang pipa hidrolis memiliki nilai skor sebesar 6. Hasil dari gerakan – gerakan yang baru memiliki nilai skor RULA sebesar 3 yang berartikan memiliki resiko yang sangat kecil sehingga perubahan dibutuhkan suatu saat dan sangat aman untuk pekerjaan pada proses perakitan (*Assembly*). Maka demikian, sebuah usulan postur tubuh pekerja sangat dibutuhkan untuk menunjang kinerja dari para pekerja perusahaan untuk tetap bisa bekerja dengan keselamatan dan kesehatan kerja yang baik.

Saran

Untuk memperbaiki postur kerja pada aktivitas perakitan (*Assembly*), ada beberapa upaya yang dapat diterapkan diantaranya yaitu pada proses perakitan (*Assembly*) sebaiknya benda diberi penopang untuk menyesuaikan benda dengan jangkauan pekerja. Lalu, sebaiknya dilakukan rotasi pekerja agar pekerja tidak terus menerus melakukan pekerjaan tersebut. Selain itu, diadakan training untuk kegiatan yang sudah ada standar sehingga pekerja merasa aman dan nyaman dengan pekerjaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, A.D. (2010). *Hubungan Composite Lifting Indeks Terhadap Keluhan Sistem Muskuloskeletal Pada Pekerja Palleting Di Area Aqua 1500 Ml Pt. Tirta Investama Pandaan Pasuruan Jawa Timur*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- James, G.H. (1985). *The Biomechanic of Sport Techniques*. New Jersey: Prentice Hall Englewood Cliffs.
- Nurmianto, Eko. (1998). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Santoso, G. (2004). *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Jakarta : Prestasi Pustaka
- Suhardi, B. (2008). *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen

Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Tawarka, Solichul, Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : Uniba Press

Wignosoebroto, S. (1995). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya : PT. Guna Widya.