

**D9MH010R**

## **ANALISIS POSTURAL STRESS OPERATOR PACKING CV X**

**Herry Christian Palit<sup>1</sup>, Debora Anne Yang Aysia<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto No. 121-131 SURABAYA 60236  
E-mail: herry@petra.ac.id

### **ABSTRAK**

Postur kerja adalah posisi tubuh pekerja pada saat melakukan aktivitas kerja yang berkaitan dengan desain area kerja, task requirement, dan ukuran peralatan/benda lainnya yang digunakan saat bekerja. Postur kerja yang tidak normal dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dan ketidaknyamanan operator dalam bekerja. Postur tubuh yang tidak seimbang dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan stress pada bagian tubuh tertentu. Gejala postural stress yang timbul antara lain adalah kelelahan, nyeri, gelisah atau perasaan tidak tenang. CV X adalah sebuah perusahaan manufaktur kantong plastik. Proses packing di CV X diduga sebagai proses dengan potensi postural stress terbesar. Wawancara awal yang dilakukan terhadap 20 pekerja di bagian packing menunjukkan bahwa 75% pekerja bagian packing yang diwawancara mengalami keluhan pada kaki dan bahu. Penyebab gangguan diduga akibat postural stress. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi postur kerja tidak normal, gangguan yang timbul akibat postur kerja tidak normal, dan memberikan usulan perbaikan sehingga dapat mengurangi postural stress akibat kerja. Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) dan Nordic Body Map digunakan sebagai instrumen penelitian untuk mengetahui keluhan dan resiko postural stress operator packing. Hasil penilaian OWAS menunjukkan bagian tubuh yang beresiko postural stress dari pekerjaan packing terletak pada daerah kaki dan punggung. Hal ini terkait dengan keluhan pekerja yang didapatkan melalui wawancara dengan menggunakan Nordic Body Map. Perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi resiko postural stress operator packing adalah dengan penambahan palet yang memanfaatkan prinsip gravitasi dan perubahan ukuran pedal untuk mengurangi tekanan pada kaki yang menyangga tubuh saat melakukan proses las.

**Kata Kunci:** *postural stress, OWAS, Nordic Body Map*

### **1. PENDAHULUAN**

Postur kerja adalah posisi tubuh pekerja pada saat melakukan aktivitas kerja. Faktor yang mempengaruhi postur tubuh ketika bekerja ada tiga, yaitu faktor personal, faktor desain tempat kerja serta faktor karakteristik pekerjaan. Postur kerja dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu postur kerja normal (*good working posture*) dan postur kerja tidak normal (*awkward working posture*). Postur kerja tidak normal adalah postur tubuh yang tidak sesuai dengan anatomi tubuh sehingga terjadi pergeseran atau penekanan pada bagian tubuh. Postur kerja tidak wajar yang berkepanjangan dapat menyebabkan *musculoskeletal disorder*. *Musculoskeletal disorder* adalah sekelompok gangguan dari otot, tendon dan sistem saraf, yang disebabkan oleh postur kerja tidak wajar dan bersifat repetitif dalam jangka waktu yang lama (Levy, 2006). *Musculoskeletal disorder* yang disebabkan oleh faktor pekerjaan dan tidak disebabkan oleh suatu kejadian yang instan disebut sebagai *Work-Related Musculoskeletal disorder*.

CV X adalah perusahaan manufaktur kantong plastik *High Density Polyethylene*. Potensi *postural stress* diidentifikasi terjadi pada bagian *packing*. Bagian tubuh yang paling banyak digunakan untuk bekerja di proses *packing* adalah tangan dan kaki. Pekerjaan di bagian *packing* bersifat repetitif dengan frekuensi kerja 7 jam per hari dan pekerja bekerja dengan posisi berdiri. Wawancara awal dilakukan terhadap 20 pekerja di bagian *packing*. Hasilnya menunjukkan bahwa 75% pekerja bagian *packing* yang diwawancara mengalami keluhan pada kaki dan bahu. Penyebab gangguan diduga akibat *postural stress*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi postur kerja tidak normal, gangguan yang timbul akibat postur kerja tidak normal, dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi *postural stress* di bagian *packing* CV X.

### **2. METODOLOGI**

Penelitian dilakukan dengan dua instrumen penelitian. Instrumen penelitian yang pertama adalah penilaian terhadap postur tubuh pekerja dengan menggunakan metode OWAS, yang dibantu dengan *software* winOWAS. Penilaian postur kerja dibutuhkan untuk mengetahui

ketidaksesuaian desain kerja dengan kemampuan pekerja, sehingga menimbulkan *postural stress*. Salah satu metode penilaian postur kerja untuk mengetahui resiko *postural stress* adalah OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*). OWAS menilai resiko *postural stress* saat bekerja sehingga dapat diketahui postur dan gerakan yang diprioritaskan untuk diperbaiki. OWAS mengidentifikasi bagian tubuh pekerja yang meliputi punggung, lengan, dan kaki serta beban yang diangkat oleh tangan pekerja. OWAS juga mempertimbangkan gerakan berpindah tempat dalam proses kerja yang dilakukan pekerja. Pengkodean postur kerja berdasarkan OWAS ditunjukkan pada Tabel 1 (Karwowski, 2006). Hasil *coding* postur kerja tersebut digolongkan ke dalam empat kategori, yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 1.** Kode OWAS (sumber: Karwowski, 2006)

Bagian tubuh	Kode OWAS	Deskripsi
Punggung	1	Lurus
	2	Menekuk
	3	Berputar
	4	Berputar dan melengkung
Lengan	1	Kedua lengan di bawah bahu
	2	Satu lengan di atas atau tepat bahu
	3	Kedua lengan di atas atau tepat bahu
Kaki	1	Duduk dengan kaki di bawah tingkat duduk
	2	Berdiri dengan dua kaki lurus
	3	Berdiri/berlutut di dua kaki, kaki lurus
	4	Berdiri/berlutut di dua kaki, kaki menekuk
	5	Berdiri/berlutut di satu kaki, kaki menekuk
	6	Berlutut di satu atau kedua sisi
	7	Berjalan/bergerak
Beban yang dibawa	1	Kurang dari 10 kg
	2	10 kg hingga 20 kg
	3	Lebih dari 20 kg

**Tabel 2.** Kategorisasi OWAS (sumber: Karwowski, 2006)

Back	Arms	Legs																						
		1			2			3			4			5			6			7				
		Load																						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

**Tabel 3.** Keterangan kategori OWAS (sumber: Karwowski, 2006)

Kategori	Tingkat Tekanan	Prioritas Perbaikan
1	Ringan	Tidak memerlukan perbaikan segera
2	Berat	Butuh perbaikan tapi tidak mendesak
3	Agak berat	Perlu implementasi perbaikan segera
4	Sangat berat	Implementasi perbaikan mendesak

Instrumen penelitian yang kedua adalah *Nordic Body Map*. *Nordic Body Map* adalah alat penyelidikan yang sudah terstandarisasi dengan baik untuk mengetahui ketidaknyamanan atau

kesakitan pada tubuh. *Nordic Body Map* berisi peta tubuh, yang berfokus pada 9 bagian tubuh, yaitu leher, bahu, siku, pergelangan tangan, punggung atas, punggung bawah, paha, lutut, dan pergelangan kaki. Hasil *Nordic Body Map* mengindikasikan gejala kesakitan pada bagian-bagian tubuh tertentu. Hasil wawancara berdasarkan *Nordic Body Map* berupa data keluhan (nyeri, sakit, rasa tidak nyaman) pada bagian tubuh pekerja selama 12 bulan terakhir hingga yang masih dirasakan dalam tujuh hari terakhir.

Analisis perbandingan dilakukan terhadap hasil penilaian OWAS dan hasil wawancara dengan *Nordic Body Map*. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah pekerja yang melakukan pekerjaan *packing* memiliki keluhan yang sama dan sesuai dengan hasil analisis *postural stress* dari *software* winOWAS. Hasil analisis akan digunakan sebagai pertimbangan dalam memberikan usulan perbaikan.

### 3. PEMBAHASAN DAN HASIL

#### Penilaian Resiko *Postural Stress* dengan OWAS

Kegiatan *packing* CV X dibagi menjadi 3 tahap yaitu persiapan *packing*, proses *packing*, dan penyeteroran hasil *packing*. Setiap bagian dibagi menjadi beberapa elemen kerja. Elemen proses, pengkodeannya dan hasil kategorisasi aktivitas *packing* ditunjukkan di Tabel 4. Kategori yang membutuhkan perbaikan segera adalah kategori 3 dan 4. Kategori 3 merupakan kategori dengan tingkat tekanan agak berat dan perlu implementasi perbaikan segera. Kategori 4 merupakan kategori dengan tingkat tekanan sangat berat dan perlu implementasi perbaikan mendesak.

Tabel 4. Penilaian postur kerja proses persiapan

Proses	Elemen Proses	Kode OWAS	Kategori Perbaikan	Proses	Elemen Proses	Kode OWAS	Kategori Perbaikan
Persiapan	Ambil taruh Toli	1171	1	Bekerja di stasiun kerja	Jalan las	1171	1
	Jalan barang	1171	1		Las	2151	3
	Ambil taruh barang	2143	3		Ambil tali	2121	2
	Jalan etiket	1171	1		Mengikat hasil	2121	2
	Ambil etiket	1121	1		Menyusun hasil	4121	2
	Transfer SK	2171	2	Penyeteroran hasil	Ambil taruh hasil	2142	2
	Pindah barang	2121	2		Jalan pindah hasil	1171	1
	Jalan pindah	1171	1		Transfer hasil	2171	2
Bekerja di stasiun kerja	Jalan tali	1171	1		Rekap hasil	1121	1
	Mengambil tali	1321	2		Ambil hasil	2121	2
	Meletakkan tali	2121	2	Jalan hasil	1171	1	
	<i>Packing</i> plastik	2121	2	Pindah keranjang	1122	1	
	Masuk etiket	2121	2				

Pada tahap persiapan, elemen proses ambil taruh barang masuk dalam kategori 3. Tidak ada elemen proses di tahap persiapan yang masuk dalam kategori 4. Analisis lebih detail dilakukan terhadap elemen proses ambil taruh barang, dengan tujuan untuk mengetahui bagian tubuh yang beresiko mengalami *postural stress*. Postur pekerja pada saat melakukan proses ambil taruh barang adalah sebagai berikut:

- *Back* : Gerakan yang dilakukan adalah *bent*
- *Arms* : Gerakan yang dilakukan adalah *both below shoulder*
- *Legs* : Gerakan yang dilakukan adalah *standing on two bent knees*
- *Load* : Beban kerja yang dibawa >20 kg

Grafik pada Gambar 1(a) menunjukkan komposisi postur kerja pekerja saat melakukan proses ambil taruh barang. Dua bagian tubuh yang beresiko *postural stress* adalah *back* dan *legs*. *Back* dengan postur tubuh *bent* tergolong dalam kategori 3 dan *legs* dengan postur tubuh *standing on two bent knees* tergolong dalam kategori 4.



(a)

(b)

Gambar 1. Output WinOWAS untuk elemen proses ambil taruh barang dan las

Pada tahap *packing*, elemen proses las masuk dalam kategori 3. Tidak ada elemen proses pada tahap *packing* yang tergolong dalam kategori 4. Gambar 1 (b) menunjukkan terdapat 2 bagian tubuh yang beresiko *postural stress*, yaitu *back* dan *legs*. *Back* dengan postur tubuh *bent* tergolong dalam kategori 3 dan *legs* dengan postur tubuh *standing on one bent knees* tergolong dalam kategori 4. Pada tahap penyeteran hasil *packing* tidak ada elemen proses yang masuk dalam kategori 3 atau kategori 4.

### Penilaian Resiko *Postural Stress* dengan *Nordic Body Map*

Keluhan (nyeri, sakit) subjektif dinilai dengan menggunakan kuisisioner *Nordic Body Map* melalui wawancara dengan pekerja. Jumlah responden dari kuisisioner *Nordic Body Map* adalah 41 orang. Keluhan yang paling banyak dirasakan adalah pada bagian betis (73.17%) dan bahu (58.54%). Dari 58.54% yang mempunyai keluhan pada bahu, 100% diantaranya memiliki keluhan pada bahu bagian kanan dan kiri. Dari 73.17% operator yang mempunyai keluhan pada betis, 53.33% diantaranya tidak dapat bekerja secara normal akibat keluhan tersebut. Dari 58.54% operator yang mempunyai keluhan pada bahu, 58.33% diantaranya tidak dapat bekerja secara normal akibat keluhan tersebut. Dari 73.17% yang mempunyai keluhan pada betis, 83.33% diantaranya masih mempunyai keluhan yang sama pada betis dalam tujuh hari terakhir. Dari 58.54% operator yang mempunyai keluhan pada bahu, 91.67% diantaranya masih mempunyai keluhan yang sama pada bahu dalam tujuh hari terakhir. Tabel 5 menunjukkan tingkat keluhan yang dialami pekerja di bagian *packing* secara keseluruhan.

Tabel 5. Keluhan yang dialami pekerja *packing* secara keseluruhan

Bagian Tubuh	Mempunyai Keluhan Selama 12 Bulan Terakhir	Hanya Dijawab Jika Memiliki Keluhan	
		Keluhan Mengakibatkan Tidak Dapat Bekerja (Baik di Rumah atau di Luar Rumah) secara Normal	Mempunyai Keluhan yang Sama dalam 7 Hari Terakhir
Leher	0	0	0
Bahu	Sebelah kanan	0	0
	Sebelah kiri	0	0
	Keduanya	24	14
Siku	Sebelah kanan	0	0
	Sebelah kiri	0	0
	Keduanya	0	0
Pergelangan Tangan	Sebelah kanan	0	0
	Sebelah kiri	0	0
	Keduanya	4	3
Punggung Atas	1	1	
Punggung Bawah	5	4	
Paha (salah satu atau keduanya)	3	2	
Lutut (salah satu atau keduanya)	2	1	
Betis (salah satu atau keduanya)	30	16	

## **Analisis Perbandingan Hasil OWAS dan Nordic Body Map**

Hasil *Nordic Body Map* menunjukkan keluhan yang dialami pekerja di bagian *packing* terletak pada bahu dan betis. Metode OWAS menyatakan bagian tubuh yang beresiko *postural stress* dari pekerjaan *packing* terletak pada punggung dan kaki (berfokus pada lutut). Metode OWAS menunjukkan resiko *postural stress* pada elemen proses ambil taruh barang terdapat pada bagian *back* yang disebabkan postur tubuh *bent* (membungkuk), dan bagian kaki yang disebabkan postur tubuh *standing on two bent knees* (berdiri pada dua kaki menekuk). Sedangkan resiko *postural stress* pada elemen proses las terdapat pada *back* yang disebabkan postur tubuh *bent* (membungkuk), dan kaki yang disebabkan postur tubuh *standing on one bent knees* (berdiri pada satu kaki menekuk). Hasil penilaian OWAS menunjukkan bagian tubuh yang beresiko *postural stress* terletak pada *back* dan kaki (berfokus pada lutut). Hasil penilaian *Nordic Body Map* menunjukkan keluhan yang dirasakan pekerja di bagian *packing* terletak pada punggung dan betis.

Resiko *postural stress* pada kaki (berfokus pada lutut) yang ditunjukkan metode OWAS mengarah pada bagian persendian. Sedangkan pada *Nordic Body Map*, pekerja mengeluh pada bagian betis dimana mengarah pada otot. Hasil penilaian kedua metode saling berhubungan. Menurut jurnal ortopedi "*Effectiveness of exercise of osteoarthritis of the knee: A review of the literature*", otot sebagai penggerak tulang dan penopang beban sehingga mengurangi beban yang diterima oleh sendi. Semakin kuat otot, tekanan pada sendi semakin berkurang. Latihan yang memperkuat otot dapat mengurangi resiko seseorang terkena *osteoarthritis* atau radang sendi yang disebabkan berkurangnya cairan pada sendi akibat gerakan dengan beban yang berlebih sehingga menyebabkan peradangan. Beberapa faktor resiko penyebab *osteoarthritis* seperti usia (>50tahun), *female sex*, obesitas, *osteoporosis*, pekerjaan, aktivitas olahraga, kelemahan otot atau disfungsi otot, dan faktor genetik (Iwamoto, 2011). Responden kuisioner *Nordic Body Map*, termasuk dalam kategori usia dewasa, antara 19-49 tahun. Pada usia <50 tahun, beban kerja ditopang oleh otot sehingga hasil yang didapatkan berupa nyeri pada otot (bahu dan betis). Beban pada sendi yang berat dan diikuti dengan bertambahnya usia menyebabkan kemampuan otot berkurang sehingga beban kerja tidak mampu ditopang oleh otot dan menyerang bagian persendian. Metode OWAS menunjukkan resiko *postural stress* pada bagian lutut (persendian) yang menunjukkan bahwa metode OWAS melakukan penilaian resiko *postural stress* jangka panjang.

Resiko *postural stress* pada *back* yang ditunjukkan metode OWAS dan keluhan pada bahu hasil *Nordic Body Map*, hasil keduanya mengarah pada otot. Metode OWAS mengarah pada otot *back* (punggung) dan *Nordic Body Map* mengarah pada otot bahu. Otot punggung merupakan otot tubuh yang paling kuat jika dibandingkan dengan otot bagian tubuh lainnya. Jika ditinjau dari sisi medis, beban yang mengenai bagian punggung akan direduksi oleh otot punggung (otot yang menopang tulang belakang). Kemampuan otot punggung yang berkurang menyebabkan beban kerja tidak mampu lagi ditopang oleh otot punggung sehingga akan menyebabkan sakit punggung atau yang disebut *back pain* (Braddom, 2011). Oleh karena itu, keluhan yang dialami pekerja saat ini adalah pada bagian bahu (dengan posisi kerja mengangkat). Hasil penilaian kedua metode saling berhubungan.

## **Rancangan Perbaikan Elemen Proses Ambil Taruh Barang**

Pekerja mengangkat karung dengan berat 24kg/karung dari posisi awal di lantai untuk dipindahkan ke troli pada elemen proses ambil taruh barang. Aktivitas ambil taruh barang beresiko menyebabkan *postural stress* pada bagian tubuh *back* dan *legs* (berfokus pada lutut). Pengurangan resiko *postural stress* pada kasus ini dilakukan dengan penambahan palet yang memiliki lubang pada bagian bawahnya dengan memanfaatkan prinsip gravitasi. Aktivitas mengangkat yang tidak dapat dihindari, dapat dikurangi risikonya dengan menggunakan semacam palet yang ditinggikan dan memiliki lubang pada bagian bawahnya dengan memanfaatkan prinsip gravitasi (Kroemer, 2001). Karung yang akan dipindahkan yang awalnya diletakkan di lantai, pada rancangan usulan ini dipindahkan di atas palet. Lubang pada bagian bawah palet berfungsi untuk memasukkan  $\frac{3}{4}$  alas troli sehingga alas troli dapat dimasukkan tepat berada dibawah palet. Penggunaan palet menghilangkan postur tubuh pekerja membungkuk dan berdiri dengan kedua kaki membungkuk untuk mengangkat karung yang berat. Setelah  $\frac{3}{4}$  alas troli berada di bawah palet, pekerja dengan posisi berada di belakang troli dapat menarik karung yang berada di atas palet ke troli (memanfaatkan prinsip gravitasi). Karung yang telah berada di atas troli siap untuk ditarik menuju ke stasiun kerjanya. Dengan demikian, pekerja tidak perlu lagi mengangkat beban yang berat.

## Rancangan Perbaikan Elemen Proses Las

Pada elemen proses las, pekerja melakukan aktivitas kerja dengan menginjak pedal untuk menggerakkan alat las. Elemen proses las beresiko menyebabkan *postural stress* pada bagian tubuh *back* dan *legs* (berfokus pada lutut). Postur tubuh pekerja yang beresiko mengakibatkan *postural stress* adalah *back* (*bent/membungkuk*) dan *legs* (*standing on one bent knee*). Pengurangan resiko *postural stress* dilakukan dengan mengubah dimensi dan bentuk pedal yang digunakan. Pedal yang digunakan saat ini memiliki ketinggian 19.4 cm dan arah yang berlawanan dengan kaki. Pedal ditekan dengan menggunakan seluruh bagian telapak kaki. Ketika satu kaki pekerja menekan pedal, kaki pekerja satunya menekuk untuk menahan beban (*standing on one bent knee*). Usulan perbaikan dilakukan dengan mengganti pedal dengan pedal yang lebih kecil dan searah dengan penekanan kaki. Penggantian pedal dengan arah yang searah dengan penekanan kaki membuat pekerja hanya perlu menggerakkan kakinya sekitar bagian mata kaki. Penggantian pedal menjadi pedal yang berukuran kecil ini tidak memerlukan penggantian mesin las baru tetapi hanya perlu mengganti pegas pada mesin las saat ini dengan pegas lunak. Semakin besar konstanta pegas atau semakin kaku sebuah pegas, maka semakin besar gaya yang diperlukan untuk menekan atau meregangkan pegas. Sebaliknya semakin elastis sebuah pegas atau semakin kecil konstanta pegas, maka semakin kecil gaya yang diperlukan untuk menekan dan meregangkan pegas (Pramono, 2009). Pedal dengan ukuran yang lebih kecil menghilangkan keperluan pekerja untuk membengkokkan kaki satunya untuk menopang tubuh ketika kaki lainnya sedang menekan pedal. Pedal dengan dimensi lebih kecil akan mengurangi tekanan pada kaki yang menyangga tubuh saat melakukan elemen proses las. Dimensi pedal diperoleh dengan melakukan pengukuran antropometri dengan mengambil data panjang telapak kaki, lebar telapak kaki, dan tinggi bagian tengah kaki 20 pekerja di bagian *packing*.

## 4. KESIMPULAN

Hasil penilaian OWAS menunjukkan postur kerja yang tidak normal dan beresiko *postural stress* terjadi pada elemen proses ambil taruh barang dan las, yaitu pada bagian punggung dan kaki. Dari hasil *Nordic Body Map* diketahui bahwa gangguan atau keluhan yang timbul akibat postur kerja tidak normal tersebut terjadi pada bagian bahu dan betis. Hasil penilaian OWAS dan *Nordic Body Map* saling berhubungan, karena pada dasarnya *Nordic Body Map* menunjukkan keluhan yang dialami pekerja *packing* saat ini, sedangkan OWAS menunjukkan resiko *postural stress* jangka panjang.

Perbaikan untuk elemen proses ambil taruh barang dilakukan dengan penambahan palet yang memiliki lubang pada bagian bawahnya (memanfaatkan prinsip gravitasi). Perbaikan untuk elemen proses las dilakukan dengan mengubah ukuran pedal dengan ukuran lebih kecil sehingga mengurangi tekanan pada kaki yang menyangga tubuh saat melakukan proses las.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Kristen Petra, yaitu Naomi Melina Tanutomo, Oki Eka, Richard Wibisono, Fendelina Tirza, dan Danielle Surya yang telah membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pramono, Agus. (2009). *Rancang Bangun Alat Keselamatan untuk Pengendara Sepeda Motor*. Surabaya
- Braddom, Randall. (2011). *Physical Medicine & Rehabilitation* 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia, USA: Saunders.
- Iwamoto, Jun, et al. (2011). *Effectiveness of Exercise for Osteoarthritis of the Knee: A Review of the Literature*. Tokyo: Baishideng.
- Karwowski, Waldemar. (2006). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. CRC Press.
- Kroemer, Herbert. (2001). *Ergonomics: How to design for ease and efficiency*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kuorinka, I, et al. (1987). *Standardised Nordic Questionnaires for the Analysis of Musculoskeletal Symptoms*. Finland: Butterworth & Co
- Levy, Barry, et al. (2006). *Occupational and Environmental Health: Recognizing and Preventing Disease and Injury 5th Edition*. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Palit, et al. (2015). *Upaya Mengurangi Postural Stress Pekerja di Bagian Packing CV X*. Laporan Penelitian Mandiri, Universitas Kristen Petra. Surabaya