

RE-DESIGN ALAT PENCELUPAN KAIN BATIK UNTUK MENGURANGI RESIKO *MUSCULOSKELETAL DISORDERS* (MSDs) MENGGUNAKAN METODE ERGONOMI

Nurfajriah¹ & Rifa Arifati²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" – Jakarta

Email : ¹zhieee_zhia@yahoo.com ; ²rifaarifati@gmail.com

Abstrak

Ergonomi merupakan gabungan dari beberapa ilmu lainnya yang mencakup sistem manusia, mesin dan lingkungan yang saling berinteraksi (*International Ergonomic Association*), selain itu dalam ergonomi juga mempelajari tentang desain/perancangan alat kerja dan lingkungan kerja yang sesuai dengan kapasitas dan keterbatasan manusia. Ergonomi ditujukan untuk mencapai kesesuaian antara manusia dan pekerjaannya demi mencapai kesejahteraan. Kajian tentang antropometri ini dapat dilakukan pada berbagai macam pekerjaan, baik di industri besar maupun industri kecil. Salah satunya adalah industri kerajinan batik. Industri batik saat ini merupakan industri yang sedang mengalami perkembangan pesat. Batik Bogor memiliki motif khas di antaranya hujan gerimis, teratai, kepala kijang, dan kujang. Dari analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa kondisi postur kerja pada operator pencelupan kain batik sangat beresiko menimbulkan cedera *musculoskeletal disorders*. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan *redesign* peralatan kerja. Berdasarkan kuesioner *Nordic Body Map* yang diberikan pada pekerja, diketahui rata-rata keluhan rasa sakit terbesar pada bagian leher, punggung dan pinggang. Timbulnya resiko dan keluhan tersebut dikarenakan oleh postur kerja dari operator yang tidak alamiah, dan berlangsung dalam waktu yang lama. Sehingga diberikan usulan *redesign* alat pencelupan untuk menunjang kenyamanan operator dalam bekerja. Desain usulan sudah disesuaikan dengan dimensi antropometri dan sesuai dengan kebutuhan operator sehingga dapat mengatasi keluhan dan cedera *musculoskeletal*.

Kata Kunci

Ergonomi, Antropometri, *Nordic Body Map*, *Musculoskeletal Disorder*.

Abstract

Ergonomics is a combination of several other sciences that include human systems, machines and environments that interact (International Ergonomic Association), in addition to ergonomics also learn about design of work tools and work environment in accordance with the capacity and limitations of humans. Ergonomics is aimed at achieving conformity between man and his job in order to achieve prosperity. This anthropometry study can be conducted on a wide range of jobs, both in large industries and small industries. One of them is batik industry. Batik industry is currently an industry that is experiencing rapid development. Batik Bogor has typical motifs such as drizzling rain, lotus, deer head, and cleaver. From the analysis that has been done is known that the condition of work posture on the dyeing of batik cloth is very risky cause musculoskeletal disorders injuries. The purpose of this research is to redesign the work equipment. Based on the Nordic Body Map questionnaire given to workers, it is known to average the biggest pain complaints on the neck, back and waist. The incidence of such risks and complaints is due to unnatural operator posture, and lasts for a long time. So given the proposed redesign of dyeing equipment to support operator comfort in work. Proposed designs have been adapted to anthropometric dimensions and in accordance with operator requirements so as to overcome complaints and musculoskeletal injuries.

Keywords

Ergonomic, Anthropometry, Musculoskeletal Disorder.

Pendahuluan



ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mengkaji tentang kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki oleh manusia, serta interaksi antara manusia dengan elemen sistem yang lain (seperti mesin, tempat kerja dan lingkungan kerja) dalam rangka menciptakan sistem kerja yang optimal.

Salah satu prinsip dasar ergonomi dalam perancangan adalah *human centered design*. Maksudnya adalah suatu rancangan hendaknya memperhatikan faktor manusia sebagai pengguna yang mempunyai berbagai keterbatasan secara individu. Aspek dimensi fisik merupakan salah satu hal mendasar yang harus dipertimbangkan dalam perancangan untuk mendapatkan produk yang ergonomis. Oleh sebab itu, sebelum proses perancangan itu sendiri dilakukan, perancang harus dapat mengetahui dimensi-dimensi tubuh yang akan menjadi acuan dalam perancangan serta bagaimana proses mendapatkan dimensi tersebut.

Antropometri berasal dari bahasa Yunani yakni kata *anthropos* yang berarti manusia dan *metron* yang berarti mengukur. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengertian antropometri adalah pengetahuan mengenai dimensi tubuh manusia serta aplikasi yang berkaitan dengan geometri fisik, massa dan kekuatan tubuh manusia. Kajian tentang antropometri ini dapat dilakukan pada berbagai macam pekerjaan, baik di industri besar maupun kecil. Salah satunya adalah industri kerajinan batik. Industri batik saat ini merupakan industri yang sedang mengalami perkembangan pesat. Batik Bogor memiliki motif khas di antaranya hujan gerimis, teratai, kepala kijang, dan kujang. Motif kepala kijang merupakan cerminan dari Istana Bogor, motif bunga teratai menjadi simbol dari Kebun Raya Bogor, pisau kujang merupakan lambang dari kota Bogor dan hujan gerimis merujuk pada sebutan bagi Kota Bogor.

Salah satu sentra pembuatan batik Bogor yang terkenal adalah sentra batik Bogor Tradisiku yang berada di Jl. Jalak Tanah Sareal No. 2, Tanah Sareal, Kota Bogor, Jawa Barat 16161. Sentra batik ini merupakan sentra batik yang mendapatkan hak cipta untuk motif hujan gerimis, kijang, kujang dan bunga teratai. Sentra batik ini memiliki 15 orang pegawai tetap dan 10 orang *freelance*.

Salah satu proses dalam membatik adalah proses pencelupan kain batik. Berdasarkan hasil *Nordic Body Map* (NBM) yang diberikan kepada operator, operator merasakan keluhan di beberapa segmen tubuh antara lain leher, pundak, pinggul dan paha. Sedangkan berdasarkan postur tubuh operator pada saat mencelupkan kain adalah berdiri dengan postur tubuh membungkuk sehingga mengindikasikan terjadinya cedera otot. Kondisi ini akan memberikan dampak pada hasil produktivitas kerja yang tidak optimal akibat aktivitas kerja yang tidak seimbang.

Dari kondisi di atas dapat dirumuskan permasalahan, yaitu merancang ulang alat pencelupan dengan prinsip ergonomi untuk mengurangi resiko cedera *musculoskeletal disorder*.

Nurfajriah & Rifa Arifati

Re-Design Alat Pencelupan
Kain Batik untuk
Mengurangi Resiko
Musculoskeletal Disorders
(*MSDs*) Menggunakan
Metode Ergonomi

Tinjauan Pustaka

Ergonomi merupakan sebuah cabang ilmu yang mengkaji tentang kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki oleh manusia, dan juga mengkaji interaksi antara manusia dengan elemen sistem kerja guna menciptakan kondisi kerja yang optimal. Ergonomi didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/perancangan. Ergonomi meliputi upaya penyesuaian peralatan dan lingkungan pekerjaannya tidak memperhatikan faktor ergonomi, maka dapat timbul penyakit akibat kerja terutama pada sistem muskuloskeletal.

Penyakit akibat kerja dapat mempengaruhi kemampuan kerja seorang pekerja. Penyakit akibat kerja diartikan sebagai efek negatif dari kegiatan kerja terhadap kesehatan fisik manusia antara lain keluhan nyeri pada berbagai otot ataupun terjadinya kelelahan otot (*fatigue*). Kelelahan otot dapat timbul akibat kontraksi otot yang berlebihan ataupun kontraksi otot terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama. Proporsi kasus gangguan muskuloskeletal akibat kerja berdasarkan data ILO tahun 2003 menduduki peringkat pertama yakni hampir 45% dari total kasus penyakit akibat kerja yang dilaporkan. Tujuan penerapan ergonomi dapat pula dibuat dalam suatu hierarki (Kroemer *et al.*, 2004), dengan tujuan yang paling rendah adalah sistem kerja yang dapat diterima (*tolerable*) dalam batas-batas tertentu, asalkan sistem ini tidak memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan dan nyawa manusia. Tujuan yang lebih tinggi adalah suatu keadaan ketika pekerja dapat menerima kondisi kerja yang ada (*acceptable*), dengan mengingat keterbatasan yang bersifat teknis maupun organisatoris. Pada tingkat yang paling tinggi, ergonomi bertujuan untuk menciptakan kondisi kerja yang optimal, yaitu beban dan karakteristik pekerjaan telah sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan individu pengguna sistem kerja

Antropometri berasal dari kata *antropos*, yang berarti manusia, dan *metrikos*, yang berarti pengukuran. Singkatnya, antropometri merupakan ilmu yang berhubungan dengan aspek ukuran fisik manusia. Aspek fisik ini tidak hanya dimensi linear, tetapi juga berupa berat badan. Keilmuan ini meliputi metode pengukuran dan pemodelan dimensi tubuh manusia, serta teknik aplikasi untuk perancangan. Antropometri dapat dibagi atas antropometri struktural (statis) dan antropometri fungsional (dinamis). Antropometri statis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam posisi diam pada dimensi-dimensi dasar fisik, meliputi panjang segmen, massa bagian tubuh, dan sebagainya. Antropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia ketika melakukan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat bekerja, berkaitan erat dengan dimensi fungsional, misalnya tinggi duduk, panjang jangkauan, dan lain-lain.

Menurut NIOSH (1997) yang dimaksud dengan *muskuloskeletal disorder* adalah sekelompok kondisi patologis yang mempengaruhi fungsi normal dari jaringan halus sistem *muskuloskeletal* yang mencakup sistem saraf, tendon, otot dan struktur penunjang seperti *discus intervertebral*. MSDs adalah cedera pada otot, saraf, tendon, ligamen, sendi, kartilagi atau

spinal disc. MSDs muncul tidak secara spontan atau langsung melainkan butuh waktu yang lama dan bertahap sampai gangguan *musculoskeletal* mengurangi kemampuan tubuh manusia dengan menimbulkan rasa sakit. MSDs menjadi suatu masalah disebabkan karena (Bird, 2005):

1. Waktu kerja yang hilang karena sakit umumnya disebabkan penyakit otot rangka.
2. MSDs terutama yang berhubungan dengan punggung merupakan masalah penyakit akibat kerja yang penanganannya membutuhkan biaya yang tinggi.
3. MSDs menimbulkan rasa sakit yang amat sangat sehingga membuat pekerja menderita dan menurunkan produktivitas kerja.
4. Penyakit MSDs bersifat multikausal sehingga sulit untuk menentukan proporsi yang semata-mata akibat hubungan kerja.

Metode Penelitian

Pengukuran antropometri dilakukan terhadap 2 orang operator yang melakukan pencelupan kain batik. Pengambilan data diperoleh dari hasil pengukuran antropometri para pekerja yang sering melakukan aktivitas pencelupan kain. Adapun data antropometri yang diambil sesuai dengan variabel yang dibutuhkan, yaitu: tinggi badan, panjang lengan atas, panjang lengan bawah, jangkauan tangan ke depan, tinggi siku berdiri, pangkal telapak tangan ke pangkal jari dan diameter genggam tangan.

Hasil dan Pembahasan

Data Antropometri

Identifikasi dimensi tubuh dilakukan dengan metode pengukuran antropometri, yang dilakukan terhadap dua orang operator pencelupan kain secara langsung. Tabel 1 menyebutkan ukuran-ukuran data antropometri yang dibutuhkan untuk memperbaiki rancangan alat pencelupan saat ini.

Tabel 1 Ukuran Data Antropometri

No	Data yang di ukur	Simbol	Operator (dalam cm)	
			1	2
1	Tinggi Bahu Berdiri	TBB	140,5	137,0
2	Tinggi Badan Tegak	TBT	165,0	164,8
3	Panjang Lengan Atas	PLA	34,0	32,0
4	Panjang Telapak tangan	PTT	18,0	19,0
5	Lebar Telapak Tangan	LTT	9,0	9,0
6	Tinggi Perut Berdiri	TPB	100,0	97,4
7	Jangkauan Tangan ke Atas	JTA	205,0	205,0

Komponen-komponen Bak Pencelup Kain Batik

Komponen-komponen bak pencelup kain batik terdiri dari:

1. Bak Pencelup

Terdapat 3 jenis bak pencelup, yaitu bak untuk pewarna, bak untuk garam yang berfungsi sebagai pengikat warna dan bak untuk pencucian. Bak pertama berisi zat warna, dan bak kedua berisi

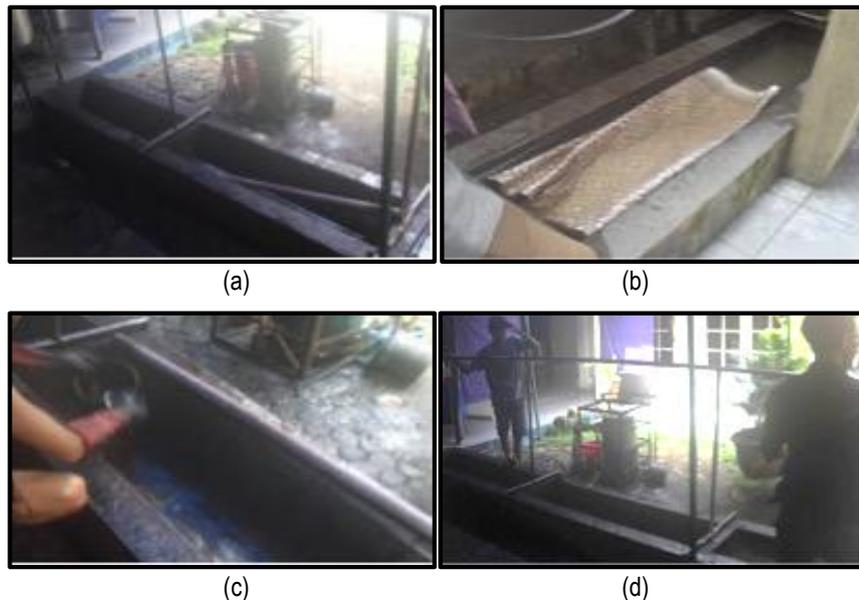
campuran air garam. Sedangkan bak ketiga hanya air biasa untuk mencuci kain setelah melalui pertama dan kedua. Pada bak ketiga, Gambar 1(b), juga digunakan untuk merendam kain. Untuk ukuran bak pertama dan kedua memiliki ukuran yang sama, sedangkan untuk bak ketiga memiliki ukuran yang lebih besar. Bak pencelup bersifat permanen, terbuat dari bata, seperti terlihat pada Gambar 1(a) dan (b).

2. Tongkat Penahan Kain

Tongkat penahan kain berfungsi untuk menahan bagian tengah kain pada saat proses pencelupan kain. Tongkat terbuat dari besi dan berbetuk batangan, seperti terlihat pada Gambar 1(c). Fungsi dari tongkat ini adalah untuk menahan kain dan agar warna dari kain dapat merata.

3. Tiang Bak Pencelup

Tiang ini berfungsi untuk meniriskan air pada kain yang sudah dilakukan pewarnaan. Kain dijemur sampai air yang terdapat pada kain sudah tidak ada lagi, baru setelah itu masuk ke bak kedua dan juga dilakukan proses yang sama. Tiang bak pencelup dapat dilihat pada Gambar 1(d).



Gambar 1 (a) Bak Pewarnaan dan Bak Air Garam (b) Bak Perendaman Pencucian (c) Tongkat Penahan Kain (d) Tiang Bak Pencelup
Sumber: Batik Bogor Tradisiku, 2017

Dimensi bak pencelup kain batik adalah sebagai berikut:

1. Bak Perendaman

- Panjang bagian luar = 194,5 cm
- Lebar bagian luar = 63,0 cm
- Tinggi bagian luar = 30,0 cm
- Panjang bagian dalam = 178,0 cm
- Lebar bagian dalam = 40,0 cm
- Tinggi kedalaman wadah = 21,0 cm

2. Bak Garam dan Bak Pewarnaan

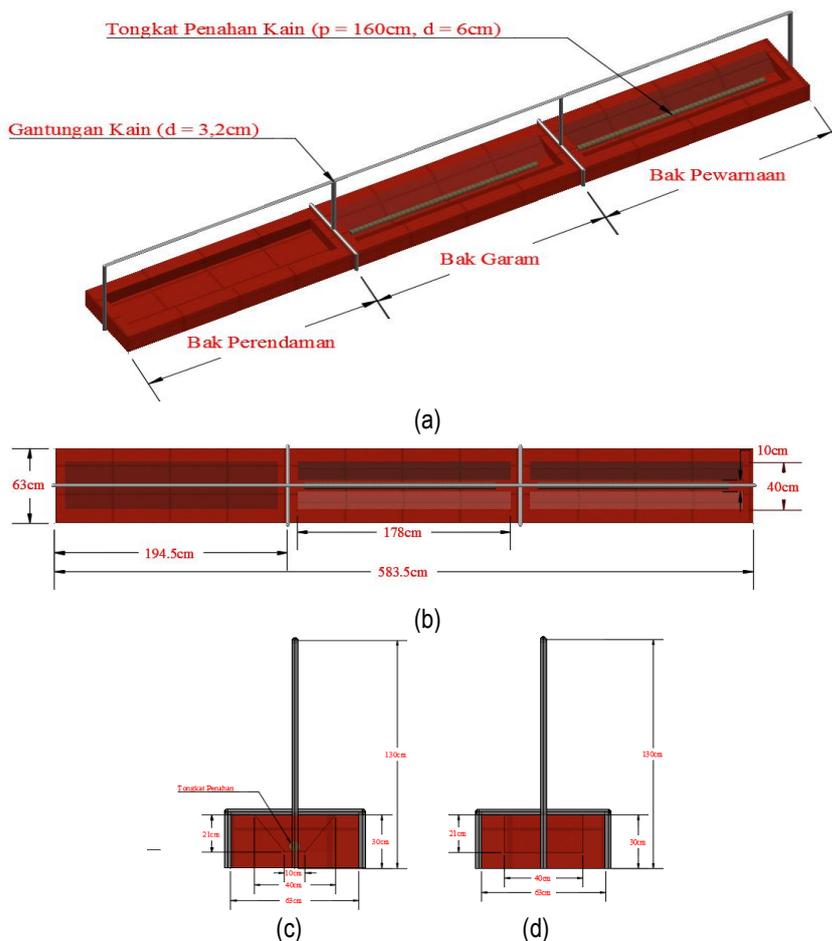
- Panjang bagian luar = 194,5 cm
- Lebar bagian luar = 63,0 cm
- Tinggi bagian luar = 30,0 cm
- Panjang bagian dalam = 178,0 cm
- Lebar bagian dalam = 40,0 cm
- Lebar alas bagian dalam = 10,0 cm
- Tinggi kedalaman bak = 21,0 cm
- Panjang tongkat penahan = 160,0 cm
- Diameter tongkat penahan = 6,0 cm

3. Tiang Penggantung Kain

- Diameter = 3,2 cm
- Tinggi = 130,0 cm

4. Tongkat Penahan Kain

Gambar 2 memperlihatkan kondisi aktual bak pencelupan kain batik yang dianggap kurang ergonomis dan perlu diadakan perubahan desain.



Gambar 2 Dimensi Desain Bak Pencelup Aktual: (a) Tampak 3D (b) Tampak Atas (c) Tampak Samping Bak Perendaman (x-Ray) (d) Tampak Samping Bak Garam dan Bak Pewarnaan (x-Ray)

Postur Tubuh Pada Proses Pencelupan Kain

Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui postur tubuh pekerja pada saat melakukan pencelupan kain batik. Postur tubuh pada saat pencelupan kain dilakukan dengan postur membungkuk. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang oleh dua orang pekerja. Postur ini menyebabkan keluhan pada bagian leher, pundak, punggung, dan pinggang. Gambar 3 menunjukkan postur tubuh pada saat pencelupan kain.



(a) Postur Tubuh Proses Pencelupan Pekerja ke-1 (b) Postur Tubuh Proses Pencelupan Pekerja ke-2

Sumber: Batik Bogor Tradisiku, 2017

Hasil Perhitungan Nilai Persentil

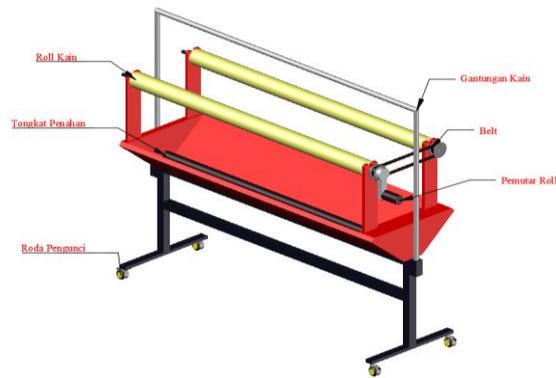
Nilai persentil digunakan sebagai ukuran yang akan digunakan di dalam merancang alat pencelupan. Nilai persentil yang diperoleh berdasarkan dari hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai Persentil

Dimensi Tubuh	Simbol	Persentil (cm)		
		P5%	P50%	P95%
Tinggi Badan	TB	164,810	164,900	164,990
Tinggi Bahu Berdiri	TBB	137,175	138,750	140,325
Panjang Lengan Atas	PLA	32,100	33,000	33,900
Panjang Telapak tangan	PTT	18,050	18,500	18,950
Lebar Telapak Tangan	LTT	9,000	9,000	9,000
Tinggi Perut Berdiri	TPB	97,530	98,700	99,870
Jangkauan Tangan ke Atas	JTA	205,000	205,000	205,000

Desain Alat Pencelupan Kain Batik

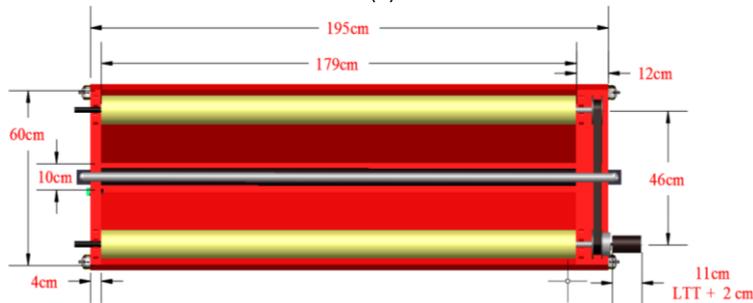
Bagian ini menunjukkan desain hasil rancangan alat bantu pada bak pencelupan kain batik. Desain secara lebih jelas ditunjukkan pada Gambar 4.



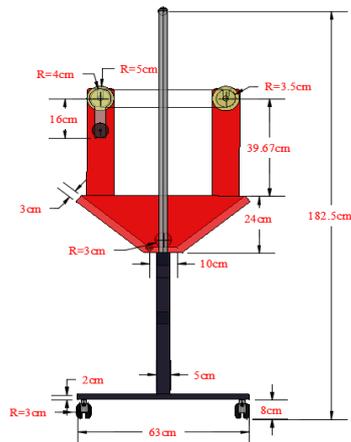
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4 Dimensi Desain Bak Pencelupan Usulan: (a) Tampak 3D (b) Tampak Depan (x-Ray) (c) Tampak Atas (d) Tampak samping (x-Ray)

Analisis Hasil

Dengan adanya perbaikan terhadap ukuran dan desain alat pencelupan kain batik diharapkan terjadi peningkatan tingkat kepuasan operator saat bekerja dan mampu menghindarkan operator dari *muskuloskeletal disorders*.

Detail ide pembuatan alat bantu pencelupan kain batik mengacu pada ide-ide yang telah muncul. Hasil dari detail desain alat tersebut adalah:

1. Alat bantu dioperasikan secara manual oleh satu orang operator.
2. Alat bantu dibuat menggunakan *roll* untuk memudahkan pada saat pencelupan kain.
3. Alat bantu dilengkapi dengan roda dengan pengunci sehingga memudahkan operator apabila ingin memindahkan alat bantu.
4. Tiang penggantung kain bisa dilepas dan dipasang pada badan rangka, dan diatur posisinya tepat di atas bak pencelup agar tetesan-tetesan cairan dapat jatuh ke dalam bak.

Prosedur penggunaan alat bantu pada proses pencelupan kain batik adalah sebagai berikut:

1. Operator mengambil kain yang telah direndam selama semalaman.
2. Operator meletakkan kain di atas *roll* kain yang selanjutnya mengaitkan masing-masing ujung kain ke penjepit.
3. Bagian tengah kain (yang ada di dalam bak) ditahan dengan menggunakan tongkat penahan yang ada di dalam bak.
4. Operator memegang pemutar *roll* untuk memutar *roll* kain.
5. Setelah kain selesai dicelupkan, pengikat kain dilepas kemudian ditiriskan pada gantungan kain.
6. Setelah kain selesai ditiriskan, dapat dilanjutkan ke proses berikutnya.

Simpulan

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan nilai dimensi tubuh yang akan digunakan sebagai ukuran di dalam membuat alat pencelupan kain batik tersebut. Desain bak masih disesuaikan dengan bak aktual, tetapi untuk tinggi bak sudah disesuaikan dengan dimensi tubuh tinggi operator.

Daftar Pustaka

- Anonimous. (2012). Evaluasi Ergonomi Berdasarkan Antropometri dan Biomekanika. *Modul Praktikum Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung*. Bandung: Laboratorium Rekayasa Sistem Kerja & Ergonomi ITB.
- Bawole, P., et al. (2014). Perancangan Peralatan Produksi Bagi Pembatik Difabel dengan Pendekatan Desain Inklusi dan Strategi Eko-Efisiensi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*.

- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Mahfud, H., et al. (2014). Analisis Ergonomi pada Proses Pembuatan Batik di Sentra Batik Bogor Tradisiku. *Bina Teknika*. 10(1), 10-18.
- McMillan, I.R., & Carin-Lexy, G. (2013). *Tyldesley & Grieve's Muscle, Nerves and Movement in Human Occupation*. 4th Ed. West Sussex (UK): Wiley-Blackwell.
- Nurmianto, E. (2003). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Bandung: Guna Widya.
- Siswiyanti, & Luthfianto, S. (2011). Beban Kerja dan Keluhan Sistem Musculoskeletal Pada Pembatik Tulis di Kelurahan Kalinyamat Wetan Kota Tegal. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2*. Fakultas Teknik Universitas Hasyim Semarang.
- Siswiyanti. (2013). Perancangan Meja Kursi Ergonomis pada Pembatik Tulis di Kelurahan Kalinyamat Wetan kota Tegal. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal*, 12(2), 179-191.
- Siswiyanti, & Luthfianto, S. (2014). Aplikasi Ergonomi pada Perancangan Meja Batik untuk Meningkatkan Produktivitas dan Mengurangi Keluhan Pembatik di Sentra Industri Batik Tulis Tegal. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*.

Nurfajriah & Rifa Arifati
Re-Design Alat Pencelupan
Kain Batik untuk
Mengurangi Resiko
Musculoskeletal Disorders
(MSDs) Menggunakan
Metode Ergonomi
