

PEMBUATAN STASIUN KERJA DAN ALAT BANTU UNTUK PROSES PELUBANGAN DAN PENGEPRESAN PADA INDUSTRI RUMAHAN DI DESA KEDUNG DALEM, PASAR KEMIS, TANGERANG

Agustina Christiani¹⁾, Ishak²⁾, Priskila Christine Rahayu³⁾, Ario Nugroho Suprpto⁴⁾,
Kevin⁵⁾

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Pelita Harapan.

Jl. MH. Thamrin Boulevard 1100, Lippo Village.

e-mail: agustina.christiani@uph.edu

Abstrak

Di Desa Kedung Dalem, Pasar Kemis, Tangerang, terdapat sebuah industri rumahan yang memproduksi bagian atas sandal wanita. Saat ini proses produksinya masih menggunakan alat yang sangat sederhana, seperti palu, mata pelubang dan mata press. Para pekerja yang semuanya wanita mengeluhkan proses pelubangan dan pengepresan cukup melelahkan karena masih dikerjakan secara manual menggunakan palu. Selain itu pekerjaan dilakukan sambil duduk di lantai karena belum ada meja dan kursi kerja. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas dan memperbaiki postur pekerja, maka pada penelitian ini akan dibuat sebuah stasiun kerja yang terdiri dari meja dan kursi kerja serta alat bantu untuk proses pelubangan dan pengepresan bagian atas sandal wanita. Untuk proses perancangan meja, kursi dan alat bantu digunakan metode quality function deployment (QFD). Setelah stasiun kerja dan alat bantu dibuat, dilakukan uji coba dan hasil produksi pelubangan dan pengepresan meningkat dari sebelumnya 84 pasang/jam menjadi 128 pasang/jam atau meningkat sebesar 52,4%. Selain itu, dengan adanya stasiun kerja dan alat bantu, diharapkan dapat mengurangi risiko cedera muskuloskeletal pada pekerja, karena skor RULA (Rapid Upper Limb Assessment) dengan menggunakan stasiun kerja tersebut turun dari sebelumnya 7 menjadi 3.

Kata kunci: stasiun kerja, alat bantu, produktivitas, QFD, RULA.

PENDAHULUAN

Beberapa warga perempuan di Desa Kedung Dalem, Pasar Kemis, Tangerang menekuni usaha industri rumahan berupa produksi bagian atas sandal wanita. Proses produksinya terdiri dari pengguntingan bahan sesuai pola, pelubangan, penjahitan, pemasangan asesoris, pengepresan, pengeleman. Proses pengerjaannya masih dilakukan secara manual dengan alat-alat sederhana, seperti gunting, palu, mata pelubang dan mata pres. Selain itu pekerja melakukan pekerjaan tersebut sambil duduk atau berjongkok di lantai karena mereka tidak memiliki meja dan kursi kerja kecuali untuk bagian penjahitan. Berdasarkan wawancara dengan beberapa pekerja, diketahui bahwa mereka dapat mengerjakan ratusan produk per hari. Dengan posisi kerja dan alat sederhana tersebut, mereka menjadi cepat lelah. Contoh posisi pekerja pada saat melubangi bahan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses pelubangan material

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan membuat stasiun kerja berupa meja dan kursi serta alat bantu untuk proses pelubangan dan pengepresan material. Diharapkan dengan adanya stasiun kerja dan alat bantu tersebut, maka produktivitas dan kenyamanan pekerja meningkat.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

Studi pendahuluan

Pada tahap ini, dilakukan survei ke industri rumahan Desa Kedung Dalem untuk mempelajari sejarah, proses produksi dan hal-hal yang berhubungan dengan industri rumahan tersebut. Studi pendahuluan ini dilakukan dengan metode observasi dan wawancara kepada para pekerja.

Identifikasi masalah

Berdasarkan studi pendahuluan, dapat diidentifikasi masalah yang ada pada industri rumahan tersebut yaitu proses pelubangan dan pengepresan asesoris masih menggunakan alat tradisional (palu, mata pelubang/pengepres), sehingga proses produksi memakan waktu lama. Selain itu belum ada meja dan kursi kerja, sehingga para pekerja harus mengerjakan proses tersebut sambil duduk di lantai dengan posisi badan membungkuk.

Penentuan tujuan penelitian

Tahap berikutnya adalah penentuan tujuan penelitian yaitu merancang dan membuat alat bantu untuk meningkatkan produktivitas proses pelubangan dan pengepresan serta merancang dan membuat stasiun kerja (meja dan kursi) untuk mengurangi risiko cedera muskuloskeletal pada pekerja.

Studi pustaka

Studi pustaka mencakup teori seperti *Quality Function Deployment (QFD)*, *House of Quality*, dan perancangan alat, antropometri, RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*).

Pengumpulan dan pengolahan data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data berupa pengukuran kekuatan tarik pekerja dan kekuatan yang diperlukan untuk melubangi kulit sintetis yang akan digunakan untuk menentukan spesifikasi alat bantu. Kekuatan tarik pekerja diambil menggunakan timbangan gantung dan kekuatan melubangi kulit sintetis ditentukan menggunakan mesin uji tarik/tekan. Untuk merancang stasiun kerja, diambil data antropometri para pekerja. Selain itu juga postur pekerja dianalisis menggunakan metode RULA. Data berikutnya yang diambil adalah lama waktu proses pelubangan saat ini serta data waktu proses menggunakan stasiun kerja dan alat bantu yang baru. Ukuran mata pelubangan diukur untuk memastikan bahwa alat bantu sesuai dengan spesifikasi. Selain itu data juga diambil melalui metode wawancara. Dari metode wawancara, data yang diambil adalah keluhan dan saran dari pekerja. Kemudian data-data yang ada diolah untuk membuat *house of quality (HOQ)*. Dari data yang sudah dikumpulkan diatas melalui wawancara dan observasi, kemudian diolah untuk mengetahui kebutuhan pelanggan. Hasil penyebaran kuesioner mengenai tingkat kepentingan kebutuhan konsumen digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan rata-rata dari setiap kebutuhan. Untuk setiap kebutuhan konsumen ditentukan respon teknisnya. Data antropometri, data kekuatan tarik, dan spesifikasi material digunakan sebagai basis pembuatan spesifikasi target. Dari respon teknis yang didapatkan kemudian ditentukan part kritis. Part kritis ini akan diberikan nilai hubungan dengan respon teknis. Dengan ini akan dibuat matriks baru untuk mengetahui komponen mana yang paling penting. Tahap selanjutnya adalah pembuatan konsep yaitu mengidentifikasi prioritas atribut kebutuhan dari *house of quality*. Dengan mengetahui prioritas, konsep yang dirancang akan menjadi lebih bagus. Setelah diketahui prioritas atribut kebutuhan, dibuat sebuah *morphological chart* untuk menggabungkan kombinasi dari ide-ide konsep yang sudah ada. Dari hal ini akan dibuat beberapa alternatif. Kemudian dilakukan penilaian menggunakan matriks seleksi yang perlu dibuat terlebih dahulu. Setiap kriteria akan diberikan bobot yang sesuai. Dari hal ini akan diketahui alternatif mana yang memiliki nilai tertinggi. Pada tahap ini juga, alternatif yang sudah ada dapat digabungkan atau diperbaiki untuk menghasilkan alternatif terbaik.

Pembuatan dan uji coba alat bantu dan stasiun kerja

Pada tahap ini alat bantu dan stasiun kerja dibuat sesuai alternatif konsep rancangan yang dipilih. Setelah itu dilakukan uji coba untuk memastikan apakah alat bantu tersebut sudah berjalan sesuai dengan kebutuhan konsumen. Jika uji coba ini gagal maka spesifikasi alat diubah dan dibuat ulang, jika uji coba ini lolos maka dilanjutkan ke langkah berikutnya.

Perbandingan metode lama dan baru

Pada tahap ini dilakukan perbandingan produktivitas antara metode lama dan metode baru. Perbandingan dilakukan dengan cara menentukan waktu *set up*, pelubangan dan pembersihan. Data waktu ini divalidasi dengan uji normalitas, keseragaman dan kecukupan data. Selain itu juga dibandingkan postur tubuh pekerja sebelum dan sesudah perbaikan dengan menggunakan metode RULA.

Penarikan kesimpulan

Pada tahap ini dibuat kesimpulan dari penelitian yang telah dibuat, kesimpulan ini mencakup seluruh proses dari penelitian hingga hasil dari penelitian ini. Di tahap ini juga dipastikan bahwa penelitian ini sudah memenuhi tujuan yang ingin dicapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi kondisi pekerja di *home industry* Desa Kedung Dalem dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan. Data hasil pengamatan berupa gambaran postur tubuh pekerja ketika melakukan proses pelubangan dan pengepresan tanpa adanya stasiun kerja dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Postur Kerja (Tampak Samping)

Postur kerja tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode RULA dan diperoleh skor akhir = 7, yang berarti postur kerja tersebut perlu diinvestigasi dan diperbaiki segera (McAtamney dan Corlett, 1993). Penilaian skor RULA secara detail dapat dilihat pada gambar 3. Posisi badan yang membungkuk diakibatkan oleh jarak antara tubuh dan benda kerja yang terlalu jauh karena terhalang oleh kaki pekerja saat duduk bersila di lantai. Perbaikan postur dapat dilakukan dengan cara membuat stasiun kerja yang terdiri dari meja dan kursi. Ketersediaan meja dan kursi kerja akan mendekatkan jarak antara benda kerja dengan tubuh sehingga pekerja dapat duduk dalam posisi tegak. Selain itu proses pelubangan dan pengepresan saat ini masih menggunakan peralatan yang sangat sederhana yaitu palu dan mata pelubang/pengepres, sehingga waktu penyelesaian yang diperlukan lama. Oleh karena itu untuk memudahkan pekerja dalam melubangi material serta mengepres asesoris, maka akan dirancang dan dibuat alat bantu.

Untuk merancang stasiun kerja dan alat bantu perlu diketahui kebutuhan konsumen (dalam hal ini adalah pekerja). Berdasarkan hasil wawancara dengan para pekerja didapatkan pernyataan konsumen seperti dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pernyataan konsumen terhadap alat bantu dan stasiun kerja yang diinginkan

No	Customer's Statements alat bantu
1	Alat bantu praktis
2	Alat bantu tidak melelahkan
3	Alat bantu mudah untuk dipindahkan
4	Alat bantu dapat membuat lubang dengan bermacam ukuran
5	Alat bantu dapat melubang dan mengepres
6	Alat bantu tidak menghasilkan cacat
7	Tampilan yang menarik

No	Customer's Statements stasiun kerja
1	Meja yang tidak makan tempat
2	Meja dan kursi yang dapat dipindah-pindah
3	Meja berguna untuk menyimpan alat dan bahan
4	Kursi memiliki bantalan duduk
5	Meja dan kursi mendukung posisi duduk
6	Meja dan kursi yang tidak cepat rusak

RULA Employee Assessment Worksheet based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 4: Wrist Twist:

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Step 6: Add Muscle Use Score:

Step 7: Add Force/Load Score:

Step 8: Find Row in Table C:

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist					
		1	2	3	4					
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
1	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4	4
2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	2	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	5	6	6
5	2	5	5	5	5	5	5	5	6	6
5	3	5	5	5	5	5	5	5	6	6
6	1	7	7	7	7	7	7	7	8	8
6	2	8	8	8	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Table B: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	6	6
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	4	5	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7	7	7

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 11: Legs:

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Step 13: Add Muscle Use Score:

Step 14: Add Force/Load Score:

Step 15: Find Column in Table C:

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: ____/____/____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA. © 2004 Neuse Consulting, Inc. rbarber@ergosmart.com (816) 444-1667

Gambar 3. Skor RULA untuk postur kerja sebelum perbaikan

Berdasarkan data pernyataan konsumen pada Tabel 1, disusun kebutuhan konsumen. Kemudian ditentukan tingkat kepentingan untuk setiap atribut kebutuhan konsumen. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kepentingan dari masing-masing kebutuhan adalah dengan menggunakan kuesioner. Responden dari kuesioner adalah populasi pengguna stasiun kerja, yaitu kelima pekerja di *home industry* Desa Kedung Dalem. Tingkat kepentingan setiap atribut kebutuhan konsumen untuk meja dan kursi kerja dapat dilihat pada Tabel 2. Pada tabel 2, dapat dilihat bahwa tingkat kepentingan tertinggi ada pada atribut kebutuhan meja yang mendukung

posisi duduk dengan kaki diluruskan, kursi yang mendukung posisi duduk dengan kaki yang diluruskan serta meja memiliki ukuran yang tidak terlalu besar. Tingkat kebutuhan konsumen untuk alat bantu dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel 3, dapat dilihat bahwa atribut kebutuhan alat bantu dengan tingkat kepentingan tertinggi adalah: alat bantu mudah untuk digunakan serta hasil pelubangan rapi dan akurat. Atribut kebutuhan alat bantu memiliki estetika yang bagus mempunyai tingkat kepentingan terendah.

Tabel 2. Tingkat kepentingan kebutuhan konsumen untuk meja dan kursi kerja

Kebutuhan	Rata-rata Tingkat Kepentingan
Meja memiliki ukuran yang tidak terlalu besar	4,4
Meja yang mudah untuk dipindahkan	3,4
Meja yang kuat	3,4
Meja memiliki tempat untuk meletakkan material	3,0
Meja yang mendukung posisi duduk dengan kaki yang diluruskan	4,8
Kursi yang mudah untuk dipindahkan	1,2
Kursi yang kuat	3,4
Alas dudukan kursi yang nyaman untuk diduduki	4,4
Kursi yang mendukung posisi duduk dengan kaki yang diluruskan	4,8

Tabel 3. Tingkat kepentingan kebutuhan konsumen untuk alat bantu

No.	Atribut Kebutuhan	Rata-Rata Tingkat Kepentingan
1	Alat bantu mudah untuk digunakan	4.6
2	Alat bantu menggunakan tenaga yang ringan	4.4
3	Alat bantu ringan	3.4
4	Alat bantu dapat menggunakan bermacam mata pelubang	4.4
5	Alat bantu memiliki dua fungsi untuk melubang dan mengepres	4.4
6	Hasil pelubangan rapih dan akurat	4.6
7	Alat bantu memiliki estetika yang bagus	2.2

Selanjutnya ditentukan respon teknis untuk setiap kebutuhan dan tingkat hubungan antara kebutuhan dengan respon teknis serta arah pengembangannya. Hubungan antara kebutuhan pelanggan dan respon teknis untuk alat bantu dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan hubungan kebutuhan pelanggan dan respon teknis untuk meja dan kursi dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa tingkat hubungan antara setiap atribut kebutuhan pelanggan dengan respon teknis untuk meja dan kursi adalah kuat. Pada tabel 5, dapat dilihat bahwa tingkat hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan respon teknis untuk alat bantu bervariasi dari lemah hingga kuat. Tingkat hubungan yang kuat terdapat pada hubungan antara:

- alat bantu mudah untuk digunakan dengan waktu pengoperasian dan ukuran pegangan *handle*.
- alat bantu menggunakan tenaga yang ringan dengan panjang *handle*
- alat bantu ringan dengan material yang ringan dan ukuran alat bantu
- alat bantu dapat menggunakan bermacam mata pelubang/pengepres dengan rentang ukuran mata pelubang/pengepres yang dapat digunakan
- alat bantu memiliki dua fungsi yaitu melubangi dan mengepres dengan rentang ukuran mata pelubang/pengepres yang dapat digunakan
- hasil pelubangan dan pengepresan yang rapi dan akurat dengan alat bantu yang *rigid*
- alat bantu memiliki estetika yang bagus dengan desain alat bantu.

Tabel 4. Hubungan antara kebutuhan pelanggan dan respon teknis untuk meja dan kursi

Kebutuhan	Respon Teknis	Tingkat Hubungan
Meja memiliki ukuran yang tidak terlalu besar	Dimensi permukaan meja	Kuat
Meja yang mudah untuk dipindahkan	Material yang ringan	Kuat
	Gaya gesek statis maksimum	Kuat
Kursi yang mudah untuk dipindahkan	Material yang ringan	Kuat
Meja memiliki tempat untuk meletakkan material	Jumlah tempat penyimpanan	Kuat
Alas dudukan kursi yang nyaman untuk diduduki	Tingkat kekerasan bantalan	Kuat
	Dimensi dudukan kursi	Kuat
Meja yang mendukung posisi duduk dengan kaki yang diluruskan	Tinggi kaki meja	Kuat
Kursi yang mendukung posisi duduk dengan kaki yang diluruskan	Tinggi kursi	Kuat
Meja yang kuat	Material yang rigid	Kuat
Kursi yang kuat	Material yang rigid	Kuat

Tabel 5. Hubungan antara kebutuhan pelanggan dan respon teknis untuk alat bantu

Kebutuhan	Respon Teknis	Tingkat Hubungan
Alat bantu mudah untuk digunakan	Waktu pengoperasian	Kuat
	Panjang handle	Sedang
	Ukuran pegangan handle	Kuat
	Rigid	Sedang
	Ukuran alat bantu	Sedang
Alat bantu menggunakan tenaga yang ringan	Kekuatan per	Sedang
	Panjang handle	Kuat
	Ukuran pegangan handle	Lemah
Alat bantu ringan	Material yang ringan	Kuat
	Ukuran alat bantu	Kuat
Alat bantu dapat menggunakan bermacam mata pelubang	Rentang ukuran mata yang dapat digunakan	Kuat
	Ketinggian posisi mata pelubang	Sedang
Alat bantu memiliki dua fungsi untuk melubang dan mengepress	Rentang ukuran mata yang dapat digunakan	Kuat
	Ketinggian posisi mata pelubang	Sedang
Hasil pelubangan dan pengepressan rapih dan akurat	Rigid	Kuat
	Jarak pandang ke mata pelubang	Sedang
	Ketinggian posisi mata pelubang	Sedang
Alat bantu memiliki estetika yang bagus	Ukuran alat bantu	Sedang
	Desain alat bantu	Kuat

Setelah itu ditentukan nilai target dari setiap respon teknis. Nilai respon teknis untuk meja dan kursi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai target untuk setiap respon teknis meja dan kursi

Respon Teknis	Kriteria	Nilai Target	Unit
Dimensi permukaan meja	Panjang dan lebar permukaan meja yang optimal	Panjang: 80 Lebar: 50	cm
Material yang ringan	Bobot per satuan panjang / <i>volume</i>	Rangka meja / kursi: < 3,5 Daun meja: < 1	kg/m gr/cm ³
Gaya gesek statis maksimum	Gaya gesek maksimum sesaat sebelum benda bergerak	<95	N
Jumlah tempat penyimpanan	Jumlah material	3	Unit
Tingkat kekerasan bantalan	<i>Density</i> busa	20 - 32	Kg/m ³
Dimensi dudukan kursi	data antropometri lebar pinggul dan jarak bokong ke popliteal	lebar: 45 kedalaman: 40	cm
Tinggi kaki meja	data antropometri tinggi lutut	57	cm
Tinggi kursi	data antropometri tinggi popliteal	40	cm
Material yang rigid	<i>Tensile strength</i>	Rangka meja dan kursi: >400 Daun meja: >30	MPa

Untuk meja dan kursi, dimensi yang digunakan mengacu pada data antropometri pekerja seperti terlihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Antropometri

dimensi benda	dimensi tubuh (mm)	pekerja					rata-rata	standar deviasi
		1	2	3	4	5		
kedalaman kursi	panjang popliteal	420	410	405	400	410	409	7.42
tinggi kaki meja	tinggi lutut	480	450	450	470	470	464	13.42
lebar kursi	lebar pinggul	420	390	380	370	370	386	20.74
tinggi kursi	tinggi popliteal	420	420	410	420	415	417	4.47

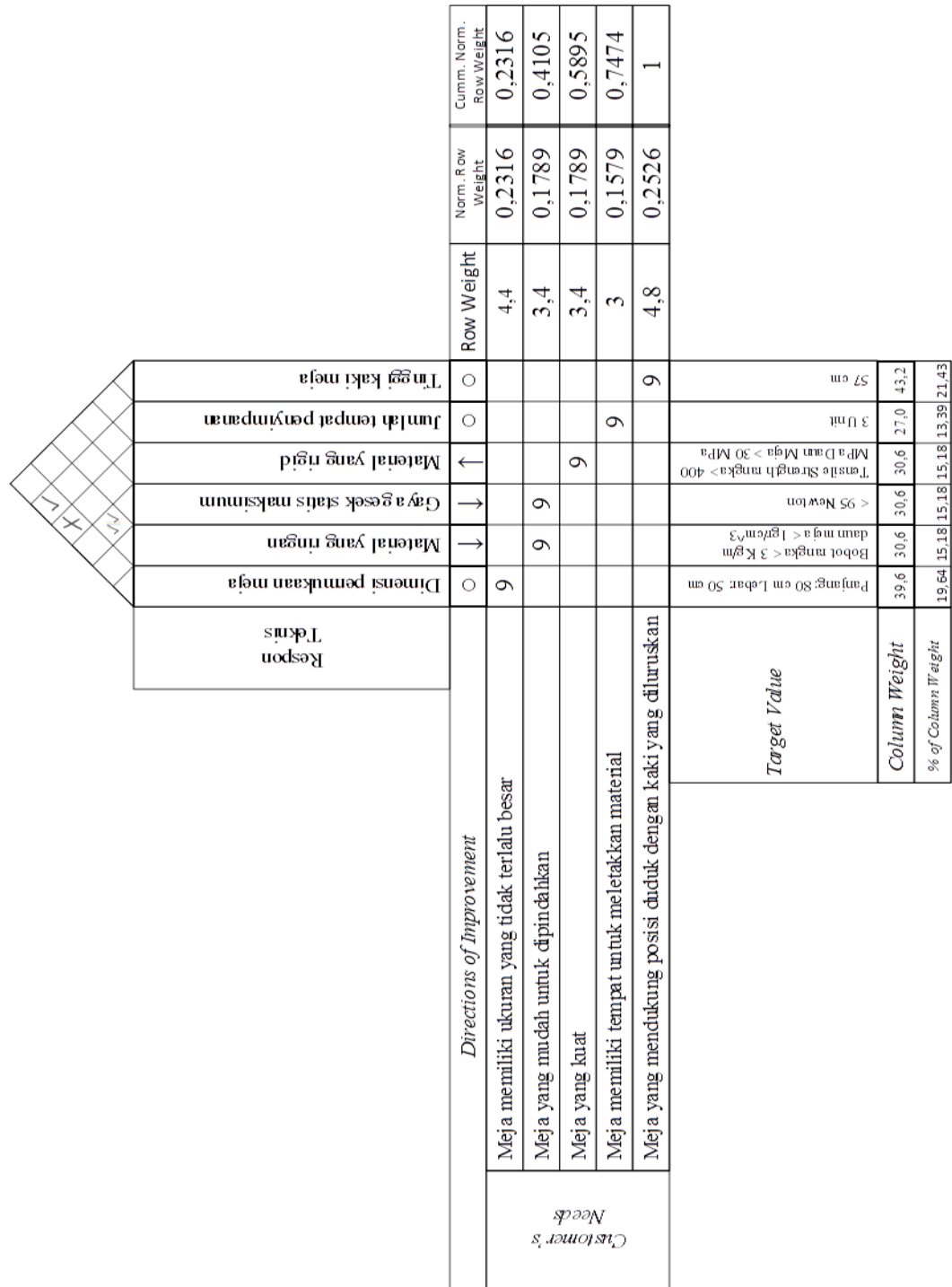
Untuk kedalaman kursi digunakan data 50%ile panjang popliteal sehingga didapatkan ukuran 40 cm. Untuk tinggi kaki meja digunakan data 95%ile tinggi lutut dengan perhitungan sebagai berikut: $x_{95\%ile} = 464 + 1,64 \times 13,42 = 486 \text{ mm} = 49 \text{ cm}$ ditambah toleransi 8 cm sehingga menjadi 57 cm. Lebar kursi menggunakan data 95%ile lebar pinggul = $386 + 1,64 \times 20,74 = 420 \text{ mm} = 42 \text{ cm}$ ditambah toleransi 3 cm menjadi 45 cm. untuk tinggi kursi digunakan data 5%ile tinggi popliteal = $417 - 1,64 \times 4,47 = 410 \text{ mm}$ dibulatkan menjadi 40 cm.

Nilai target untuk respon teknis alat bantu dapat dilihat pada tabel 8.

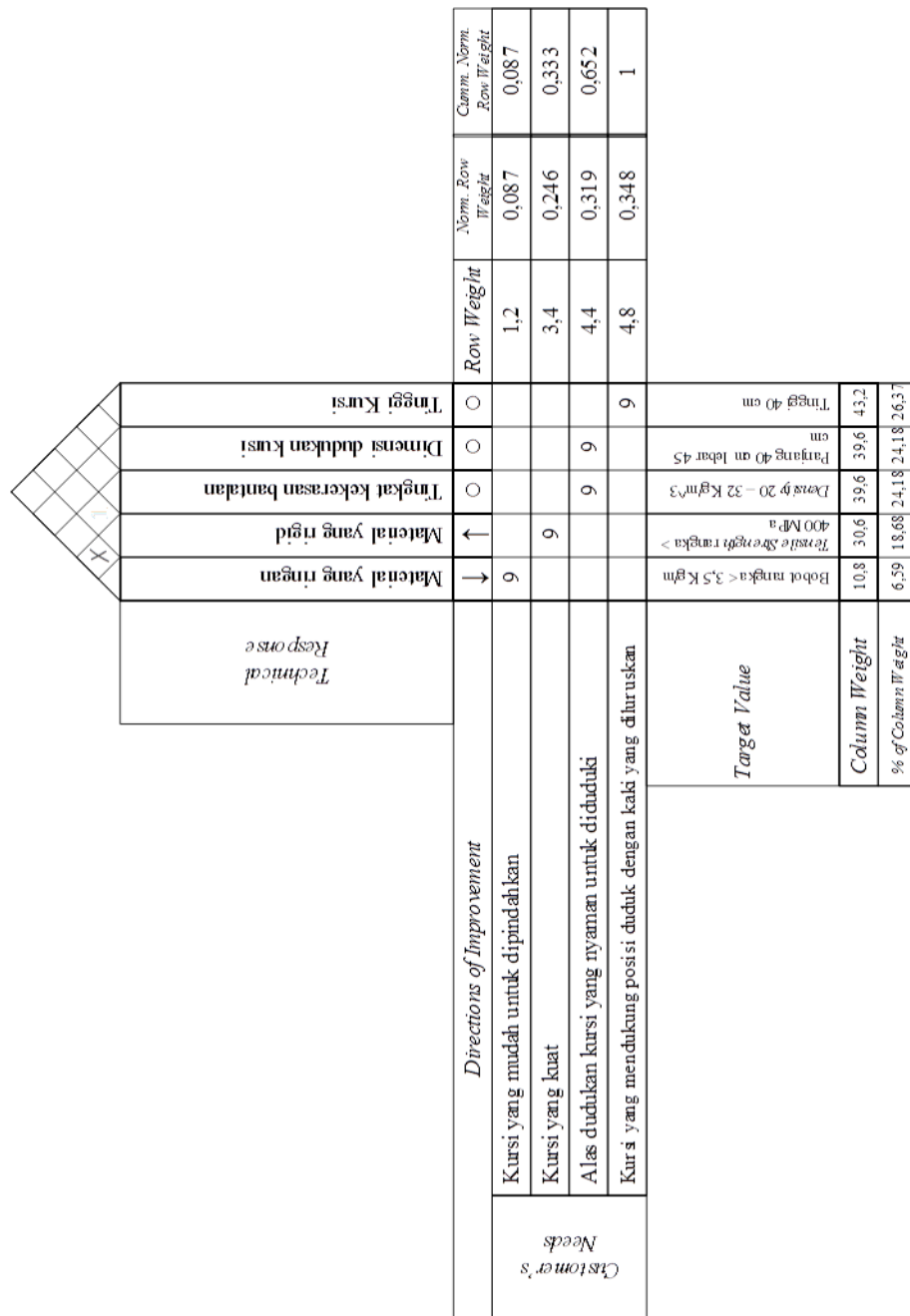
Tabel 8. Nilai target untuk respon teknis alat bantu

No	Respon Teknis	Kriteria	Nilai Target	Unit
1	Waktu pengoperasian	Waktu untuk melakukan 5 kali pelubangan	<15	detik
		Waktu persiapan	<60	detik
2	Ukuran pegangan handle	Diameter pegangan	43	mm
3	Panjang handle	Panjang handle dari titik putar	50	cm
4	Rigid	<i>Shear Modulus</i>	>80	GPa
5	Ukuran alat bantu	Lebar alat bantu	30	cm
		Panjang alat bantu	30	cm
		Tinggi alat bantu	40	cm
6	Kekuatan per	Kekuatan per	100	N
7	Material yang ringan	Massa jenis	<10	g/cm ³
8	Rentang ukuran mata yang dapat digunakan	Rentang diameter mata pelubang yang dapat dipakai	3-13	mm
9	Ketinggian posisi mata pelubang	Jarak mata pelubang ke permukaan kulit sintetis	<1	cm
10	Jarak pandang ke mata pelubang	Jarak pandang ke mata pelubang	<30	cm
11	Desain alat bantu	Skala Keindahan dari alat bantu	3	Skala

Nilai target untuk waktu pengoperasian, dibagi menjadi 2 kriteria, yaitu waktu untuk melakukan 5 kali pelubangan dan waktu persiapan. Untuk waktu pelubangan ditentukan target kurang dari 15 detik dikarenakan waktu pelubangan saat ini adalah 15 detik untuk 5 lubang. Untuk waktu persiapan telah ditentukan kurang dari 60 detik, karena menurut Polgar (1996) waktu yang dibutuhkan untuk mengganti mata pelubang adalah 30 detik. Namun untuk alat bantu ini perlu dilakukan penggantian alas juga, oleh sebab itu target adalah kurang dari 60 detik. Untuk ukuran pegangan *handle*, kriteria yang digunakan adalah diameter pegangan. Dikarenakan lebar pintu di industri rumahan sebesar 76 cm, maka ukuran *handle* tidak boleh terlalu panjang serta ukuran alat bantu juga tidak boleh terlalu besar. Kriteria *rigid* ditentukan dari *shear modulus* material yang digunakan, karena *shear modulus* merupakan salah satu konstanta elastis yang berhubungan dengan kekuatan suatu material (Bhavikatti, 2015). Rentang ukuran mata pelubang ditentukan dari mata pelubang yang sudah ada, yaitu dengan rentang diameter dari 3-13 mm. Untuk ketinggian posisi mata pelubang diperlukan jarak sekecil mungkin untuk meningkatkan akurasi. Ringkasan dari hubungan antara atribut kebutuhan konsumen dan respon teknis dapat dilihat pada HOQ (gambar 4-6).



Gambar 4. House of Quality meja kerja



Gambar 5. House of Quality kursi kerja

Berdasarkan *house of quality* pada gambar 6, tiga atribut kebutuhan yang memiliki *row weight* terbesar adalah:

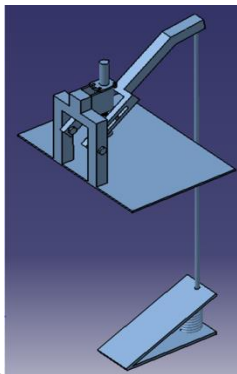
- Alat bantu menggunakan tenaga yang ringan
- Alat bantu mudah digunakan
- Alat bantu memiliki dua fungsi untuk melubangi dan mengepress

sedangkan lima respon teknis dengan *column weight* terbesar adalah:

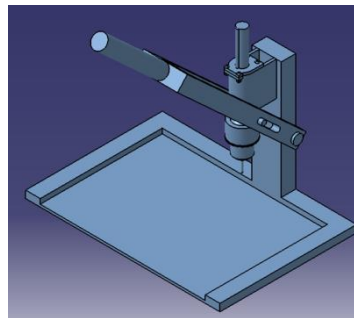
- Ukuran mata pelubang yang dapat digunakan
- *Rigid*
- Panjang *handle*
- Ukuran alat bantu
- Ukuran pegangan *handle*.

Lima respon teknis dan tiga atribut kebutuhan diatas, akan dijadikan dasar pengembangan beberapa konsep alternatif.

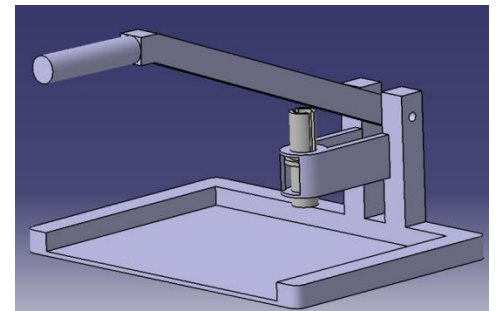
Pada konsep alternatif 1, alat bantu ini menggunakan bahan utama besi, metode pengerjaan menggunakan kaki, sistem penahan mata menggunakan kepala bor, pegangan *handle* terbuat dari besi, menggunakan sistem penyambung sekup dan menggunakan alat bantu obeng. Sebaliknya pada konsep alternatif 2, bahan utama dari alat bantu berupa baja, dengan metode pengerjaan menggunakan tangan dalam posisi duduk, menggunakan kepala bor sebagai sistem penahan mata, bagian *handle* terbuat dari karet, disambung menggunakan las dan menggunakan alat bantu seperti obeng. Di konsep alternatif 3, bahan utama dari alat ini terbuat dari besi, metode pengerjaan menggunakan tangan, namun dalam posisi berdiri, sistem untuk penahan mata menggunakan silinder kosong, pegangan *handle* terbuat dari kain, disambung menggunakan las, dan menggunakan alat bantu berupa obeng. Gambar konsep alternatif 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada gambar 7.



(a) konsep alternatif 1
3



(b) konsep alternatif 2



(c) konsep alternatif

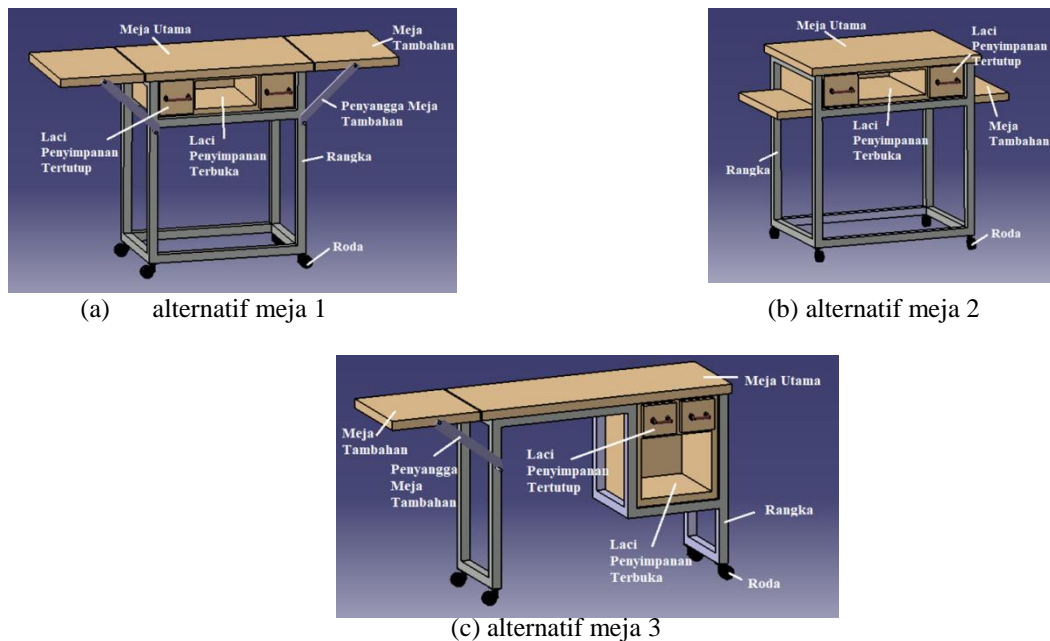
Gambar 7. Konsep desain alat bantu

Dari ketiga alternatif tersebut, dilakukan penilaian berdasarkan beberapa kriteria. Hasil penilaian dapat dilihat pada tabel 9. Pada tabel 9, dapat dilihat jika alternatif terpilih adalah konsep alternatif 2.

Tabel 9. Matriks penilaian alternatif desain alat bantu

Kriteria	Bobot	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Fungsionalitas	30.30%	4.5	1.36	4.75	1.44	3.75	1.14
Kemudahan Penggunaan	28.79%	3.5	1.01	4	1.15	4	1.15
Proses Pembuatan	15.15%	3	0.45	4.25	0.64	3.5	0.53
Harga	18.18%	3.25	0.59	3.25	0.59	2.75	0.50
Estetika	7.58%	1.75	0.13	3	0.23	2.75	0.21
		Total	3.55	Total	4.05	Total	3.53

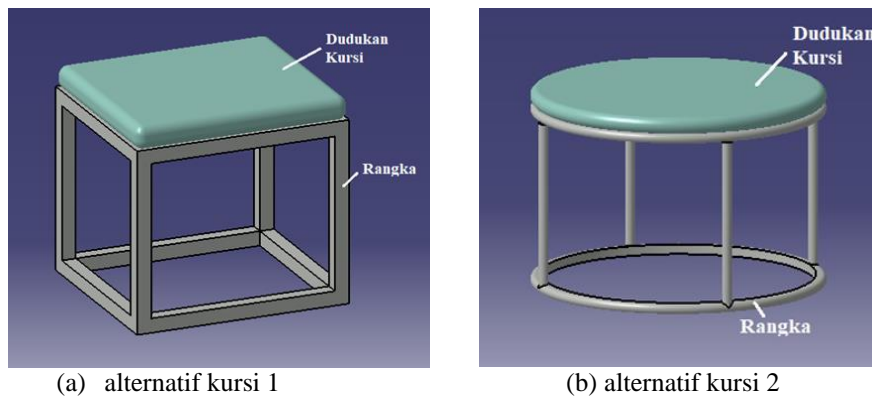
Demikian pula, dikembangkan konsep alternatif desain meja dan kursi berdasarkan HOQ yang sudah dibuat. Alternatif desain meja 1 terdiri dari 1 meja utama dengan 2 meja tambahan. Meja utama pada bagian tengah dibuat dengan ukuran yang tidak terlalu besar dengan alasan tidak memakan tempat, namun tetap dapat memberikan keleluasaan bagi penggunanya. Kegunaan dari meja utama adalah untuk menaruh alat pelubangan dan pengepresan. Mekanisme perluasan area kerja ini dilakukan dengan cara mengangkat dan mengaitkan meja tambahan pada komponen penyangga yang berada di bagian kiri dan kanan meja utama. Fungsi dari meja tambahan ini adalah untuk menaruh material kulit sebelum diproses pada satu sisi dan setelah selesai diproses pada sisi lainnya. Alternatif desain meja 2 memiliki rancangan yang berbeda hanya dalam hal mekanisme perluasan bidang kerja. Perluasan dilakukan dengan cara menarik keluar dua komponen meja tambahan yang terpasang pada rel di bawah laci penyimpanan. Mekanisme penarikan dilakukan ke arah luar sisi kiri dan kanan meja utama. Meja pada alternatif ketiga memiliki perbedaan yang cukup signifikan dibandingkan kedua alternatif lainnya. Meja ini hanya memiliki satu komponen meja tambahan pada sisi kiri dari meja utama. Meja utama dibuat lebih besar guna memberikan ruang untuk menempatkan 3 slot penyimpanan di sisi kanan bawah permukaan meja utama. Ketiga alternatif konsep desain meja dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Konsep desain alternatif meja kerja

Alternatif desain kursi 1 menggunakan rangka kursi dengan besi *hollow* berbentuk segi empat. Dudukan kursi menggunakan bantalan busa yang dilapisi dengan bahan kulit sintetis. Alternatif desain 2 menggunakan rangka kursi dengan besi *hollow* berbentuk silinder. Mengikuti bentuk dari rangkanya, permukaan bantalan duduk berbentuk melingkar dengan diameter yang dapat mengakomodasi lebar pinggul pekerja. Kedua alternatif desain kursi dapat dilihat pada gambar 9.

Kemudian dilakukan pemilihan alternatif meja dan kursi berdasarkan kriteria tertentu yang dapat dilihat pada tabel 10-11. Dari tabel 10 dapat dilihat bahwa konsep meja terpilih adalah alternatif meja 1, sedangkan pada tabel 11 dapat dilihat konsep kursi yang terpilih adalah alternatif kursi 1.



(a) alternatif kursi 1

(b) alternatif kursi 2

Gambar 9. Konsep desain alternatif kursi kerja**Tabel 10.** Matriks penilaian alternatif desain meja

Kriteria Seleksi	Persentase Bobot (%)	Konsep					
		1		2		3	
		Nilai Rata-rata	Nilai Bobot	Nilai Rata-rata	Nilai Bobot	Nilai Rata-rata	Nilai Bobot
Harga	21	3,75	0,79	4	0,84	4,25	0,89
Fungsionalitas	24	4,75	1,14	4,5	1,08	3	0,72
Estetika	13	4,5	0,59	4	0,52	2,5	0,33
Kenyamanan	24	4,5	1,08	4,25	1,02	4	0,96
Kemudahan Pembuatan	18	3,5	0,63	2,75	0,50	3,75	0,68
Total	100	-	4,22	-	3,96	-	3,57

Tabel 11. Matriks penilaian alternatif desain kursi

Kriteria Seleksi	Persentase Bobot (%)	Konsep			
		1		2	
		Nilai Rata-rata	Nilai Bobot	Nilai Rata-rata	Nilai Bobot
Harga	21	4	0,84	3,25	0,68
Fungsionalitas	24	5	1,20	5	1,20
Estetika	13	4	0,52	4,75	0,62
Kenyamanan	24	5	1,20	4	0,96
Kemudahan Pembuatan	18	5	0,90	3,25	0,59
Total	100	-	4,66	-	4,05

Setelah konsep desain dipilih, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan alat bantu, meja dan kursi kerja. Meja kerja berikut kursi dan alat bantu yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 10. Pada tahap selanjutnya dilakukan perbandingan waktu persiapan, waktu pengoperasian dan waktu pembersihan antara metode lama dan metode baru. Dari hal ini waktu persiapan berupa waktu persiapan yang perlu dilakukan sebelum dapat melakukan proses pelubangan. Waktu pengoperasian berupa waktu yang diperlukan untuk melakukan pelubangan sebanyak 5 kali. Hal ini dikarenakan jika hanya dilakukan 1 kali waktu tercatat akan menjadi terlalu cepat. Waktu pembersihan berupa waktu yang diperlukan untuk membersihkan mata pelubang dari sisa kulit sintetis.



(a) meja kerja dan alat bantu



(b) kursi kerja

Gambar 10. Stasiun kerja dan alat bantu yang sudah selesai dibuat

Untuk metode lama (dapat dilihat di gambar 11), pengambilan data waktu mencakup: waktu persiapan berupa waktu untuk memilih dan mengambil mata pelubang, meletakkan kulit di atas alas, dan mengambil palu.. Waktu pengoperasian berupa waktu untuk melakukan 5 kali pelubangan pada material secara berderet. Waktu pembersihan berupa waktu untuk membersihkan mata pelubang dari sisa material menggunakan mata obeng. Semua data waktu ini diambil sebanyak 30 kali. Setelah dilakukan validasi data berupa uji kenormalan, keseragaman dan kecukupan data, maka data diolah dan didapatkan waktu persiapan rata-rata =8,41 detik; waktu operasi rata-rata= 19,81 detik (untuk 5 lubang); waktu pembersihan rata-rata= 8,74 detik.

**Gambar 11.** Metode lama

Untuk metode baru, waktu persiapan berupa pengambilan alas dan balok kayu dari laci dan meletakkannya pada alat, kemudian mengambil mata pelubang dari laci dan memasangkan pada kepala bor dan meletakkan material di posisi yang tepat. Pada metode baru perlu dilakukan beberapa hal untuk persiapan, namun hanya perlu dilakukan sekali saja. Pemasangan mata pelubang dapat dilihat pada gambar 12.

**Gambar 12.** Pemasangan mata pelubang pada kepala bor

Waktu pengoperasian berupa melakukan pelubangan sebanyak 5 kali secara berderet. Waktu pembersihan berupa membersihkan mata pelubang dari sisa material, namun kayu balok dan alas perlu digeser terlebih dahulu untuk dibersihkan. Data masing-masing waktu diambil sebanyak 30 kali, kemudian divalidasi. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa waktu persiapan rata-rata =88,03 detik; waktu operasi rata-rata= 12,25 detik; waktu pembersihan rata-rata= 9,97 detik.

Dari hasil wawancara dengan para pekerja, diketahui bahwa dalam sehari industri rumahan ini dapat menyelesaikan 500 pasang bagian atas sandal wanita. Perhitungan waktu total

untuk proses pelubangan menggunakan asumsi: rata-rata setiap pasang dilakukan 10 kali pelubangan: 5 lubang untuk bagian kiri dan 5 lubang untuk bagian kanan, dan setelah proses melubangi 30 kali, mata pelubang perlu dibersihkan. Berdasarkan asumsi tersebut, maka proses pelubangan untuk 500 pasang bagian atas sandal wanita dengan metode lama dan metode baru membutuhkan waktu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu total metode lama} &= \text{waktu persiapan} + \text{waktu pelubangan} + \text{waktu pembersihan} \\ &= (8,41 + 1.000 \times 19,81 + \frac{5000}{30} \times 8,74) \text{ detik} = 21.275,08 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu total metode baru} &= \text{waktu persiapan} + \text{waktu pelubangan} + \text{waktu pembersihan} \\ &= (88,03 + 1.000 \times 12,25 + \frac{5000}{30} \times 9,97) \text{ detik} = 13.999,70 \text{ detik} \end{aligned}$$

Kemudian data waktu total tersebut diolah untuk mendapatkan tingkat produktivitas proses pelubangan, dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas (metode lama)} = \frac{3600 \text{ detik}}{1 \text{ jam}} : \frac{21275,08 \text{ detik}}{500 \text{ pasang}} = 84 \text{ pasang/jam}$$

$$\text{Produktivitas (metode baru)} = \frac{3600 \text{ detik}}{1 \text{ jam}} : \frac{13999,70 \text{ detik}}{500 \text{ pasang}} = 128 \text{ pasang/jam}$$

Peningkatan produktivitas dengan menggunakan stasiun kerja dan alat bantu menjadi =

$$\left(\frac{128-84}{84} \right) \times 100\% = 52,4\%.$$

Selanjutnya, dilakukan analisis postur kerja proses pelubangan menggunakan stasiun kerja dan alat bantu (metode baru) dengan metode RULA (dapat dilihat pada gambar 13 dan 14). Berdasarkan gambar 14, dapat dilihat skor akhir RULA pada postur kerjayang baru turun menjadi 3 dari skor RULA sebelum perbaikan yaitu 7 (gambar 3). Hal ini berarti, adanya stasiun kerja dan alat bantu dapat menurunkan risiko cedera muskuloskeletal pada pekerja, sehingga pekerja dapat bekerja lebih nyaman.



Gambar 13. Postur pekerja saat proses pelubangan dengan metode baru

RULA Employee Assessment Worksheet based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

3 Upper Arm Score

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2 Lower Arm Score

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1

1 Wrist Score

Step 4: Wrist Twist:
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

1 Wrist Twist Score

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

3 Posture Score A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held-10 minutes):
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1 Muscle Use Score

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0 Force/Load Score

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

4 Wrist & Arm Score

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist				
		1	2	3	4	
1	1	1	2	2	3	3
1	2	2	2	2	3	3
2	1	2	3	3	3	4
2	2	3	3	3	3	4
3	1	3	3	4	4	5
3	2	3	4	4	4	5
4	1	4	4	4	4	5
4	2	4	4	4	4	5
5	1	5	5	5	5	6
5	2	5	5	5	5	6
6	1	6	6	6	6	7
6	2	6	6	6	6	7

Table B: Trunk Posture Score

Neck Posture	1		2		3		4		5		6	
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	
1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	7	
2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	7	7	
3	3	3	4	4	5	5	6	7	7	7	7	
4	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	
5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	
6	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
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

Scoring: (final score from Table C)
1 or 2 = acceptable posture
3 or 4 = further investigation, change may be needed
5 or 6 = further investigation, change soon
7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

1 Neck Score

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

1 Trunk Score

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

1 Leg Score

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

1 Posture Score B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held-10 minutes),
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

1 Muscle Use Score

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

0 Force/Load Score

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

2 Neck, Trunk & Leg Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____ / _____ / _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA. © 2004 Nease Consulting, Inc. rbarber@ergosmart.com (816) 444-1667

Gambar 14. Skor RULA untuk postur kerja sesudah perbaikan (metode baru).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah:

1. Stasiun kerja pelubangan dan pengepresan yang telah dibuat terdiri dari meja dan kursi. Meja yang dibuat memiliki spesifikasi tinggi permukaan 75 cm, tinggi kaki meja 57 cm, lebar meja 50 cm, panjang meja minimal 85 cm dan maksimal 110 cm, sedangkan, kursi yang dibuat memiliki spesifikasi akhir tinggi kursi 40 cm, lebar kursi 45 cm dan panjang kursi 40 cm.
2. Alat bantu pelubangan dan pengepresan telah dibuat dengan spesifikasi akhir sebagai berikut: dimensi alat bantu: 28 cm x 40 cm x 50 cm. Alat tersebut dapat mengakomodasi mata pelubang dan press dengan ukuran diameter antara 2,5 mm hingga 13 mm.
3. Dengan adanya stasiun kerja dan alat bantu, produktivitas proses pelubangan meningkat dari 84 pasang/jam menjadi 128 pasang/jam atau meningkat sebesar 52,4%.
4. Pembuatan stasiun kerja pelubangan dan pengepresan menurunkan skor RULA dari 7 (metode lama) menjadi 3 (metode baru). Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan risiko cedera pada pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhavikatti, S.S. 2015. *Mechanics of structures*. New Delhi: Vikas Publishing House Pvt Ltd.
- Cohen, Lou. 1995. *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work of You*. New York: Wesley Publishing Company.
- Maritan, Davide. 2015. *Practical Manual of Quality Function Deployment*. Switzerland: Springer.
- McAtamney, Lynn dan E. Nigel Corlett. 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* volume 24, no.2:91-99.
- Polgar, K.C, T.G Gutowski, and G.W Wentworth. 1996. "Simplified Time Estimation Booklet for Basic Machining Operations." M.S. Thesis., MIT.
- Ulrich, Karl T. dan Steven D. Eppinger. 2012. *Product Design and development*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Wickens, Christopher D., John D. Lee, Yili Liu, Sallie E. Gordon Becker. 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering*. 2nd ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.