

Perancangan Ulang Fasilitas Fisik Kerja Operator di Stasiun Penjilidan pada Industri Percetakan Berdasarkan Prinsip Ergonomi

Taufiq Rochman^{*1)}, Rahmaniyah Dwi Astuti¹⁾, Fuad Dwi Setyawan²⁾

¹⁾Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia

²⁾Alumni Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Abstract

Prestasi Agung Pratama Press is a company which produce Lembar Kegiatan Siswa (LKS) for Elementary School (SD) and Secondary Junior High School (SMP). The process of the production is print the cover and content, stacking and bookbinding, cutting, finishing and packing. The position of the worker is sit on the floor based on the space. The workers want to sit with comfortable position for example sit on the chair, chair cloth is expected more soft because the work position with sitting continuously. In this research is done with the design of the table and chair by using a study of anthropometry. The seated posture is important from the standpoint of reducing both the stress on the feet and overall energy expenditure. Because comfort is a very individual response, strict principles for good seating are somewhat difficult to define. The design of the table and chair use the data of anthropometry from 20 workers. The research produces the design of the table and chair as follows: for the chair with the size is 51 cm tall, the deep of the chair is 45 cm, 42 cm wide the height of the armchair is 28 cm. Whereas for the table is 72 cm height, 204 cm length, and 108 cm width. Based on the considering of the room wide availability, the wide of the table – chair and the material supplied for 13 workers who stay in the station of the stacking and bookbinding.

Keywords: Ergonomics, anthropometry, percentile, seated posture.

1. Pendahuluan

Salah satu faktor yang cukup penting untuk diperhatikan agar kesehatan dan kenyamanan pekerja terpenuhi adalah posisi atau sikap kerja dari operator saat melakukan aktifitas kerja. Penerapan ergonomi perlu dilakukan dengan lebih baik melalui penyesuaian mesin, alat dan perlengkapan kerja terhadap tenaga kerja yang dapat mendukung kesehatan, kenyamanan dan efisiensi kerja (Nurmianto, 2008). Percetakan Prestasi Agung Pratama merupakan suatu perusahaan yang memproduksi buku Lembar Kegiatan Siswa (LKS) untuk SD dan SMP. Aktivitas proses produksi di Percetakan Prestasi Agung Pratama dilakukan secara manual dan otomatis dengan menggunakan mesin. Posisi pekerja adalah duduk dilantai berdasarkan *space* atau ruangan yang kosong sehingga posisi masing-masing pekerja tidak teratur. Cover dan isi LKS diangkut menggunakan troli dari stasiun cetak dan diletakkan diruang penyusunan dan penjilidan menurut ruang yang kosong. Meterial LKS dan LKS yang telah dijilid mengganggu aliran material dari stasiun cetak dan yang akan dikirim ke stasiun pemotongan. Hal ini terjadi karena tata letak pekerja, material dan jalur aliran material tidak diatur. Aktivitas penyusunan dan penjilidan dilakukan secara manual dan berulang-ulang dalam waktu yang relatif lama memungkinkan terjadinya kelelahan fisik. Dari pengamatan yang dilakukan langsung dilapangan pekerja sering melakukan istirahat dengan beberapa gerakan berupa peregangan otot dan diam sejenak untuk mengurangi kelelahan yang dialami. Dari wawancara yang dilakukan

* Correspondance : tofiqrochman@yahoo.com

terhadap 20 pekerja, pekerja sebagian besar mengalami kelelahan dipunggung dan lengan tangan kanan karena posisi membungkuk dan menekan staples. Kelelahan dipantat dan pergelangan kaki karena duduk bersila atas lantai keramik. Pekerja mengharapkan perubahan sikap kerja. Pekerja menginginkan posisi duduk yang lebih baik seperti duduk dikursi, alas duduk diharapkan empuk karena posisi kerja adalah duduk terus. Pekerja ingin posisi kerja pada saat mengambil material dan melakukan penjilidan tidak membungkuk. Sikap duduk yang keliru merupakan penyebab adanya masalah punggung (Nurmianto, 2008). Posisi sikap duduk adalah penting dari sudut pandang berkaitan dengan pengurangan tekanan pada kaki dan pengeluaran energy expenditure yang berlebih (Freivalds & Niebel, 2009).

a. Pengertian Ergonomi

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah dan tempat rekreasi. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga “*Human Factors*”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli profesional pada bidangnya misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri. (Definisi diatas adalah berdasar pada *International Ergonomics Association*). Selain itu ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintahan, militer, dosen dan mahasiswa (Nurmianto, 1991). Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (*design*) ataupun rancang ulang (*redesign*). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), *platform*, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*displays*), jalan/lorong (*access ways*), pintu (*doors*), jendela (*windows*), dan lain-lain. Ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya: desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga (*visual display unit station*) (Nurmianto, 2008). Menurut Tarwaka (2004) salah satu tujuan dari penerapan ergonomi yaitu dapat meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja. Tujuan ergonomi adalah menambah efektivitas penggunaan objek fisik dan fasilitas yang digunakan oleh manusia dan merawat atau menambah nilai tertentu, misalnya kesehatan, kenyamanan, dan kepuasan, pada proses penggunaan tersebut (Hadiguna, 2008).

b. Pengertian Anthropometri

Istilah anthropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Anthropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh (Wignjosoebroto, 2003). Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Secara definisi anthropometri dapat dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar dan sebagainya) berat dan lain-lainnya. Anthropometri secara luas digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomi dalam proses perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang memerlukan

interaksi manusia (Wignjosoebroto, 2003). Anthropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Stevenson, dalam Nurmianto, 2008).

2. Metode Penelitian

Langkah-langkah dalam perancangan ulang fasilitas fisik kerja Operator di stasiun penjilidan pada industri percetakan berdasarkan prinsip ergonomic yang terdiri langkah-langkah seperti dibawah ini.

a. Pengumpulan Data *Nordic Body Map*

Pengumpulan data ini dilakukan untuk memetakan keluhan-keluhan fisik operator dalam melakukan kerja. Data ini didapat melalui penyebaran kuisisioner *Nordic Body Map* kepada para pekerja sehingga dapat diketahui keluhan-keluhan yang dialami para pekerja

b. Pengukuran Anthropometri Pekerja

Pengambilan data diperoleh dari hasil pengukuran anthropometri pekerja. Data yang diambil berupa aktivitas kerja operator dan termasuk kelompok usia dewasa. Adapun data anthropometri yang diambil sesuai dengan variabel yang dibutuhkan yaitu tinggi tubuh, lebar pinggul, lebar bahu, tinggi siku duduk, tinggi plopital, jarak plopital kepantat, tinggi lutut, lebar pinggang, tinggi pinggang duduk. Alat ukur yang digunakan adalah mistar dan *roll* meter. Pengukuran anthropometri dilakukan kepada operator di stasiun penyusunan dan penjilidan.

c. Perancangan Fasilitas Kerja Operator

Setelah dilakukan pengumpulan sebanyak 40 data antropometri, maka dilakukan uji keseragaman data, uji kecukupan data anthropometri dan perhitungan persentil supaya data tersebut layak digunakan untuk penentuan dimensi Perancangan meja dan kursi operator .

d. Perhitungan Dimensi Perancangan

Penentuan tinggi maksimal menggunakan ukuran tinggi siku duduk (tsd) dengan persentil 5, penentuan panjang menggunakan ukuran lebar pinggul (lp) dengan persentil 5. Penentuan lebar meja ini disesuaikan dengan jangkauan tangan operator yang dipakai. Penentuan tinggi kursi ini menggunakan ukuran tinggi lutut (tl) dengan persentil 95, penentuan tinggi sandaran tangan pada kursi ini menggunakan ukuran tinggi bahu duduk dengan persentil 5, penentuan tinggi sandaran tangan pada kursi ini menggunakan ukuran tinggi bahu duduk dengan persentil 5, penentuan tinggi sandaran punggung ini berdasarkan ukuran tinggi bahu duduk (tbd) dengan persentil 50.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Penentuan Data *Nordic Body Map*

Proses penentuan data nordic body map meliputi pengumpulan data keluhan fisik terhadap 20 pekerja perempuan di stasiun kerja penyusunan dan penjilidan. Sebanyak 80% pekerja mengalami kelelahan dibagian punggung dan lengan tangan kanan. Kelelahan ini terjadi pada saat pekerja melakukan aktivitas mengambil material dan menjilid (menekan staples dengan posisi membungkuk). Sebanyak 90% pekerja mengalami kelelahan pada pantat dan pergelangan kaki karena posisi kerja duduk bersila dengan alas lantai. Sebanyak 80% pekerja menginginkan perubahan posisi duduk, hal ini dikarenakan pekerja terlalu lelah untuk bekerja dengan posisi duduk bersila diatas lantai. Pekerja menginginkan posisi duduk yang lebih baik dengan alas yang empuk untuk mengurangi kelelahan pada pantat dan pergelangan kaki. Pekerja juga menginginkan tata letak material yang sesuai dengan jangkauan tangan sehingga tidak perlu membungkuk untuk mengambil material dalam proses penjilidan. Ukuran LKS juga digunakan untuk pertimbangan perancangan meja, LKS mempunyai ukuran 50 cm x 30 cm dengan 64 halaman.



Gambar 1. Posisi Duduk Sejajar Berdasarkan Space yang Tersedia.

Beberapa sikap duduk diatas memungkinkan adanya resiko cedera bagi pekerja yang mengakibatkan kelelahan dan kelainan tulang belakang. Sikap duduk tanpa alas dan berada dilantai ini tidak ergonomis. Pekerja akan menjadi lebih cepat lelah dan mengurangi produktivitas. Kegiatan pekerja disini adalah melakukan penyatuan antara isi LKS dengan covernya dan setelah itu melakukan pinjilidan dengan staples. Penjilidan dilakukan diatas lantai keramik sedangkan staples terbuat dari besi, hal ini memungkinkan adanya pergeseran karena permukaan licin.

b. Pengukuran Anthropometri Pekerja

Data antropometri ini diperoleh dari hasil pengukuran ukuran tubuh dari 20 pekerja perempuan. Dalam perancangan fasilitas meja dan kursi pada stasiun kerja penyusunan dan penjilidan data antropometri dan spesifikasi LKS digunakan sebagai acuan perancangan. Perhitungan persentil dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang diperlukan dalam perancangan meja dan kursi. Pada perhitungan persentil ini digunakan persentil 5, 50 dan persentil 95. Untuk perhitungan persentil dimensi antropometri yang lain dapat dilihat pada lampiran. Hasil dari perhitungan persentil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Persentil Anthropometri Operator

No	Data yang diukur	\bar{x}	σ	P5	P50	P95
1	Tinggi plopital	50,85	2,88	46,12	50,85	55,58
2	Pantat plopital	45,00	7,15	33,25	45,00	56,75
3	Tinggi sandaran punggung	49,13	4,14	42,31	49,13	55,94
4	Tinggi siku duduk	20,93	1,79	17,97	20,93	23,88
5	Lebar pinggul	33,93	4,25	26,93	33,93	40,92
6	Lebar sandaran duduk	23,88	2,68	19,46	23,88	28,29
7	Jangkauan tangan ke depan	68,35	6,09	58,33	68,35	78,37
8	Rentangan tangan	156,70	7,90	143,70	156,70	169,70

Perhitungan sebaran data ini diperlukan untuk pertimbangan penentuan ukuran meja dan kursi. Sebaran data ini dilihat dari data antropometri pekerja dan dapat dilihat pada Tabel 2.

c. Perancangan Fasilitas Kerja Operator

Pembuatan meja kursi ini dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah rancangan yang dihasilkan sesuai dengan pengguna kursi tersebut atau tidak. Tetapi karena berbagai kendala yang ada dalam mempraktekkan hasil rancangan tersebut, maka pengujian hasil rancangan hanya menggunakan evaluasi dalam bentuk teoritis. Evaluasi teoritis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui sejauh mana meja kursi hasil rancangan tersebut sesuai dengan data antropometri pengguna.

Tabel 2. Tabel Sebaran Data

No	TPO	PP	TSP	TSD	LP	LSD	JTD	RT
1	41,0	41,0	41,0	17,0	28,5	19,0	59,0	146,0
2	41,0	42,0	42,5	18,0	29,0	20,0	60,0	149,0
3	42,0	42,0	43,0	19,0	30,5	20,0	60,5	150,0
4	44,0	42,5	43,0	19,0	31,0	20,0	61,0	150,5
5	45,0	43,0	47,0	20,0	31,0	22,0	64,0	151,0
6	45,0	44,0	48,0	20,0	32,0	22,0	64,0	151,0
7	45,0	44,5	48,0	20,0	32,0	23,0	64,0	151,0
8	45,0	45,0	48,5	20,0	32,0	24,0	65,0	152,0
9	47,0	45,0	49,0	21,0	32,0	24,0	67,0	154,5
10	48,0	45,0	48,5	21,0	33,0	24,0	67,0	155,5
11	53,0	45,5	50,0	21,5	33,0	24,0	69,0	156,0
12	55,0	45,5	51,0	21,5	34,0	25,0	70,0	156,0
13	56,0	45,5	50,0	21,5	34,0	25,0	71,0	157,5
14	57,0	46,0	52,0	22,0	34,5	25,0	72,0	159,0
15	57,0	46,0	52,0	22,0	35,0	25,0	73,5	160,5
16	58,0	46,5	53,0	22,0	35,0	26,0	73,5	161,0
17	59,0	47,0	53,0	23,0	35,0	26,0	74,0	163,0
18	59,0	47,0	54,0	23,0	38,0	27,0	77,0	163,5
19	60,0	47,5	54,0	23,5	44,0	27,0	77,5	166,0
20	60,0	49,5	55,0	23,5	45,0	29,0	78,0	181,0
Rerata	50,9	45,0	49,1	20,9	33,9	23,9	68,4	156,7

c.1) Tinggi kursi

Pekerja agar merasa lebih nyaman duduk dikursi dengan waktu yang lama kursi harus dirancang tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Kursi yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kurangnya kenyamanan karena terjadinya tekanan pada paha, yang disebabkan menggantungnya kaki. Maka untuk menghindari ketidaknyamanan tersebut digunakan data antropometri tinggi popliteal dengan persentil ke-50 dari perhitungan didapatkan nilai 50.85 cm dibulatkan menjadi 51 cm. Diharapkan bagi pekerja yang tinggi poplitealnya kurang dari 51 cm tidak merasa terlalu tinggi sedangkan untuk yang lebih dari 51 cm tidak merasakan terlalu rendah.

c.2) Kedalaman kursi

Untuk kedalaman kursi ditentukan dengan menggunakan ukuran data antropometri pantat popliteal (pp) dengan mengambil nilai persentil 50 yaitu sebesar 45 cm, adapun pertimbangan untuk menggunakan nilai persentil 50 adalah bagi orang yang memiliki ukuran pantat popliteal lebih rendah dari persentil 50 tidak merasakan kedalaman kursi yang berlebihan dan bagi orang yang memiliki ukuran pantat poplitealnya lebih besar dari persentil 50 juga tidak begitu merasakan kurang dalamnya alas kursi, sebab dalam posisi duduk jarak pantat ke popliteal tidak terpangku diatas alas duduk, orang akan merasakan kenyamanan dengan catatan posisi duduk kaki membentuk sudut 90 derajat.

c.3) Lebar kursi

Untuk menentukan ukuran lebar kursi ditentukan dengan menggunakan ukuran data antropometri lebar pinggul (lp) dengan mengambil nilai persentil 95, adapun nilai perhitungannya sebesar 40,92 cm dibulatkan menjadi 41 cm. Pertimbangan menggunakan nilai persentil itu adalah hanya sedikit pinggul yang keluar atau tidak terletak pada alas duduk, sedangkan orang yang nilai persentil lebar pinggulnya kurang dari 95 akan mengalami kelebihan lebar kursi dan itu tidak akan mengurangi tingkat kenyamanan duduk seseorang.

c.4) Tinggi Sandaran

Untuk tinggi sandaran menggunakan ukuran data antropometri tinggi sandaran punggung (tsp) dengan mengambil nilai persentil 95 yaitu sebesar 55,94 cm dibulatkan menjadi 56 cm.

c.5) Lebar Sandaran Duduk

Untuk lebar sandaran kursi pada perancangan ini sebesar 28 cm. Penentuan angka 28 didasarkan atas pengukuran data lebar sandaran duduk dengan persentil 95 sebesar 28,29 cm dibulatkan menjadi 28 cm. Pertimbangan menggunakan nilai persentil itu adalah orang yang nilai persentil lebar sandaran duduk kurang dari 95 akan mengalami kelebihan lebar sandaran dan itu tidak akan mengurangi tingkat kenyamanan duduk seseorang.

c.6) Lebar meja

Lebar meja diperhitungkan berdasarkan jangkauan tangan ke depan. Disini digunakan persentil ke-5 dengan nilai 58,33 cm sehingga lebar meja di bulatkan menjadi 58 cm. Hal ini disesuaikan dengan mereka yang jangkauan tangannya pendek sedangkan untuk mereka yang jangkauannya panjang akan tetap merasa nyaman menggunakannya, karena LKS diletakan diatas meja depan satu baris maka lebar meja ditambah dengan satu kali panjang LKS jadi $58 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 108 \text{ cm}$.

c.7) Panjang meja

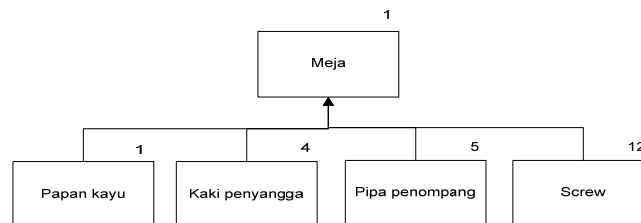
Untuk panjang meja menggunakan ukuran dari rentangan tangan dengan menggunakan persentil ke-5 yaitu sebesar 143,70 cm dibulatkan menjadi 144 cm. Hasil pengukuran yang didapat tidak berbeda jauh dengan batasan-batasan dimensi untuk daerah kerja yang telah dikembangkan oleh R.R. Farley pada General Motors pada tahun 1955 yaitu untuk wanita sebesar 147,3 cm dan pria sebesar 162,6 cm. LKS yang diletakan diatas meja bagian kanan dan kiri maka panjang meja ditambah dua kali lebar LKS maka $144 \text{ cm} + (2) 30 \text{ cm} = 204 \text{ cm}$.

c.8) Tinggi meja

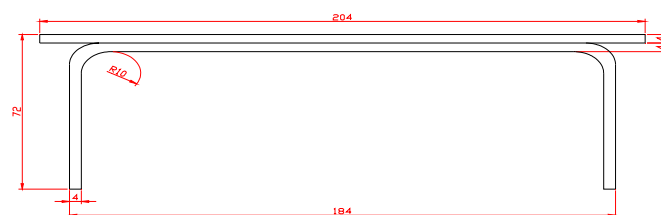
Tinggi meja diusahakan dapat dipakai oleh orang banyak maka data yang digunakan adalah data antropometri tinggi popliteal ditambah tinggi siku duduk dengan menggunakan persentil ke-50 nilai untuk tinggi popliteal 50.85 cm dan untuk tinggi siku duduk adalah 20,93 cm sehingga nilainya 71.78 cm dan dibulatkan menjadi 72 cm. Diharapkan semua bisa merasa nyaman saat melakukan aktivitas.

d. Penentuan Dimensi Perancangan

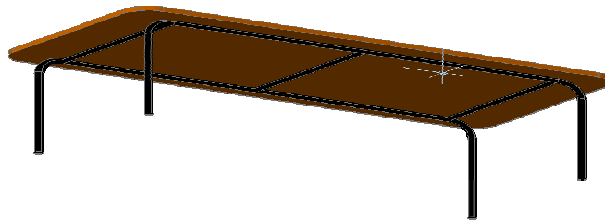
Berikut adalah desain rancangan meja dengan menggunakan material pipa besi dengan diameter 40 mm, papan kayu jati dengan tebal 4 cm dan screw diameter 6 mm. Gambar 2 merupakan *bill of material* meja dan penerapan ukuran dari pengolahan data antropometri pekerja.



Gambar 2. *Bill of Material* Meja

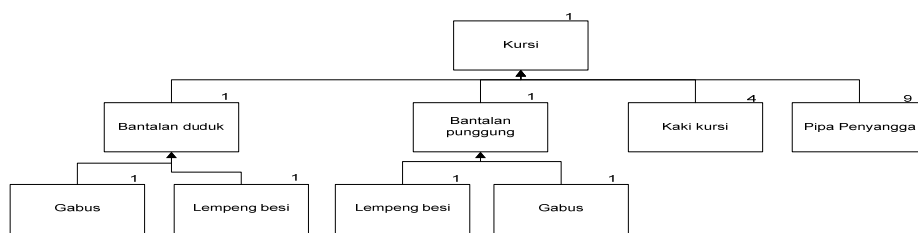


Gambar 3. Desain Meja

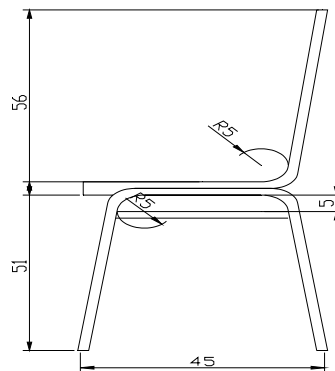


Gambar 4. Desain Meja Akhir

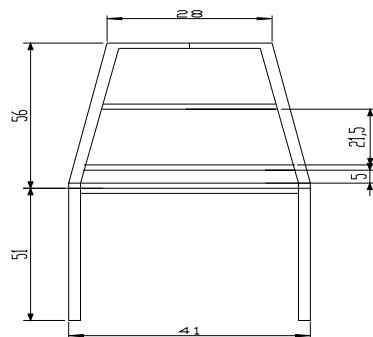
Kursi hasil rancangan ini menggunakan material berupa Pipa Besi diameter 22 mm, Plat Ezer 1,4 mm yang digunakan untuk bantalan busa, spon keras, kulit sintetis dan screw diameter 6 mm.



Gambar 5. Bill of Material Kursi



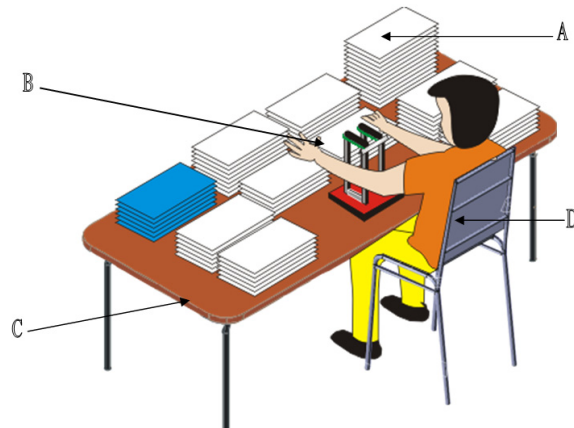
Gambar 6. Kursi Tampak Samping



Gambar 7. Kursi Tampak Depan.



Gambar 8. Desain Kursi Akhir



Gambar 9. Gambar Ilustrasi Meja dan Kursi Hasil Rancangan

Perancangan tata letak pekerja tidak hanya dihitung berdasarkan jumlah pekerja yang ada tetapi mempertimbangkan ruang yang tersedia dan aliran perpindahan material yang terjadi pada stasiun kerja penyusunan dan penjilidan. Usulan ini dirancang dengan mempertimbangkan tata letak komponen sistem dan aliran materialnya sehingga usulan ini hanya dapat menampung sebanyak 13 pekerja yang melakukan aktivitas penyusunan dan penjilidan. Tata letak pekerja diatur sesuai dengan tata letak meja, kursi dan aliran material. Jumlah meja kursi ini disesuaikan dengan luas ruangan kerja yang ada yaitu sebesar $= 68,4 \text{ m}^2$. Dari luas ruangan yang tersedia tersebut jumlah meja dan kursi yang akan digunakan sebanyak 13 buah meja dan kursi. Jumlah meja kursi 13 ini disebabkan karena pertimbangan luas ruangan yang tersedia dan kebutuhan untuk aliran material yang diangkut menggunakan troli.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menghasilkan meja dan kursi yang ergonomis sesuai dengan kondisi antropometri pekerja yang ada. Spesifikasi rancangan fasilitas fisik untuk kursi dengan ukuran tinggi 51 cm, kedalaman kursi 45 cm, lebar 41 cm, tinggi sandaran 56 cm, lebar sandaran duduk 28 cm, sedangkan untuk meja dengan tinggi 72 cm, panjang 204 cm dan lebar sebesar 108 cm. Berdasarkan pertimbangan luas ruang yang tersedia dilapangan maka kursi yang bisa ditempatkan sebanyak 13 buah disertai dengan kelengkapan meja yang berada di stasiun penyusunan dan penjilidan.

Daftar Pustaka

- Chaffin, D. dan Gunnar B. J. (1991). *Occupational Biomechanics* 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.
- Freivalds, A. dan Niebel, B.W. (2009). *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*, Mc Graw Hill Inc, International edition, New York, USA.
- Hadiguna R.A. dan Setiawan H. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nurmianto, E. (2008). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Jakarta: PT. Guna Widya.
- Panero, Julius, dan Zelnik, Martin. (2003). *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*. Jakarta: Erlangga.
- Sutalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi*. Bandung: Dept. Teknik Industri-ITB.
- Tarwaka, Solichul H.A.B. dan Lilik S. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Cetakan Pertama, UNIBA Press: Surakarta.
- Wignyosoebroto, S. (2003). *Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan*, edisi ketiga, Jakarta: P.T. Guna Widya.