

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tidak lupa shalawat dan salam juga tercurah kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW. Skripsi yang berjudul “**PERANCANGAN POSTUR KERJA DAN ALAT BANTU PADA PROSES SCARFING DENGAN ANALISIS BIOMEKANIKA**” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik di Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.

Didalam penulisan skripsi ini, banyak hambatan yang penulis hadapi. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mamahku sayang yang kupersembahkan skripsi ini untuk beliau, terimakasih atas kesabarannya, kekuatannya, doa yang tak pernah berhenti dicurahkan untuk penulis, dan telah merawat, mendidik, membimbing dan mencurahkan seluruh cintanya.
2. Abahku tercinta yang takpernah lelah menjadi pahlawanku, terimakasih atas seluruh pengertiannya, pelajarannya, doanya yang tak pernah putus untuk penulis, dukungan moril maupun materil, terimakasih telah merawat, mendidik, membimbing dan mencurahkan seluruh cintanya.
3. Keluargaku tersayang Mbak Diana, Mbak Lia, Dek Altha, Mustofa dan Mas Kahfi yang telah memberikan dukungan moril maupun materil dan telah mendidik, membimbing dan mencurahkan seluruh cintanya.
4. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri sekaligus dosen pembimbing I yang selalu sabar dalam membimbing, memberikan masukan, arahan, motivasi, dan ilmu yang sangat berharga.
5. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang juga selalu sabar dalam membimbing, memberikan masukan, arahan, motivasi, dan ilmu yang sangat berharga.
6. Ibu Ratih Ardia Sari, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai kegiatan akademik maupun non akademik.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga bagi penulis.

8. Bapak Zuchal Maswan selaku pembimbing lapangan, Bapak Sudiratna Sudirman selaku Senior Spesialis PP & SCM, dan segenap anggota SSP 2 terima kasih atas kesempatan, bimbingan, dan kemudahan yang telah diberikan.
9. Om Kurniawan, Tante Amelia, Atri, Akung, Fatih dan dedek kembar tercinta, terima kasih atas semua bantuan, bimbingan, waktunya, dan dukungannya selama di Cilegon.
10. Sahabat tercinta Putri Muqodimatul, Vivi Dyan, Areta Perdikty, Nur Aini, Dwi Ayu Marsety, Wildan Achzani, Fakhriyudha, A. Syahirul, Fabrito Budi, Andita N, Tita Hayuningtyas, Lintang Kinanthi, Wildha Ayu, Shinta Mulyasari, Dinda P V, Nikita Asardika, Aidha Fitria, Edwin Nursyah, Faisal Rahman, Nabil Raja D dan seluruh TI'11 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis.
11. Sahabat dan keluarga Ergoranger 11 Ardiana Rachmi, Imam Rendi, Mirsha Ulfatul, M. Ismet, M. Agus, Norma Fatmawati, Olifa Cahya, Oscar Maulana, S. H. Mutiara, Shofa Aulia, dan Tabita Dwi atas dukungan, semangat, doa yang tidak pernah berhenti dan selalu mendampingi penulis.
12. Adik-adik tergokil Ergoranger 12 Afif, Andika, Alfi, Ares, Esa, Fasya, Grace, Lydia, Rachmat, Ryan, dan Yemima serta seluruh Keluarga Besar Laboratorium Perancangan Kerja dan Ergonomi (LPKE) yang telah memberikan semangat, dukungan, doanya.
13. Mas Oddy Kurnianto yang setia menemani, mendengarkan seluruh keluh kesah penulis, terimakasih atas seluruh semangat dan doa yang diberikan.
14. Sahabat dan seluruh yang telah membantu penulisan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas keterlibatan sukarela dan mendukung sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa banyak sekali kekurangan dari penulisan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis mohon maaf apabila ada kesalahan-kesalahan dalam penulisannya. Demikian pula halnya, penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi penyempurnaan penulisan laporan ini agar ke depannya dapat menjadi lebih baik dan mempunyai potensi untuk dikembangkan. Semoga laporan ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pembaca. Aamiin

Malang, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH.....	4
1.3 PERUMUSAN MASALAH	4
1.4 BATASAN MASALAH.....	5
1.5 ASUMSI MASALAH	5
1.6 TUJUAN PENELITIAN	5
1.7 MANFAAT PENELITIAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 <i>SCARFING</i>	8
2.3 ERGONOMI	9
2.3.1 Pengertian Ergonomi	9
2.3.2 Anthropometri.....	10
2.4 <i>MUSCULOSKELETAL DISORDER</i> (MSD).....	12
2.4.1 Pengertian <i>Musculoskeletal Disorder</i> (MSD).....	12
2.4.2 <i>Nordic Body Map</i>	13
2.5 BIOMEKANIKA	14
2.5.1 Konsep Biomekanika	15
2.5.2 Analisis Gerak Biomekanika	16
2.5.2.1 Prinsip-Prinsip Mekanik	16
2.5.2.2 Keseimbangan Gerakan Manusia.....	17
2.5.2.3 Gaya	17
2.5.2.4 Momen Puntir (<i>Torque</i>).....	18
2.5.2.5 Impuls.....	18

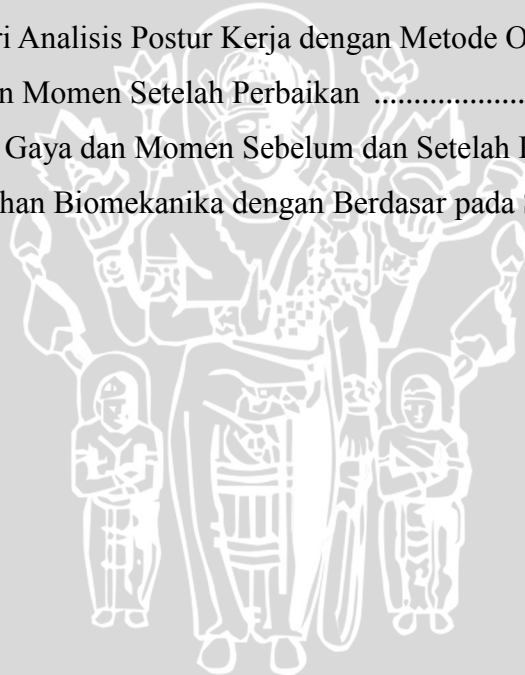
2.5.2.6 Pegas	19
2.5.2.7 <i>Free Body</i> Diagram (FBD).....	19
2.5.2.8 Fase Berjalan.....	21
2.5.3 Postur Kerja	22
2.5.3.1 <i>Ovako Working Postural Analysis System</i> (OWAS)	23
2.5.4 <i>Manual Material Handling</i> (MMH)	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 JENIS PENELITIAN	25
3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	25
3.3 PENGUMPULAN DATA	25
3.4 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN.....	27
3.5 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 PROFIL PERUSAHAAN	30
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	30
4.1.2 Visi, Misi dan Budaya Perusahaan	33
4.1.3 Struktur Organisasi	33
4.1.4 <i>Process Flow</i> Diagram.....	34
4.1.5 <i>Slab Steel Plant</i> (SSP).....	36
4.1.5.1 Proses Peleburan (<i>Melting Process</i>).....	37
4.1.5.2 Proses Sekunder (<i>Secondary Metallurgy</i>).....	39
4.1.5.3 Proses Pencetakan Kontinyu (<i>Continuous Casting</i>)	40
4.1.5.3.1 <i>Finishing Process</i>	40
4.2 PENGUMPULAN DATA	41
4.2.1 Alat <i>Scarfig</i>	42
4.2.2 Fase Berjalan Proses <i>Scarfig</i>	44
4.2.3 Data Jumlah Pekerja	45
4.2.4 Lokasi <i>Scarfig</i>	46
4.2.5 Data Anthropometri Tinggi Badan Pekerja.....	47
4.3 PENGOLAHAN DATA	47
4.3.1 Pengolahan Data Eksisting	48
4.3.1.1 Pengolahan Data Biomekanika	48
4.3.1.1.1 Pemilihan Postur Berbahaya	48
4.3.1.1.2 Perhitungan Gaya dan Momen pada Alat	51

4.3.1.1.3 Perhitungan Gaya dan Momen yang dirasakan Pekerja	54
4.3.1.2 Pengolahan Data OWAS	57
4.3.2 Pemberian Saran Perbaikan	60
4.3.2.1 Alat Bantu 1	61
4.3.2.2 Alat Bantu 2	64
4.3.2.3 Saran Postur Perbaikan Pekerja	66
4.3.3 Pengolahan Data Setelah Perbaikan	67
4.4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	73
BAB V PENUTUP	77
5.1 KESIMPULAN	77
5.2 SARAN	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81



DAFTAR TABEL

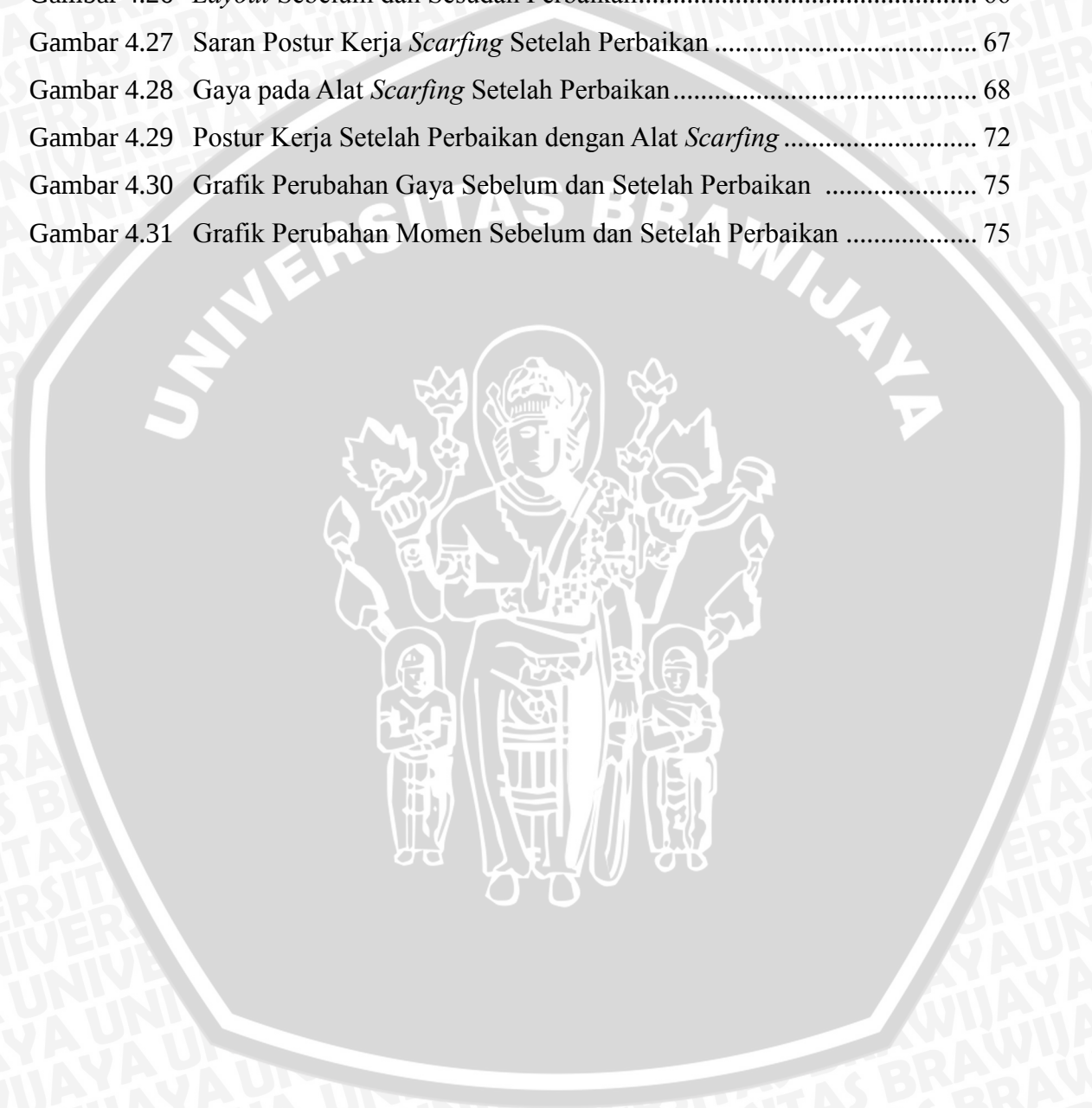
Tabel 1.1	Hasil Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i>	3
Tabel 1.2	Tingkat Keluhan Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i>	3
Tabel 1.3	Deskripsi Skor Total Kuisisioner <i>Nordic Body Map</i>	3
Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini.....	7
Tabel 2.2	Tabel Persentil.....	10
Tabel 2.3	<i>Nordic Body Map</i>	14
Tabel 4.1	Fasilitas Utama Pabrik <i>Slab Baja</i>	36
Tabel 4.2	Spesifikasi Alat <i>Scarfiging</i>	43
Tabel 4.3	Data Pekerja <i>Scarfiging</i>	45
Tabel 4.4	Data Anthropometri Tinggi Pekerja	47
Tabel 4.5	Hasil Biomekanika dari Setiap Fase Berjalan pada Postur Kerja <i>Scarfiging</i> .	49
Tabel 4.6	Tabel Kategori Analisis Postur Kerja dengan Metode OWAS.....	58
Tabel 4.7	Nilai Gaya dan Momen Setelah Perbaikan	72
Tabel 4.8	Perbandingan Gaya dan Momen Sebelum dan Setelah Perbaikan	74
Tabel 4.9	Rekap Perubahan Biomekanika dengan Berdasar pada Saran Perbaikan....	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Testline</i>	2
Gambar 1.2	<i>Scarfig</i>	2
Gambar 2.1	Proses <i>Scarfig</i>	8
Gambar 2.2	Diagram Ilmu Biomekanika.....	15
Gambar 2.3	Kekuatan Momen	17
Gambar 2.4	Momen	18
Gambar 2.5	<i>Free Body</i> Diagram Segmen Tungkau Bawah	20
Gambar 2.6	<i>Free Body</i> Diagram Segmen Telapak Kaki	20
Gambar 2.7	Presentase Massa Segmen Tubuh.....	21
Gambar 2.8	Fase Berdiri dan Berayun.....	22
Gambar 2.9	Tabel OWAS.....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1	Logo Perusahaan PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.	31
Gambar 4.2	Logo Anak Perusahaan PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.	31
Gambar 4.3	Struktur Organisasi Perusahaan	34
Gambar 4.4	Bagan Alir Proses Produksi PT. Krakatau Steel.....	35
Gambar 4.5	Proses Detail Pembuatan <i>Slab</i> Baja	37
Gambar 4.6	Produk <i>Slab</i> Baja.....	40
Gambar 4.7	Detail Proses <i>Scarfig</i>	42
Gambar 4.8	Detail Mesin <i>Scarfig</i>	42
Gambar 4.9	Mesin <i>Scarfig</i>	43
Gambar 4.10	Gambar Mesin <i>Safety Hand Scarfer / Brander</i>	43
Gambar 4.11	Fase Berjalan dari Proses <i>Scarfig</i>	44
Gambar 4.12	Lokasi <i>Scarfig</i>	46
Gambar 4.13	Denah Bagian <i>Finishing</i> Slab Steel Plant	46
Gambar 4.14	Simulasi Postur dengan <i>Mannequin</i>	48
Gambar 4.15	Grafik Gaya yang diperlukan Pekerja pada Setiap Fase Berjalan.....	49
Gambar 4.16	Grafik Momen yang diperlukan Pekerja pada Setiap Fase Berjalan.....	50
Gambar 4.17	Gaya pada Alat <i>Scarfig</i>	51
Gambar 4.18	Postur Kerja <i>Scarfig</i> pada Fase <i>Heel Strike</i> dengan Alat <i>Scarfig</i>	55
Gambar 4.19	Grafik Perbandingan Gaya Tanpa dan dengan Alat <i>Scarfig</i>	55
Gambar 4.20	Grafik Perbandingan Momen Tanpa dan dengan Alat <i>Scarfig</i>	56

Gambar 4.21	FBD Lengan Bawah Pekerja	56
Gambar 4.22	Analisis OWAS pada Operator <i>Scarfig</i>	58
Gambar 4.23	Sistem Alat Tambahan pada <i>Handle</i>	63
Gambar 4.24	Perubahan Alat Setelah Perbaikan	63
Gambar 4.25	<i>Scroll Roll</i>	65
Gambar 4.26	<i>Layout</i> Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	66
Gambar 4.27	Saran Postur Kerja <i>Scarfig</i> Setelah Perbaikan	67
Gambar 4.28	Gaya pada Alat <i>Scarfig</i> Setelah Perbaikan.....	68
Gambar 4.29	Postur Kerja Setelah Perbaikan dengan Alat <i>Scarfig</i>	72
Gambar 4.30	Grafik Perubahan Gaya Sebelum dan Setelah Perbaikan	75
Gambar 4.31	Grafik Perubahan Momen Sebelum dan Setelah Perbaikan	75



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Teknik dari <i>Hand Scarfing Equipment</i>	81
Lampiran 2. Gambar Teknik dari <i>Scarfing Nozzle</i> HFD-1S	82
Lampiran 3. Spesifikasi dari <i>Hand Scarfing Equipment</i>	83



RINGKASAN

AISAH DIRAWIDYA, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2015, *Perancangan Postur Kerja dan Alat Bantu pada Proses Scarfing dengan Analisis Biomekanika* (Studi Kasus di PT. Krakatau Steel Tbk.), Dosen Pembimbing: Ishardita Pambudi Tama dan Remba Yanuar Efranto.

Beban kerja yang berat, perancangan alat yang tidak ergonomis, serta postur kerja yang buruk dapat menyebabkan risiko terjadinya *Musculoskeletal Disorder* (MSDs). Pekerja pada bagian *scarfing* di PT. Krakatau Steel Tbk. merupakan pekerja dengan tingkat resiko cidera MSDs yang tinggi. Pada saat proses *scarfing* pekerja harus membawa alat *scarfing* seberat ± 5 kg tanpa alat bantu dengan postur pekerja membungkuk selama 8 jam setiap harinya. Hal ini menyebabkan nilai keluhan *Nordic Body Map* pada bagian tangan dan punggung pekerja menjadi tinggi. Perusahaan sudah berusaha memberikan saran *administrative* namun masih belum dapat mengurangi keluhan yang dirasakan pekerja. Karena itu perlu diberikan saran perbaikan postur kerja yang baik dan pemberian alat bantu tambahan untuk mengurangi keluhan yang dirasakan pekerja.

Pada langkah pengolahan data proses yang dilakukan adalah perhitungan data eksisting, pemberian saran perbaikan, dan perhitungan kondisi setelah perbaikan. Metode yang digunakan pada proses perhitungan data eksisting adalah Biomekanika dan OWAS. Pada tahap perhitungan setelah perbaikan yang digunakan adalah metode Biomekanika. Metode Biomekanika digunakan untuk mengetahui nilai gaya dan momen yang dirasakan pekerja pada setiap join unit. Sedangkan metode OWAS digunakan untuk menilai postur tubuh pekerja dengan empat kategori sebagai pertimbangan yaitu bagian punggung, tangan, kaki, dan berat benda.

Hasil dari pengolahan data eksisting menunjukkan bahwa nilai gaya dan momen tertinggi terjadi pada bagian punggung. Nilai dari gaya pada punggung adalah 1946 N sedangkan nilai dari momen pada punggung pekerja adalah 934,5 Nm. Berdasar pada perhitungan postur kerja dengan metode OWAS menunjukkan bahwa nilai total skor pekerja adalah 4 yang artinya postur ini memerlukan perbaikan sekarang juga. Saran perbaikan yang diberikan terdapat tiga poin yaitu alat bantu 1, alat bantu 2 dan saran postur kerja. Alat bantu 1 untuk mengurangi gaya yang bekerja pada *handle*, alat bantu 2 untuk mengurangi gaya yang bekerja pada selang, sedangkan saran postur kerja diberikan untuk memperbaiki bagian punggung. Alat bantu 1 berupa sarung kunci *handle* sehingga *handle* tidak perlu ditekan selama proses. Alat bantu 2 berupa *scroll roll* yang dapat membuat selang tidak bergesekan dengan alas dan dapat menyesuaikan dengan posisi pekerja. Sedangkan saran postur kerja adalah punggung yang tidak membungkuk. Setelah diberikan saran perbaikan terjadi penurunan nilai gaya pada punggung sebesar 1687 N sehingga nilai gaya pada punggung berubah menjadi 259 N. Sedangkan nilai momen pada punggung mengalami penurunan senilai 884,9 Nm sehingga nilai momen menjadi 49,6 Nm. Penurunan gaya dan momen menunjukkan bahwa dengan adanya saran perbaikan mengakibatkan perubahan signifikan yang dirasakan pekerja.

Kata Kunci: *Scarfing, Muskuloskeletal Disorder, Nordic Body Map, OWAS, Biomekanika*

SUMMARY

AISAH DIRAWIDYA, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Agustus 2015, *Design of Working Posture and Support Tools on the Scarfing process based on Biomechanics Analysis* (The Case Study: PT. Krakatau Steel Tbk.), Supervisors Lecture: Ishardita Pambudi Tama and Remba Yanuar Efranto.

Heavy workload, unergonomic tools's design, and poor working posture can lead to the risk of Musculoskeletal Disorder (MSDs). Workers at PT. Krakatau Steel Tbk's scarfing section are workers with high level of MSDs injury. At the scarfing process, they must carry the scarfing tool that have ± 5 kg of weight without using any supporting tools. This condition caused them to bent their posture for 8 hours each day. That will lead to high value of a Nordic Body Map complaint on the workers's hands and backs. The Company had tried to give an administrative suggestion, but still can not be able to reduce workers's complaints. So, this case study needs better posture suggestion and supporting tools to reduce workers's complaints.

At the stage of processing the data where the processes are calculating the existing data, then giving recommendation, and calculating after the recommendation. The methods used in the processing of existing data are biomechanics and OWAS. The condition after recommendation is calculated by Biomechanics method. Biomechanics method used to determine the value of forces and moments perceived by the workers on each joint unit. OWAS methods used to assess workers's posture with four categories, which are the back, arms, legs, and object weight.

The results of the calculating the existing data indicates that the highest value of forces and moments occur on the back. The force value on the back is 1946 N while the moment value on the backs of workers is 934.5 Nm. Based on working posture calculations with the use of OWAS method, the worker's total score is 4, which means that this posture need improvement immediately. The improvement suggestions given are support tool 1, support tool 2 and working posture's suggestion. Support tool 1 to reduce the forces that act on the handle, support tools 2 to reduce the forces act on the hose, and suggestion was given to correct the working posture especially on the back. Support tool 1 in the form of a case handle lock so the handle does not need to be pressed during the process. Support tool 2 in the form of a scroll roll that can make the hose does not rub against the pedestal and can adjust the workers's position. The third suggestion is the worker's back posture should be straight. After the improvement suggestions are being given, the force on the back has decreased 1687 N, it make the back force turns into 259 N. While the moment value on the back decreased 884.9 Nm, so it makes the torque value turns into 49.6 Nm. Forces and moments decrease showed that the improvement suggestions can make a significant changes to the workers.

Keywords: *Scarfing, Muskuloskeletal Disorder, Nordic Body Map, OWAS, Biomechanics*