

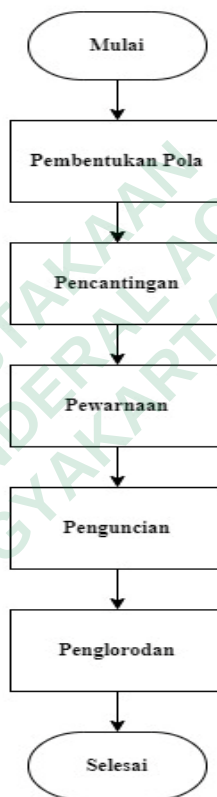
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Proses Produksi Batik

Pada proses produksi batik di UMKM Batik Nitik Trimulyo harus melalui beberapa tahapan proses. Adapun tahapan proses produksi batik terdapat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses Produksi Batik

Berikut merupakan penjelasan terkait tahapan proses produksi batik di UMKM Batik Nitik Trimulyo.

1. Pembentukan Pola

Proses pembuatan batik dimulai dengan pembentukan pola pada kain. Tahap pertama adalah membuat pola kisi menggunakan pensil khusus kain. Pola kisi dibuat dengan ukuran sekitar 2,5 cm hingga 3 cm untuk setiap kotaknya. Pola

kisi berfungsi sebagai panduan dalam menggambar motif utama batik agar lebih proporsional dan simetris.

2. Pencantingan

Setelah pola grid selesai dibuat, langkah berikutnya adalah membentuk pola utama menggunakan malam (lilin) dan canting. Dalam proses ini, digunakan canting dengan ujung tip yang dibelah menjadi empat bagian untuk menghasilkan titik-titik berbentuk persegi, yang dikenal sebagai teknik nitik.

3. Pewarnaan

Proses selanjutnya, dilakukan pewarnaan pada kain yang sudah selesai di canting. Pewarnaan dilakukan untuk memberikan warna sekaligus menegaskan motif pada kain. Proses pewarnaan dilakukan sebanyak 10 sampai 15 kali pencelupan dengan menekan kain agar Cairan pewarna meresap merata, serta membalik kain untuk memastikan seluruh permukaan kain terwarnai secara merata.

4. Pengucian

Setelah proses pewarnaan selesai, selanjutnya dilakukan pengucian pada kain batik yang telah diwarnai. Pengucian bertujuan untuk mengunci warna pada kain agar tidak mudah luntur dan kuat dalam jangka waktu lama. Proses ini dilakukan dengan mencelupkan kain ke dalam bak berisi air yang telah dicampur dengan larutan kapur. Kemudian kain yang sudah dilakukan pengucian dijemur hingga kering.

5. Penglorodan

Penglorodan bertujuan untuk menghilangkan malam yang menempel pada kain agar motif yang dibuat dapat terlihat dengan jelas. Penglorodan dilakukan dengan merebus kain menggunakan panci yang berisi air mendidih dicampur dengan soda api, yang berfungsi melarutkan malam sehingga mudah terlepas dari serat kain tanpa merusak warna. Penglorodan dilakukan berulang kali hingga malam yang menempel pada kain tidak ada. Setelah penglorodan, kain dibilas dengan air bersih untuk memastikan tidak ada sisa malam yang tertinggal pada kain. Kemudian kain yang sudah dilakukan penglorodan dijemur hingga kering.

4.1.2 Perhitungan Skor REBA (Sebelum Produk Baru)

Dalam penelitian ini subjek yang diamati adalah pengrajin dengan aktivitas pewarnaan batik. Pengumpulan data REBA didapatkan melalui dokumentasi foto proses pewarnaan batik tersebut. Pengukuran REBA diambil saat proses pewarnaan karena aktivitas ini cenderung melibatkan postur statis dengan durasi yang relatif lama serta adanya gerakan repetitif seperti menekan dan membalikkan kain, sehingga lebih merepresentasikan beban kerja. Selanjutnya, dilakukan analisis perhitungan sudut pada setiap bagian tubuh untuk memperoleh skor postur kerja sesuai dengan metode REBA.

a. Perhitungan Grup A

Postur tubuh pada perhitungan grup A terdiri dari batang tubuh, leher, dan kaki. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup A dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4. 2 Pengukuran Postur Tubuh Grup A REBA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $32,23^0$ untuk postur tubuh bagian leher, $44,64^0$ untuk postur tubuh bagian batang tubuh, $53,12$ untuk postur tubuh bagian kaki. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup A:

Tabel 4. 1 Skor Postur Tubuh Grup A REBA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
Neck (Leher)	2	Sudut yang dibentuk berada pada kategori $>20^\circ$	2
Trunk (Batang Tubuh)	3	Sudut yang dibentuk berada pada rentang $20^\circ - 60^\circ$	3
Legs (Kaki)	1	Menggunakan 2 tumpuan kaki dan +1 karena kaki membentuk sudut pada rentang $20^\circ - 60^\circ$	2

Skor akhir pada tabel 4.1 dimasukkan ke skor grup A. Berikut merupakan tabel skor grup A:

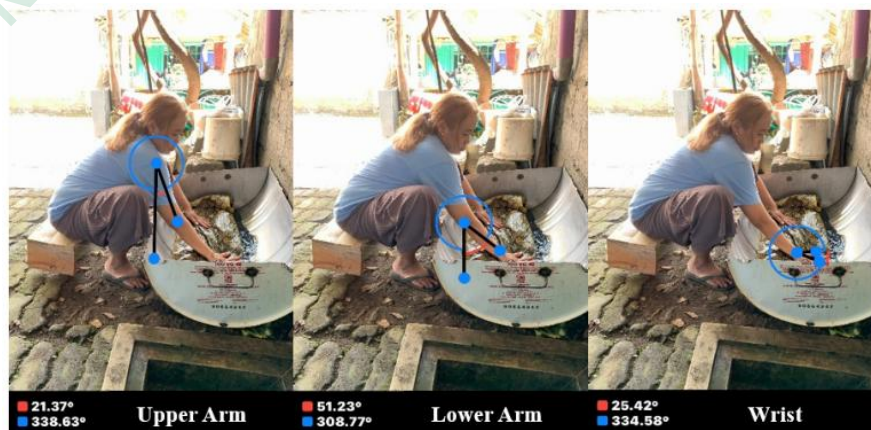
Tabel 4. 2 Skor Tabel A Postur Tubuh Grup A REBA

Table A	Neck												
		1				(2)				3			
	Legs												
		1	2	3	4	1	(2)	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	(3)	2	4	5	6	4	(5)	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.2 diperoleh skor untuk tabel A adalah 5. Selanjutnya tabel A + skor beban. Diketahui beban kain dalam proses pewarnaan adalah <5 kg, didasarkan pada observasi dan pengamatan secara langsung selama proses kerja. Sehingga skor ditambah +0. Sehingga skor akhir grup A adalah $5 + 0 = 5$.

b. Perhitungan Grup B

Postur tubuh pada perhitungan grup B terdiri dari tangan dan pergelangan tangan. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup B dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini:

**Gambar 4. 3** Pengukuran Postur Tubuh Grup B REBA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $21,37^0$ untuk postur tubuh bagian lengan atas, $51,23^0$ untuk postur tubuh bagian lengan bawah, $25,42^0$ untuk postur tubuh bagian pergelangan tangan. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup B:

Tabel 4. 3 Skor Postur Tubuh Grup B REBA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
<i>Upper Arm</i> (Lengan Atas)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 20° - 45° , +1 karena bahu dinaikkan ketika membolak-balikan kain dan +1 karena lengan bergerak kesamping menjauhi tubuh	4
<i>Lower Arm</i> (Lengan Bawah)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 0° - 60°	2
<i>Wrist</i> (Pergelangan Tangan)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang fleksi $15^{\circ}+$ dan +1 karena pergelangan tangan menekuk ke dalam	3

Skor akhir pada tabel 4.3 dimasukkan ke skor grup B. Berikut merupakan tabel skor grup B:

Tabel 4. 4 Skor Tabel B Postur Tubuh Grup B REBA

Table B	Lower Arm						
		1			(2)		
	Wrist	1	2	3	1	2	(3)
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	(4)	4	5	5	5	6	(7)
	(5)	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.4 diperoleh skor untuk tabel B adalah 7. Selanjutnya tabel B + *coupling*. Dalam bak celup tidak terdapat pegangan dan Pengrajin langsung memegang kain basah dengan tangan kosong, kondisi tersebut didasarkan pada observasi langsung selama proses pewarnaan. Sehingga skor akhir grup B adalah $7 + 3 = 10$.

c. Perhitungan Tabel C

Perhitungan Tabel C didapatkan dari gabungan Tabel A pada grup A dan Tabel B pada grup B sehingga didapatkan hasil pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Skor Tabel C Pada REBA

Score A	Tabel C											
	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	(10)	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
(5)	4	4	4	5	6	7	8	8	9	(9)	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh skor untuk tabel C adalah 9. Selanjutnya tabel C + skor aktivitas. Pada proses pewarnaan batik diketahui terdapat 2 aktivitas yang dilakukan oleh pengrajin yaitu pengrajin duduk jongkok dengan kedua kaki dalam posisi stabil lebih dari 1 menit (bersifat statis) dan adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari 4× per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik, bertujuan agar pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain. Sehingga total skor REBA yang didapatkan adalah $9+2=11$, skor tersebut menunjukkan tingkat risiko yang sangat tinggi (*Very High Risk*). Hal ini menunjukkan bahwa postur kerja pada proses pewarnaan batik memiliki potensi tinggi menimbulkan gangguan *muskuloskeletal* pada pengrajin. Skor tinggi tersebut terutama dipengaruhi oleh posisi batang tubuh yang membungkuk saat proses pewarnaan, dengan kontribusi nilai sebesar 3 pada komponen batang tubuh. Selain itu, posisi batang tubuh yang membungkuk juga memengaruhi bagian tubuh lainnya. Lengan atas sedikit terangkat pada posisi tubuh membentuk sudut $20^0 - 45^0$ saat proses pewarnaan, ditambah dengan gerakan bahu yang terangkat ketika pekerja membalik kain akibat posisi batang tubuh yang membungkuk serta tinggi bak celup yang relatif rendah, serta lengan bergerak kesamping menjauhi tubuh untuk meratakan cairan pewarna pada kain, sehingga menghasilkan skor penilaian sebesar 4. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan perubahan atau perbaikan kondisi kerja pada proses pewarnaan batik, guna mengurangi risiko cidera.

4.1.3 Perhitungan Skor RULA (Sebelum Produk Baru)

Setelah menyelesaikan perhitungan sudut dan penentuan nilai postur tubuh pada REBA, selanjutnya dilakukan perhitungan perhitungan sudut dan penentuan nilai postur tubuh pada RULA. Digunakan penambahan metode RULA dikarenakan pada lembar penilaian metode REBA tidak terdapat penilaian terhadap postur lengan bawah yang bekerja menyilang garis tengah tubuh (*across midline*) atau bergerak ke samping tubuh (*out to side of body*) dan rotasi pergelangan tangan yang bekerja memutar pada posisi tengah atau berada dalam posisi netral. Oleh karena alasan ini, postur tubuh yang dinilai menggunakan metode RULA disamakan dengan gambar postur yang telah digunakan pada penilaian REBA, sehingga hasil analisis menjadi lebih lengkap.

a. Perhitungan Grup A

Postur tubuh pada perhitungan grup A terdiri dari tangan dan pergelangan tangan. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup A dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4. 4 Pengukuran Postur Tubuh Grup A RULA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $21,37^0$ untuk postur tubuh bagian lengan atas, $51,23^0$ untuk postur tubuh bagian lengan bawah, $25,42^0$ untuk postur tubuh bagian pergelangan tangan. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup A:

Tabel 4. 6 Skor Postur Tubuh Grup A RULA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
<i>Upper Arm</i> (Lengan Atas)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 20° - 45°, +1 karena bahu dinaikkan ketika membolak-balikan kain dan +1 karena lengan atas bergerak kesamping menjauhi tubuh	4
<i>Lower Arm</i> (Lengan Bawah)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 0° - 60° dan +1 karena lengan bawah bergerak dari tengah kesamping menjauhi tubuh	3
<i>Wrist</i> (Pergelangan Tangan)	3	Sudut yang dibentuk berada pada rentang fleksi 15°+ dan +1 karena tangan menekuk kedalam	4
<i>Wrist Twist</i> (Putaran Pergelangan Tangan)	2	Posisi telapak tangan tidak dalam posisi bersalaman atau telapak tangan berdiri	2

Skor akhir pada tabel 4.6 dimasukkan ke skor grup A. Berikut merupakan tabel skor grup B:

Tabel 4. 7 Skor Tabel A Postur Tubuh Grup A RULA

Table A		Wrist Score							
		1		2		3		(4)	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	2	1	2	1	(2)
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
(4)	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	(3)	4	4	4	5	5	5	6	(6)
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.7 diperoleh skor untuk tabel A adalah 6. Selanjutnya tabel A + *Muscle Use* + *Force/Load*. Pada step 6 (*Muscle Use*) adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari 4× per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik agar pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain, sehingga skor ditambah +1.

Selanjutnya, pada step 7 (*Force/Load*) beban kain dalam proses pewarnaan adalah <2 kg sehingga skor ditambah +0. Sehingga jumlah total pada tabel C adalah $6 + 1 + 0 = 7$.

b. Perhitungan Grup B

Postur tubuh pada perhitungan grup B terdiri dari leher, batang tubuh, dan kaki. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup B dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini:



Gambar 4. 5 Pengukuran Postur Tubuh Grup B RULA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $32,23^0$ untuk postur tubuh bagian leher, $44,64^0$ untuk postur tubuh bagian batang tubuh. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan scoring. Berikut tabel *scoring* grup B:

Tabel 4. 8 Skor Postur Tubuh Grup B RULA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
Neck (Leher)	3	Sudut yang dibentuk berada pada kategori $>20^0$	3
Trunk (Batang Tubuh)	3	Sudut yang dibentuk berada pada rentang $20^0 - 60^0$	3
Legs (Kaki)	1	Kaki dan telapak kaki tertopang stabil menyentuh tanah	1

Skor akhir pada tabel 4.3 dimasukkan ke skor grup B. Berikut merupakan tabel skor grup B:

Tabel 4. 9 Skor Tabel B Postur Tubuh Grup B RULA

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		2		(3)		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	(1)	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
(3)	3	3	3	4	(4)	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.9 diperoleh skor untuk tabel B adalah 4. Selanjutnya tabel B + *Muscle Use* + *Force/Load*. Pada step 13 (*Muscle Use*) adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari 4× per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik agar pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain, sehingga skor ditambah +1. Selanjutnya, pada step 14 (*Force/Load*) beban kain dalam proses pewarnaan adalah <2 kg sehingga skor ditambah +0. Sehingga total akhir pada grup B adalah 4 + 1 + 0 = 5.

c. **Perhitungan Tabel C**

Perhitungan Tabel C didapatkan dari gabungan Tabel A pada grup A dan Tabel B pada grup B sehingga didapatkan hasil pada Tabel 4.10

Tabel 4. 10 Skor Tabel C Pada RULA

Table C		Neck, Trunk, Leg Score						
Wrist/Arm Score	1	1	2	3	4	(5)	6	7+
	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

Berdasarkan tabel 4.10 diperoleh total skor RULA yang didapatkan pada tabel C adalah 7, skor tersebut menunjukkan *action level 4*. Hal ini menunjukkan bahwa postur kerja pada proses pewarnaan batik memiliki potensi tinggi menimbulkan gangguan *muskuloskeletal* pada pengrajin. Skor tinggi tersebut terutama dipengaruhi oleh posisi pergelangan tangan harus menekuk lebih dari 15° serta

pergelangan tangan tidak dalam posisi netral, karena tangan menekuk ke dalam, sehingga menghasilkan skor penilaian sebesar 4. Selain itu, lengan bawah bergerak ke depan dengan membentuk sudut sebesar $51,23^0$ serta bergerak menjauhi tubuh dari posisi tengah ke samping untuk meratakan cairan pewarna pada kain, sehingga menghasilkan skor penilaian sebesar 3. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan perubahan atau perbaikan kondisi kerja pada proses pewarnaan batik, guna mengurangi risiko cidera.

4.1.4 Perancangan Alat Menggunakan QFD

a. Identifikasi Keluhan Konsumen

Tahap awal dalam perancangan alat menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) adalah menyusun *Voice Of Customer* (VOC) terkait keluhan kerja yang dirasakan terkait proses pewarnaan serta penggunaan alat yang dipakai. VOC ini diperoleh melalui wawancara langsung dengan pemilik dan pekerja pada UMKM Batik Nitik Trimulyo mengenai proses pewarnaan batik. Wawancara dilakukan kepada 3 orang responden yang didasarkan pada indikator lama waktu bekerja dan mampu melakukan proses pewarnaan batik. Keluhan tersebut digunakan sebagai dasar dalam mengetahui keinginan serta harapan konsumen dengan tujuan untuk merancang alat yang sesuai dengan keinginan pengguna. Hasil dari VOC dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4. 11 Hasil *Voice Of Customer* (VOC)

No	Keluhan Konsumen
1	Bak celup pewarnaan terlalu rendah sehingga harus membungkuk
2	Bak celup pewarnaan berat, sehingga perlu dua orang untuk mengangkat saat hendak digunakan.
3	Kursi kerja pendek sehingga kurang nyaman digunakan
4	Air sisa bekas pewarnaan pada bak celup harus dibuang berkali-kali dengan gayung, sehingga membutuhkan proses yang cukup lama
5	Kain tidak masuk sempurna pada bak celup pewarnaan, sehingga kain menekuk
6	Kain yang digunakan untuk menyaring harus dipegang oleh dua orang

b. Penentuan Kebutuhan Konsumen

Setelah diketahui keluhan konsumen melalui hasil wawancara yang telah dilakukan pada pemilik dan pekerja di UMKM Batik Nitik Trimulyo terkait proses pewarnaan serta penggunaan alat yang dipakai. Tahap selanjutnya yaitu menentukan kebutuhan konsumen berdasarkan keluhan yang didapatkan pada

VOC. Adapun hasil interpretasi kebutuhan konsumen ditunjukkan pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4. 12 Hasil Interpretasi Kebutuhan Konsumen

No	Kebutuhan Konsumen
1	Bak celup pewarnaan yang membuat posisi tubuh tetap nyaman saat digunakan untuk pewarnaan kain
2	Bak celup yang mudah dipindahkan tanpa perlu mengangkatnya
3	Menginginkan posisi duduk yang nyaman saat melakukan pewarnaan
4	Proses pembuangan air dari bak celup dapat dilakukan dengan praktis
5	Menambah panjang pada bak celup pewarnaan agar kain batik dapat terendam sempurna, sehingga tidak menekuk
6	Menambahkan pengait pada setiap sudut bak celup pewarnaan sebagai penyangga kain

c. Penentuan Atribut Kebutuhan Konsumen

Berdasarkan hasil penentuan kebutuhan konsumen yang telah diinterpretasikan pada tabel 4.12, selanjutnya ditentukan bentuk atribut yang tepat untuk mengkategorikan keenam kebutuhan konsumen yang telah diinterpretasikan sebagai parameter dalam merancang alat. Tabel 4.13 menunjukkan atribut yang digunakan untuk mengkategorikan kebutuhan konsumen dalam merancang alat bak celup pewarnaan berdasarkan VOC.

Tabel 4. 13 Atribut Kebutuhan Konsumen

Kebutuhan Konsumen	Kode	Atribut
Bak celup pewarnaan yang membuat posisi tubuh tetap nyaman saat digunakan untuk pewarnaan kain	E1	Ergonomis
Menginginkan posisi duduk yang nyaman saat melakukan pewarnaan	E2	
Bak celup yang mudah dipindahkan tanpa perlu mengangkatnya	F1	Fungsional
Proses pembuangan air dari bak celup dapat dilakukan dengan praktis	F2	
Menambahkan pengait pada setiap sudut bak celup pewarnaan sebagai penyangga kain	F3	
Menambah panjang pada bak celup pewarnaan agar kain batik dapat terendam sempurna, sehingga tidak menekuk	D1	Dimensi

d. Penentuan Tingkat Kepentingan Atribut

Tingkat kepentingan atribut didapat dari tabel 4.12 penentuan atribut produk dengan bantuan penyebaran kuesioner dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kepentingan yang terkait dengan atribut diatas bagi pekerja yang menggunakan bak celup pewarnaan. Skala yang digunakan dalam penilaian tingkat kepentingan masing-masing atribut pada kuesioner menggunakan skala likert dari nilai 1 (tidak penting), 2 (cukup penting), 3 (penting), 4 (sangat penting). Tabel 4.14

menunjukkan nilai hasil kuesioner dari setiap kepentingan responden UMKM Batik Nitik Trimulyo.

Tabel 4. 14 Nilai Tingkat Kepentingan Atribut

No	Atribut Produk	Tingkat Kepentingan				Jumlah	Rata-rata
		1	2	3	4		
1	Ergonomis	0	0	0	3	12	4
2	Fungsional	0	0	1	2	11	3,67
3	Dimensi	0	0	0	3	12	4

Sehingga dari hasil *importance rating* tersebut dapat diketahui bahwa atribut yang paling penting dibutuhkan oleh pengguna terhadap bak celup pewarnaan batik adalah atribut ergonomis dan dimensi.

e. Penentuan Persyaratan Teknis

Setelah mengetahui hasil dari tingkatan kepentingan atribut kebutuhan konsumen, maka langkah selanjutnya adalah menentukan persyaratan teknis dari bak celup pewarnaan. Persyaratan teknis dibutuhkan untuk mewujudkan atribut kebutuhan konsumen. Tabel 4.15 menunjukkan persyaratan teknis pada masing masing atribut tersebut dalam bak celup pewarnaan.

Tabel 4. 15 Pesyaratan Teknis Bak Celup Pewarnaan

No	Atribut	Kode	Persyaratan Teknis
1	Ergonomis	E1	Dimensi bak celup pewarnaan dirancang berdasarkan data antropometri pekerja
		E2	Konstruksi rangka kursi yang kokoh Dimensi kursi kerja dirancang berdasarkan data antropometri pekerja
2	Fungsional	F1	Material bak celup berbobot sedang serta anti korosi Material rangka bak celup berbobot ringan serta kuat Roda atau sistem dorong memiliki fitur rem atau pengunci
		F2	Saluran pembuangan menggunakan kran atau <i>valve</i>
		F3	Menggunakan <i>bolt</i> sebagai pengait pada setiap sudut bak celup pewarnaan
3	Dimensi	D1	Panjang bak celup disesuaikan dengan lebar pada kain batik

f. Penentuan Target Spesifikasi dan Data Antropometri

Setelah mengetahui persyaratan teknis yang harus dipenuhi, maka selanjutnya adalah menentukan target spesifikasi serta pengukuran data antropometri dari bak celup pewarnaan yang akan dirancang.

1) Penentuan Data Antropometri

Dalam perancangan bak celup pewarnaan, data antropometri pekerja merupakan salah satu point penting memastikan desain yang ergonomis.

Pengukuran antropometri didasarkan pada bagian tubuh digunakan dalam pembuatan meja dan kursi. Dimensi tubuh yang diambil dalam penelitian disesuaikan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sinaga et al., 2021) yang menunjukkan 7 dimensi tubuh yang digunakan dalam kebutuhan rancangan desain meja dan kursi terdapat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4. 16 Penentuan Dimensi Pada Meja

No	Dimensi Tubuh	Kode	Tujuan
1	Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk	D11	Untuk menentukan tinggi permukaan meja
2	Tinggi Popliteal	D16	Untuk menentukan tinggi ruang kosong permukaan meja
3	Rentang Tangan Ke Depan	D24	Untuk menentukan lebar meja

Tabel 4. 17 Penentuan Dimensi Pada Kursi

No	Dimensi Tubuh	Kode	Tujuan
1	Tinggi Bahu Dalam Posisi Duduk	D10	Untuk menentukan tinggi sandaran punggung dari alas kursi hingga bahu
2	Panjang Popliteal	D14	Untuk menentukan panjang alas kursi
3	Tinggi Popliteal	D16	Untuk menentukan tinggi dari lantai hingga alas kursi
4	Lebar Sisi Bahu	D17	Untuk menentukan lebar sandaran punggung
5	Lebar Pinggul	D19	Untuk menentukan lebar alas kursi

Data antropometri yang digunakan berasal dari *website* antropometri Indonesia yang menyediakan data antropometri populasi masyarakat Indonesia dan dijadikan patokan untuk menentukan ukuran (cm) dimensi tubuh yang digunakan dalam kebutuhan rancangan desain meja dan kursi. Adapun filter data yang digunakan dalam *website* antropometri Indonesia berdasarkan data observasi dan wawancara data antropometri adalah berasal dari suku Jawa, jenis kelamin perempuan dan rentang usia 20 - 47 tahun. Pemilihan rentang usia 20 – 47 tahun didasari asumsi bahwa usia 20 tahun dianggap sebagai batas pertumbuhan tubuh manusia, dan 47 tahun merupakan usia maksimal dalam *website* antropometri Indonesia. Ukuran antropometri dan persentil yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4. 18 Penentuan Persentil Antropometri Pada Meja

Kode	Dimensi Tubuh	Persentil Antropometri		
		5 th	50 th	95 th
D11	Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk	17,03	22,84	28,65
D16	Tinggi Popliteal	34,06	39,29	44,51
D24	Rentang Tangan Ke Depan	57,87	66,94	76

Tabel 4. 19 Penentuan Persentil Antropometri Pada Kursi

Kode	Dimensi Tubuh	Persentil Antropometri		
		5 th	50 th	95 th
D10	Tinggi Bahu Dalam Posisi Duduk	45,7	54,81	64,54
D14	Panjang Popliteal	35,34	41,64	47,95
D16	Tinggi Popliteal	34,06	39,29	44,51
D17	Lebar Sisi Bahu	29,87	38,65	47,43
D19	Lebar Pinggul	26,35	32,95	39,56

Dalam menentukan nilai persentil dari ketujuh dimensi tubuh tersebut ditentukan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sinaga et al., (2021) sebagai acuan dalam kebutuhan rancangan desain meja dan kursi sebagai berikut:

1. Penentuan tinggi sandaran punggung dari alas kursi hingga bahu berdasarkan dimensi tinggi bahu dalam posisi duduk digunakan data persentil 50. Persentil ini dipilih karena mewakili ukuran rata-rata populasi, sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi sebagian besar pengguna dengan sandaran dirancang tidak terlalu tinggi bagi pengguna dengan postur tubuh kecil, dan tidak terlalu rendah bagi pengguna dengan postur tubuh tinggi. Data pada persentil 50 yakni 54,81 cm yang dibulatkan menjadi 55 cm.
2. Penentuan panjang alas kursi berdasarkan dimensi panjang popliteal digunakan data persentil 50. Persentil ini dipilih karena jika panjang alas kursi terlalu pendek menyebabkan bagian paha tidak sepenuhnya tertopang, terutama bagi pekerja dengan kaki yang lebih panjang. Sebaliknya jika panjang alas duduk terlalu panjang memaksa pekerja duduk lebih ke depan, sehingga punggung tidak dapat bersandar sepenuhnya pada sandaran. Selain itu apabila pekerja memaksakan untuk bersandar penuh pada sandaran dapat menekan lipatan di bawah lutut, sehingga bisa membuat kaki cepat kesemutan atau pegal. Data pada persentil 50 yakni 41,64 cm yang dibulatkan menjadi 42 cm.
3. Penentuan tinggi dari lantai hingga alas kursi berdasarkan dimensi tinggi popliteal digunakan data persentil 95. Persentil ini dipilih karena jika tinggi alas kursi terlalu rendah, pekerja akan duduk dalam dengan kondisi kaki yang menekuk, sehingga dapat memicu kesemutan atau pegal apabila menekuk dengan waktu yang lama. Selain itu, berdasarkan standar umum untuk tinggi

alas kursi adalah 40 cm, sehingga persentil 95 lebih tepat digunakan dengan toleransi 0,49 cm sehingga diperoleh tinggi alas kursi sebesar 45 cm.

4. Penentuan lebar sandaran punggung berdasarkan dimensi lebar sisi bahu digunakan data persentil 50. Persentil ini dipilih karena jika lebar dari sandaran terlalu pendek menyebabkan sisi punggung tidak tertopang pada sandaran kursi, sehingga hanya bagian tengah punggung yang tertopang. Sebaliknya jika sandaran punggung terlalu lebar ke samping, tubuh akan terasa lebih sulit untuk bergeser ke kiri atau kanan karena ruang gerak terbatas oleh sandaran yang lebar. Pada persentil ini ditambah toleransi 1,35 cm agar disesuaikan dengan lebar alas kursi sehingga diperoleh lebar sandaran punggung adalah 40 cm.
5. Penentuan lebar alas kursi berdasarkan dimensi lebar pinggul digunakan data persentil 95. Persentil ini dipilih karena jika alas kursi yang sempit membuat bokong dan pinggul tidak tertopang secara menyeluruh, sehingga menyebabkan rasa tidak nyaman dan cepat pegal. Data pada persentil 95 yakni 39,56 cm yang dibulatkan menjadi 40 cm.
6. Penentuan tinggi permukaan meja berdasarkan dimensi tinggi siku dalam posisi duduk digunakan data persentil 95. Persentil ini dipilih karena digunakan untuk menentukan tinggi dari bak celup pewarnaan. Data pada persentil 95 yakni 28,65 yang dibulatkan menjadi 30 cm. Tinggi ini memungkinkan cukup untuk merendam kain secara menyeluruh dan tetap mudah dijangkau oleh pekerja dengan posisi duduk.
7. Penentuan tinggi ruang kosong permukaan meja berdasarkan dimensi tinggi popliteal digunakan data persentil 50. Persentil dipilih karena jika ruang kosong di bawah permukaan meja terlalu rendah, maka ruang gerak kaki menjadi terbatas, terutama untuk pergerakan ke depan atau menyilang. Kondisi ini juga dapat menyebabkan lutut terhimpit ke permukaan meja, yang menimbulkan rasa tidak nyaman saat duduk dalam waktu lama. Data pada persentil 50 yakni 39,29 yang dibulatkan menjadi 40 cm.
8. Penentuan lebar meja berdasarkan dimensi rentang tangan ke depan digunakan persentil 5. Persentil ini dipilih karena jika lebar bak celup

pewarnaan terlalu besar, pekerja harus menjangkau tangan lebih jauh ke depan saat proses pencelupan, yang berpotensi menyebabkan ketegangan pada otot tangan. Selain itu, ukuran tersebut disesuaikan dengan ketersediaan ruang. Data pada persentil 5 yakni 57,87 dengan toleransi 2,13 cm sehingga diperoleh lebar meja sebesar 60 cm.

Sehingga ukuran akhir rancangan bak celup pewarnaan sebagai berikut:

Tabel 4. 20 Ukuran Antropometri Pada Meja

Kode	Dimensi Tubuh	Ukuran (cm)
D11	Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk	30 cm
D16	Tinggi Popliteal	40 cm
D24	Rentang Tangan Ke Depan	60 cm

Tabel 4. 21 Ukuran Antropometri Pada Kursi

Kode	Dimensi Tubuh	Ukuran (cm)
D10	Tinggi Bahu Dalam Posisi Duduk	55 cm
D14	Panjang Popliteal	42 cm
D16	Tinggi Popliteal	45 cm
D17	Lebar Sisi Bahu	40 cm
D19	Lebar Pinggul	40 cm

2) Penentuan Target Spesifikasi

Dengan adanya persyaratan teknis dari perancangan bak celup pewarnaan selanjutnya dilakukan penetapan target. Tabel 4.22 menunjukkan target spesifikasi pada bak celup pewarnaan.

Tabel 4. 22 Target Spesifikasi Bak Celup Pewarnaan

No	Atribut	Kode	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
1	Ergonomis	E1	Dimensi bak celup pewarnaan dirancang berdasarkan data antropometri pekerja	Tinggi bak celup 70 cm (Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk 30 cm + Tinggi Popliteal 40 cm), lebar bak celup 60 cm
		E2	Konstruksi rangka kursi yang kokoh Dimensi kursi kerja dirancang berdasarkan data antropometri pekerja	Memiliki 4 kaki kursi untuk mendistribusi beban Tinggi sandaran 55 cm, tinggi alas kursi 45 cm, panjang alas kursi 42 cm, lebar alas kursi 40 cm, lebar sandaran punggung 40 cm
2	Fungsional	F1	Material bak celup berbobot sedang serta anti korosi	Material menggunakan <i>stainless steel</i>
			Material rangka bak celup berbobot ringan serta kuat	Material menggunakan besi hollow ukuran 40 x 40 mm

No	Atribut	Kode	Persyaratan Teknis	Target Spesifikasi
			Roda atau sistem dorong memiliki fitur rem atau pengunci	Roda atau sistem dorong ukuran 1,25 inch berjumlah 4 pcs
		F2	Saluran pembuangan menggunakan kran atau valve	Ball valve ukuran 1 inch (32 mm) berjumlah 1 pcs
		F3	Menggunakan bolt sebagai pengait pada setiap sudut bak celup pewarnaan	Flange bolt ukuran 6 mm x 50 mm (M6x50) berjumlah 4 pcs
3	Dimensi	D1	Panjang bak disesuaikan dengan lebar pada kain batik	Panjang bak celup pewarnaan 125 cm

Persyaratan Teknis untuk dimensi bak celup pewarnaan dan dimensi kursi kerja dirancang berdasarkan data antropometri pekerja dikelompokkan kedalam atribut ergonomis dikarenakan perancangan ini memperhatikan kenyamanan dan keselamatan pekerja, dengan alat disesuaikan sesuai pada ukuran tubuh, jangkauan, dan kekuatan fisik pekerja sehingga dapat digunakan secara nyaman. Target spesifikasi pada konstruksi rangka kursi yang kokoh dapat diperkuat dengan menambahkan persyaratan terkait penggunaan material, sehingga dapat meningkatkan daya tahan dan menjaga stabilitas kaki kursi dengan baik. Serta persyaratan teknis untuk panjang bak disesuaikan dengan lebar pada kain batik termasuk kedalam atribut dimensi dikarenakan fokusnya lebih kepada ukuran fisik alat bukan bukan menargetkan pada kenyamanan pekerja.

Gambar 4. 6 HOQ Bak Celup Pewarnaan

Hubungan matriks antara *costumer requirements* dan *functional requirements* digambarkan pada simbol dalam tabel 4.23 berikut.

Tabel 4. 23 Simbol Hubungan Matriks HOQ

No	Simbol	Nilai	Keterangan
1	●	9	Kuat
2	○	3	Sedang
3	△	1	Lemah
4		0	Tidak Ada

Pada tabel 4.23 simbol lingkaran penuh melambangkan hubungan yang kuat antara *customer requirements* dan *functional requirements* dengan nilai bobot 9, menunjukkan bahwa karakteristik teknis tersebut sangat penting untuk memenuhi kebutuhan pelanggan serta berdampak besar terhadap kepuasan pelanggan. Simbol lingkaran kosong melambangkan hubungan sedang atau cukup signifikan dengan nilai bobot 3, menunjukkan bahwa ada hubungan cukup penting, tapi tidak terlalu dominan serta berdampak sedang terhadap kepuasan pelanggan. Simbol segitiga kosong melambangkan hubungan lemah dengan nilai bobot 1, memiliki hubungan kecil atau tidak langsung dengan kebutuhan pelanggan, memungkinkan tidak terlalu terasa oleh pelanggan. Terakhir apabila tidak ada simbol yang digunakan menunjukkan elemen teknis tidak berhubungan sama sekali dengan kebutuhan pelanggan yang dimaksud serta tidak memengaruhi kepuasan pelanggan tersebut. Selain hubungan matriks antara *costumer requirements* dan *functional requirements* terdapat korelasi matriks antar *functional requirements* yang digambarkan pada tabel 4.24 berikut.

Tabel 4. 24 Simbol Korelasi antar *Functional Requirements*

No	Simbol	Keterangan
1	+	Positif
2	●	No correlation
3	-	Negatif

Pada Tabel 4.24 simbol (+) melambangkan adanya korelasi positif antar *functional requirements* yang saling mendukung. Artinya jika satu meningkat, yang lain juga ikut meningkat. Simbol (.) melambangkan bahwa tidak ada korelasi antar *functional requirements*, menandakan kedua elemen teknis tidak saling memengaruhi secara langsung. Sedangkan simbol (-) melambangkan bahwa antar

functional requirements berkolerasi negatif, artinya jika satu elemen teknis ditingkatkan, elemen lain justru menurun.

1) Hubungan Atribut Kebutuhan Pelanggan Dengan Persyaratan Teknis

Hubungan antara atribut kebutuhan pelanggan dengan persyaratan teknis (VOE) bertujuan untuk menentukan hubungan antara respon teknis dengan kebutuhan perancangan bak celup pewarnaan. Untuk menentukan nilai hubungan diberikan simbol yang memiliki arti kuat, sedang dan lemah dengan masing masing simbol memiliki nilai yang berbeda.

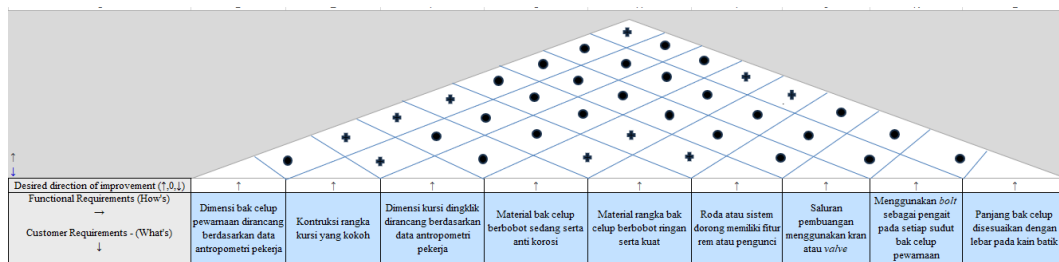
Desired direction of improvement (↑,0,↓)		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Functional Requirements (How's)										
Customer importance rating	Customer Requirements - (What's)	Desain balok celup pewanman dirancang berdasarkan data antropometri pekerja	Konstruksi rangka kursi yang kokoh	Dimensi kursi dangkal dirancang berdasarkan data antropometri pekerja	Material balok celup berbotok sedang serta anti korosi	Material rangka balok celup berbotok ringan serta kuat	Roda atau sistem dorong memiliki fitur rem atau pengunci	Suahan pewanman menggunakan kran atau valve	Menggunakan bolt sebagai pengait pada setiap sudut balok celup pewanman	Panjang balok celup disesuaikan dengan lebar pada kabin katrol
		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
4,00	Ergonomis	● 36,00	● 36,00	● 36,00	● 4,00	● 36,00	● 36,00	● 12,00	△ 4,00	● 36,00
3,67	Fungsional	△ 3,67	● 33,03	△ 3,67	○ 11,01	● 33,03	● 33,03	● 33,03	● 33,03	○ 11,01
4,00	Dimensi	● 36,00	○ 12,00	● 36,00				● 36,00	△ 4,00	● 36,00
Technical importance scores		75,67	81,03	75,67	15,01	69,03	33,03	81,03	41,03	47,01
Importance %		15%	16%	15%	3%	13%	6%	16%	8%	9%
Percent rank		3	3	3	5	5	5	7	2	2

Gambar 4. 7 Pembobotan Kolom Bak Celup Pewarnaan

Berdasarkan Gambar 4.7 analisis terhadap nilai *Technical Importance Score* menunjukkan bahwa karakteristik teknis yang paling diprioritaskan adalah konstruksi rangka kursi yang kokoh dan saluran pembuangan menggunakan kran atau *valve*. Urutan prioritas ini didapatkan dari perkalian antara nilai *relationships* masing-masing karakteristik teknis dengan *customer importance rating* sehingga menghasilkan persentase kontribusi terhadap keseluruhan perancangan bak celup pewarnaan.

2) Hubungan Antar Persyaratan Teknis

Hubungan antar persyaratan teknis bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antar elemen dalam respon teknis. Korelasi ini memperlihatkan bagaimana satu elemen teknis dapat memengaruhi elemen teknis lainnya, untuk mengetahui apakah spesifikasi teknis saling mendukung atau justru saling bertentangan. Untuk menentukan nilai hubungan diberikan tanda (+) yang memiliki arti berhubungan, tanda (.) memiliki arti tidak ada korelasi, dan tanda (-) memiliki arti bertentangan (Gambar 4.8)



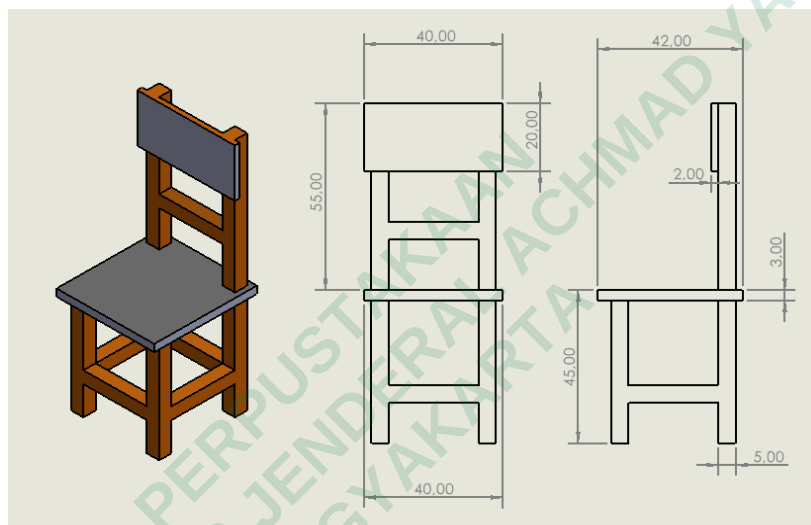
Gambar 4. 8 Hubungan Antar Persyaratan Teknik Bak Celup Pewarnaan

Berdasarkan gambar 4.8 Menunjukkan bahwa persyaratan teknis untuk dimensi bak celup perwarnaan dirancang berdasarkan data antropometri pekerja memiliki 4 hubungan positif atau berhubungan, diantaranya dengan dimensi kursi dingklik dirancang berdasarkan data antropometri pekerja, material bak celup berbobot sedang serta anti korosi, material rangka bak celup berbobot ringan serta kuat, dan panjang bak celup disesuaikan dengan lebar pada kain batik. Persyaratan teknis untuk kontruksi rangka kursi yang kokoh memiliki 1 hubungan positif atau berhubungan, dengan dimensi kursi dingklik dirancang berdasarkan data antropometri pekerja. Persyaratan teknis untuk material bak celup berbobot sedang serta anti korosi memiliki 3 hubungan positif atau berhubungan, diantaranya material rangka bak celup berbobot ringan serta kuat, roda atau sistem dorong memiliki fitur rem atau pengunci, dan panjang bak celup disesuaikan dengan lebar pada kain batik. Terakhir adalah persyaratan teknis untuk material rangka bak celup berbobot ringan serta kuat kokoh memiliki 2 hubungan positif atau berhubungan, diantaranya roda atau sistem dorong memiliki fitur rem atau pengunci dan panjang bak celup disesuaikan dengan lebar pada kain batik. Jumlah hubungan positif untuk semua persyaratan teknis adalah 10.

4.1.5 Visualisasi Hasil Perancangan Produk

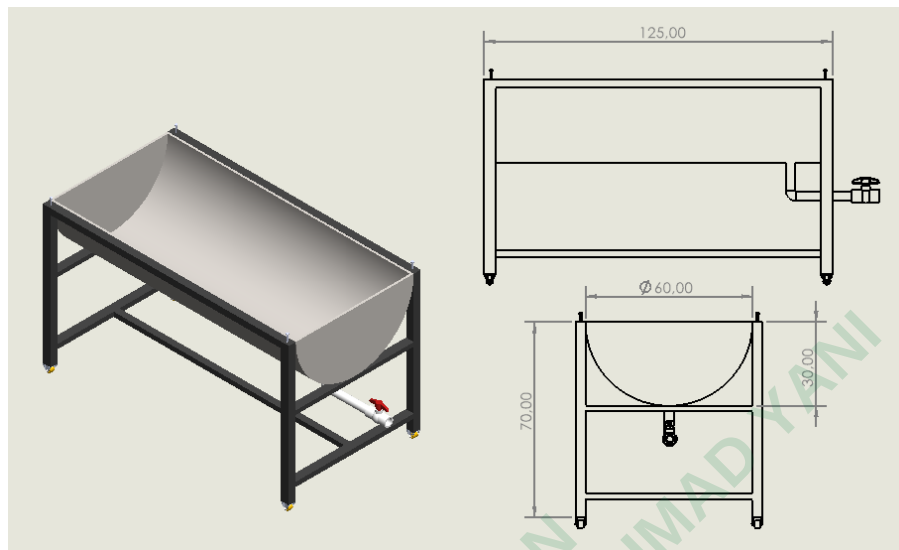
Tahap perencanaan desain bak celup pewarnaan dengan pendekatan ergonomi diawali dengan nilai *Technical Importance Score* terbesar yang diperoleh dalam *House of Quality* (HoQ). Berdasarkan nilai *Technical Importance Score* untuk persyaratan teknis yang dijadikan prioritas dalam perancangan bak celup pewarnaan adalah kontruksi rangka kursi yang kokoh dan saluran pembuangan menggunakan kran atau *valve*. Selanjutnya, yang menjadi prioritas adalah dimensi bak celup pewarnaan dirancang berdasarkan data antropometri pekerja dan dimensi

kursi dingklik dirancang berdasarkan data antropometri pekerja. Kedua aspek tersebut menjadi prioritas karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan kerja pengrajin saat melakukan proses pewarnaan. Dimensi ukuran meja dan kursi dingklik yang dirancang berdasarkan antropometri pekerja diharapkan mampu memperbaiki postur tubuh para pengrajin sehingga dapat mencegah *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Berikut desain kursi dan bak celup pewarnaan yang didasarkan pada ukuran antropometri di tunjukkan pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4. 9 Desain Pada Kursi

Pada desain kursi yang dirancang, ditambahkan dengan sandaran di bagian belakang. Penambahan sandaran tersebut bertujuan sebagai penopang tubuh ketika pekerja beristirahat sejenak di sela-sela aktivitas mencelup. Penelitian yang dilakukan oleh Rosanti & Wulandari (2016) menyebutkan bahwa kursi yang digunakan sebaiknya dapat disesuaikan agar memberikan kenyamanan bagi pekerja, serta dilengkapi dengan sandaran untuk menopang punggung. Walaupun hanya digunakan sesekali, penambahan sandaran diharapkan mampu menunjang kenyamanan pekerja serta mengurangi ketegangan pada otot punggung. Selain itu, terdapat palang penghubung antar kaki kursi dengan tujuan sebagai pijakan kaki untuk memberikan kenyamanan tambahan bagi pekerja saat duduk. Sehingga pekerja dapat sesekali merubah posisi kaki ketika sedang bekerja tanpa harus selalu berpijak pada dasar lantai.



Gambar 4. 10 Desain Pada Bak Celup Pewarnaan

Pada desain bak celup yang dirancang, permukaan bak celup dibuat cekung untuk membatasi penyebaran cairan pewarna, sehingga dapat berkumpul dalam satu titik (ditengah). Sehingga volume cairan pewarna yang digunakan bisa lebih sedikit jika dibanding dengan permukaan bak celup secara datar. Selain itu, dapat mempermudah dalam pembersihan atau pembuangan air. Selanjutnya, saluran pembuangan air dibuat dibawah permukaan bak memungkinkan pembuangan cairan pewarna hingga habis, tanpa menyisakan genangan pada dasar bak. Penelitian yang dilakukan oleh Afriliani et al., (2020) membuat bak pengendapan dengan sudut miring pada bagian bawah, sehingga memudahkan proses pembuangan kotoran yang telah mengendap. Arah saluran pembuangan menghadap ke sisi kanan, disesuaikan dengan letak fasilitas pembuangan limbah cair yang berada di sebelah kanan bak celup.

4.1.6 Pembuatan Produk (*Prototype Beta*)

Setelah melalui tahapan perancangan desain, dilakukan pembuatan *prototype* beta untuk bak celup pewarnaan beserta kursi kerja. *Prototype* beta dibuat menggunakan ukuran 1:1 (ukuran asli) dengan menggunakan material stainless steel dan besi hollow galvalum untuk bak celup. Sementara itu, kursi kerja dibuat menggunakan material kayu. *Prototype* beta dikembangkan untuk menguji

kenyamanan dan kesesuaian desain terhadap kebutuhan kerja secara langsung di lapangan. Hasil dari pengujian *prototype* beta ini akan menjadi dasar analisis dalam penilaian REBA dan RULA.



Gambar 4. 11 *Prototype* Beta Bak Celup Pewarnaan



Gambar 4. 12 *Prototype* Beta Kursi

4.1.7 Uji Coba Produk

Uji coba *prototype* dilakukan secara langsung kepada pengrajin dalam proses pewarnaan kain batik di UMKM Batik Nitik Trimulyo. Berdasarkan hasil percobaan, alat yang telah dirancang mampu memperbaiki postur tubuh kerja dalam proses pewarnaan batik, dimana postur tubuh pengrajin menjadi lebih tegak dan

kaki berada pada posisi yang lebih nyaman, berbeda dengan kondisi sebelumnya yang cenderung membungkuk dan menekuk kaki. terhadap penggunaan *prototype* dilakukan melalui kuesioner terbuka yang terlampir pada **Lampiran 6** untuk diberikan kepada pengguna (pekerja) dengan tujuan menggali pendapat serta kepuasan. Penggunaan kuesioner terbuka memungkinkan responden memberikan jawaban secara bebas sesuai dengan pengalaman mereka selama menggunakan alat selama penggunaan dalam proses kerja.



Gambar 4. 13 Uji Coba Proses Pewarnaan Menggunakan Produk Baru

4.1.8 Perhitungan Skor REBA (Sesudah Produk Baru)

Setelah dilakukan uji coba produk dan dokumentasi postur kerja pengrajin, selanjutnya dianalisis ulang menggunakan REBA kembali untuk mengetahui nilai sudut pada setiap bagian tubuh untuk memperoleh skor postur kerja berdasarkan produk baru.

a. Perhitungan Grup A

Postur tubuh pada perhitungan grup A terdiri dari batang tubuh, leher, dan kaki. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup A dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini:



Gambar 4. 14 Pengukuran Postur Tubuh Grup A REBA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $16,52^0$ untuk postur tubuh bagian leher, $19,70^0$ untuk postur tubuh bagian batang tubuh, $116,78$ untuk postur tubuh bagian kaki. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup A:

Tabel 4. 25 Skor Postur Tubuh Grup A REBA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
Neck (Leher)	1	Sudut yang dibentuk berada pada kategori 0° - 20°	1
Trunk (Batang Tubuh)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 0° - 20°	2
Legs (Kaki)	1	Menggunakan 2 tumpuan kaki dengan posisi duduk tanpa menekuk kaki ke dalam, sehingga tidak ada tambahan	1

Skor akhir pada tabel 4.25 dimasukkan ke skor grup A. Berikut merupakan tabel skor grup A:

Tabel 4. 26 Skor Tabel A Postur Tubuh Grup A REBA

Table A	Neck												
		(1)				2				3			
	Legs												
		(1)	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	(2)	(2)	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.26 diperoleh skor untuk tabel A adalah 2. Selanjutnya tabel A + skor beban. Diketahui beban kain dalam proses pewarnaan adalah <5 kg sehingga skor ditambah +0. Sehingga skor akhir grup A adalah $2 + 0 = 2$.

b. Perhitungan Grup B

Postur tubuh pada perhitungan grup B terdiri dari tangan dan pergelangan tangan. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup A dapat dilihat pada Gambar 4.13 dibawah ini:



Gambar 4. 15 Pengukuran Postur Tubuh Grup B REBA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $19,80^0$ untuk postur tubuh bagian lengan atas, $39,64^0$ untuk postur tubuh bagian lengan bawah, $14,83^0$ untuk postur tubuh bagian pergelangan tangan. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup B:

Tabel 4. 27 Skor Postur Tubuh Grup B REBA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
Upper Arm (Lengan Atas)	1	Sudut yang dibentuk berada pada rentang $0^{\circ} - 20^{\circ}$, dan +1 karena lengan bergerak kesamping menjauhi tubuh	2
Lower Arm (Lengan Bawah)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang $0^{\circ} - 60^{\circ}$	2
Wrist (Pergelangan Tangan)	1	Sudut yang dibentuk berada pada rentang fleksi $15^{\circ} - 15^{\circ}$ dan +1 karena pergelangan tangan menekuk ke dalam	2

Skor akhir pada tabel 4.27 dimasukkan ke skor grup B. Berikut merupakan tabel skor grup B:

Tabel 4. 28 Skor Tabel B Postur Tubuh Grup B REBA

Table B	Lower Arm						
		1			(2)		
	Wrist	1	2	3	1	(2)	3
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	(2)	1	2	3	2	(3)	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Berdasarkan tabel 4.28 diperoleh skor untuk tabel B adalah 3. Selanjutnya tabel B + *coupling*. Dalam bak celup tidak terdapat pegangan, selain itu pengrajin memakai sarung tangan, sehingga tidak langsung memegang kain basah dengan tangan kosong. Maka *coupling* dianggap +1. Sehingga skor akhir grup B adalah $3 + 1 = 4$.

c. Perhitungan Tabel C

Perhitungan Tabel C didapatkan dari gabungan Tabel A pada grup A dan Tabel B pada grup B sehingga didapatkan hasil pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Skor Tabel C Pada REBA

Score A	Tabel C											
	Score B											
	1	2	3	(4)	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
(2)	1	2	2	(3)	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	(5)	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Berdasarkan tabel 4.29 diperoleh skor untuk tabel C adalah 3. Selanjutnya tabel C + skor aktivitas. Pada proses pewarnaan batik diketahui terdapat 2 aktivitas yang dilakukan oleh pengrajin yaitu pengrajin duduk jongkok dengan kedua kaki dalam posisi stabil lebih dari 1 menit (bersifat statis) dan adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari $4 \times$ per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik, bertujuan agar

pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain. Sehingga total skor REBA yang didapatkan adalah $3+2 = 5$, skor tersebut menunjukkan tingkat sedang (*Medium Risk*), sehingga masih diperlukan investigasi.

4.1.9 Perhitungan Skor RULA (Sesudah Produk Baru)

Setelah menyelesaikan perhitungan sudut dan penentuan nilai postur tubuh pada REBA pada produk bak celup pewarnaan yang sudah dirancang ulang, selanjutnya dilakukan perhitungan perhitungan sudut dan penentuan nilai postur tubuh pada RULA.

a. Perhitungan Grup A

Postur tubuh pada perhitungan grup A terdiri dari tangan dan pergelangan tangan. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup A dapat dilihat pada Gambar 4.14 dibawah ini:



Gambar 4. 16 Pengukuran Postur Tubuh Grup A RULA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $19,80^0$ untuk postur tubuh bagian lengan atas, $39,64^0$ untuk postur tubuh bagian lengan bawah, $14,83^0$ untuk postur tubuh bagian pergelangan tangan. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup A:

Tabel 4. 30 Skor Postur Tubuh Grup A RULA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
<i>Upper Arm</i> (Lengan Atas)	1	Sudut yang dibentuk berada pada rentang $20^{\circ} - 20^{\circ}$, dan +1 karena lengan bergerak kesamping menjauhi tubuh	2

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
<i>Lower Arm</i> (Lengan Bawah)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 0° - 60° dan +1 karena lengan bawah bergerak dari tengah kesamping menjauhi tubuh	3
<i>Wrist</i> (Pergelangan Tangan)	1	Sudut yang dibentuk berada pada rentang fleksi 15°- 15° dan +1 karena pergelangan tangan menekuk ke dalam	2
<i>Wrist Twist</i> (Putaran Pergelangan Tangan)	2	Posisi telapak tangan tidak dalam posisi bersalaman atau telapak tangan berdiri	2

Skor akhir pada tabel 4.30 dimasukkan ke skor grup A. Berikut merupakan tabel skor grup A:

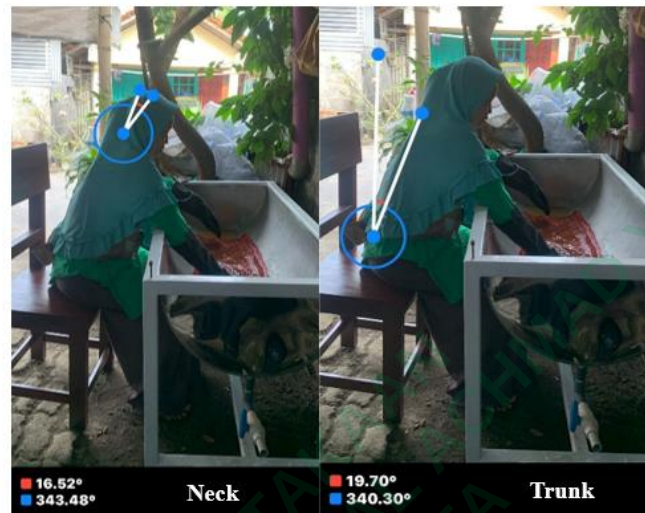
Tabel 4. 31 Skor Tabel A Postur Tubuh Grup A RULA

Table A		Wrist Score							
		1		(2)		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist		Wrist Twist	
		1	2	1	(2)	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
(2)	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	(3)	3	4	4	(4)	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.31 diperoleh skor untuk tabel A adalah 4. Selanjutnya tabel A + *Muscle Use* + *Force/Load*. Pada step 6 (*Muscle Use*) adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari 4× per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik agar pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain, sehingga skor ditambah +1. Selanjutnya, pada step 7 (*Force/Load*) beban kain dalam proses pewarnaan adalah <2 kg sehingga skor ditambah +0. Sehingga total pada tabel C adalah 4 + 1 + 0 = 5.

b. Perhitungan Grup B

Postur tubuh pada perhitungan grup B terdiri dari leher, batang tubuh, dan kaki. Perhitungan sudut untuk menentukan nilai pada grup B dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini:



Gambar 4. 17 Pengukuran Postur Tubuh Grup B RULA

Postur tubuh pengrajin saat proses pewarnaan batik menghasilkan besar sudut $16,52^0$ untuk postur tubuh bagian leher, $19,70^0$ untuk postur tubuh bagian batang tubuh. Selanjutnya sudut yang telah dihasilkan tersebut dimasukkan kedalam tabel untuk dilakukan *scoring*. Berikut tabel *scoring* grup B:

Tabel 4. 32 Skor Postur Tubuh Grup B RULA

Postur Tubuh	Skor	Keterangan	Skor Akhir
Neck (Leher)	1	Sudut yang dibentuk berada pada kategori 0° - 20°	1
Trunk (Batang Tubuh)	2	Sudut yang dibentuk berada pada rentang 0° - 20°	2
Legs (Kaki)	1	Kaki dan telapak kaki tertopang stabil menyentuh tanah	1

Skor akhir pada tabel 4.32 dimasukkan ke skor grup B. Berikut merupakan tabel skor grup B:

Tabel 4. 33 Skor Tabel B Postur Tubuh Grup B RULA

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score											
	1		(2)		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	(1)	2	1	2	1	2	1	2	1	2
(1)	1	3	(2)	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Berdasarkan tabel 4.33 diperoleh skor untuk tabel B adalah 2. Selanjutnya tabel B + *Muscle Use + Force/Load*. Pada step 13 (*Muscle Use*) adanya gerakan pengulangan oleh pengrajin dalam rentang waktu singkat yang diulang lebih dari 4× per menit saat menekan kain pada proses pewarnaan batik agar pewarna dapat menyerap secara maksimal ke dalam serat kain, sehingga skor ditambah +1. Selanjutnya, pada step 14 (*Force/Load*) beban kain dalam proses pewarnaan adalah <2 kg sehingga skor ditambah +0. Sehingga total akhir pada grup B adalah 2 + 1 + 0 = 3.

c. Perhitungan Tabel C

Perhitungan Tabel C didapatkan dari gabungan Tabel A pada grup A dan Tabel B pada grup B sehingga didapatkan hasil pada Tabel 4.10

Tabel 4. 34 Skor Tabel C Pada RULA

Table C		Neck, Trunk, Leg Score						
		1	2	(3)	4	5	6	7+
Wrist/Arm Score	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

Berdasarkan tabel 4.34 diperoleh total skor RULA yang didapatkan pada tabel C adalah 4, skor tersebut menunjukkan *action level 2*, sehingga perlu diinvestigasi dan mungkin dibutuhkan perubahan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis REBA (Sebelum Produk Baru)

Analisis postur kerja menggunakan metode REBA dilakukan untuk menilai tingkat risiko ergonomi pada aktivitas pewarnaan kain batik. Berdasarkan hasil perhitungan REBA sebelum penggunaan *prototype* didapatkan nilai 5 pada Grup A untuk bagian leher, batang tubuh, dan kaki. Pada grup B untuk bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan serta penilaian *Coupling* didapatkan nilai 10. Nilai REBA yang diperoleh sebesar 11. Skor tersebut termasuk kedalam tingkat risiko sangat tinggi (*Very High Risk*) dan perlunya perubahan atau perbaikan secepat mungkin untuk menghindari dampak negatif secara terus menerus.

4.2.2 Analisis RULA (Sebelum Produk Baru)

Analisis postur kerja menggunakan metode RULA dilakukan untuk menilai risiko gangguan *muskuloskeletal* terutama pada bagian tubuh atas pada aktivitas pewarnaan kain batik. Pada kondisi kerja sebelum penggunaan *prototype* didapatkan nilai 7 pada Grup A untuk bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan serta penilaian *Muscle* dan *Force/Load*. Pada grup B untuk bagian batang tubuh, leher, dan kaki serta penilaian *Muscle* dan *Force/Load* didapatkan nilai 5. Nilai RULA yang diperoleh sebesar 7. Skor tersebut menunjukkan *action level* 4, dan perlunya perubahan atau perbaikan secepat mungkin untuk menghindari dampak negatif secara terus menerus.

4.2.3 Analisis *Quality Function Deployment* (QFD)

Berdasarkan *House of Quality* (HOQ) pada gambar 4.6, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan dalam perancangan ulang bak celup untuk membantu pekerja saat proses pewarnaan kain batik. Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan pengguna yang paling penting adalah ergonomis dan dimensi. Hasil analisis tersebut menunjukan kedua aspek sangat relevan terhadap keluhan pengguna selama proses pewarnaan.

Kebutuhan ini diterjemahkan ke dalam karakteristik teknis, seperti dimensi bak celup pewarnaan dirancang berdasarkan data antropometri pekerja dan dimensi kursi dingklik dirancang berdasarkan data antropometri pekerja. Kedua karakteristik tersebut memiliki hubungan kuat (9) dengan kebutuhan pengguna

pada aspek ergonomis dan dimensi. Kedua aspek tersebut menjadi prioritas karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan kerja pengrajin saat melakukan proses pewarnaan kain batik. Selain itu karakteristik teknik untuk konstruksi rangka kursi yang kokoh dan saluran pembuangan menggunakan kran atau *valve* memiliki bobot yang cukup tinggi dengan importance % sebesar 16%. Hal tersebut menjadi indikator bahwa kedua aspek tersebut menjadi pertimbangan dalam perancangan ulang bak celup.

4.2.4 Uji Coba Produk

Uji coba *prototype* dilakukan secara langsung kepada pengrajin dalam proses pewarnaan kain batik di UMKM Batik Nitik Trimulyo. Berdasarkan hasil percobaan, alat yang telah dirancang mampu memperbaiki postur tubuh kerja dalam proses pewarnaan batik, dimana postur tubuh pengrajin menjadi lebih tegak dan kaki berada pada posisi yang lebih nyaman, berbeda dengan kondisi sebelumnya yang cenderung membungkuk dan menekuk kaki. Akan tetapi, bak celup tidak mampu membuang cairan pewarna hingga habis. tidak mampu membuang cairan pewarna hingga habis. Hal tersebut diakibatkan lubang saluran pembuangan tidak berada pada titik terendah permukaan dasar bak, sehingga cairan menggenang di bagian dasar yang lebih rendah dari tinggi lubang pembuangan. Selain dilakukan uji coba produk secara langsung dalam proses pewarnaan, dilakukan pengisian kuesioner terbuka oleh pengrajin untuk memperoleh informasi mengenai pengalaman penggunaan *prototype* yang terlampir pada **Lampiran 7**.



Gambar 4. 18 Perubahan Postur Kerja Pengrajin



Gambar 4. 19 Lubang Saluran Pembuangan Pada Bak Celup

4.2.5 Analisis REBA (Sesudah Produk Baru)

Berdasarkan hasil perhitungan REBA setelah penggunaan *prototype*, didapatkan nilai 2 pada Grup A dengan postur tubuh bagian leher menunjukkan penurunan sudut sebesar $19,52^{\circ}$, mengindikasikan bahwa posisi leher saat ini lebih netral dan sejajar dengan batang tubuh. Perubahan ini juga disertai dengan perbaikan postur pada batang tubuh, dimana pengrajin tidak lagi membungkuk dan berada pada posisi lebih tegak selama proses pewarnaan batik dengan besar sudut yang dihasilkan sebesar $19,70^{\circ}$. Selain itu, posisi kaki pengrajin tidak menekuk meskipun dalam posisi duduk. Selanjutnya, Pada grup B untuk bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan serta penilaian *Coupling* didapatkan nilai 4. Perubahan postur tubuh yang paling terlihat terjadi pada pergelangan tangan (*wrist*), di mana posisi pergelangan tangan saat ini lebih sejajar dengan lengan bawah (*lower arm*) dengan besar sudut yang dihasilkan sebesar $14,83^{\circ}$. Sehingga menurunkan ketegangan otot pada lengan dan pergelangan selama proses pewarnaan batik. Maka nilai skor akhir REBA yang diperoleh sebesar 5. Skor tersebut termasuk kedalam tingkat risiko sedang (*Medium Risk*), sehingga masih diperlukan investigasi. Hal tersebut menandakan adanya penurunan tingkat level risiko pada REBA dengan sebelum penggunaan *prototype* yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi (*Very High Risk*) bernilai 11.

4.2.6 Analisis RULA (Sesudah Produk Baru)

Pada kondisi kerja sesudah penggunaan *prototype* didapatkan nilai 5 pada Grup A dengan postur tubuh bagian lengan atas menunjukkan penurunan sebesar $19,80^{\circ}$. Perubahan ini menunjukkan adanya perbaikan pada postur lengan atas, di mana posisi lengan atas menjadi lebih mendekati kondisi netral tidak terlalu diangkat ke depan. Selain itu, pada bagian lengan bawah juga terjadi penurunan sudut dari $51,23^{\circ}$ menjadi $39,64^{\circ}$, hal ini menandakan bahwa posisi lengan bawah menjadi lebih sejajar dengan lengan atas dan pergelangan tangan. Selanjutnya, pada grup B untuk bagian leher bernilai sebesar $32,23^{\circ}$ yang semula menunjukkan posisi menunduk berkurang menjadi $16,52^{\circ}$, sehingga leher berada pada posisi lebih netral dan sejajar dengan batang tubuh. Sementara itu, pada postur kerja bagian batang tubuh, sudut awal sebesar $44,64^{\circ}$ yang menunjukkan postur kerja membungkuk menurun menjadi $19,70^{\circ}$, sehingga tubuh pengrajin berada pada posisi lebih tegak selama proses pewarnaan batik dengan posisi kaki tetap tegak dan tidak menekuk meskipun pengrajin dalam kondisi duduk. Nilai skor akhir RULA yang diperoleh sebesar 4. Skor tersebut menunjukkan *action level 2*, sehingga perlu diinvestigasi dan mungkin dibutuhkan perubahan. Hal tersebut menandakan adanya penurunan *action level* pada RULA dengan sebelum penggunaan *prototype* yang menunjukkan *action level 4* bernilai 7.