

PERANCANGAN MEJA KERJA KHUSUS *RECYCLE* SAMPAH ELEKTRONIK YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* (EFD)

Rina Astutik¹, Jazuli², Rindra Yusianto³

Program Studi Teknik Industri Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Email: rinaastutik99@gmail.com, jazuli.st.meng@gmail.com, rindra@staff.dinus.ac.id.

ABSTRAK

Daur ulang sampah elektronik sering dilakukan oleh sektor informal dengan biaya murah, seperti pengepul sampah elektronik berskala *home industry*. Dalam prosesnya, pekerja banyak melakukan aktivitas membungkuk dan jongkok sambil jalan bergeser dalam waktu yang cukup lama. Melihat kondisi kerja di atas, perlu dilakukan perancangan alat bantu proses pengolahan sampah elektronik yang berupa meja kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang produk meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan pekerja melalui pendekatan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD). Pengolahan data dengan menggunakan metode EFD didapat variabel yang perlu dikembangkan berdasar urutan prioritas yaitu bentuk meja kerja ergonomis, waktu pembongkaran lebih singkat, hasil bongkaran lebih banyak, meja kerja dapat mengurangi pegal pada punggung dan dimensi meja kerja sesuai dengan bentuk tubuh operator. Dimensi antropometri yang digunakan adalah tinggi siku duduk (Tsd), tinggi polipteal duduk (Tpd), tinggi lutut duduk (Tld), tinggi bahu duduk (Tbd), rentang tangan ke samping, rentang tangan ke depan, panjang lengan atas dan panjang lengan bawah. Berdasarkan metode tersebut dihasilkan rancangan meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik dengan dimensi 142,5x100x76cm, berbahan multiplek dan kaki penyangga dari besi *hollow*. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan meja sebesar Rp 2.054.000,- dan dengan menggunakan meja ini dapat mempercepat proses pekerjaan rata-rata 2,36 menit.

Kata kunci : sampah elektronik, recycle sampah elektronik, meja kerja khusus.

ABSTRACT

Recycling of electronic waste is often carried out by the informal sector with low cost, such as electronic garbage collectors in home industry scale. In the process, workers do a lot of bending and squatting activities while the shift in a long time. See the above working conditions, it is necessary to design tools processing of electronic waste in the form workbench. The purpose of this study is to design products specifically work desk ergonomic recycle electronic waste in accordance with the needs of workers using Ergonomic Function Deployment (EFD) method. Data processing using EFD methods obtained variables that need to be developed based on the order of priorities that form an ergonomic work desk, shorter dismantling time, the result of more demolition, working table can reduce stiffness in the back and the dimensions of the work table according to the

operator's body shape. Dimensional anthropometric used is elbow height sitting (TSD), high polipteal sitting (TPD), knee height sitting (TLD), shoulder height sitting (TBD), the range of hands to the side, the range of the hand to the front, long-sleeve top and long forearm , Under this method produced a special work table design recycle electronic waste with dimensions 142,5x100x76cm, multiplex and leg braces made of hollow steel. The total cost required to manufacture the table of Rp 2.054.000, - and by using this table can speed up the process of work on average 2.36 minutes.

Keywords: *Electronic Waste, Electronic Waste Recycle, Work Desk Special.*

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi perangkat elektronik sangat pesat seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan. Hal ini akan berdampak pada banyaknya produksi perangkat elektronik yang selalu terbaharui guna memenuhi tuntutan masyarakat yang semakin maju. Penggunaan perangkat elektronik dipengaruhi faktor-faktor meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu negara, populasi penduduk, dan daya beli masyarakat.

Menurut hasil penelitian Fishbein (2002);Scharnhorst et al (2005) yang disitasi oleh Jang et al (2010), di dalam komponen penyusun barang-barang elektronik ditemukan bahan toksik karena komponennya mengandung logam yang termasuk sebagai bahan beracun dan berbahaya (B3) antara lain timbal, berilium, merkuri, cadmium, kromium, arsenic, BFRs (Brominated Flame Retardants) dan lain sebagainya. Beberapa bahan kimia tersebut dapat terlepas ke lingkungan dan menyebabkan ancaman bagi kesehatan lingkungan tersebut.

Namun dibalik potensi bahaya yang ditimbulkan, sampah elektronik tersebut juga dapat memberi nilai tambah dengan melakukan proses *recycle* sehingga dapat menambah keuntungan. Di dalam sampah elektronik terdapat suatu kandungan logam mulia yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan bisnis pengolahan sampah elektronik.

Daur ulang sampah elektronik sering dilakukan oleh sektor informal dengan biaya murah, seperti pengepul sampah elektronik berskala *home industry*. Berdasar hasil *survey* yang dilakukan dengan penyebaran kuesioner pada pekerja *recycle* sampah elektronik, selama ini penanganan sampah elektronik dilakukan dengan cara memisahkan tiap bagian dan mengelompokkan sesuai jenis dan kandungan di dalamnya untuk kemudian diambil secara manual. Ada pula di beberapa *home industry recycle* tersebut yang hanya mengambil bagian-bagian terpenting yang ada dalam kandungan sampah elektronuk tersebut. Dalam prosesnya, pekerja banyak melakukan aktivitas membungkuk. Hal ini berarti kondisi kerja tersebut tidak ergonomis dan akan menimbulkan kelelahan pada pekerja serta waktu untuk megolah sampah elektronik menjadi lama.

Saat ini para pekerja masih menggunakan meja kerja lama yang belum ergonomis, yaitu dengan dimensi 120 cm x 70 cm x 75 cm. Selain itu meja kerja lama juga belum terdapat tempat penyimpanan perkakas, tidak ada area khusus melakukan pembongkaran dan belum adanya laci atau tempat untuk menyimpan hasil pembongkaran sehingga terlihat kurang rapi.

Melihat kondisi kerja di atas, perlu dilakukan perancangan alat bantu proses pengolahan sampah elektronik yang berupa meja kerja. Meja kerja yang digunakan

dalam kegiatan ini akan lebih membantu para pekerja dalam mengelompokkan komponen berkaitan peletakan peralatan dan perlengkapan meja kerja yang dibutuhkan. Berdasar uraian tersebut di atas, penulis ingin memperbaiki sistem kerja yang ada di *home industry recycle* sampah elektronik, yaitu dengan terciptanya sebuah rancangan meja kerja yang ergonomis dimana tata letaknya tertata dengan rapi untuk mendaur ulang sampah elektronik, berdasarkan letak-letak komponen-komponen dari sampah elektronik yang dibongkar atau dikelompokkan komponennya sesuai dengan klasifikasi jenisnya dari sampah elektronik tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD). Metode EFD merupakan pengembangan dari *Quality Function Deployment* (EFD) (Ulrich & Eppinger, 1995) yaitu dengan menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomic dari produk. Hubungan ini akan melengkapi bentuk matrik *House of Quality* yang juga menterjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomic yang diinginkan. Matrik *House of Quality* yang digunakan pada EFD dikembangkan menjadi matrik *House of Ergonomic*. Langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan yaitu studi lapangan, identifikasi dan perumusan masalah, studi pustaka (studi kepustakaan) dan riset lapangan (observasi, kuisisioner dan wawancara), atribut produk yang digunakan diturunkan dari aspek ergonomic, yaitu ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien).

Kemudian dilakukan pengolahan data yaitu data kuantitatif dan hasil pengolahan anthropometri. Langkah selanjutnya dilakukan analisis perancangan meja kerja dengan metode EFD, kemudian dilakukan analisis hasil perancangan meja kerja khusus

recycle sampah elektronik dan diimplementasikan di lapangan. Bagian akhir penelitian ini adalah kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner awal dengan 30 responden, dan didapatkan hasil yang akan digunakan sebagai bahan pertimbangan pembuatan pernyataan pada kuesioner selanjutnya. Kemudian dilakukan pengolahan kuesioner tertutup yaitu sebanyak 41 responden. Dengan menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui uji validitas dan uji reabilitas.

Analisis Implementasi EFD

Pada tahap identifikasi kebutuhan konsumen didahului oleh pengumpulan data yang didapat dari kuesioner EFD. Pernyataan-pernyataan dalam kuesioner dibuat dengan mempertimbangkan hasil jawaban dan saran yang diberikan responden pada kuesioner awal

Pada tahap menentukan tingkat kepentingan konsumen ditentukan dari kuesioner dimana responden diminta untuk memilih 5 kriteria jawaban yaitu sangat tidak penting, tidak penting, cukup penting, penting dan sangat penting. Kelima kriteria jawaban tersebut akan dinilai menggunakan skala Likert yang bernilai dari 1 sampai 5.

Pada tahap menentukan tingkat kepuasan konsumen merupakan tanggapan konsumen mengenai sejauh mana suatu produk atau jasa dapat memenuhi kebutuhan konsumen, apakah sesuai dengan harapan konsumen atau tidak.

Pada tahap menentukan goal (target) yaitu dengan menilai seberapa jauh peneliti ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan pertimbangan apakah kebutuhan konsumen tersebut dapat terpenuhi atau tidak.

Pada tahap menentukan rasio perbaikan (*improvement ratio*) untuk nilai yang semakin besar menunjukkan semakin besar tingkat perubahan yang harus dilakukan.

Pada tahap menentukan titik jual (*sales point*) menunjukkan seberapa besar pengaruh pemenuhan kebutuhan konsumen terhadap produk.

Pada tahap menghitung *raw weight* merupakan nilai tingkat kepentingan secara menyeluruh (*overall importance*) dari kebutuhan konsumen.

Pada tahap menghitung *normalized raw weight* merupakan nilai *raw weight* yang dibuat dalam skala 0 sampai 1 atau dalam persen.

Pada tahap menentukan respon teknis ini berisi tentang penerjemahan selera konsumen dalam bentuk istilah teknis.

Tabel 1. Karakteristik Teknis

N o	Kebutuhan Konsumen	Karakteristik Teknis
1	Meja Kerja terdapat <i>work space</i> untuk pembongkaran Meja Kerja	Terdapat area khusus untuk membongkar
2	memiliki harga yang terjangkau	Harga kompetitif
3	Dengan adanya Meja Kerja dapat memudahkan pekerjaan	Mudah digunakan
4	Meja Kerja terdapat rak atau tempat perkakas pembongkaran	Terdapat rak perkakas alat pembongkaran
5	Meja Kerja terdapat beberapa laci untuk tempat hasil pembongkaran	Terdapat tempat untuk hasil pembongkaran

	Dimensi Meja Kerja	
6	sesuai dengan bentuk tubuh operator	Ukuran nyaman untuk operator
7	Bentuk Meja Kerja Ergonomis	
8	Meja Kerja tidak menciderai operator	Aman digunakan
9	Meja Kerja dapat mengurangi pegal pada punggung	Mengurangi pegal pada punggung
10	Dengan adanya Meja Kerja hasil bongkaran lebih banyak	Punggung Hasil bongkaran lebih banyak dari meja biasa
11	Dengan adanya Meja Kerja waktu pekerjaan lebih cepat	
12	Meja Kerja, pekerjaan pembongkaran tertata rapi	Output atau prioritas kerja
13	Meja Kerja tidak mudah rusak	Awet dan tahan lama
14	Meja Kerja mudah dalam perawatan	Perawatan mudah dilakukan

Sumber: Pengolahan data

Pada tahap menentukan target spesifikasi merupakan suatu hasil dari pengembangan karakteristik teknis yang didapat dari identifikasi kebutuhan konsumen. Berikut ini adalah tabel target spesifikasi yang akan dicapai dalam penelitian ini

Tabel 2. Target Spesifikasi

Karakteristik Teknis	Target Spesifikasi
Terdapat area khusus untuk membongkar	<i>Space</i> khusus untuk Membongkar

Harga kompetitif	< Rp. 2.500.000,00
Mudah digunakan	Meja mudah dioperasikan
Terdapat rak perkakas	Terdapat tempat penyimpanan peralatan
alat pembongkaran	pembongkaran
Terdapat tempat untuk menampung hasil pembongkaran	Terdapat tempat menyimpan hasil pembongkaran
Ukuran nyaman untuk operator	Dimensi sesuai postur tubuh operator
Aman digunakan	Tidak berbahaya bagi operator
Mengurangi pegal pada	Tidak megakibatkan pegal pada punggung
Punggung	
Hasil bongkaran lebih banyak dari meja biasa	3/4 lebih cepat
Waktu pembongkaran lebih singkat	
Pekerjaan pembongkaran lebih tertata	Meja tidak berantakan
Awet dan tahan lama	Bahan baku kuat dan awet
Proses perawatan mudah dilakukan	Mudah dirawat

Sumber: Pengolahan data

Setelah menentukan aspek-aspek dari EFD, dilakukan penyusunan dalam *house of ergonomic* secara utuh. Kemudian dilakukan analisis ergonomi untuk mendapatkan ukuran yang akan digunakan dalam perancangan meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik.

Dimensi produk yang dirancang disesuaikan dengan dimensi antropometri yang digunakan diantaranya adalah tinggi siku duduk, tinggi polipteal duduk, tinggi lutut duduk, tinggi bahu duduk, rentang tangan ke samping, rentang tangan ke depan,

panjang lengan atas dan panjang lengan bawah. Data anthropometri sangat diperlukan dalam merancang suatu produk. Data anthropometri dapat juga menentukan ukuran, bentuk dan dimensi yang sesuai dengan keadaan fisik penggunanya.

Di bawah ini adalah data dimensi anthropometri yang digunakan dalam penentuan dimensi. Data tersebut diambil Perancangan Ergonomi Indonesia (PEI) 2015. Dalam menentukan dimensi produk, dan menyesuaikan dengan dimensi tubuh orang dewasa pada umumnya.

Tabel 3. Data Dimensi Anthropometri yang digunakan

No	Dimensi	5 th	50 th	95 th	SD
1	Tinggi siku duduk	28.8	30.5	32.1	7.79
2	Tinggi polipteal duduk	40.4	42.1	43.7	4
3	Tinggi lutut duduk	49.1	50.8	52.4	4.6
4	Tinggi bahu duduk	58.2	59.8	61.5	7.31
5	Rentang tangan ke samping	158.9	160.6	162.2	30.46
6	Rentang tangan ke depan	66.4	68	69.7	14.76
7	Panjang lengan atas	32.1	33.7	35.4	3.34
8	Panjang lengan bawah	43.7	45.3	47	17.45

Sumber: Data Anthropometri PEI, 2015

Tinggi meja utama yang dirancang diperlukan ukuran yang meliputi Tinggi Siku Duduk (Tsd) ditambahkan dengan Tinggi Polipteal Duduk (Tpd). Pada pengukuran ketinggian meja menggunakan persentil 50 agar saat orang duduk ketinggian meja bisa sesuai, baik yang berukuran pendek maupun yang berukuran tinggi dapat menggunakan meja dengan nyaman. Untuk ukuran ketinggian meja

digunakan tinggi siku duduk persentil 95 yaitu sebesar 32,17 cm dan tinggi polipteal duduk persentil 50 yaitu 43,74 cm. Maka ketinggian meja yang dikehendaki yaitu 75,91 cm apabila dibulatkan menjadi 76 cm.

Panjang meja yang dirancang diperlukan ukuran yang meliputi rentang tangan ke samping dengan menggunakan persentil 5, yaitu sebesar 158,99 cm. Namun setelah melakukan penyesuaian sesuai meja pada umumnya dan fungsi meja itu sendiri, maka didapatkan hasil 142,5 cm.

Lebar meja yang dirancang diperlukan Rentang tangan ke depan. Pada pengukuran lebar meja menggunakan persentil 95 berdasarkan banyaknya laci yang dibutuhkan untuk meletakkan hasil bongkaran. Untuk ukuran lebar meja digunakan rentang tangan ke depan berdasarkan persentil 95 yaitu sebesar 69,71 cm dibulatkan menjadi 70 cm. Namun setelah melakukan penyesuaian sesuai meja pada umumnya dan fungsi meja itu sendiri, maka di dapatkan hasil 100 cm.

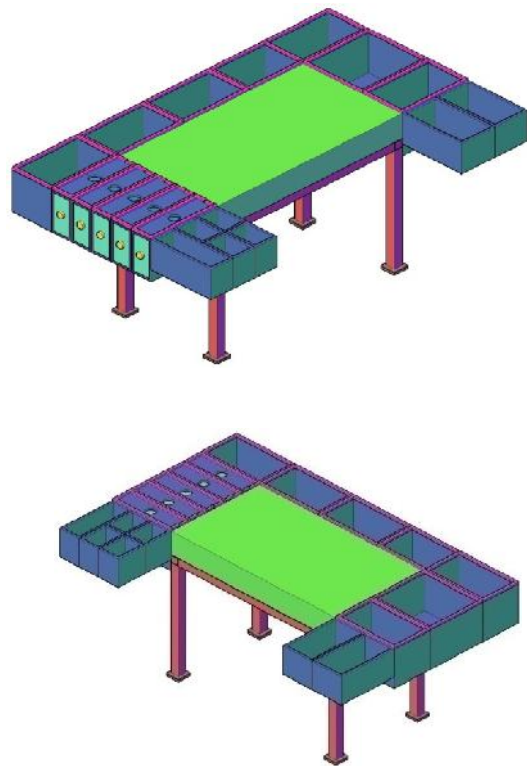
Tinggi kolong meja yang dirancang diperlukan ukuran Tinggi Lutut Duduk (Tld). Pada pengukuran meja menggunakan persentil 50 agar saat orang duduk tinggi meja bisa sesuai, baik yang berbadan pendek maupun yang berbadan tinggi dapat menggunakan meja dengan nyaman. Untuk ukuran tinggi kolong meja digunakan tinggi lutut duduk persentil 95 yaitu sebesar 52,44 cm. Namun setelah melakukan penyesuaian sesuai meja pada umumnya dan fungsi meja itu sendiri, maka didapatkan hasil 59,5 cm.

Tinggi laci meja yang dirancang diperlukan ukuran yang meliputi panjang lengan bawah menggunakan persentil 5, yaitu sebesar 43,73 cm. Namun setelah melakukan penyesuaian sesuai laci meja pada umumnya dan fungsi meja itu sendiri, maka didapatkan hasil 22 cm.

Jarak tempat duduk ke meja kerja yang dirancang diperlukan ukuran yang meliputi panjang lengan atas menggunakan persentil 5, yaitu sebesar 32,14 cm.

Penentuan Desain

Pada tahap perancangan meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik, penentuan desain mempertimbangkan seluruh data yang didapat dari kebutuhan konsumen yang telah diolah menjadi target spesifikasi. Gambar 4.5 berikut merupakan desain dari meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik.



Gambar 1. Desain Meja Kerja Khusus *Recycle* Sampah Elektronik

Analisis Implementasi Produk

Setelah produk selesai dibuat, dilakukan implementasi produk terhadap 3 operator. Adapun hasilnya seperti pada Tabel 4.20 berikut.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Pembongkaran Sampah Elektronik

No	Opr	Je-nis	Lama waktu (menit)		Selisih Waktu (menit)
			Meja Baru	Meja Lama	
1	Opr 1		4.12	7	2.88
2	Opr 2		4.07	6.81	2.74
3	Opr 3	HP	4.01	6.12	2.11
4	Opr 1		5.25	7.93	2.68
5	Opr 2		5.14	7.8	2.66
6	Opr 3	Tab	5.27	7.42	2.15
7	Opr 1		15.2	17.36	2.16
8	Opr 2		15.3	17.6	2.3
9	Opr 3	CP U	15.28	17.48	2.2
10	Opr 1		17.11	19.24	2.13
11	Opr 2		17.34	19.45	2.11
12	Opr 3	Lap -top	17.5	19.67	2.17
Rata-Rata					2.36

Berdasarkan Tabel 4.20 di atas, diperoleh adanya perbedaan waktu saat proses pengerjaan pembongkaran sampah elektronik dengan menggunakan meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik dan meja kerja lama dengan rata-rata selisih waktu 2,36 menit. Hal tersebut tentunya sangat berpengaruh besar terhadap jumlah hasil yang didapatkan saat proses pengerjaan pembongkaran sampah elektronik. Karena dengan waktu yang lebih cepat dari proses pengerjaan, maka akan berdampak pada jumlah hasil pembongkaran dari sampah elektronik tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD), variable yang menjadi prioritas perancangan produk yaitu memiliki bentuk ergonomis dengan bobot 2,61, waktu pembongkaran lebih singkat dengan bobot 2,04 dan pekerjaan pembongkaran lebih tertata rapi dengan bobot 1,87. Dimana didapatkan hasil sebuah perancangan meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik yang ergonomis sesuai kebutuhan pekerja atau operator dengan dimensi 142,5x1,00x76cm. Dengan panjang meja menggunakan dimensi antropometri rentang tangan ke samping, lebar meja menggunakan dimensi rentang tangan ke depan, dan tinggi meja menggunakan dimensi tinggi lutut duduk.

Saran

Beberapa saran untuk dipertimbangkan berkaitan dengan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sebaiknya digunakan kursi yang sesuai dengan meja kerja, agar operator lebih nyaman sehingga menunjang dalam proses pembongkaran sampah elektronik.
- Sebaiknya meja kerja khusus *recycle* sampah elektronik diaplikasikan di *Home Industry recycle* sampah elektronik guna dapat membantu mempercepat pekerjaan, menambah kerapian tempat meja pembongkaran sehingga meningkatkan pendapatan pelaku *Home Industry recycle* dengan menjual hasil pembongkaran dari sampah elektronik tersebut.
- Dalam melakukan pekerjaan sebaiknya didukung dengan peralatan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) seperti memakai sarung tangan dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dantes, K. Rihendra. 2013. *Kajian Awal Pengembangan Produk Dengan Menggunakan Metode QFD*.
- Fishbein, B.K., *Waste in the Wireless World: The Challenge of Cell Phones*. INFORM, USA 20.
- Mary Magdalena, 2003, *Indonesia Butuh Konsep Pengolahan Limbah Komputer*, Harian Sinar Harapan Edisi Tanggal 4 Mei 2003.
- Nurmianto, E., 1996. *Ergonomi konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi pertama. Cet,3.
- Tarwaka, Solichul HA. Bakri dan Lilik Sudiajeng, 2004, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Uniba Press Surakarta.
- Ulrich T. Karl & Eppinger Steven. *Perancangan dan Pengembangan Produk*, Jakarta: Salemba Teknika, 2001.
- Widyarsana, Sukandar IMW., 2009 : *Recycling of E waste in Indonesia by informal sector*.
- Wignjosoebroto, S. 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna