

## PERANCANGAN FASILITAS GRINDING UNTUK LABORATORIUM

**Pram Eliyah Y., Sri Rahayu**  
Teknik Industri  
Sekolah Tinggi Teknik Surabaya  
[pram@stts.edu](mailto:pram@stts.edu), [rahayu@stts.edu](mailto:rahayu@stts.edu)

### ABSTRAK

Manusia merupakan faktor penting dalam suatu sistem produksi selain mesin. Untuk itu dalam rangka meningkatkan kinerja manusia diperlukan suatu studi ilmiah mengenai perakitan alat kerja yang dapat membuat manusia tersebut merasa nyaman dan tidak mudah mengalami kelelahan.

Hal utama yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan analisa mengenai biomekanik mengenai kelelahan pada tulang belakang khususnya pada lumbar akibat posisi kerja yang kurang benar ketika menggunakan mesin gerinda bangku. Tujuannya adalah menentukan besarnya gaya yang bekerja pada tulang belakang atau lumbar pada saat posisi tubuh berdiri membungkuk dan posisi duduk sekaligus membandingkan hasilnya.

Setelah melakukan pengamatan tersebut dan atas dasar ilmu ergonomi, diketahui bahwa dalam melakukan suatu pekerjaan menggerinda, posisi duduk lebih baik daripada posisi berdiri membungkuk, hal ini dikarenakan gaya tekan pada posisi berdiri membungkuk (550,57 Newton) lebih besar dibandingkan dengan posisi duduk (297,31 Newton). Karena itu maka diusulkan bahwa posisi duduk adalah posisi yang terbaik untuk melakukan pekerjaan menggerinda jika dibandingkan dengan posisi yang lainnya. Selain itu posisi duduk dapat mengurangi rasa sakit yang berlebihan pada tulang belakang yang menyebabkan kerusakan pada tulang belakang atau lumbar. Hal terakhir yang dilakukan adalah perancangan model dan ukuran kursi usulan yang disesuaikan dengan meja mesin gerinda

Kata kunci: Biomekanik, Ergonomi, Lumbar, Gerinda

### ABSTRACT

*Humans are important factors in a production system other than the engine. Hence, in order to improve human performance required of a scientific study of assembly work tool that can make these people feel comfortable and not susceptible to fatigue.*

*The primary point needed to be considered on this research is the biomechanical analysis on backbone fatigues especially on the lumbar due to the improper working position while using a chair grinder machine. The objective is to the determine style on the backbone or lumbar while the body is in bowing and sitting positions and the result is compared.*

*After doing some research based on an ergonomic study, it is known that in doing the grinding, the sitting position is better than the bowing position because compression load on the bowing position (550,57 Newton) is bigger than the sitting*

*position (297,31 Newton). Based on this result, it is recommended that sitting position is the best position for grinding compared to other positions. Sitting position can also minimize the pain on the backbone which can damage the backbone or lumbar. The last thing that needs to be done is to make a model design of a chair that fits the grinder machine.*

*Keywords: Biomechanics, Ergonomic, Lumbar, Grinder Machine*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi dalam dunia kerja, walaupun tenaga kerja manusia sudah banyak yang tergantikan oleh mesin akan tetapi manusia merupakan salah satu faktor yang paling utama dan yang paling menentukan berlangsungnya suatu proses. Dalam rangka meningkatkan sumber daya manusia secara efektif dan efisien, maka perlu dilakukan suatu studi ilmiah mengenai perakitan alat kerja untuk dapat menunjang pekerjaan yang dilakukan manusia tersebut sehingga merasa nyaman dan tidak mudah mengalami kelelahan.

Dalam studi tentang ergonomi terlihat pula beberapa tentang disiplin ilmu lain yang erat hubungannya dengan penelitian terhadap kondisi manusia. Ilmu-ilmu tersebut meliputi anatomi dan fisiologi yang mempelajari tentang pengaruh kondisi kerja terhadap tingkah laku manusia.

Adapun tujuan penelitian adalah:

1. Analisis biomekanik mengenai kelelahan pada tulang belakang khususnya pada lumbar akibat posisi kerja yang kurang benar ketika menggunakan mesin gerinda bangku (*bench grinder*).
2. Menganalisa besar gaya yang ditimbulkan dalam melakukan pekerjaan menggerinda untuk posisi berdiri membungkuk, posisi jongkok, posisi duduk dan sekaligus membandingkan hasilnya.
3. Merancang fasilitas kerja, dalam hal ini pekerjaan menggerinda, seperti meja dan tempat duduk dengan memperhatikan aspek ergonomis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Istilah Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu Ergos yang berarti kerja, dan Nomos yang berarti hukum. Jadi ergonomi adalah prinsip atau kaidah yang dapat didefinisikan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitan dengan pekerjaannya.

Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi. Biomekanik dapat didefinisikan sebagai studi tentang sistem biologis dengan menggunakan prinsip-prinsip mekanik. Menurut Chaffin dan Andersson, biomekanik adalah suatu bidang ilmu yang mempelajari hubungan antara pekerja dengan peralatan, tempat kerja dan lain-lain, dengan tujuan meminimumkan kemungkinan terjadi cedera pada bagian kerangka atau otot manusia (*musculoceta injury*).

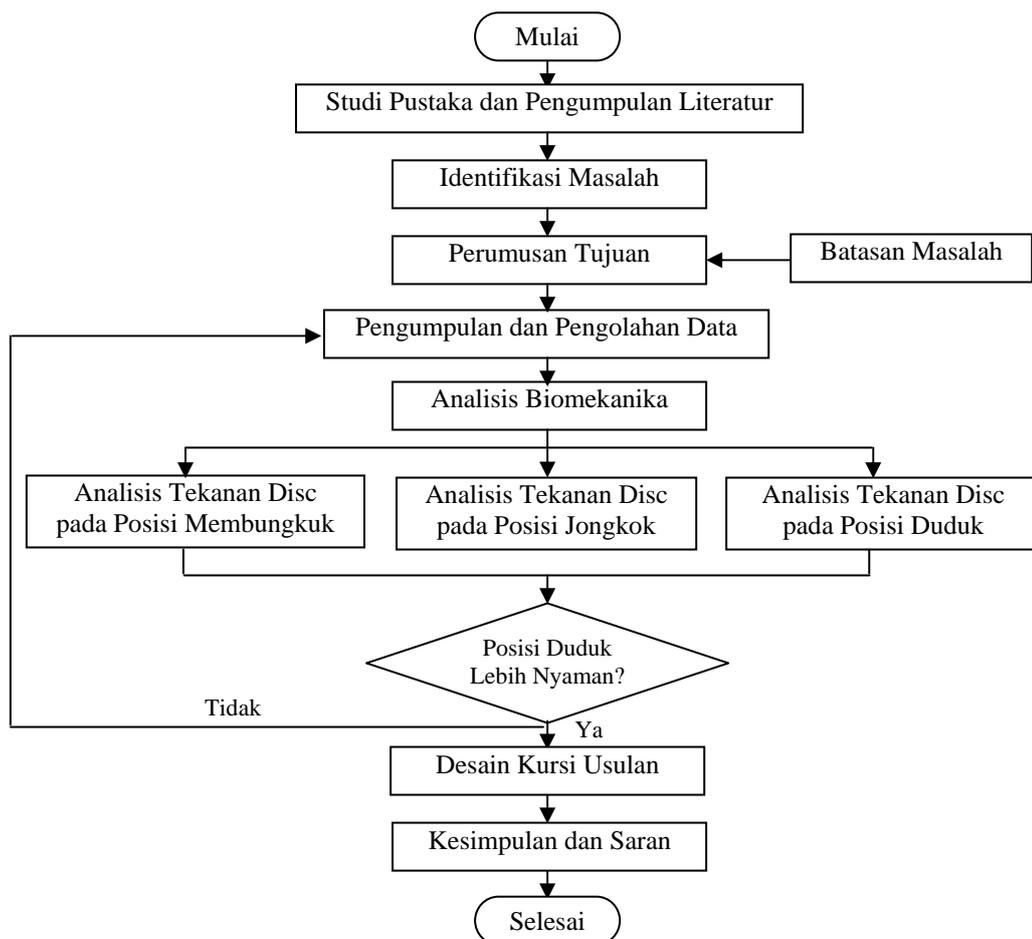
Posisi berdiri membungkuk merupakan posisi yang membutuhkan energi yang cukup besar, dimana posisi tersebut adalah posisi yang tidak simetris yang dapat menyebabkan rasa sakit atau dapat menyebabkan mudah lelah. Adapun analisisnya adalah sebagai berikut :

1. Berat (*weight*) beban besar  $W$  dan tubuh bagian atas (*upper body*)  $W$  mengakibatkan momen yang besar pada L5/S1 disebabkan lengan momen besar  $h$  dan  $b$ .
2. Momen ini harus diseimbangkan oleh gaya otot yang sangat besar (*muscle force*)  $F_M$ , karena gaya ini bereaksi dengan lengan momen sebesar  $E$ .
3. Nilai gaya  $F_M$  yang besar ini menyebabkan besarnya harga gaya tekan  $F_C$  pada L5/S1.
4. Untuk meminimumkan harga  $F_C$ , maka sangat perlu untuk memperkecil harga lengan momen  $h$  dan  $b$ .
5. Model Chaffin ini juga melibatkan adanya pengaruh dan tekanan dalam perut (*intra abdominal pressure*) yang disimbolkan  $F_A$  yang mempunyai kecenderungan untuk mengurangi besarnya gaya tekanan  $F_C$

Posisi duduk membutuhkan energi yang lebih kecil dibandingkan dengan posisi berdiri. Akan tetapi posisi duduk yang keliru akan menyebabkan masalah pada tulang belakang. Pada posisi duduk ini diintervertebral disc lebih besar dibandingkan dengan posisi berbaring. Pada saat posisi duduk dipengaruhi oleh gaya-gaya yang bekerja pada *intervertebral disc*. Gaya grafitasi digunakan untuk menentukan gaya yang ada pada sandaran.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

#### 4. PENGUMPULAN, PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Pengukuran dimensi tubuh untuk mendapatkan data anthropometri dilakukan pada 15 mahasiswa dan 15 mahasiswi.

Bagian tubuh yang mengalami tekanan pada posisi berdiri membungkuk adalah pada bagian tulang belakang, terutama pada bagian lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1). Karena pada bagian tersebut yang menopang berat badan, sehingga mengalami gaya yang terbesar pada postur tersebut. Untuk menentukan besarnya gaya yang dialami oleh tulang belakang pada lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1) harus diketahui hal-hal sebagai berikut:

Jarak sumbu pikul ke pusat masa beban ( $h$ ) = 65,71 cm

Jarak lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1) ke pusat masa badan ( $b$ ) = 21,43 cm.

Sudut inklinasi badan terhadap horisontal ( $\theta_H$ ) =  $45^0$

Sudut inklinasi kaki terhadap horisontal ( $\theta_T$ ) =  $67,14^0$

Sudut pada segmen disc L5/S1 antara gaya tekan relatif terhadap horisontal ( $\alpha = 50^0$ )

Berat badan yang berada di atas L5/S1 adalah 77% dari berat tubuh = 492,2 N

Jarak dari gaya perut FA ke lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1) ( $d$ ) = 12,3 cm

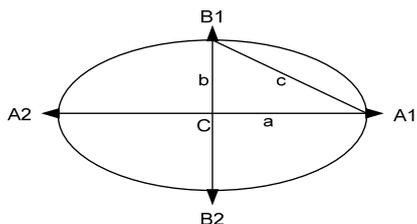
Jarak dari otot spinal erector ke lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1) ( $E$ ) = 6,1 cm

Luasan diafragma perut :

Keliling perut rata-rata = 86,57 cm

Panjang jari-jari perut dari kiri ke kanan ( $a$ ) =  $\frac{31,36}{2} = 15,68$  cm

Panjang jari-jari perut dari depan ke belakang ( $b$ ) =  $\frac{21,57}{2} = 10,79$  cm.



Jadi panjang c adalah :

$$\begin{aligned} c &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ &= \sqrt{15,68^2 + 10,79^2} \\ &= \sqrt{367,78} \end{aligned}$$

Luas diafragma =  $(2 \times a \times b) + (2 \times \pi \times c)$

$$= 338,37 + 119,51$$

$$= 457,88 \text{ cm}^2$$

Jadi untuk luas diafragma perut adalah  $457,88 \text{ cm}^2$

Kemudian untuk mendapatkan gaya tekan pada segmen L5/S1, yaitu dengan menjumlahkan semua gaya yang tegak lurus terhadap L5/S1, maka didapatkan gaya kompresi yaitu :

$$\begin{aligned}F_C &= (w + W) \sin \alpha - F_A + F_M \\ &= (492,2 + 0,012) \sin 50^\circ - 6,41 + 164,79 \\ &= 550,57 \text{ N}\end{aligned}$$

Analisis posisi duduk dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tekanan yang terjadi pada tulang belakang (disc), terutama yang terjadi pada tulang belakang bagian lumbar 5 atau sacrum 1 (L5/S1). Hasil dari analisis akan dibandingkan dengan besarnya gaya pada posisi membungkuk, jika hasilnya lebih kecil maka akan dirancangkan tempat duduk untuk postur kerja pada mesin gerinda bangku (*bench grinder*). Bagian tubuh yang ditopang oleh kursi adalah trunk dan kepala dari subyek untuk tubuh yang mempunyai massa 50,55 kg, berat trunk dan berat kepala dapat dihitung dari ketetapan yang diambil dari buku *Clinical Biomechanics At The Spine* (White III, A.A. and Panjabi, M.M. : 1978) sebagai berikut:

- Berat tubuh (BW)= 50,55 kg x 9,8 m/s = 495,39 N
- Berat trunk (Wti) = 50,3 % x BW = 249,18 N
- Berat kepala (Wh)= 7,7 % x BW = 38,15 N

Hal yang pertama dicari adalah gaya total gravitasi :

$$W_b = W_{ti} + W_h = 249,18 + 38,15 = 287,32 \text{ N}$$

Gaya total gravitasi ini dapat digunakan untuk menentukan gaya yang ada di sandaran dan digunakan untuk menentukan gaya normal pada saat posisi duduk, yang dimaksud gaya normal disini adalah gaya tegak lurus pada *intervertebral disc*.

Berat tubuh (Wb) adalah 287,32

Sudut inklinasi vertebral terhadap garis vertikal (Oi) adalah  $5^\circ$

Gaya tegak lurus terhadap garis singgung antara punggung dan sandaran kursi (Fb) adalah 10,03 N

Menentukan nilai gaya normal yang searah dengan sumbu x :

$$F_{nx} = F_x = F_b \sin O_i = 10,03 \sin 5 = 0,874 \text{ N}$$

Menentukan nilai gaya normal yang bekerja searah dengan sumbu y :

$$\begin{aligned}F_{ny} &= F_y = F_b \cos O_i + (W_{ti} + W_h) = F_b \cos O_i + W_b \\ &= 10,03 \cos 5 + 287,32 \\ &= 9,99 + 287,32 \\ &= 297,31 \text{ N}\end{aligned}$$

Untuk menentukan nilai gaya normal berdasarkan penjumlahan dengan vektor :

$$\begin{aligned}F_n &= \sqrt{F_{nx}^2 + F_{ny}^2} \\ &= \sqrt{0,874^2 + 297,31^2} \\ &= \sqrt{88394,0001} \\ &= 297,31 \text{ N}\end{aligned}$$

Posisi yang dianalisa berikutnya adalah posisi jongkok dimana dapat dikatakan pada awal sebelumnya bahwa posisi ini sungguh tidak nyaman apabila dilakukan utamanya ketika menggunakan gerinda bangku (*bench grinder*). Hal ini dapat dilukiskan dimana mesin gerinda diletakkan di lantai dan pekerja menggunakannya dengan posisi jongkok maka akan menyebabkan kelelahan dan ketidaknyamanan serta dapat mengalami cedera. Ukuran dari meja Gerinda adalah seperti pada tabel 2 dibawah.

Tabel 1. Ukuran Kursi yang Direncanakan

Bagian Kursi yang Diukur	Besar Ukuran (mm)
Tinggi tempat dudukan dari lantai	634
Kedalaman kursi	495
Tinggi sandaran punggung	916
Jarak tuas ke tubuh	558
Lebar kursi	477
Tinggi pijakan kaki dari tempat dudukan	404

Tabel 2. Ukuran dari Meja Gerinda

Bagian Meja	Ukuran (cm)
Panjang meja	97,5
Lebar meja	62
Tinggi meja	75,5
Tinggi kaki meja	8
Tebal meja	3
Tinggi pijakan kaki dari lantai	7
Jarak pijakan kaki dari kaki meja	9
Panjang mesin gerinda	30
Lebar mesin gerinda	8
Tinggi mesin gerinda dari meja	23

Dari hasil perhitungan kedua postur tersebut, diketahui bahwa hasil gaya yang diterima pada saat melakukan pekerjaan atau menggunakan mesin gerinda pada laboratorium analisa dan perancangan kerja STTS adalah bahwa postur atau posisi tubuh berdiri membungkuk hasil perhitungan gayanya lebih besar dibandingkan dengan postur atau posisi tubuh duduk. Adapun hasil pada saat posisi berdiri membungkuk adalah 550,57 Newton, sedangkan untuk posisi duduk hasil gayanya adalah 297,31 Newton. Karena itulah maka dirancang tempat duduk yang akan disesuaikan dengan meja mesin gerinda tersebut agar lebih ergonomis.

Karena posisi duduk lebih nyaman untuk dilakukan jika dibandingkan dengan posisi berdiri membungkuk, maka dirancanglah suatu kursi sebagai penunjang mesin gerinda bangku yang disesuaikan dengan meja gerinda.

## 5. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Posisi duduk lebih baik daripada posisi berdiri membungkuk dalam hal pekerjaan menggerinda, hal ini dikarenakan gaya tekan pada posisi berdiri membungkuk (550,57 Newton) lebih besar dibandingkan dengan posisi duduk (297,31 Newton) karena itu maka diusulkan bahwa posisi duduk adalah posisi yang terbaik untuk melakukan pekerjaan menggerinda jika dibandingkan dengan posisi yang lainnya. Selain itu posisi duduk dapat mengurangi rasa sakit yang berlebihan pada tulang belakang yang menyebabkan kerusakan pada tulang belakang atau lumbar.
2. Rancangan kursi yang diusulkan adalah dengan sudut  $95^0$  dan spesifikasi sebagai berikut:
  - Tinggi tempat duduk : 634 mm
  - Kedalaman kursi : 495 mm
  - Tinggi sandaran punggung : 916 mm
  - Jarak tuas ke tubuh : 634 mm
  - Lebar kursi : 495 mm
  - Tinggi pijakan kaki : 916 mmSetelah rancangan kursi dibuat dengan menggunakan aspek-aspek ergonomis maka dapat dinyatakan bahwa posisi duduk dapat memberikan kenyamanan dan mengurangi rasa sakit pada disc terutama pada bagian lumbar dan sacrum saat melakukan pekerjaan menggerinda.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Karena kursi hasil rancangan secara teoritis dapat mengurangi rasa sakit pada saat melakukan pekerjaan menggerinda dan juga membuat nyaman maka kursi hasil rancangan yang telah diusulkan sebaiknya dibuat sesuai ukuran serta digunakan sebagaimana mestinya.
2. Kursi yang dirancang sebaiknya dapat disesuaikan dengan mahasiswa baru selain praktikan atau orang lain yang hendak menggunakan mesin gerinda di laboratorium analisa dan perancangan kerja STTS.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Chaffin, D.B. and Andersson, Occupational Biomechanics, John Wiley and Sons, US, 1984.
- Nurmianto, Eko, Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya, Guna Widya, Jakarta, 2003.
- Pearce, Evelyn C, Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis, PT Gramedia, Jakarta, 2003.
- Santoso, Gempur, Ergonomi: Manusia, Peralatan dan Lingkungan. Prestasi Pustaka Publisher, Jakarta, 2004.
- Stevenson, M.G., Lecture Notes on The Principles of Ergonomics, Center for Safety Science, University of New South Wales, 1989.
- Wignjosoebroto, Sritomo, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Guna Widya, Jakarta, 1995.