

ISSN : 1412-3525

PROCEEDINGS

5th NATIONAL INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2009

Surabaya, 2 Desember 2009



# Innovation

and

# Technopreneurship

for

# Improving National Economy



Jurusan Teknik Industri  
Fakultas Teknik  
Universitas Surabaya

DIDUKUNG OLEH DITJEN DIKTI (PHK A3)



## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Keynote Speech: Collaboration: Langkah Mempercepat Inovasi dalam Supply Chain Joniarto Parung	viii
Studi Eksplanatori Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Behavioral Intention</i> KFC Cabang Darmo Surabaya Fanny Suteja, Indarini, Christina R. Honantha	1
Studi Deskripsi Pemetaan <i>Service Redesign</i> pada Rumah Makan di Surabaya Erna Andajani	9
Analisis Sistem Perawatan Preventive Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance II Hotma Antoni Hutahaean, Lioe Leony	20
Peningkatan Kualitas Layanan Perbaikan Peralatan Dengan Menggunakan Metode Zone Of Tolerance (Studi Kasus PT. Astra Graphia Tbk Cabang Kota Bandung) Hendang Setyo Rukmi, Abu Bakar, dan Joko Prayugo	29
Atma Jaya Working Performance Test (AWPT) For Manual Assembly Job Bernadus Kristyanto dan Benyamin Langgu Sinaga	37
Identifikasi Faktor-Faktor Penentu Sukses Pelaksanaan TQM Perusahaan Manufaktur Berbasis ISO 9000 di Indonesia Djojo Dihadjo	45
Hubungan Budaya Organisasi, Budaya Inovasi dan Tipe Kepemimpinan Perusahaan Kriswanto Widiawan dan Maise Vania Thedja	59
Perbaikan Desain Kloset Sebagai Fasilitas Umum di Pusat Perbelanjaan Di Surabaya Linda Herawati Gunawan, Rosita Meitha, Robertus Setiawan	67
Pengukuran Kepuasan Konsumen, Penerapan Kano, dan Perhitungan Pangsa Pasar Biskuit Gabin Manis Arrow Brand UBM Elisabeth Nugraheni, Bambang Tjitro S, Zulaicha Parastuty.	74
Perancangan Dan Pengukuran Produktivitas Dengan Metode Multifactor Productivity Pada Industri Jasa Di Auto 2000 A.Yani, Surabaya Lisa Mardiono, Benny Liahto, Jovita Trisnadewi Kwan	86

<b>Peningkatan Kualitas Tape 31 melalui Desain Eksperimen sebagai Upaya untuk Mengatasi Komplain dari Konsumen</b> Debora Anne Y. A., Julianingsih, Wishnu Adiluhung	96
<b>Strategi Inovasi Perusahaan Manufaktur Di Surabaya</b> Kriswanto Widiawan dan Maria Cahyadi	105
<b>“Meniskus” Sarana Diagnosa Mata Yang Diintegrasikan</b> Kumara Sadana Putra	112
<b>Unit Commitment Menggunakan Algoritma Simulated Annealing (SA) Pada Pembangkit Belawan Indonesia</b> Abdul Basith dan Imam Robandi	121
<b>Evaluasi Training Dengan Menggunakan Model Kirkpatrick (Studi Kasus Training Foreman Development Program Di PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon)</b> Hendang Setyo Rukmi, Dwi Novirani, Ahmad Sahrul	131
<b>Analisis Kualitas Pelayanan Purna Jual “Layanan Prima” dan Kepuasan Pelanggan di PT. Indomobil Suzuki International</b> Feliks Prasepta Sejahtera Surbakti	139
<b>Pengukuran Dampak Store dan Customer Card Satisfaction Terhadap Loyalitas Pelanggan Carrefour Surabaya</b> Theresia A. Pawitra, Indri Hapsari, Adelina Christina T.	148
<b>Aplikasi FMEA dan Rekomendasi Perawatan Fixture Pada Proses Perakitan Produk Y (Studi Kasus di PT. ABC)</b> Muslimin	156
<b>Model Sistem Pengendalian Persediaan Multi Komponen Berdasarkan Jadwal Perawatan Gabungan</b> Hendro Prassetiyo, Fifi Herni M., Elfikrie Andross	165
<b>Perbaikan Stasiun Kerja Serut Berdasarkan Aspek Antropometri dan Biomekanika</b> Yanti Helianty, Regi Hermawan, Caecilia Sri Wahyuning	174
<b>Pengukuran Efektivitas Katalog Carrefour, Hypermart, dan Giant di Surabaya</b> Theresia Pawitra, Indri Hapsari, Reni Anjani	183

<b>Pengembangan Model Dinamika Rantai Pasok Produk Mudah Rusak (<i>Perishable Product</i>) Sebagai Dasar Penentuan Kebijakan</b> Ika Sartika	305
<b>Strategi Pemilihan Pemasok dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process dan Fuzzy Multi Criteria Decision Making</b> Imam Santoso, EF. Sri Maryani, Isti Purwaningsih dan Cynthia Naluria Hadi	313
<b>Penerapan Metode Integer Linear Programming Dalam Distribusi Produk Tiang Pancang Bulat Sentrifugal Untuk Meminimasi Biaya Transportasi Di Perusahaan Logistik PT. Firman Setia Kawan</b> Nurlailah Badariah, Dadang Surjasa, Idham Dwinanto	320
<b>Pengembangan Alat Bantu Pengambilan Keputusan Pengelolaan <i>Sparepart</i> Pada <i>Provisioning</i> 737 Ng.</b> Bahauddin Amala* , Ratna Sari Dewi **, dan Ahmad Rusdiansyah**	330
<b>Integrasi Informasi Subyektif dan Obyektif dalam Penentuan Ranking untuk Problem Multi Criteria Decision Making</b> Evy Herowati	338
<b>The Robust Emotional Design: ‘An Application of Design of Experiment incorporating with Ergonomics’</b> Markus Hartono	347
<b>A Field Study of Thermal Environment in Low Cost Housing In Malang</b> Indyah Martiningrum, Agung Murti Nugroho	359
<b>Profil dan Proses Bisnis Ritel Online di Indonesia</b> Gunawan	366
<b>Aplikasi Ergonomi dalam Safety Pictogram untuk Produk Makanan dan Mainan Anak-anak</b> Linda Herawati Gunawan	372
<b>Model Sistem Pengendalian Persediaan Multi Eselon dengan Mempertimbangkan Interaksi Diantara Fasilitas Pelayanan</b> Fifi Herni Mustofa	380 ✓
<b>Analisis Implementasi Continuous Improvement Dalam Meningkatkan Daya Saing Industri Kecil Menengah (Studi di Wilayah Kabupaten Ciamis)</b> Asep Yunta Darma	389
<b>Model Sistem Logistik Gula Kristal Putih Pulau Jawa</b> Leni Herdiani	398

<b>Perencanaan Prioritas Perawatan Peralatan Pabrik Berdasarkan Kritikalitas Peralatan</b> Sigit Miskardi	498
<b>Perancangan Model Optimasi Jaringan Distribusi Multi Produk dengan Fuzzy Multi objective Mixed Integer Linear Programming</b> Dina Natalia Prayogo	506
<b>Integrasi Balanced Scorecard, Singapore Quality Award dan Pembobotan SMART: Studi Kasus pada P.T. Sinar Baru Stone, Ende, Indonesia</b> Eric Wibisono, Lisa Mardiono, Fenny Nikolay	515
<b>Corporate Venturing: The identification and assessment method</b> Zulaicha Parastuty	525
<b>Studi Kelayakan Penerapan <i>RFID</i> di Perpustakaan Universitas Surabaya</b> Jerry Agus Arlianto, Hanif Umar Baraja, Joniarto Parung	538
<b>Perancangan Peralatan <i>Material Handling</i> Pada Lantai Produksi Percetakan Koran BPB Di PT X</b> Niken Parwati dan Nidia	547
<b>Thermal Performance in Prototype Traditional Timber House</b> Agung Murti Nugroho, Eka Murtinugraha	555
<b>Penyusunan <i>Standard Operating Procedures</i> dan Perancangan Kerangka Pengukuran Kinerja Berbasis <i>Balanced Scorecard</i> untuk Mewujudkan <i>Good governance</i> di Koperasi Karyawan "X"</b> Monika Setyowati Hartono, Lisa Mardiono, M. Rosiawan	567
<b>Perbaikan Kualitas Proses Produksi Dengan Pendekatan <i>Lean-Sigma</i> Pada Divisi Produksi II, PT. Ilufak Plaskaging, Sidoarjo</b> Jerry Agus Arlianto, Meiriani Salim, Anantasari	575
<b>Model Optimisasi Ukuran Lot Produksi yang Mempertimbangkan Inspeksi Sampling dengan Kriteria Minimisasi Total Ongkos</b> Arie Desrianty, Fifi Herni M, Adelia Septy Perdana	584 ✓
<b>Strategi Pengelolaan Risiko Industri Biodiesel dengan Pendekatan Logika Fuzzy</b> Anggara Hayun Anujprana	594
<b><i>Biomedical Product Design</i>; Desain Produk Stimulator <i>Functional Electrical Stimulation</i> untuk Rehabilitasi Kemampuan Kontraksi Otot <i>Lower Limb</i></b> Hendi Wicaksono	607
<b>Sistem Furnitur Unit Perpustakaan Taman Kanak-Kanak</b> Wyna Herdiana	615
<b>Pengembangan Model Penyusunan Strategi Untuk Meningkatkan Daya Saing Program Studi <i>International Business Management</i> di Surabaya</b> David Sukardi Kodrat	624

# PERBAIKAN STASIUN KERJA SERUT BERDASARKAN ASPEK ANTROPOMETRI DAN BIOMEKANIKA

Yanti Helianty, Regi Hermawan, Caecilia Sri Wahyuning

Jurusan Teknik dan Manajemen Industri

Institut Teknologi Nasional

Jl. PHH Mustapa No. 23 Bandung

E-mail: [yanti@itenas.ac.id](mailto:yanti@itenas.ac.id)

## ABSTRAK

*Pada kebanyakan perusahaan manufaktur, umumnya pekerjaan dapat digambarkan sebagai interaksi antara operator dengan peralatan dan benda kerja yang digunakan. Sikap kerja yang salah pada saat interaksi dengan peralatan dapat menimbulkan kelelahan dan gangguan pada sistem otot rangka (Musculoskeletal), dan apabila dilakukan dalam jangka waktu yang lama secara berulang dapat menyebabkan terjadinya tekanan pada discus intervertebralis khususnya pada tulang belakang L5/S1, sehingga menimbulkan low back pain [6]. Kondisi kerja seperti ini tentu saja dapat menghambat kecepatan produksi karena pekerja cepat lelah sehingga dapat menurunkan produktivitas perusahaan.*

*Merancang ulang stasiun kerja dengan pendekatan ergonomi khususnya antropometri, dapat memperbaiki sikap kerja operator sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya cedera tersebut. Dan pendekatan biomekanika dapat digunakan untuk mengetahui apakah hasil rancangan lebih baik dari pada kondisi sebelumnya.*

*Perancangan ulang pada stasiun kerja serut (Circle) pada PT. Hajar Saputra menyebabkan perubahan posisi/sikap kerja operator. Posisi kerja operator berpengaruh pada besar gaya dan momen yang timbul pada setiap segmen tubuh operator pada saat bekerja. Besarnya gaya yang timbul pada setiap segmen tubuh operator pada saat bekerja dengan posisi kerja baru lebih kecil dari besarnya gaya dengan posisi kerja lama, sehingga stasiun kerja serut hasil perancangan dapat dikatakan lebih baik dari stasiun kerja lama.*

*Kata kunci: low back pain, sikap kerja, ergonomi, biomekanika*

## ABSTRACT

*In manufacture company, a job can be described as an interaction between operators and tools. Incorrect work position during the interaction can cause fatigue and disturbance on the Musculoskeletal and if it is done extensively and repetitively it can create a stress on discus intervertebralis, specifically the L5/S1 that is similar to the low back pain. Incorrect work position can intrude on production speed because the worker filled more tired so that can reduce the productivity.*

*Redesign a work station using ergonomic approach, specifically anthropometry can reform work position so that the injury risk can be reduced. Biomechanics approach can be applied to identify whether the new design is better than the previous one.*

*A new design at circle workstation at PT Hajar Saputra change operator work position. Work position have a significant influence in the value of force and torque on the part of body. From the calculation, the value of force and torque on the new design is smaller than the previous one. That mean is the new design is better than previous one.*

*Key words: low back pain, work position, ergonomics, biomechanics*

## 1. Pengantar

PT Hajar Saputra merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan bak karoseri. Bak karoseri merupakan suatu produk yang terdapat pada mobil-mobil truk atau sejenisnya yang digunakan sebagai tempat atau media untuk mengangkut atau membawa suatu produk/barang. Salah satu stasiun kerja yang ada di PT Hajar Saputra adalah stasiun kerja serut (*Circle*). Pekerjaan yang dilakukan pada stasiun kerja serut ialah menghaluskan papan. Selama ini operator serut melakukan pekerjaannya pada meja dengan ketinggian yang rendah sehingga posisi kerja operator serut membungkuk dengan memegang alat serut bertenaga listrik. Setelah selesai diserut, benda kerja berupa papan dengan berat 30 kg diangkat dan diletakkan dilantai tanpa palet oleh operator serut.

Sikap kerja tersebut dapat menimbulkan kelelahan dan gangguan pada sistem otot rangka (*Musculoskeletal*), dan apabila dilakukan dalam jangka waktu yang lama secara berulang dapat menyebabkan terjadinya tekanan pada *discus intervertebralis* sehingga menimbulkan *low back pain* (Grandjean, 1998). Kondisi kerja seperti ini tentu saja dapat menghambat kecepatan produksi karena pekerja cepat lelah sehingga dapat menurunkan produktivitas perusahaan.

Oleh karena itu maka perlu dilakukan usaha untuk meminimasi permasalahan tersebut. Merancang ulang stasiun kerja serut (*Circle*) terutama dengan memperhatikan kajian ergonomi merupakan salah satu cara untuk meminimasi permasalahan tersebut. Kajian ergonomi yang digunakan ialah aspek antropometri dan biomekanika. Aspek antropometri digunakan untuk menentukan dimensi meja kerja dan tinggi tumpukan papan yang sesuai dengan dimensi tubuh operator sehingga operator tersebut tidak membungkuk pada saat bekerja. Sedangkan aspek biomekanika digunakan untuk menentukan besarnya gaya dan momen disetiap segmen tubuh operator pada saat bekerja. Stasiun kerja serut yang ergonomis diharapkan dapat meminimasi potensi cedera pada tulang belakang sehingga tercipta sistem kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE).

## 2. Pustaka

### a. Antropometri

Anthropometri adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain [3]. Analisis antropometri ini dibutuhkan untuk merancang meja kerja yang ergonomis yaitu yang sesuai dengan dimensi tubuh dari operator. Analisis ini juga digunakan untuk melihat posisi kerja operator, sehingga sudut yan terbentuk dari posisi tersebut dapat digunakan sebagai *input* untuk menghitung besarnya gaya dan momen pada analisis biomekanika.

### b. Biomekanika

Biomekanika kerja adalah studi mengenai interaksi pekerja dengan peralatan, mesin dan material sehingga dapat meningkatkan performansi pekerja dan di sisi lain dapat meminimalkan resiko cedera kerja [2]. Biomekanika merupakan ilmu pengetahuan yang terdiri dari berbagai macam ilmu yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, dengan dasar dari biologi dan juga pengetahuan lingkungan kerja. Analisis biomekanika ini dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya tekan pada lempeng tulang belakang bagian bawah tepatnya lumbar nomor lima dengan sacrum nomor satu (L5/S1). Gaya tekan pada L5/S1 ini disebabkan oleh pengaruh gaya tekan dan dorong pada melakukan proses serut juga gaya angkat pada saat melakukan pengangkatan papan baik sebelum atau sesudah diserut.

### c. Perhitungan Gaya Dan Momen Disetiap Segmen Tubuh

Untuk menghitung gaya dan momen disetiap segmen tubuh operator pada saat bekerja maka perlu dilakukan perhitungan gaya aksi reaksi pada saat mengangkat papan dan menyerut. Gaya aksi reaksi diperoleh dengan persamaan kesetimbangan dengan menggunakan prinsip mekanika demikian pula untuk menghitung gaya dan momen disetiap segmen tubuh, terutama pada L5/S1. Persamaan kesetimbangan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\sum F_x = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad (2)$$

$$\sum M = 0 \quad (3)$$

Dimana:

$\sum F_x$  : Jumlah gaya pada sumbu X (N)

$\sum F_y$  : Jumlah gaya pada sumbu Y (N)

$\sum M$  : Jumlah momen disetiap segmen tubuh (N.m)

Setelah diketahui gaya aksi reaksi pada saat proses pengangkatan papan dan proses serut gaya tersebut digunakan untuk menghitung besarnya gaya dan momen disetiap segmen tubuh. Gaya dan momen yang dihitung adalah gaya dan momen yang dialami oleh operator pada saat proses pengangkatan dan proses menyerut.

### 3. Metodologi Penelitian

Suatu penelitian merupakan rangkaian proses yang saling terkait secara sistematis. Proses-proses tersebut merupakan tahap-tahap yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian sehingga dalam pelaksanaannya penelitian ini mempunyai arah yang jelas, sistematis, dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan dan tujuan penelitian.

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini diawali dengan analisis kondisi awal stasiun kerja, posisi kerja operator pada kondisi awal ini dihitung beban atau gaya yang terjadi pada setiap segmen tubuh. Hal ini sebagai dasar untuk menilai apakah gaya yang terjadi pada setiap segmen tubuh pada stasiun hasil perbaikan memiliki nilai yang lebih baik atau tidak.

Berdasarkan hasil analisis terhadap meja serut dan proses pengangkatan papan serta untuk mengatasi kebutuhan dari operator maka dilakukan perancangan ulang meja serut dan perbaikan posisi kerja pengangkatan papan. Perancangan ini dilakukan berdasarkan spesifikasi teknik dari meja serut yang diinginkan oleh operator. Hasil perancangan berupa gambar 3D dengan menggunakan *software AutoCAD 2002*.

Dengan perancangan ulang meja ini akan mempengaruhi posisi kerja operator yang juga berdampak pada besarnya beban atau gaya. Rancangan yang baru tersebut diharapkan dapat meminimasi potensi cedera tulang belakang terutama pada L5/S1. Untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan perhitungan gaya pada setiap segmen tubuh untuk kondisi stasiun kerja hasil perancangan. Berdasarkan hasil tersebut dilakukan analisis terhadap hasil perancangan untuk selanjutnya diambil kesimpulan.

### 4. Pembahasan

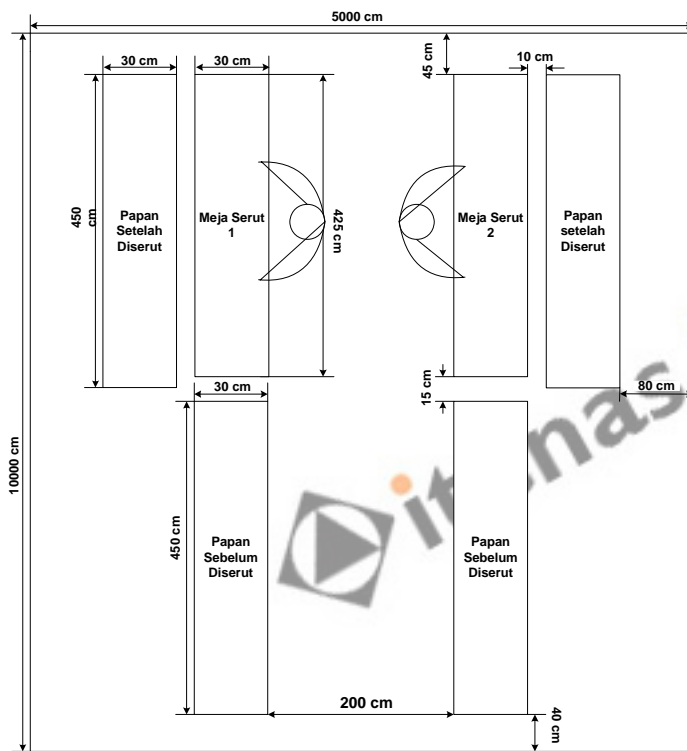
#### a. Analisis Kondisi Awal

Data stasiun kerja serut meliputi *lay out*, meja kerja, dan peralatan yang digunakan. Data ini diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung serta wawancara dengan pihak

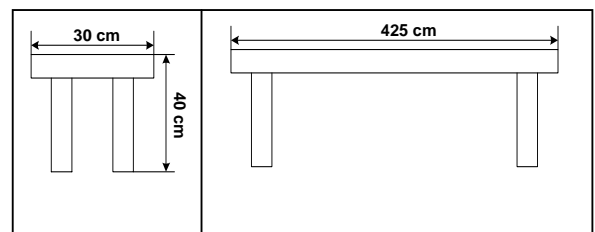


perusahaan dan operator mengenai stasiun kerja serut dan fasilitasnya. Gambaran mengenai stasiun kerja serut serta ukuran/ dimensi meja yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Proses penyerutan diawali dengan operator mengangkat papan dari atas tumpukan papan yang belum diserut, lalu menyimpannya diatas meja setelah itu dilakukan proses penyerutan, dan selanjutnya mengangkat papan yang telah diserut untuk ditempatkan pada meja yang disediakan untuk papan yang telah diserut.

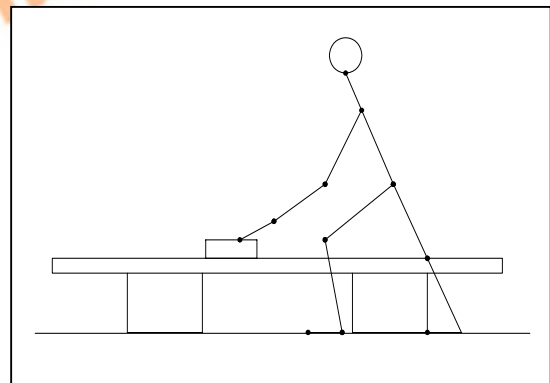
Dengan ukuran meja serut pada kondisi awal, operator melakukan penyerutan papan dengan posisi badan agak membungkuk. Hal ini dilakukan karena menyesuaikan ketinggian meja yang digunakan untuk menyimpan papan pada saat diserut. Posisi operator yang sedang mengangkat papan dan proses menyerut dapat dilihat pada Gambar 3 - 5. Untuk meminimasi potensi cedera pada tulang belakang akibat posisi kerja yang salah, maka perlu dilakukan perancangan ulang pada meja kerja serut saat ini.



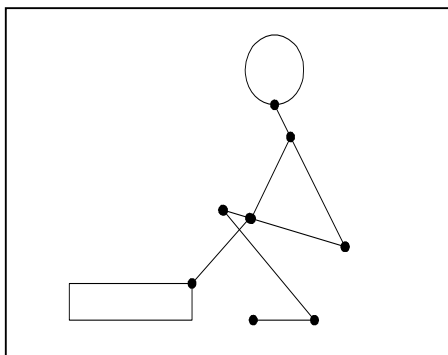
Gambar 1. Gambar Stasiun Serut



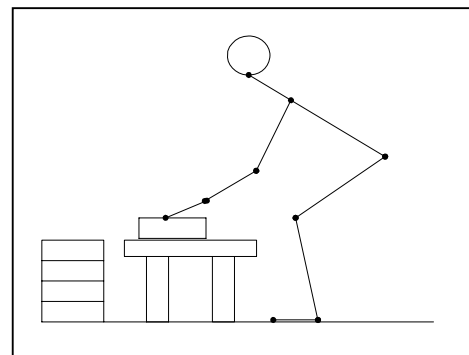
Gambar 2. Meja kerja Stasiun Serut



Gambar 3. Posisi Kerja Proses Menyerut



Gambar 4. Posisi Mengangkat Papan Sebelum Diserut

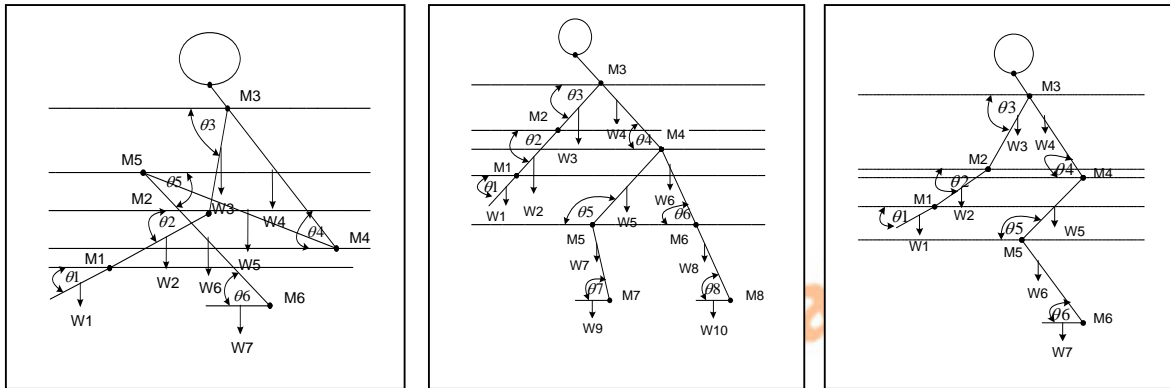


Gambar 5. Posisi Mengangkat Papan Setelah Diserut

## b. Menghitung Gaya dan Moment Pada Setiap Segmen Tubuh Pada Posisi Kerja Awal

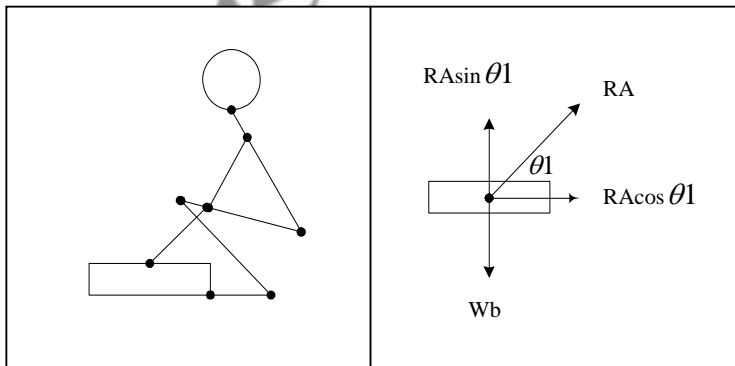
Perhitungan gaya awal dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang timbul pada setiap segmen tubuh pada saat operator bekerja, baik proses pengangkatan papan sebelum diserut, proses penyerutan papan, dan proses pengangkatan papan setelah diserut. Gaya awal merupakan gaya yang dihasilkan sebagai aksi reaksi pada telapak tangan sebagai akibat dari kontak tangan dengan papan atau mesin serut.

Data posisi tubuh operator diperoleh dari pengamatan langsung terhadap posisi dan gerakan-gerakan yang terjadi pada saat mengangkat papan dan menyerut. Data-data inilah yang digunakan untuk mengidentifikasi dimensi antropometri yang diperlukan dalam perhitungan sudut dan momen pada tiap segmen tubuh. Posisi tubuh dan sudut-sudut yang terbentuk pada tubuh operator dapat dilihat pada Gambar 6. Selain sudut yang terbentuk, data dimensi antropometri tubuh juga diperlukan untuk perhitungan gaya dan momen pada saat operator mengangkat papan.



Gambar 6. Posisi Tubuh Operator Untuk Perhitungan Sudut dan Momen

Contoh gambar diagram benda bebas dari papan pada saat diangkat pada proses pengangkatan papan sebelum diserut dapat dilihat pada Gambar 7, sedangkan contoh perhitungan gaya yang terjadi pada telapak tangan operator adalah sebagai berikut:



$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ R \sin \theta_1 - W_b &= 0 \\ W_b &= R \sin \theta_1 \\ R &= W_b / \sin \theta_1 \\ &= 300 / \sin 14^\circ = 1240,067 \text{ N} \end{aligned}$$

Gambar 7 Diagram Benda Bebas dari Papan Pada Saat Diangkat

Keterangan:

Wb: berat papan

RA: Gaya yang timbul pada tangan operator

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$m = 30 \text{ kg}$

$\theta_1 = 14^\circ$

$W_b = m * g = 30 * 10 = 300 \text{ N}$

Dengan menggunakan prinsip efek domino maka gaya yang terjadi pada pergelangan tangan ini akan menimbulkan gaya pada tangan, selanjutnya akan menimbulkan gaya pada bahu, lalu pada tulang belakang. Analisis biomekanika dilakukan berdasarkan pada besarnya gaya yang terjadi pada R5 atau tepatnya di L5/S1 pada tubuh operator untuk setiap proses kerja. Besarnya gaya pada R5 untuk masing-masing proses kerja dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

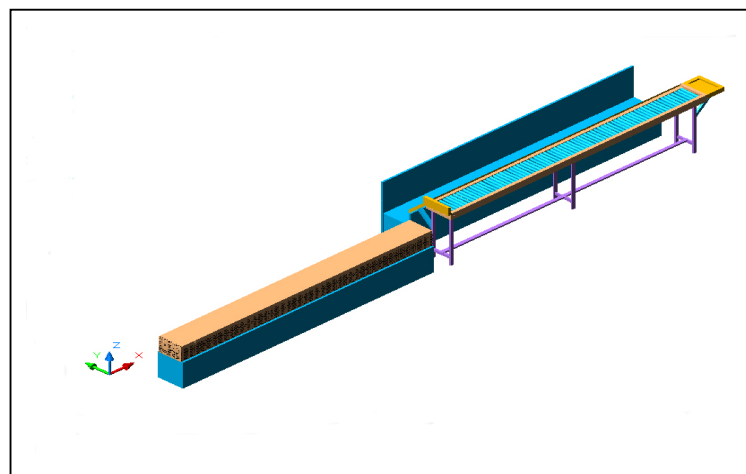
Tabel 1 Rekapitulasi Gaya Pada R5 Pada Kondisi Awal

No	Proses	Notasi	Besar Gaya Pada Tiap Sambungan Segmen Tubuh (Newton)
1	Mengangkat Papan Sebelum diserut	R5	1366,384
2	Menyerut	R5	371,318
3	Mengangkat Papan Setelah diserut	R5	1600,199

### c. Perancangan Meja Kerja Stasiun Serut

Analisis antropometri didasarkan pada hasil pengukuran terhadap dimensi fasilitas yang ada pada stasiun kerja serut dan dimensi antropometri operator. Dimensi fasilitas meja serut dengan tinggi 40 cm menyebabkan posisi kerja operator pada saat menyerut menjadi membungkuk. Hal ini terjadi juga pada saat operator mengangkat papan. Kondisi ini menyebabkan operator menjadi cepat lelah dan merasakan pegal-pegal pada bagian tubuh tertentu terutama leher, bahu, punggung, bisep, trisep, lengan bawah, pinggang, dan lutut.

Dengan melakukan perancangan ulang meja kerja yang ketinggiannya disesuaikan dengan data antropometri tubuh operator, juga dengan merancang ulang mekanisme pengangkatan papan baik sebelum dan sesudah diserut, diharapkan dapat mengurangi besarnya gaya pada setiap segmen tubuh terutama pada tulang belakang L5/S1. Tinggi meja serut hasil rancangan berdasarkan data antropometri operator dengan menggunakan nilai persentil 5 ( $P_5$ ) dari data dimensi tangan ke lantai diperoleh ukuran 73 cm, sedangkan untuk posisi papan yang belum diserut dibuat bantalan agar pada saat proses pengangkatan papan yang paling bawah tidak perlu sambil jongkok. Tinggi bantalan tersebut disesuaikan dengan tinggi meja serut, dengan memperhatikan jumlah tumpukan papan yang diijinkan yaitu sebanyak 10 papan. Dan untuk posisi papan setelah diserut juga disediakan bantalan dengan dinding penghalang yang berfungsi untuk menahan papan pada saat didorong dari meja serut dan adanya papan peluncur untuk memudahkan pada saat mendorong papan. Adapun hasil rancangan meja kerja stasiun serut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan Meja Kerja di Stasiun Serut

#### d. Perhitungan Gaya Dan Momen Disetiap Segmen Tubuh Pada Posisi Kerja Hasil Perancangan Ulang

Dengan rancangan meja serut baru ini maka dilakukan perhitungan gaya dan momen pada setiap segmen tubuh seperti pada meja serut yang lama. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya gaya dan momen pada tiap segmen tubuh operator ketika menggunakan meja serut hasil perancangan ulang. Hasil perhitungan ini dapat menunjukkan apakah meja serut hasil perancangan lebih baik dari pada meja serut lama. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besarnya gaya yang terjadi pada R5 atau tepatnya di L5/S1 pada tubuh operator untuk setiap proses kerja seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Gaya Pada R5 Pada Kondisi Rancangan Baru

No	Proses	Notasi	Besar Gaya Pada Tiap Sambungan Segmen Tubuh (Newton)
1	Mengangkat Papan Sebelum diserut	R5	332,623
2	Menyerut	R5	37,679
3	Mengangkat Papan Setelah diserut	R5	393,693

#### e. Analisis Hasil Rancangan

Tinggi posisi tangan operator pada saat bekerja pada meja serut hasil perancangan memiliki tinggi sebesar 73 cm. Tinggi ini diperoleh berdasarkan dimensi antropometri operator dengan menggunakan data dimensi tinggi tangan ke lantai dengan menggunakan persentil 5. Dengan tinggi meja hasil perancangan menyebabkan posisi kerja operator pada saat bekerja menjadi tidak terlalu membungkuk. Sedangkan dari peralatan pendukung meja serut pada rancangan ini diharapkan dapat mempermudah mekanisme proses pekerjaan serut.

Dari hasil perhitungan biomekanika diperoleh gaya yang terjadi pada hasil rancangan baru lebih rendah dari pada gaya pada kondisi awal. Hal ini menunjukkan bahwa hasil rancangan baru dapat mengurangi beban yang terjadi pada setiap segmen tubuh yang pada akhirnya dapat meminimasi terjadi resiko cedera terutama pada tulang belakang (L5/S1). Perbandingan hasil perhitungan gaya dan momen antara kondisi awal dan hasil perancangan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Perbandingan Besarnya Gaya Pada Posisi Kerja Lama dan Posisi kerja Baru Untuk Setiap Proses Kerja

No	Proses	Notasi	Besar Gaya Kondisi Awal (Newton)	Besar Gaya Rancangan Baru (Newton)
1	Mengangkat Papan Sebelum diserut	R5	1366,384	332,623
2	Menyerut	R5	371,318	37,679
3	Mengangkat Papan Setelah diserut	R5	1600,199	393,693

Tabel 4. Perbandingan Besarnya Momen Pada Posisi Kerja Lama dan Posisi kerja Baru Untuk Setiap Proses Kerja

No	Proses	Notasi	Besar Momen Kondisi Awal (Newton meter)	Besar Momen Rancangan Baru (Newton meter)
1	Mengangkat Papan Sebelum diserut	R5	-117,160	107,287
2	Menyerut	R5	104,179	25,608
3	Mengangkat Papan Setelah diserut	R5	1260,479	193,787

## 5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pembahasan pada bagian sebelumnya maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Usulan perbaikan stasiun kerja serut yang meliputi perancangan meja serut dan perancangan pallet yang dirancang sesuai dengan proses yang dibutuhkan dan dimensi antropometri operator telah dapat mengubah posisi operator dalam bekerja. Posisi tubuh operator pada saat bekerja dengan meja serut dan pallet hasil perancangan menjadi berubah karena dimensi meja serut dan pallet dirancang sesuai dengan dimensi antropometri operator.
2. Gaya yang terjadi pada L5/S1 operator jauh dibawah batas yang diizinkan oleh NIOSH yaitu 3500 N. Besarnya gaya dan momen yang terjadi pada setiap segmen tubuh operator pada saat bekerja dengan posisi kerja baru menunjukkan hasil yang lebih rendah dari pada gaya dan momen pada posisi kerja lama. Sehingga dengan posisi kerja baru dapat meminimasi potensi cedera pada tulang belakang.

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut adalah bahwa usulan rancangan perbaikan ini hanya berupa *prototype* oleh karena itu alangkah lebih baik apabila ada penelitian lanjutan untuk melakukan uji coba hasil rancangan. Saran lain adalah perbaikan tidak hanya dilakukan pada stasiun kerja serut saja, namun perlu juga perbaikan pada stasiun lainnya yang bertujuan untuk mendapatkan sistem kerja yang ENASE.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Beer, Ferdinand P., Jhonston E Russel, *Mekanika Untuk Insinyur STATIKA*, Erlangga, Jakarta, 1996.
- [2] Chaffin, Don B, and Gunnar B.J.Anderson, *Occupational Biomechanics*, 2<sup>nd</sup> edition, Jhon Willey & Son, New York, 1991.
- [3] Nurmiyanto, Eko, *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*, Guna Widya, PT Jakarta, 1996.
- [4] Mulyadi, Rahmat, *Rancangan Alat Bantu untuk Pemasangan Bak Karoseri Pada Chassis Mobil Di PT. Hajar Saputra Berdasarkan Analisis Biomekanika Dan Fisiologi Kerja*, TA Jurusan TI Itenas, Bandung, 2004.
- [5] Niebel, Benjamin, *Methods Standards & Work Design*, McGraw-Hill International Edition, Singapore, 1999.
- [6] Grandjean, Etienne, *Fitting The Task To The Man*, 4<sup>th</sup> Edition, Taylor & Francis Ltd, London, 1988.
- [7] Walpole, Ronald E, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan*, ITB, Bandung, 1995.