

PERANCANGAN MEJA PENGELASAN YANG ERGONOMIS BERDASARKAN PENDEKATAN ANTROPOMETRI DAN RULA "RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT"

Riki Kurniadi¹, Basuki Arianto², Indramawan³, W.Tedja Bhirawa⁴.

Program Studi Teknik Industri
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta

ABSTRAK— Penelitian ini dilakukan untuk merancang meja pengelasan yang ada di bengkel las. Fasilitas meja pengelasan ini digunakan oleh operator las untuk membantu aktivitas pengelasan agar memiliki posisi tubuh yang nyaman, sebelum adanya meja pengelasan ini para operator las memiliki postur kerja yang mengharuskan operator las untuk jongkok dan membungkukkan badan, sehingga postur tubuh operator las yang tidak nyaman pada saat melakukan proses pengelasan tersebut membuat postur punggung, lengan dan leher menjadi tidak nyaman. Alat ini dirancang untuk mengurangi rasa tidak nyaman pada operator las saat melakukan aktivitas pengelasan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran postur kerja dengan menentukan penilaian level ketidaknyamanan postur tubuh. Gambaran postur kerja pada operator las di bengkel las pada saat proses pengelasan menggunakan RULA. Meja pengelasan juga menggunakan metode antropometri dimana data yang dihasilkan dalam penelitian ini dilakukan dengan pengukuran dari 30 sampel masyarakat sekitar yang terdiri dari ukuran panjang tangan (pt), tinggi pinggul (tp), rentang siku (rs), tinggi lutut (tl), setelah pengumpulan sampel data kemudian diolah untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan antropometri pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa postur kerja tubuh operator las pada saat melakukan proses pengelasan berada pada postur kerja tidak ergonomis pada saat mengelas, sehingga posisi badan mengharuskan untuk berjongkok dan membungkukkan badan. Level ketidaknyamanan penilaian pada saat melakukan proses pengelasan berada pada level ketidaknyamanan tinggi (high). Pengukuran data antropometri untuk penggunaan meja pengelasan yang ergonomis dilakukan untuk membuat operator las pada saat melakukan aktivitas pengelasan memiliki posisi yang nyaman. Ukuran dimensi meja pengelasan yang di ukur sebagai berikut: Tinggi meja pengelasan 92,2 cm, lebar meja pengelasan 78,2 cm, dan panjang meja pengelasan 92,4 cm.

Kata kunci : Perancangan, Ergonomi, Antropometri, RULA.

1. PENDAHULUAN

Sistem pengoperasian meja las yang ada tidak dapat dipisahkan dari semua tahapan kegiatan baik dalam peren canaan, perakitan dan perawatan suatu benda yang berbahan dasar logam. Keberadaan meja las sangat dibutuhkan dalam rangka memenuhi tahapan proses pengelasan tersebut. sehingga dengan adanya alat bantu operator lebih mudah dalam melakukan pengelasan. Berdasarkan obser vasi yang dilakukan dibengkel las, diperoleh beberapa kondisi yang memperlihatkan mesin las yang ada saat ini belum dilengkapi oleh fasilitas alat bantu.

Sehingga dalam melakukan pengelasan operator merasakan kesu litan apa lagi untuk seseorang yang belum pernah mengelas untuk itu dibutuhkan alat bantu mengelas berupa meja las. Saat ini meja las yang tersedia masih kurang fleksibel terhadap posisi dan cara pengelasan yang dibutuhkan. Saat ini, aspek ergonomi dan ilmu antropometri banyak digunakan dalam proses merancang sebuah produk. Salah satunya yaitu kursi dan meja. Maka penulis dalam hal ini tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Perancangan Meja Pengelasan Yang Ergonomis

Dengan Berdasarkan Metode Rula (*Rapid Upper Limb Assessment*)”.

2. METODOLOGI

Perancangan meja pengelasan ini menggunakan konsep dasar ergonomi, antropometri dan menggunakan RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*). Agar dapat menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat dalam perancangan meja pengelasan yang ergonomi ini memerlukan data ukuran dimensi antropometri operator penge lasan dikampung tipar depok. Untuk mengidentifikasi postur tubuh operator dikampung tipar depok pada meja pengelasan dengan menggunakan RULA. Setelah tujuan penelitian ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data. Pada penelitian ini ada beberapa hal data yang digunakan, Penulis melakukan pengumpulan data umum, khusus penelitian, bentuk wawancara, observasi/dokumentasi sebagai berikut:

- Data Primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli yang dibutuhkan dan benar-benar berhubungan dengan topik penelitian antara lain:
 - Data dokumentasi postur kerja tubuh ukuran perteorori data.
 - Data antropometri operator penge lasan dalam perancangan meja penge lasan yang ergonomi.
- Data Sekunder adalah data yang sudah diolah terlebih dahulu dan baru didapatkan oleh peneliti dari sumber yang lain sebagai tambahan informasi seperti data buku, Jurnal, publikasi pemerintah, serta sumber lain yang mendukung penelitian ini adalah:
 - Literatur perancangan produk, ergonomi, antropometri dan RULA.
 - Gambaran antropometri tubuh dimensi manusia.
 - Data jenis persentil perhitungan distribusi normal
 - Data jenis range pergerakan postur tubuh metode RULA.
 - Pengolahan data.
 - Spesifikasi material perancangan.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengolahan data dengan menggunakan pendekatan ergonomi, antropometri, dan analisis hasil kerja dengan langkah sebagai berikut:

- Pengukuran dan perhitungan hasil antropometri pada penggunaan data meja pengelasan sebagai berikut:
 - Panjang tangan
 - Tinggi pinggul
 - Rentang siku
 - Tinggi lutut
- Perhitungan hasil RULA pada penggunaan meja pengelasan untuk postur kerja tubuh operator las.
- Uji normalitas adalah sebuah uji yang dilakukan dengan tujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut berdistribusi normal atautidak.
- Uji keseragaman data yaitu untuk mengetahui perhitungan data-data yang dikumpulkan tersebut berada di batas-batas yang dapat sesuai dengan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian dalam penelitian ini.
- Uji kecukupan data yaitu bertujuan untuk mengetahui sekumpulan data tersebut yang dapat mewakili populasi yang ada atau tidak, sesuai dengan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini. Apakah data yang dikumpulkan lebih besar dari jumlahnya dari data yang dibutuhkan, dari hasil ini data tersebut mewakili populasi yang ada.
- Menghitung persentil yaitu nilai yang menyatakan bahwa presen tase tertentu dari orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Besarnya nilai presentil dapat ditentukan dari tabel probabilitas distribusi normal.



Tahap perancangan meja pengelasan dilakukan mengacu pada data-data yang telah diperoleh dan diolah sebelumnya untuk mendapatkan hasil rancangan yang ergonomis dan sesuai ukuran data antropometri operator las dikampung tipar depok. Tahap ini terdiri dari penentuan pembuatan prototype, dan perencanaan

estimasi biaya yang dibutuhkan, sebagai berikut:

- Pembuatan Prototype Perancang an Prototype adalah gambaran nyata dimensi antropometri dan meja dari hasil analisis kebutuhan pengguna meja pengelasan.
- Estimasi Biaya Estimasi biaya di lakukan untuk memperkirakan besarnya biaya yang dikeluarkan dalam menghasilkan prototype meja pengelasan hasil dari perancangan estimasi biaya pem buatan prototype meja pengelasan. Biaya yang dihitung meliputi biaya material, dan biaya non material.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengamatan postur kerja operator las pada saat proses pengelasan dilaku kan dengan mendokumentasi kan mengguna kan kamera hand phone. Data selanjutnya dibagi kedalam fase-fase gerakan untuk memudahkan penilaian dengan metode RULA. Fase-fase gerakan pekerja ditunjuk kan pada tabel 4.1 berikut ini:

Fase Gerakan	Gambar	Aktivitas Las
1		Pengguna sedang melakukan pengelasan dalam posisi badan jongkok. Posisi leher Fleksi terhadap sumbu tubuh 21°, posisi punggung Fleksi terhadap sumbu tubuh sebesar 24°, posisi lengan atas fleksi terhadap sumbu tubuh 43°, posisi lengan bawah sebesar 23°, posisi pergelangan tangan sebesar 18°.
2		Pengguna sedang melakukan pengelasan dalam posisi badan membungkuk. Posisi leher Fleksi terhadap sumbu tubuh 13°, posisi punggung Fleksi terhadap sumbu tubuh sebesar 96°, posisi lengan atas fleksi terhadap sumbu tubuh 99°, posisi lengan bawah sebesar 18°, posisi pergelangan tangan sebesar 26°.

Tabel 1 Fase-fase Gerakan Pengguna Pada Saat Melakukan Pengelasan
(Sumber : Pengolahan Data 2022)

Dalam perancangan ini diperlukan data antropometri yang digunakan untuk menetapkan ukuran rancangan, perancangan meja pengelasan yang ergonomis. Hal ini di di maksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan kan penggunaanya. Adapun penguku ran data dimensi antropometri tersebut meliputi panjang tangan (Pt), tinggi pinggul (Tp), rentang siku (Rs), tinggi lutut (TI) Pengambilan data diperoleh dari hasil pengukuran antropometri operator las Data yang

diambil berjenis kelamin Laki-laki. Adapun data antropometri yang diambil sesuai dengan variabel yang dibutuhkan dalam perancangan meja pengelasan yang ergonomis

No	Nama	Ukuran Data Antropometri (Cm)			
		Pt	Tp	Rs	TI
1	Surya	77	93	86	50
2	Nanda	74	91	91	47
3	Emil	70	82	79	49
4	Rudi	71	90	82	50
5	Alfian	77	105	86	51
6	Agung	74	99	83	48
7	Fajar	77	97	79	51
8	Zaki	75	99	78	48
9	Hirzi	77	103	90	51
10	Irfan	70	92	89	50
11	Sony	68	86	94	47
12	Syarif	66	84	89	48
13	Riko	70	81	91	52
14	Martin	67	81	87	49
15	Jaya	69	80	89	48
16	Abdul	74	100	81	50
17	Renal	69	88	85	50
18	Arif	77	95	92	51
19	Ryan	72	83	87	48
20	Badru	72	97	81	49
21	Fikri	73	88	79	47
22	Dika	75	101	86	51
23	Yono	70	88	78	48
24	Aji	78	96	79	49
25	Indra	71	88	87	49
26	Mukhlis	72	100	88	51
27	Mandra	70	88	93	50
28	Martin	77	93	89	48
29	Agus	75	101	79	50
30	Dayat	73	96	91	51

Tabel 2 Data Anthropometri
(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Penilaian Postur Kerja Dengan Metode Rula Pada tahap ini akan dilakukan penilaian postur kerja dari tiap-tiap fase gerakan pengguna dengan metode RULA untuk mengetahui nyaman atau tidaknya postur kerja yang mereka lakukan, sebagai berikut:

- Fase Gerakan 1 Hasil kode RULA dari postur kerja pada gambar 1 dijelaskan sebagaiberikut:
-



Gambar 1 Sudut Segmen Tubuh Pengguna Saat Melakukan Pengelasan Dalam Posisi Jongkok.

Hasil kode RULA dari sikap kerja tersebut adalah sebagai berikut: a. Postur Tubuh Grup A 1) Postur Pergelangan Tangan Pergelangan tangan memiliki sudut >18°, diberi skor = 3 2) Postur lengan atas Lengan atas membentuk sudut 43°, diberi

skor sama = 3 3) Postur lengan bawah Lengan bawah membentuk sudut >23°, maka diberi skor = 2 4) Putaran pergelangan tangan Pergelangan tangan berada pada garis tengah, maka diberi skor = 1 Penilaian Postur Tubuh Grup A dapat dilihat pada Skor Grup A berdasarkan Tabel 3 adalah = 4 1) Skor Aktifitas Aktifitas menahan berat tubuh, sehingga skor = 1 2) Skor Beban Skor yang ada pada proses pengelasan adalah 5 – 10 kg, maka skor yang didapatkan adalah = 1 3) Total Skor grup A adalah 4 + 1 + 1 = 6 b. Postur Tubuh Grup B 1) Postur Tubuh Bagian Leher Leher membentuk sudut >21°, maka diberi skor = 2 2) Postur Batang Tubuh (Punggung) Batang tubuh membentuk sudut 24°, diberi skor sama = 3 3) Postur Bagian Kaki Kaki tertopang ketika duduk dengan bobot seimbang rata, dengan skor = 1, Skor akhir proses pengelasan dengan posisi postur kerja duduk di bengkel las. Berdasarkan tabel 4.5 adalah 7. Dari hasil skor tabel 4.5 dapat ditarik kesimpulan bahwa level resiko pada pekerjaan ini bila dilakukan secara berkala ataupun terusmenerus dalam tahapan tinggi dan segera dilakukan tindakan.

Upper Arm	Lower Arm	Wrist (°)			
		1	2	3	4
1	1	1	2	3	4
	2	2	3	4	5
	3	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
3	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
4	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
5	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7

Tabel 3 Skor RULA Grup A

- Fase Gerakan 2 Hasil kode RULA dari postur kerja pada gambar 4.2 dijelaskan sebagaiberikut:



Gambar 2 Sudut Segmen Tubuh Pengguna Saat Melakukan Pengelasan Dalam Posisi Bungkok.

Hasil kode RULA dari sikap kerja tersebut adalah sebagai berikut: a. Postur Tubuh Grup A 1) Postur Pergelangan Tangan Pergelangan tangan memiliki sudut >26°, diberi skor = 3 2) Postur lengan atas Lengan atas membentuk sudut 99°, diberi skor sama = 4 3) Postur lengan bawah Lengan bawah membentuk sudut >18°, maka diberi skor = 2 4) Putaran pergelangan tangan Pergelangan tangan berada pada garis tengah, maka diberi skor = 1 Penilaian Postur Tubuh Grup A dapat dilihat pada tabel 4

Upper Arm	Lower Arm	Wrist (°)			
		1	2	3	4
1	1	1	2	3	4
	2	2	3	4	5
	3	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
3	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
4	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
5	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7
6	1	2	3	4	5
	2	3	4	5	6
	3	4	5	6	7

Tabel 4 Skor RULA Grup A

Skor Grup A berdasarkan Tabel 4.6 adalah = 4 1) Skor Aktifitas Aktifitas menahan berat tubuh, sehingga skor = 1 2) Skor Beban Skor yang ada pada proses pengelasan adalah 5 – 10 kg, maka skor yang didapatkan adalah = 1 3) Total Skor grup A adalah 4 + 1 + 1 = 6 b. Postur Tubuh Grup B 1) Postur Tubuh Bagian Leher Leher membentuk sudut >21°, maka diberi skor = 2 2) Postur Batang Tubuh (Punggung) Batang tubuh membentuk sudut 24°, diberi skor sama = 3 3) Postur Bagian Kaki Kaki tertopang ketika duduk dengan bobot seimbang rata, dengan skor = 1 Penilaian Postur Tubuh Grup B dapat dilihat pada tabel 5

Neck	Trunk											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Tabel 5 Skor RULA Grup B

Skor Grup B berdasarkan Tabel 5 adalah = 4 1) Skor Aktifitas Aktifitas menahan berat tubuh, sehingga skor = 1 2) Skor Beban Skor yang ada pada proses pengelasan

adalah 5–10 kg, maka skor yang didapatkan adalah = 1 3) Total Skor grup A adalah 4 + 1 + 1 = 6 Skor akhir dapat dilihat pada tabel 4.7, yang merupakan hasil dari postur tubuh grup A dan B yang disimpulkan sehingga membentuk postur grup C yang merupakan hasil dari kedua grup postur tubuh. Berikut ini tabel 6 :

Skor Grup A	Skor Grup B						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabel 6 Skor akhir proses pengelasan

Skor akhir proses pengelasan dengan posisi postur kerja duduk di bengkel las. Berdasarkan tabel 4.8 adalah 7. Dari hasil skor tabel 4.8 dapat ditarik kesimpulan bahwa level resiko pada pekerjaan ini bila dilakukan secara berkala ataupun terus menerus dalam tahapan tinggi dan segera dilakukan tindakan.

Perhitungan Data Antropometri Berikut ini adalah data antropometri 30 sample mahasiswa yang telah dikumpulkan.

3.1. Uji Kenormalan Data

Diketahui bahwa nilai hitung Asymp.Sig Pada Pt (Panjang Tangan) sebesar 0,181 > 0,05. Nilai Tp (Tinggi Pinggul) sebesar 0,200 > 0,05. Nilai hitung Asymp.Sig Rs (Rentang Siku) sebesar 0,141 > 0,05. Nilai hitung Asymp.Sig TI (Tinggi Lutut) sebesar 0,24 > 0,05. Maka sesuai keputusan uji normalitas komologrov-smirnov dari keempat data dimensi antropometri diatas, dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

3.2. Uji Keseragaman Data

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan tingkat kepercayaan 96%-100% harrga k adalah 3, diperoleh nilai Batas Kendali Atas (BKA) sebesar 53,796 dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebesar 45,204., maka data dinyatakan seragam.

3.3. Uji Kecukupan Data

Berdasarkan Perhitungan N' (data teoritis) setelah dihitung sebesar (data teoritis) sebesar 1,27 sedangkan jumlah data 30 maka itu artinya $N' < N$, maka data dianggap cukup. Setelah dilakukan perhitungan data anthroo metri kemudian dilakukan penerapan data dalam bentuk gambar yang bertujuan untuk melihat apakah gambar sesuai dengan yang diharapkan. Berikut ini contoh gambar yang menunjukkan penerapan dari perhitungannya ukuran dimensi antropometri, kemudian diaplikasikan kedalam perancangan meja pengelasan yang ergonomik.



Gambar 3 Gambar 3D Meja Pengelasan

Spesifikasi produk ditentukan berdasarkan komponen yang digunakan dalam perancangan meja pengelasan. Komponen ditentukan berdasarkan pengetahuan peneliti tentang material dan peralatan, komponen yang digunakan dalam perancangan meja pengelasan meliputi : a. Besi Hollow b. Besi Siku c. Besi Plat d. Besi Plat Strip
Estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perancangan meja pengelasan. Asumsi biaya yang dihitung meliputi biaya material, dan biaya non material. Keseluruhan biaya material ditunjukkan dalam Tabel 4.24. Harga yang tertera diperoleh dari observasi di toko material. Tabel 4.24 Estimasi Biaya Material No Bahan Ukuran Kebutuhan Satuan Harga Satuan (Rp) Total Biaya (Rp) 1 Besi Hollow 3x3 cm 2 Batang 108.000 215.000 2 Besi siku 3x3 cm 1 Batang 130.000 130.000 3 Besi Plat-1 Lembar 265.000 265.000 4 Besi Plat Strip

2x2 cm 1 Batang 75.000 75.000 5 685.000
Demikian, maka total biaya yang diperlukan dalam pembuatan meja pengelasan adalah diketahui dari Tabel 7 bahwa besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material adalah sebesar Rp 685.000,-

No	Bahan	Ukuran	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Besi Hollow	3x3 cm	2	Batang	108.000	215.000
2	Besi siku	3x3 cm	1	Batang	130.000	130.000
3	Besi Plat	-	1	Lembar	265.000	265.000
4	Besi Plat Strip	2x2 cm	1	Batang	75.000	75.000
5						685.000

Tabel 7 Estimasi Biaya Material

4. KESIMPULAN

- Penilaian postur kerja yang memiliki resiko tertinggi adalah postur kerja jongkok dan postur kerja bungkuk. dengan jumlah skor mencapai 7. Postur kerja ini perlu dilakukan perubahan sekarang juga, sehingga postur tubuh operator las yang tidak nyaman pada saat melakukan proses pengelasan seperti posisi jongkok dan bungkuk membuat postur punggung, lengan dan leher menjadi lebih nyaman. Level ketidaknyamanan penilaian pada tahap proses pengelasan berada pada level ketidaknyamanan tinggi (high) karena posisi jongkok dan punggung mem bungkuk. Peran cangan meja pengelasan dengan penilaian metode RULA telah memberikan hasil penurunan level ketidaknyamanan pada postur tubuh yang tidak nyaman.
 - Pada perancangan meja pengelasan ini menghasilkan alat yang sesuai kebutuhan dan kondisi pengguna. Dimensi yang digunakan dalam perancangan meja pengelasan menggunakan ukuran-ukuran sebagai 96 berikut: tinggi meja pengelasan 92.2 cm, lebar 78.2 cm, dan panjang 92,4 cm. Meja pengelasan di rancang sesuai dengan pendekatan antropometri agar dalam penggunaannya men dapatkan kenyamanan pada saat melakukan proses pengelasan.
- Berdasarkan analisis biaya yang dilakukan, diketahui bahwa peran cangan satu unit prototype meja pengelasan cukup mahal dengan total biaya Rp. 685.000 yang sudah termasuk biaya material dan non material. Biaya meja pengelasan bisa diminimal kan lagi apabila meja pengelasan diproduksi secara massal untuk di pasarkan

5. REFERENSI

- A. Wawandan Dewi, 2010, Teori dan Pengukuran Pengetahuan dan, Sikap dan Perilaku Manusia, Yogyakarta: Nuha Medika.
- Agung Nugroho. 2008. Pengaruh Pendidikan, Disiplin dan Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan pada PT. Kudus Karya Prima
- B. Triyanto, 2012, Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Rula Dan Perancangan Ulang Stasiun Kerja Finis hing Batik (Studi Kasus Pada UKM Pembuatan Batik Printing di Desa Pilang, Masaran, Sragen).
- Bejo Siswanto. 2011. Manajemen Tenaga Kerja Indonesia Pendekatan Adminis tratif dan Operasional. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bridger, R.S. 2003. Pengantar Ergonomi. London:Taylor & Francis
- McAtamney, L. and Corlett, N. (1993) RULA: Metode Survei untuk Investigasi Gangguan Ekstremitas Atas Terkait Pekerjaan. Ergonomi Terapan,24, 91-99.
- Nurmianto, Eko. 2004. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya: Guna Widya.
- Panero, J dan Zelnik, M. (2003). Dimensi Manusia dan Ruang Interior. (Terjemahan Djoeliana Kurniawan).

Jakarta: Penerbit Erlangga. Buku asli diterbitkan tahun 1979.

Purnomo, Hari. 2004. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu

Rosnani, Ginting. 2010. Perancangan Produk. Graha Ilmu, Yogyakarta Tarwaka. Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja. Surakarta Harapan Press; 2011.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. Ergonomi (Studi Gerak dan Waktu). Surabaya: Guna Widya.