

# Identifikasi 8 Aspek Ergonomi di Industri Konstruksi dan Service Mesin

Wahyu Susihono†

Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon – Banten  
pmy\_wahyu@yahoo.co.id

Ariesca, Anbar Firdaus, Cheva Nicuba, Rihan Hidayatullail, Yogi Agnan  
Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon – Banten

**Abstract.** *PT AWW merupakan salah satu perusahaan yang berada di kota Cilegon dan salah satu perusahaan yang bergerak di industri konstruksi dan service mesin. Aktivitas yang ada di lantai produksi, aktivitas kerja yang dilakukan oleh pekerja satu dengan yang lainnya mempunyai task yang berbeda-beda. Terjadi interaksi manusia-mesin pada pekerjaan di mesin bubut, mesin las, mesin milling dan mesin frais. Pada saat ini PT AWW akan meningkatkan kemampuan untuk melayani bermacam-macam produk dengan kualitas yang lebih baik sebagaimana tuntutan dan keinginan atau dorongan dari pelanggan. Secara umum sejalan dengan peningkatan target perusahaan, diperlukan juga peningkatan dari aspek kinerja manusia (human factor). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran usulan perbaikan berbasis kinerja manusia, sehingga diperlukan identifikasi terhadap 8 aspek ergonomi meliputi kebutuhan nutrisi (energy), tenaga otot, sikap tubuh, lingkungan kerja, kondisi waktu, kondisi sosial, kondisi informasi, dan interaksi manusia mesin. Rancangan pada penelitian ini menggunakan pendekatan metode observasional deskriptif yaitu pengamatan tanpa adanya intervensi untuk mengungkap fakta suatu sebab-akibat yang diuraikan secara deskriptif. Simpulan pada penelitian ini adalah diperlukan asupan gizi atau nutrisi untuk memulihkan tenaga, diperlukannya desain fasilitas berupa alat bantu untuk mengurangi penggunaan otot berlebihan, perlu memperhatikan sistem nilai budaya dalam adopsi penggunaan alat pelindung (APD) saat bekerja. Perlu perbaikan pada tata letak fasilitas kerja agar lebih nyaman, seperti pengurangan intensitas cahaya agar tidak terlalu tinggi diterima oleh pekerja yang sedang beraktivitas, diperlukan mengatur suhu lingkungan agar dapat diterima oleh tubuh sesuai dengan kondisi fisiologis pekerja dan diperlukan rancangan jalur atau lalu lintas pekerja secara aman.*

**Keywords:** Ergonomi, Industri Konstruksi, Postural Stress

## 1. PENDAHULUAN

Ergonomi adalah komponen kegiatan dalam ruang lingkup yang sangat luas antara lain meliputi penyerasian pekerjaan terhadap tenaga kerja secara timbal balik untuk efisiensi dan kenyamanan kerja (Suma'mur, 1989). Sasaran ergonomi adalah seluruh tenaga kerja baik sektor modern maupun pada sektor tradisional dan informal. Pada dasarnya seluruh kegiatan yang menggunakan tenaga kerja manusia di dalamnya akan selalu berhubungan dengan ergonomi karena kaitannya dengan hukum atau cara kerja yang benar.

Aktivitas kerja secara manual secara umum kurang memperhatikan kenyamanan, kesehatan maupun keselamatan kerja manusia, tanpa disadari akan mempengaruhi efektifitas, efisiensi, dan produktivitas kerja

(Jovianto, 2005). Ergonomi yang secara umum diartikan sebagai “*the study of work*” telah mampu membawa perubahan yang signifikan dalam mengimplementasikan konsep peningkatan produktivitas melalui efisiensi penggunaan tenaga kerja dan pembagian kerja berdasarkan spesialisasi-keahlian kerja manusia (Bridger, 1995; Sanders dan McCormick, 1992).

PT AWW merupakan salah satu perusahaan yang berada di kota Cilegon sebagai perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi benda kerja dan *service* mesin, terdapat 40 pekerja di dalamnya termasuk operator dan *staff* administrasi dengan waktu kerja yaitu 8 jam kerja dan 1 jam istirahat selama 6 hari kerja.

Sistem kerja pada PT AWW cenderung berubah-ubah, mengingat kegiatan yang dilakukan bergantung pada pesanan dari pelanggan. Oleh karena itu, dibutuhkan

---

† :Corresponding Author

performansi pekerja yang dapat bekerja memenuhi target perusahaan dalam segi produktivitas maupun segi kepuasan pelanggan dengan menggunakan 8 aspek ergonomi. Produktivitas dapat diukur melalui aspek penambahan *output* tanpa penambahan *input* dan atau *output* tetap dengan pengurangan *input*. Pengukuran produktivitas dapat ditinjau berdasarkan kuantitas kerja, kualitas kerja, dan ketepatan waktu (Simamora, 2004). Dalam penelitian ini mengidentifikasi penggunaan *input* berupa tenaga otot tenaga kerja dan peningkatan kualitas kerja untuk mendapatkan *output* tetap atau bahkan bertambah. Selanjutnya besar perolehan pengukuran produktivitas difungsikan sebagai umpan balik pelaksanaan kerja, mengetahui evaluasi kerja, mengetahui faktor keputusan, kebutuhan latihan dan pengembangan, perencanaan dan pengembangan karir, dan lain-lain (Sinungan, 2005).

Performansi kinerja ini diwujudkan dari aspek tenaga kerja manusia (*human factor*) yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan 8 aspek ergonomi yaitu kebutuhan nutrisi (*energy*), tenaga otot, sikap tubuh, lingkungan kerja, kondisi waktu, kondisi sosial, kondisi informasi, dan interaksi manusia mesin.

## 2. METODE PENELITIAN

Rancangan pada penelitian ini adalah dengan pendekatan metode analitik-observasional yaitu pengamatan tanpa adanya intervensi untuk mengungkap fakta suatu sebab-akibat yang diuraikan secara deskriptif. Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi terhadap cara kerja dan lingkungan kerja meliputi interaksi antara manusia, interaksi manusia-mesin, dan lingkungan fisik. Penelitian ini difokuskan pada interaksi pekerja-mesin pada mesin las, mesin bubut, mesin frais, dan mesin mill.

Lingkungan fisik yang dapat diukur pada penelitian ini adalah besar pencahayaan (lux), kebisingan (dB), kelembaban, dan temperatur pada stasiun kerja yang diamati. Hasil pengukuran kondisi lingkungan fisik kemudian membandingkan dengan kondisi lingkungan fisik pada ketentuan Nilai Ambang Batas berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002. Pengamatan diambil sebanyak 5 titik pada area kerja, kemudian dihitung nilai rata-rata untuk mengetahui besar faktor lingkungan fisik terhadap paparan tubuh.

Pengamatan terkait kebutuhan nutrisi, penggunaan tenaga otot, kondisi waktu, dan kondisi sosial dilakukan dengan melakukan *interview* terhadap pekerja, sedangkan pengamatan terkait sikap tubuh, kondisi informasi, dan

interaksi manusia-mesin dilakukan dengan merekam kegiatan produksi berupa gambar dan video agar lebih mudah diamati dan dianalisis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Kebutuhan Nutrisi;** Pada *workshop* PT AWW memiliki lingkungan kerja yang relatif panas atau diatas suhu nyaman manusia bekerja, sehingga kebutuhan karbohidrat dan mineral lebih dominan (Grandjean,1993). Perusahaan belum menyediakan fasilitas untuk melengkapi kebutuhan nutrisi atau memulihkan kembali tenaga operator yang bekerja. Pemenuhan nutrisi untuk pemulihan energi pada tiap operator hanya berupa makan dan minum yang tidak memiliki aturan mengenai kriteria asupan nutrisi.

**Tenaga Otot;** Pengeluaran tenaga otot pada sebagian *task* yang dilakukan operator termasuk dalam kegiatan yang membutuhkan tenaga otot yang besar. Contohnya adalah kegiatan transportasi material yang mayoritas berukuran besar dan memiliki massa besar, di mana alat yang digunakan hanya berupa *hand forklift* dan *manual material handling*. Selain itu kegiatan lainnya seperti mengelas, dan membubut tidak terlalu membutuhkan tenaga otot yang besar kecuali pada saat aktivitas *set up* bahan baku ke mesin karena pada saat *set up* operator di industri melakukan *set up* seperti membersihkan mesin, dan pengecekan material, memindahkan material, mengukur dan mengkalibrasi mesin sesuai standar (Pangribuan, 2010).

**Sikap Tubuh;** Beberapa *task* yang dilakukan operator ditemukan sikap kerja yang tidak ergonomis, contohnya pada operator yang menggunakan mesin bubut saat melakukan *set up* mesin, dengan sikap tubuh kondisi membungkuk, aktivitas ini dapat menyebabkan cedera pada tulang bagian belakang (Tarwaka, 2004). Aktivitas pengelasan yang dilakukan di lantai atau tanpa meja kerja khusus, dan operator melakukannya dalam posisi jongkok, sehingga memiliki resiko sakit pada kaki dan pinggang. Hampir seluruh kegiatan dilakukan dengan durasi waktu yang lama dan dengan sikap kerja yang berulang-ulang. Berikut ini adalah gambar postur kerja operator :



Gambar 1. Postur Kerja Pengelasan

Berdasarkan gambar 1 dapat dianalisis postur tubuh pekerja saat melakukan pengelasan dalam keadaan membungkuk. Sikap ini dapat menyebabkan cedera otot tulang belakang seperti L5/S1 apalagi dikerjakan dalam waktu yang relatif lama dan dilakukan berulang-ulang. Sikap kerja yang tidak alamiah ini menyebabkan posisi tubuh bergerak tidak alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat. Semakin jauh posisi bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh, maka semakin tinggi resiko terjadinya keluhan otot skeletal. (Tarwaka, 2004).



Gambar 2. Postur Kerja Stasiun Frais

Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa postur kerja pada stasiun frais terdapat pengangkatan bahu dan siku ke atas menjauhi benda kerja. Hal ini dapat menyebabkan cedera otot lengan dan menimbulkan rasa pegal yang disebabkan oleh adanya penimbunan asam laktat berlebih.



Gambar 3. Postur kerja Stasiun *Hand Milling*

Berdasarkan gambar 3 terlihat postur tubuh operator saat melakukan aktivitas di mesin milling kecenderungan sedikit membungkuk dan bahu terangkat. Hal ini dapat menimbulkan cedera pada leher dan tulang belakang, apalagi proses kerja ini dilakukan dalam waktu relatif lama dan dilakukan berulang-ulang.



Gambar 4. Postur kerja Stasiun *Milling*

Berdasarkan gambar 4 terlihat postur tubuh operator saat melakukan proses milling dengan kaki terangkat ke atas. Sikap kerja ini tidak sesuai dengan posisi kerja seharusnya yaitu tubuh bekerja pada posisi normal adalah kaki lurus anatomis.



Gambar 5. Postur kerja Stasiun Bubut

Berdasarkan gambar 5 terlihat postur tubuh operator saat melakukan proses pembubutan dengan bahu terangkat dan merunduk cendrung ke depan. Sikap kerja ini tidak sesuai dengan posisi kerja anatomis seharusnya yaitu tubuh bekerja pada posisi bahu tegak dan tidak terangkat.

### Lingkungan Kerja

Berikut ini adalah data lingkungan kerja pada area mesin bubut:

Tabel 1: Data Lingkungan Kerja Mesin Bubut

| Indikator            | Pengambilan ke- |      |      |      |      | rerata |
|----------------------|-----------------|------|------|------|------|--------|
|                      | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |        |
| Pencahayaannya (lux) | 103             | 116  | 245  | 246  | 67   | 115.4  |
| Kelembaban (%)       | 58              | 58   | 58   | 58   | 58   | 58     |
| Suhu (°C)            | 33.2            | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 33.3   |
| Kebisingan (dB)      | 84.2            | 84.9 | 81.3 | 77   | 80.9 | 81.66  |

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa pada area mesin bubut memiliki rata-rata nilai pencahayaan sebesar 115.4 lux, kelembaban 58%, temperatur 33.3 °C, dan kebisingan sebesar 81.66 dB. Data lingkungan kerja pada area mesin milling dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Data Lingkungan Kerja Mesin Milling

| Indikator            | Pengambilan ke- |      |      |      |      | rerata |
|----------------------|-----------------|------|------|------|------|--------|
|                      | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |        |
| Pencahayaannya (lux) | 278             | 227  | 167  | 166  | 158  | 199.2  |
| Kelembaban (%)       | 61              | 61   | 61   | 61   | 60   | 60.8   |
| Suhu (°C)            | 33.5            | 33.5 | 33.5 | 33.5 | 33.5 | 33.5   |
| Kebisingan (dB)      | 79.5            | 78.6 | 81   | 83.4 | 82.8 | 81.06  |

Berdasarkan tabel 2 di atas, diketahui bahwa pada area kerja mesin milling memiliki rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 199.2 lux, kelembaban 60.8%, temperatur lingkungan 33.5 °C, dan kebisingan sebesar 81.06 dB. Berikut ini Tabel 3 merupakan data lingkungan kerja pada area mesin frais.

Tabel 3: Data Lingkungan Kerja Mesin Frais

| Indikator            | Pengambilan ke- |      |      |      |      | Rerata |
|----------------------|-----------------|------|------|------|------|--------|
|                      | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |        |
| Pencahayaannya (lux) | 346             | 319  | 234  | 202  | 190  | 258.2  |
| Kelembaban (%)       | 57              | 58   | 58   | 58   | 59   | 58     |
| Suhu (°C)            | 33.5            | 33.5 | 33.5 | 33.5 | 33.5 | 33.5   |
| Kebisingan (dB)      | 78.1            | 79.1 | 78.9 | 78.4 | 79.3 | 78.76  |

Berdasarkan Tabel 3 di atas diketahui bahwa area mesin frais memiliki rata-rata nilai pencahayaan sebesar 258.2 lux, kelembaban 58%, temperatur 33.5 °C, dan kebisingan sebesar 78.76 dB. Berikut ini Tabel 4, merupakan data lingkungan kerja pada area pengelasan.

Tabel 4: Data Lingkungan Kerja Stasiun Pengelasan

| Indikator       | Pengambilan ke- |      |      |      |      | Rerata |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|--------|
|                 | 1               | 2    | 3    | 4    | 5    |        |
| Kelembaban (%)  | 64              | 64   | 64   | 64   | 64   | 64     |
| Suhu (°C)       | 32.9            | 32.9 | 32.8 | 33   | 32.9 | 32.9   |
| Kebisingan (dB) | 70.6            | 71.7 | 74.9 | 73.5 | 76.4 | 73.42  |

Berdasarkan tabel 4 di atas diketahui bahwa pada area mesin bubut memiliki rata-rata nilai kelembaban 64%, temperatur 32.9 °C, dan kebisingan sebesar 73.42 dB. Pencahayaan adalah kadar cukup atau tidaknya intensitas cahaya yang terdapat di suatu stasiun kerja. Penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat objek yang dikerjakan secara jelas, cepat, dan tanpa upaya yang tidak perlu (Suma'mur, 1982). Intensitas cahaya yang cukup dapat mempengaruhi kesehatan, keselamatan dan kenyamanan kerja yang positif dan dapat meningkatkan kinerja karyawan. Sedangkan intensitas cahaya yang kurang akan menyebabkan ketegangan otot dan syaraf yang dapat mempengaruhi kelelahan mata, otot, dan syaraf yang dapat menurunkan kewaspadaan ketelitian kerja sehingga potensi produk *reject* akan tinggi. Pada pengerjaan benda kerja PT AWW besar pencahayaan sudah sesuai dengan nilai Nilai Ambang Batas (NAB) yang dianjurkan yakni 100 lux berdasarkan PMP no.7 tahun 1964. Besarnya intensitas cahaya pada area *workshop* disebabkan oleh kondisi *workshop* yang memanfaatkan cahaya dari matahari melalui pintu gerbang *workshop* dan dipengaruhi oleh kegiatan stasiun pengelasan yang tidak terpisah dengan stasiun lainnya.

Nilai *temperature* pada area kerja berkisar antara 32.9-33.5°C, jika dibandingkan dengan nilai ambang batas menurut peraturan, telah melampaui Nilai Ambang batas untuk jenis pekerjaan dengan beban kerja sedang adalah 26.7 °C hingga beban kerja berat 25 °C berdasarkan Standar Nasional SNI 16-7063-2004.

Kelembaban udara relatif adalah perbandingan jumlah uap air dalam udara atau kelembaban absolut dengan jumlah uap air maksimum yang dapat dikandung oleh udara tersebut dalam suhu udara pada saat yang sama. Kondisi kelembaban pada *workshop* adalah 57-64%. Nilai Ambang Batas yang dianjurkan adalah 40-60% menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, sedangkan menurut Grandjean (1998) batas kelembaban yang dianjurkan adalah 40-50%. Kelembaban yang terlalu tinggi disertai dengan temperatur lingkungan yang tinggi dapat meningkatkan denyut jantung dan mempercepat

penguapan keringat yang berdampak pada pekerja akan merasa haus yang berkepanjangan (Susihono, 2016).

Kondisi bising adalah semua suara yang tidak dikehendaki bersumber dari alat-alat proses produksi atau alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Nilai Ambang Batas dengan waktu pemaparan 8 jam dalam satu hari adalah 85 dB. Kebisingan pada area *workshop* tergolong aman karena tidak melebihi NAB dikarenakan kondisi area *workshop* luas dan berupa hamparan terbuka sehingga stasiun kerja tidak tersekat batas ruang.

**Kondisi Waktu;** Upaya pemulihan tenaga tentunya sangat dibutuhkan waktu istirahat aktif untuk melepaskan lelah sesaat dan mengurangi beban kerja (Susihono, 2014). Jam kerja seperti yang dijabarkan di atas, sudah sesuai dengan aturan yang diterapkan pemerintah, yaitu jam kerja optimal delapan jam dengan waktu istirahat 1 jam pada siang hari.

**Kondisi Sosial;** Kondisi sosial budaya kerja dapat berupa interaksi antar pekerja, masyarakat keluarga, dan perusahaan (Chapain, 1997). Kondisi pada PT AWW di antara lain adalah adanya budaya *briefing* antar pekerja pada pagi hari sebelum pekerjaan dimulai. Hal ini dilakukan karena jenis pekerjaan yang dikerjakan berubah-ubah sesuai permintaan sehingga diperlukannya komunikasi antara manajer operasional dengan operator yang akan mengerjakan pekerjaan tersebut. Kurangnya komunikasi antara manajer operasional dan operator dapat mengakibatkan kesalahan pengerjaan benda kerja.

Budaya lainnya adalah masih kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) pada setiap pekerjaan sehingga memungkinkan adanya kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja. Alat Pelindung Diri umum yang seharusnya digunakan pada *workshop* adalah sepatu *safety*, baju berlengan panjang, celana panjang, helm *safety*, sarung tangan kecuali pada mesin bubut, dan kacatama *safety*.

**Kondisi Informasi;** Kondisi informasi pada *workshop* berupa pemasangan *display* di area kerja memungkinkan penyebaran informasi untuk menghindari adanya kesalahan langkah kerja, mengetahui letak pengambilan dan peletakan kembali suatu barang, maupun sebagai upaya meminimalkan kegiatan bertanya pada manajer operasional. Pemasangan *display* seperti tempat peletakan balok, pelabelan status gas, pembuangan geram, dan informasi nama ruangan merupakan *display* yang telah tersedia di area *workshop* sehingga memudahkan operator dan staff melakukan pekerjaan. Kemudian adanya papan

pemberitahuan mengenai target benda kerja yang sedang dikerjakan sebagai informasi tujuan yang akan dicapai pada hari tersebut.

Pada salah satu dinding *workshop* terdapat tempat informasi pembagian jadwal kerja dan tugas pekerja pada periode tertentu, namun penggunaannya belum maksimal sehingga *job description* pekerja belum terdokumentasi secara tertulis.

Area kerja pada *workshop* berupa ruangan dengan penempatan mesin pada setiap sisi dinding, penataan antar mesin belum diseuaikan dengan peta kerja setempat dan peta kerja keseluruhan. Selain itu, pada area *workshop* belum ada petunjuk mengenai jalur aman atau tidak amannya suatu area kerja. Misalnya pembuatan daerah jalur khusus pejalan kaki, jalur bahan baku, area mesin, atau jalur evakuasi saat terjadi kecelakaan kerja.

**Interaksi Manusia-Mesin;** Interaksi manusia mesin di PT AWW dapat ditemukan pada proses penggunaan alat bantu sistem kerja oleh manusia untuk menyesuaikan pekerjaan (*fitting the man to the job*). Misalnya pada stasiun bubut operator menggunakan balok kayu sebagai pijakan kaki sehingga operator dapat melakukan *set up* dengan lebih teliti. Kemudian untuk pengangkatan benda kerja yang berat, perusahaan menyediakan *manual crane* sebagai alat bantu ketika melakukan *set up* mesin bubut. Pada stasiun pengelasan pekerja melakukan aktivitas di lantai produksi karena ukuran benda kerja yang tidak memungkinkan diletakkan pada permukaan yang lebih tinggi, sehingga berdampak pada sikap kerja yang tidak nyaman.

#### 4. KESIMPULAN

Simpulan dalam penelitian ini adalah a) perlunya pemenuhan nutrisi bagi pekerja untuk pemulihan tenaga, b) diperlukannya alat bantu untuk mengurangi penggunaan otot, c) diperlukan penyesuaian lay out ruang yang lebih nyaman sehingga intensitas cahaya, suhu udara, maupun kelembaban berada dalam Nilai Ambang Batas yang ditentukan, d) perlu upaya untuk menjalin komunikasi antar karyawan serta pembiasaan menggunakan alat pelindung diri (APD) saat bekerja sebagai penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, e) diperlukan rancangan jalur atau lintasan pekerja batas antara area kerja dan jalur aman.

## REFERENCES

- Bridger, R. S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. New York : McGraw-Hill Inc.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting The Task to The Man*. 4<sup>th</sup> edition. London : Taylor & Francis.
- Henry, S. 2004. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Edisi Ke-3. STIE YKPN. Yogyakarta.
- Jovianto, E. 2005. Perancangan Metode Kerja Berbasis Ergonomi pada Bagian Penyetelan dan Pengelasan Tangki Travo di PT. BD-Surabaya. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri FTI-ITS. Surabaya : ITS
- Muchdarsyah, S. 2005. *Produktivitas*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Pangribuan, Meliana. D. 2010. Analisa Postur Kerja Dengan Metode Rula Pada Pegawai Bagian Pelayanan Perpustakaan USU Medan. *Repository*. Bandung : Widyatama.
- Sanders, Mark. S. McCormick, E. 1992. *Human Factors in Engineering and Design*. New York : McGraw Hill Publishing Company Ltd.
- Suma'mur. 1989. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : PT Toko Gunung Agung.
- Susihono, W. 2014. Ergonomics Approach Analysis Sebagai Dasar Identifikasi dan Perbaikan Kondisi Kerja pada Industri Pengecoran Logam Sistem Dapur Induksi ; Studi Kasus di PT. X Ceper Klaten. *Proceeding Seminar Nasional Industrial engineering Conference*. Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Hal 284-290. ISBN 978-602-70259-2-9.
- Susihono, W. 2016. *Ergonomi di Industri Pengecoran Logam*. Serang : Untirta Press.
- Tarwaka. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*. Surakarta. Uniba Press.