

**PENGEMBANGAN KONSEP MEJA PENCELUPAN DENGAN TUJUAN
PERBAIKAN NILAI RULA PADA *WORKSTATION* PEWARNAAN RUMAH BATIK
KOMAR MENGGUNAKAN KERANGKA KERJA ULRICH-EPPINGER**

**DYEING TABLE CONCEPT DEVELOPMENT TO IMPROVE RULA SCORE AT
COLOURING WORKSTATION RUMAH BATIK KOMAR USING FRAMEWORK
ULRICH-EPPINGER**

Diki Elfan Reksawana¹, Rino Andias Anugraha², Teddy Syafrizal³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹dikielfan@gmail.com, ²rinoandias@telkomuniversitv.ac.id, ³teddvsiafrizal@telkomuniversitv.ac.id

Abstrak

Rumah Batik Komar adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi batik, Rumah Batik Komar didirikan oleh H. Komarudin Kudiya S.Ip., M.Ds bersama dengan Hj. Nuryanti Widya pada tahun 1998 di Bandung. Pada Rumah Batik Komar proses pewarnaan dibagi mejadi dua cara yaitu pencelupan dan gradasi. Proses pencelupan dilakukan oleh seorang operator menggunakan suatu meja kerja dengan mekanisme guncang. Namun terdapat kekurangan pada meja kerja eksisting diantaranya operator beresiko mengalami postur canggung atau *fatigue* yang dapat menyebabkan operator mengalami MSDS (*Musculoskeletal Disorders*), selain itu kekurangan dari meja kerja eksisting yaitu mekanisme guncang dapat membuat pewarna pada kain tidak merata sehingga tingkat cacat produk tinggi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dilakukannya *redesign* pada meja kerja eksisting yang dapat berupa perubahan bentuk, ukuran maupun mekanisme pewarnaan. Meja usulan dirancang menggunakan tahap pengembangan produk Ulrich-Eppinger yang memalui 3 tahap yaitu perancangan, pengembangan konsep dan fase perancangan tingkat sistem. Hasil pengembangan produk tersebut adalah terciptanya suatu perbaikan konsep yang lebih baik yang dapat mengurangi kecelakaan kerja pada operator yang diakibatkan oleh postur canggung yaitu berupa konsep terpilih dimana konsep tersebut lebih baik dari segi ergonomi yang diukur menggunakan nilai RULA maupun mekanisme kerja sehingga dapat mengurangi cacat produk dan mempercepat proses produksi.

Kata kunci : perancangan produk, pengembangan konsep, usulan perbaikan, Ulrich-Eppinger, meja pewarnaan batik.

Abstract

Rumah Batik Komar is a companies engaged in batik production, Rumah Batik Komar founded by H. Komarudi Kudiya S.Ip., M.Ds and Hj. Nuryanti Widya in Bandung 1998. Coloring process on Rumah Batik Komar is divided into two ways: dyeing and gradation. Dyeing process is carried out by an operator who use the work table with shake mechanism. But there are some deficiency on this existing work table that makes the operator got a fatigue which can lead to MSDS (*Musculoskeletal Disorders*), moreover the deficiency from this existing work table is the shake mechanism that can make the color on the fabric is uneven, so the level of products defect is high. One of the solution is redesign this existing work table, like change the shape, measurement, or coloring mechanism. The new work table design is designed using the Ulrich-Eppinger product development stage through 3 stages: design, concept development, and system level design phase. The result of the products development is creation an improvement concept that can reduce work accidents caused by operator awkward posture, the selected concepts, where those concept is a way better than the existing table in term of the ergonomic to be measured, using RULA value or work mechanism so can decrease the products defect and quicken the production process.

Keywords: Product design, concept development, design improvement, Ulrich-Eppinger, batik coloring table

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Rumah Batik Komar adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi batik, Rumah Batik Komar didirikan oleh H. Komarudin Kudiya S.Ip., M.Ds bersama dengan Hj.Nuryanti Widya pada tahun 1998 di Bandung. Rumah Batik Komar memproduksi banyak jenis produk diantaranya yaitu kemeja, blus, sarung, selendang, kain panjang, kain polos hingga aksesoris bermotifkan batik. Kegiatan proses produksi di Rumah Batik Komar diantaranya, mulai dari penyiapan desain, penyiapan bahan baku, proses pelilinan, proses pewarnaan, proses penutupan, hingga proses pelorodan (penghilangan lilin). Pada Rumah Batik Komar proses pewarnaan terbagi menjadi dua cara yaitu proses gradasi dan proses pencelupan. Proses pewarnaan gradasi adalah salah satu teknik pewarnaan batik dengan kombinasi warna-warna yang bervariasi dan kontras. Teknik yang digunakan pada pewarnaan gradasi adalah menggunakan *handmade* dengan bantuan alat spon, sehingga untuk pembuatan beberapa lembar kain batik gradasi pelangi bisa jadi corak pewarnaannya tidak begitu sama persis karena corak pewarnaannya cenderung menggunakan corak abstrak. Pada proses pencelupan dilakukan dengan merendam kain ke dalam larutan *naphthol* sampai cairannya masuk ke dalam pori-pori kain dan dicelup secara diangkat dan dimasukkan secara berulang kali ke dalam larutan *naphthol*. Setelah larutan *naphthol* cukup masuk dengan merata pada seluruh permukaan kain, kemudian kain dicelupkan secara perlahan ke dalam larutan garam. Pencelupan dengan garam juga dilakukan secara diangkat dan dimasukkan berulang kali, sampai didapat warna yang diinginkan. Namun apabila warna pencelupan pertama kurang memuaskan, kain dapat dicelupkan kembali ke dalam larutan *naphthol* kemudian ke larutan garam berulang kali sampai menghasilkan warna yang diinginkan.

Pada proses pencelupan dilakukan menggunakan meja pencelupan dengan mekanisme goyang pada meja eksisting di Rumah Batik Komar, meja eksisting memiliki nilai RULA yang tinggi sehingga dilakukan redesign dengan mekanisme guncang namun tetap memiliki nilai RULA yang tinggi.

Tabel 1 Nilai RULA Meja Eksisting

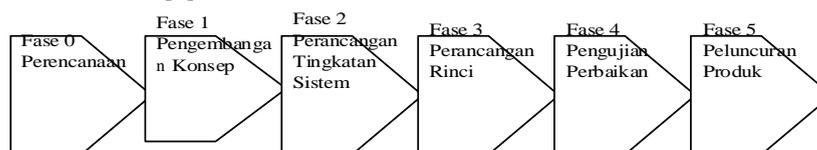
Postur	Fasilitas Kerja	Nilai RULA	Tindakan
1	Tuas Pengguncang	7	Memiliki resiko sedang, diperlukan penelitian lebih lanjut, perubahan segera dilakukan.
2	Tuas Pengail	6	Memiliki resiko sedang, diperlukan penelitian lebih lanjut, perubahan segera dilakukan.

Dari hasil simulasi RULA yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya didapatkan hasil *finalscore* sebesar 7 pada tuas pengguncang dan 6 pada pengail sehingga dapat mengakibatkan gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDS) selain itu dapat mengakibatkan produktivitas dari operator menurun [1]. Skor resiko berdasarkan nilai RULA 1 dan 2 dapat diterima, sedangkan skor RULA 3 atau 4 butuh untuk penyelidikan lebih lanjut, skor resiko 5 atau 6 dibutuhkan penyelidikan lebih lanjut dan perubahan sesegera mungkin dan sedangkan skor resiko 7 mutlak dibutuhkan perubahan saat itu juga [2]. Oleh karena itu dilakukan evaluasi terhadap meja eksisting dan dilakukan lagi *redesign* dengan tujuan mengurangi resiko *fatigue* yang dialami operator dengan pengujian RULA dan memperbaiki mekanisme kerja dari meja tersebut.

2. Dasar Teori dan Model Konseptual

2.1. Pengembangan Produk Ulrich-Eppinger

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisa persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan dan pengiriman produk. Proses pengembangan produk secara keseluruhan terdiri dari 6 fase [3]



Gambar 1 Tahap Pengembangan Produk Ulrich-Eppinger

Fase 0 : Perencanaan Perencanaan produk adalah proses secara periodik yang mempertimbangkan portofolio dari proyek pengembangan produk untuk dijalankan.

Fase 1 : Pengembangan Konsep Pada tahap ini, kebutuhan dari *target market* diidentifikasi dan konsep produk dievaluasi. Proses pengembangan konsep meliputi beberapa aktivitas sebagai berikut : mengidentifikasi kebutuhan *customer*, *concept generation*, *concept selection*, dan *economic analysis*.

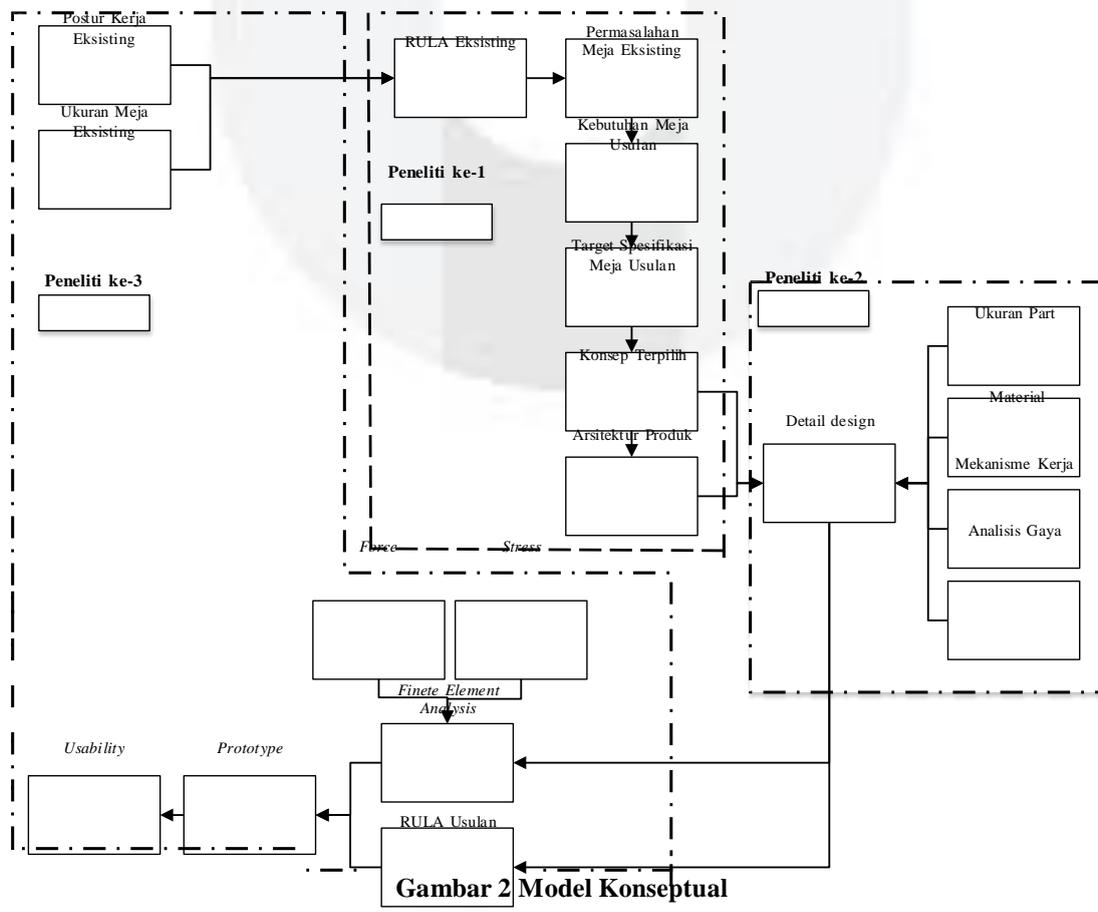
Fase 2 : Perancangan Tingkatan Sistem Tahap ini menjelaskan mengenai arsitektur produk dan dekomposisi produk ke dalam subsistem dan komponen. Pada tahap ini juga disajikan hasil rakitan atau produk final dari konsep produk tersebut. *Output* dari tahap ini adalah susunan geometris produk, spesifikasi fungsional dari subsistem produk, dan diagram alir perakitan produk.

Fase 3 : Perancangan Rinci Tahap ini tim melengkapi spesifikasi dari produk meliputi geometri, material, dan toleransi. Tim juga mulai memutuskan komponen mana saja yang akan dibeli dari pihak luar dan komponen mana yang akan diproduksi sendiri. *Output* dari tahap ini adalah pencatatan pengendalian untuk prooduk : gambar pada file computer tentang bentuk tiap komponen dan peralatan produksinya, spesifikasi komponen- komponen yang dibeli, serta rencana prosen untuk pabrikasi dan perakitan produk.

Fase 4 : Pengujian dan Perbaikan Tahap ini meliputi pembuatan dan evaluasi dari beberapa versi *preprediction* sebuah produk. *Early (alpha)* prototipes dilakukan untuk meguji apakah produk tersebut akan bekerja sesuai dengan yang telah dirancang dan memuaskan kebutuhan *customer*. *Later (beta)* prototipes dievaluasi secara internal lebih luas dan biasanya diuji oleh *customer* di lingkungannya.

Fase 5 : Peluncuran Produk Pada tahap ini tim melakukan produksi awal, yaitu dengan mempersiapkan produk untuk diproduksi, melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang mungkin timbul pada proses produksi sesungguhnya, dan menyesuaikan sistem produksi yang ada agar dapat memproduksi bagian komponen.

2.2 Model Konseptual



3. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan menyusun konsep meja pencelupan dengan tahap pengembangan konsep Ulrich-Eppinger. Hasil dari penelitian ini adalah konsep terpilih serta arsitektur produk dari meja pencelupan terpilih.

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan merupakan data ukuran meja, evaluasi simulasi RULA, evaluasi simulasi *Motion Study* meja peneliti sebelumnya dan evaluasi mekanisme kerja dari meja tersebut. Data sekunder yang digunakan adalah data hasil wawancara dengan operator meja pencelupan di Rumah Batik Komar yang digunakan sebagai data tambahan atau data pendukung untuk mendapatkan meja yang sesuai dengan kebutuhan operator. Data-data tersebut akan menjadi data atribut kebutuhan yang akan dihasilkan spesifikasi produk sebagai inputan penyusunan konsep.

Tabel 2 Nilai RULA Meja Eksisting

Postur	Fasilitas Kerja	Nilai RULA	Tindakan
1	Tuas Pengguncang	7	Memiliki resiko sedang, diperlukan penelitian lebih lanjut, perubahan segera dilakukan.
2	Tuas Penggail	6	Memiliki resiko sedang, diperlukan penelitian lebih lanjut, perubahan segera dilakukan.

Berdasarkan hasil rekap RULA tersebut dapat diketahui jika desain dan mekanisme kerja menggunakan sistem gancang untuk pewarnaan kain serta sistem kail untuk pencelupan dan penirisan kain masih memiliki resiko membahayakan bagi kesehatan operator, maka diperlukan perubahan pada meja pencelupan eksisting, perubahan tersebut dapat berupa modifikasi ringan ataupun perubahan total terhadap desain meja maupun mekanisme kerja dari meja pencelupan eksisting tersebut.

3.1.1. Evaluasi Kondisi Mekanisme Kerja Meja Pencelupan Eksisting

Evaluasi mekanisme kerja secara virtual meja pencelupan dilakukan menggunakan Software Solidworks 2013. Mekanisme kerja dari meja pencelupan tersebut menggunakan sistem gancang untuk menggerakkan bak pencelupan, sedangkan untuk alat bantu pencelupan dan penirisan kain menggunakan sistem pengait dimana operator menaik turunkan tuas pengait.

3.2. Penyusunan kebutuhan

Penyusunan kebutuhan dilakukan untuk menentukan target spesifikasi dalam perancangan sebuah produk. Untuk menentukan spesifikasi tersebut, terlebih dahulu dibuat metrik kebutuhan.

Tabel 3 Metrik Kebutuhan

No	Needs	Karakteristik Teknis	Satuan
1	Pemasangan dan Penirisan kain mudah dijangkau oleh operator	Jangkauan Operator / Dimensi alat	Cm
2	Sistem perpindahan yang mudah dari bak satu ke bak berikutnya	Jarak maksimal perpindahan	Cm
3	Waktu <i>setup</i> kain dan proses pewarnaan lebih sedikit	Waktu maksimal proses pewarnaan	Menit
4	Operator menggunakan meja kerja dengan postur tegak	Dimensi alat	Cm
5	Warna merata pada kain	Dimensi Kain	Cm
6	Mengurangi lipatan pada kain	Dimensi alat	Cm
7	Meja dengan struktur yang kuat dan tahan lama	Jumlah beban yang diterima alat	Kg
8	Cairan tidak tumpah dari bak	Dimensi alat	Cm
9	Memiliki fitur pembuangan cairan	Fitur pembuangan cairan	Ada/Tidak
10	Terdapat tempat penyimpanan cairan pewarnaan	Tempat penyimpanan cairan pewarnaan	Ada/Tidak

Tabel 4 Target Spesifikasi

No	Karakteristik Teknis	Satuan	Nilai
1	Dimensi Alat	Cm	Panjang Meja: 150-200 Lebar Meja: 100-130 Tinggi Meja: 30-80 Tinggi Penirisan: 100-125 Panjang Bak: 125-200 Lebar Bak: 50-100 Kedalaman Bak: 10-30

2	Jarak maksimal perpindahan	Cm	100-300
3	Waktu maksimal proses pewarnaan	Menit	5-15 menit
5	Dimensi Kain	Cm	Panjang kain: 250 Lebar kain: 115
7	Jumlah beban yang diterima alat	Kg	>25
9	Fitur pembuangan cairan	Ada/Tidak	Ada
10	Tempat penyimpanan cairan pewarnaan	Ada/Tidak	Ada

3.3. Penyusunan Konsep

3.3.1 Penentuan Alternatif

Tahapan yang digunakan dalam metode ini adalah menyusun konsep yang dapat diterapkan berdasarkan fungsi dari produk, kemudian dilakukan kombinasi dari setiap konsep yang telah disusun.

Tabel 5 Alternatif Konsep Conveyor

Bentuk Kaki Meja	Bentuk Bak	Mekanisme Pewarnaan Kain	Alat Bantu Pemutar	Alat Bantu Penahan Kain	Penyangga Alat Putar	Mekanisme Pengangkatan	Mekanisme Pergeseran Alat Putar	Mekanisme Penirisan	Saluran Pembuangan	Penyimpanan Cairan
kaki Normal	Double	Mekanisme Putar	Tuas	Kail/Jarum	Bergabung Bak	Manual	Rel dan Roda	Up-down	Selang	Rak
	Single			Penjepit	Alat Terpisah	Jungkat - Jungkit		Gantung	Pipa	Bak Kusus
						Katrol				

Dari seluruh kombinasi konsep, terdapat kombinasi yang tidak dapat diterapkan untuk pembuatan meja pencelupan, sehingga didapatkan 8 kombinasi yang memungkinkan untuk diterapkan.

3.1.1. Evaluasi Alternatif

Pada tahap evaluasi alternatif, metode yang digunakan adalah *weighted objectives*. Sebelum melakukan metode tersebut, dilakukan penyaringan konsep dengan menyusun matriks penyaringan konsep dari delapan kombinasi konsep dengan menentukan satu kombinasi yaitu konsep meja eksisting yang dijadikan sebagai *reference* bagi kombinasi konsep lainnya. Selanjutnya kombinasi-kombinasi konsep lain dibandingkan dengan kombinasi 6 sebagai *reference* untuk menentukan nilai (+), (0), atau (-) terhadap *reference* sesuai dengan kriteria seleksi. Setelah itu dilakukan pemeringkatan berdasarkan penilaian yang dilakukan sebelumnya. Beberapa konsep dengan peringkat tertinggi kemudian dilanjutkan ke tahapan selanjutnya.

Tabel 6 Tabel Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep								
	Ref	1	2	3	4	5	6	7	8
Ease to use	0	0	+	-	-	0	+	-	-
Ease to manufacture	0	+	+	-	-	+	+	-	-
Increase the production	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Ease to reach	0	0	+	0	+	-	0	-	0
Ergonomic design	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Jumlah +		3	5	2	3	3	4	2	2
Jumlah 0		2	0	1	0	1	1	0	1
Jumlah -		0	0	2	2	1	0	3	2
Nilai Akhir		3	5	0	1	2	4	-1	0
Peringkat		3	1	6	5	4	2	8	7
Lanjutkan?		Yes	Yes	No	No	No	Yes	No	No

Hasil dari *concept screening* ini terdapat tiga kombinasi konsep dengan nilai tertinggi yaitu konsep 1, 2, dan 6. Ketiga konsep terpilih ini akan diseleksi kembali menggunakan metode *objective weighted* dan menjadikan konsep 6 sebagai *reference* untuk metode ini. Langkah-langkah dalam melakukan seleksi konsep adalah memberikan nilai pembobotan terhadap seluruh kriteria seleksi. Setelah itu dilakukan penentuan *rating* dari setiap konsep terhadap masing-masing kriteria seleksi. Selanjutnya dilakukan perhitungan pembobotan yang didapatkan dari hasil perkalian antara persentase bobot pada kriteria seleksi dengan angka *rating*.

Tabel 7 Seleksi Konsep

Kriteria Seleksi	Nilai Bobot	Konsep					
		1		2		6 (Ref)	
		Rate	Nilai Beban	Rate	Nilai Beban	Rate	Nilai Beban
Ease to use	25%	3	0.75	4	1	3	0.75
Ease to manufacture	10%	4	0.4	4	0.4	3	0.3
Increase the production	30%	4	1.2	4	1.2	3	0.9
Ease to reach	20%	3	0.6	4	0.8	3	0.6
Ergonomic design	15%	3	0.45	3	0.45	3	0.45
Total Nilai Akhir		3.4		3.85		3	
Peringkat		2		1		3	
Lanjutkan?		No		Develop		No	

Dari hasil seleksi konsep didapatkan bahwa konsep 2 sebagai konsep terpilih dengan total nilai bobot terbesar yaitu 3.85.



Gambar 1 Konsep Meja Terpilih

3.2. Spesifikasi Akhir

Setelah didapatkan konsep terpilih selanjutnya dilakukan penentuan spesifikasi akhir dengan meninjau ulang targer spesifikasi yang telah dibuat. Terdapat beberapa tambahan diantaranya adalah penambahan alat putar untuk pencelupan beserta alat kusus penobang dari alat putar tersebut, selain itu terdapat tambahan pada bagian letak dan dimensi alat penyimpanan cairan.

Tabel 10 Spesifikasi Akhir

No	Karakteristik Teknis	Satuan	Nilai
1	Dimensi Meja dan Bak	Cm	Panjang Meja: 150 - 200 Lebar Meja: 100 - 130 Tinggi Meja: 30 - 80 Panjang Bak: 125 - 200 Lebar Bak: 50 - 150 Kedalaman Bak: 10 - 30
2	Dimensi Alat Pewarnaan dan Pengungkit	Cm	Dimensi kincir: 80 - 100 Tinggi alat: 100 - 120 Panjang Pengungkit: 100 - 300 Lebar Pengungkit: 130 - 150
3	Dimensi Tempat Cairan	Cm	Panjang: 150 - 200 Lebar: 10 - 50 Tinggi 10 - 30
2	Jarak maksimal perpindahan	Cm	100 - 300
3	Waktu maksimal proses pewarnaan	Menit	5-15 menit
5	Dimensi Kain	Cm	Panjang kain: 250 Lebar kain: 115
7	Jumlah beban yang diterima alat	Kg	>25
9	Fitur pembuangan cairan	Ada/Tidak	Ada
10	Tempat penyimpanan cairan pewarnaan	Ada/Tidak	Ada

3.3 Perbandingan Mekanisme Kerja Meja Eksisting dan Meja Usulan

Kondisi Meja Pewarna	Meja Eksisting	Meja Usulan
Tahap pewarnaan	Guncang	Putar (Kincir)
Tahap penirisan	Tarik tuas pengail ke sisi kanan dan kiri bak	Menarik pengungkit kincir kebawah
Tahap perpindahan kain	Dilepas dari bak lalu dipindahkan ke bak berikutnya	Tanpa melepas kain, geser kaki penahan kincir
Jarak perpindahan	100-200 cm	50-100 cm
Kondisi kain	Terlipat	Tidak terlipat
Interaksi operator – kain – cairan	Tidak ada	Tidak ada
Potensi cacat kain	<ul style="list-style-type: none"> • Warna kurang merata • Terdapat penebalan warna berupa garis pada lipatan kain • Terdapat lubang pada kain • Dapat menimbulkan retak pada lilin dikain 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat lubang pada kain • Air menetes di bak sebelahnya dan lantai

Dari tabel berikut dapat diketahui bahwa perpindahan kain dari bak satu ke bak dua pada meja eksisting kain harus dilepas dahulu kemudian dipasang kembali pada bak lainnya, proses ini dilakukan berulang kali sehingga mekanisme perpindahan kain meja eksisting dianggap kurang efisien daripada meja usulan dengan mekanisme mengangkat kincir (kain berada pada kincir) lalu mendorong ke bak lainnya tanpa melepas kain dari kincir. Kondisi kain pada meja usulan adalah terlipat sehingga dapat mengakibatkan beberapa potensi cacat diantaranya warna yang kurang merata pada kain, terdapat penebalan warna berupa garis pada lipatan kain, terdapat lubang

bekas pengail dan lilin pada kain dapat retak, sedangkan potensi cacat yang ada pada meja usulan adalah berupa lubang bekas kail yang ditusukan ke kain untuk menahan kain supaya tetap di kincir.

4. Kesimpulan

Perancangan konsep yang dilakukan menggunakan tahapan pengembangan konsep Ulrich-Eppinger menghasilkan satu konsep terpilih, yaitu konsep 2 yang merupakan konsep meja terpilih dengan bentuk kaki normal, menggunakan *double* bak sehingga memudahkan operator dalam pemindahan alat dari segi jarak perpindahan, dengan menggunakan mekanisme putar yang akan diputar menggunakan tuas dan kuli/jarum sebagai penahan kain, alat ini memiliki alat terpisah yang akan menopang kincir dengan mekanisme pengangkatan dengan mekanisme jungkat-jungkit dan berpindah menggunakan rel roda, untuk mekanisme penirisan menggunakan mekanisme up-down, saluran pembuangan menggunakan selang dan penyimpanan zat kimia menggunakan bak kusus yang ditempatkan disamping bak.

Daftar Pustaka

- [1] Buckle, P., & Devereux, J. (1999). *Work Related Neck and Upper Limb*. Bilbao, Spain.
- [2] Adhi Permono; Achmad As'ad Sonief; Francisca Gyuh U.D. (2010). Rancang Bangun Belt Conveyor Pengangkut Pasir Untuk Pencampuran Komposisi Pasir Cetak.
- [3] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development, Fifth Edition*.