

PERANCANGAN ALAT BANTU UNTUK PROSES PEWARNAAN ROOSTER

Hadi Santosa L.¹⁾, Martinus Edy Sianto¹⁾, Evanda Fabyola²⁾

E-mail: hadi_s@mail.wima.ac.id, marvel@mail.wima.ac.id., feby_girl_libra@yahoo.co.id.

ABSTRAK

PT. Sumbertaman Keramik Industri merupakan perusahaan yang bergerak di industri keramik. Perusahaan ini terletak di Jalan Lumajang Km 5, Probolinggo. Dalam usahanya untuk dapat semakin berkembang, perusahaan ini berusaha untuk meningkatkan kenyamanan, dan kemudahan bagi pekerja. Selama ini, kondisi kerja yang ada kurang dapat memuaskan pekerja. Dari analisis yang dilakukan terhadap kuesioner nordic body map, dan data lain seperti data denyut jantung pekerja serta waktu proses yang digunakan, maka dapat ditemukan permasalahan-permasalahan dalam perusahaan sehingga dapat dirancang perbaikan untuk pekerja dengan harapan selama bekerja, pekerja merasa nyaman, dan hasil kerja menjadi lebih optimal. Rata-rata waktu proses sebelum perbaikan adalah 5,07 menit, setelah perbaikan rata-rata proses menjadi 4,006 menit.

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan alat bantu untuk proses pewarnaan ini juga untuk mengurangi bagian-bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan. Sebelum perbaikan bagian-bagian tubuh yang sakit antara lain: bahu kanan, siku kanan, tangan kanan, dan jari kanan dengan intensitas sering, dan selalu. Setelah dilakukan proses perbaikan bagian tubuh yang mengalami keluhan berkurang menjadi bahu kanan, tangan kanan, dan jari tangan kanan dengan intensitas kadang-kadang. Pekerja yang semula hanya mampu menyelesaikan 75 unit dalam 1 hari setelah dilakukan perbaikan pekerja mampu menyelesaikan 95 unit dalam 1 hari.

Kata kunci: alat bantu, pewarnaan, efisiensi, ergonomis, pekerja

PENDAHULUAN

PT. Sumbertaman Keramik Industri merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri keramik yang sebagian besar proses produksinya dijalankan oleh manusia. Proses produksi yang dijalankan oleh manusia akan lebih efektif, dan efisien apabila diberi alat bantu yang menunjang untuk proses produksi tersebut. Perancangan alat bantu pada proses produksi yang ergonomis bertujuan untuk meningkatkan jumlah produksi, dan mengurangi bagian-bagian tubuh pekerja yang mengalami keluhan ketika proses pewarnaan. Pada proses pembuatan keramik pekerja bekerja dengan cara berdiri, dan untuk memberi warna pada sisi keramik yang berbeda, pekerja harus memutar keramik dengan cara mengangkat keramik tersebut. Untuk memutar keramik, pekerja memegang tepi kanan, dan kiri keramik kemudian memutar keramik tersebut. Oleh karenanya sering terjadi keluhan yang dialami oleh para pekerja yaitu terlalu sering mengangkat untuk memutar keramik sehingga memakan waktu yang terlalu lama, dan tidak efisien. Selain itu, keluhan adanya bagian tubuh pekerja yang sakit seperti: tangan kanan, jari kanan, dan siku kanan juga merupakan salah satu alasan perlunya dibuat alat bantu untuk proses pewarnaan.

Penelitian ini dikhususkan pada departemen produksi bagian pewarnaan keramik. Pada bagian pewarnaan keramik

tersebut para karyawan bekerja dengan posisi berdiri, dan sering mengangkat keramik serta memutar keramik untuk meratakan warna keramik, sehingga terlihat tidak ergonomis, dan memakan waktu lama.

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai: sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam rangka membuat sistem kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE).

Ergonomi, dan Keselamatan, dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Keduanya mengarah kepada tujuan yang sama yakni peningkatan kualitas kehidupan kerja (*quality of working life*). Aspek kualitas kehidupan kerja merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi rasa kepercayaan, dan rasa kepemilikan pekerja kepada perusahaan, yang berujung kepada produktivitas, dan kualitas kerja^[1,2].

Definisi kelelahan

Kelelahan berkaitan erat dengan penjelasan-penjelasan sebagai berikut:

1. Mengutarakan bahwa kelelahan kerja masih merupakan misteri dunia kedokteran modern, penuh keaburan dalam sebab

¹⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

- musababnya serta pencegahannya pun belum terungkap secara jelas;
- Kelelahan menurunkan kapasitas kerja, dan ketahanan kerja yang ditandai oleh sensasi lelah, motivasi menurun, aktivitas menurun;
 - Keadaan yang ditandai oleh adanya perasaan kelelahan kerja, dan penurunan kesiagaan;
 - Keadaan pada saraf sentral sistemik akibat aktivitas yang berkepanjangan, dan secara fundamental dikontrol oleh sistem aktivasi, dan sistem inhibisi batang otak;
 - Merupakan fenomena kompleks yang disebabkan oleh faktor biologi pada proses kerja, dan dipengaruhi oleh faktor internal, dan eksternal;
 - Merupakan kriteria lengkap tidak hanya menyangkut kelelahan fisik, dan psikis tetapi lebih banyak kaitannya dengan adanya penurunan kinerja fisik, adanya perasaan lelah, penurunan motivasi, dan penurunan produktivitas kerja;
 - Adalah respon total terhadap stres psikososial yang dialami dalam satu periode waktu tertentu, dan cenderung menurunkan motivasi, dan prestasi kerja^[3].

Faktor-faktor Penyebab Kelelahan Kerja

Faktor-faktor penyebab kelelahan kerja adalah sebagai berikut:

- Penyebab medis: flu, anemia, gangguan tidur, *hypothyroidism*, hepatitis, *TBC*, dan penyakit kronis lainnya;
- Penyebab yang berkaitan dengan gaya hidup: kurang tidur, terlalu banyak tidur, alkohol, dan miras, diet yang buruk, kurangnya olahraga, gizi, daya tahan tubuh, dan *circadian rhythm*;
- Penyebab yang berkaitan dengan tempat kerja: kerja *shift*, pelatihan tempat kerja yang buruk, stres di tempat kerja, pengangguran, *workaholic*, suhu ruang kerja, penyinaran, kebisingan, monoton, pekerjaan, dan kebosanan, serta beban kerja;
- Faktor psikologis: depresi, kecemasan, dan stres, serta kesedihan;
- Faktor yang mempengaruhi lainnya seperti: intensitas, dan durasi kerja fisik, dan mental, iklim kerja, penerangan, kebisingan, tanggung jawab, kecemasan, konflik-konflik, penyakit keluhan sakit, dan nutrisi.

Gejala Kelelahan Kerja

Gejala kelelahan kerja adalah sebagai berikut:

- Menurunnya kesiagaan dan perhatian;

- Penurunan, dan hambatan persepsi;
- Cara berpikir, atau perbuatan anti sosial;
- Tidak cocok dengan lingkungan;
- Depresi, kurang tenaga, dan kehilangan inisiatif;
- Gejala umum: sakit kepala, vertigo, gangguan fungsi paru, dan jantung, kehilangan nafsu makan, gangguan pencernaan, kecemasan, perubahan tingkah laku, kegelisahan, dan kesukaran tidur.

Akibat Kelelahan Kerja

Akibat kelelahan kerja antara lain:

- Prestasi kerja yang menurun;
- Fungsi fisiologis motorik, dan neural yang menurun;
- Badan terasa tidak enak;
- Semangat kerja yang menurun^[4].

Pengukuran Tingkat Kelelahan

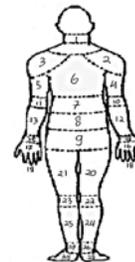
Denyut jantung kerja seorang tenaga kerja ditentukan oleh besarnya beban langsung pekerjaan, beban tambahan, dan kapasitas kerja. Pengaruh-pengaruh yang bersifat fisik, dan psikologi tercermin di dalam denyut jantung kerja. Denyut jantung kerja yang dimaksud sebaiknya denyut jantung rata-rata selama tenaga kerja bekerja, dan salah satu cara untuk menentukannya adalah dengan mengukur denyut jantung setiap menit. Denyut jantung menurut tingkat beban kerja disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Denyut Jantung Menurut Tingkat Beban Kerja

No	Beban Kerja	Denyut Jantung (per menit)
1	Sangat ringan	<75
2	Ringan	75-100
3	Agak berat	100-125
4	Berat	125-150
5	Sangat berat	150-175
6	Luar biasa berat	>175

Body Map

Salah satu dari metode pengukuran subyektif adalah pengukuran rasa sakit pada otot pekerja.



Gambar 1. Nordic Body Map

Untuk mengetahui letak rasa sakit, atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja digunakan *body map* guna mengevaluasi bagian-bagian tubuh yang sakit. Pembagian bagian-bagian tubuh yang sakit dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja yang baik memberikan hasil yang paling efektif, dan efisien apabila waktu penyelesaiannya paling singkat. Tujuan dari pengukuran kerja adalah untuk mendapatkan waktu baku, atau waktu standar (beban kerja) yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan.

Langkah-langkah Persiapan Pengukuran Waktu Kerja

Langkah-langkah persiapan pengukuran waktu kerja adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan tujuan pengukuran;
2. Melakukan penelitian pendahuluan;
3. Memilih operator;
4. Melatih operator;
5. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan;
6. Menyiapkan alat-alat pengukuran.

Setelah dilakukan langkah-langkah persiapan tersebut barulah dilaksanakan pengukuran waktu kerja. Adapun langkah-langkah yang dikerjakan selama pengukuran waktu kerja berlangsung adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran pendahuluan;
2. Uji keseragaman data;
3. Analisis keseragaman data;
4. Pengujian kecukupan data.

Faktor Penyesuaian (*Rating Performance*)

Adapun besarnya faktor penyesuaian adalah sebagai berikut:

1. $R_f < 1$, atau $R_f < 100\%$. Nilai ini diberikan kepada seorang operator yang bekerja terlalu lambat, atau bekerja di bawah kewajaran;
2. $R_f = 1$, atau $R_f = 100\%$. Nilai ini diberikan kepada seorang operator yang bekerja secara wajar, atau normal;
3. $R_f > 1$ atau $R_f > 100\%$. Nilai ini diberikan kepada seorang operator yang bekerja terlalu cepat, atau bekerja di atas kewajaran.

Beberapa metode penyesuaian yang sering digunakan di dalam aktivitas pengukuran kerja adalah sebagai berikut:

1. Metode *Skill and Effort Rating*;
2. Metode *Westinghouse System's Rating*;

3. Metode *Synthetic Rating*;
4. Metode *Speed Rating*.

Dari keempat metode tersebut, *Westinghouse System's Rating* dipilih untuk menentukan kewajaran dari seorang operator. Metode ini dipilih karena dalam melakukan penyesuaian ada empat faktor yang diperlakukan yang akan mempengaruhi *performance* kerja manusia, yaitu sebagai berikut^[3]:

1. Kecakapan (*Skill*);
2. Usaha (*Effort*);
3. Kondisi kerja (*Working Condition*);
4. Keajegan (*Consistency*).

Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Waktu longgar (*allowance*) pada dasarnya dapat diklasifikasikan menjadi sebagai berikut:

1. Kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*);
2. Kelonggaran waktu untuk melepas kelelahan (*fatigue allowance*);
3. Kelonggaran waktu karena keterlambatan (*delay allowance*).

Perhitungan Waktu Standar

Perhitungan waktu kerja meliputi:

1. Waktu pengamatan rata-rata untuk setiap elemen kerja yang dihitung dengan persamaan:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

2. Waktu normal (W_n) yang dihitung dengan persamaan:

$$W_n = (\bar{x}) (R_f) \quad (2)$$

dengan R_f adalah faktor penyesuaian yang digunakan untuk menormalkan waktu pengamatan yang diperoleh, jika pekerja dinilai bekerja secara tidak wajar (terlalu cepat, atau terlalu lambat).

3. Waktu standar (W_s) yang dihitung dengan persamaan:

$$W_s = (W_n) \left(\frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \right) \quad (3)$$

dengan *allowance* merupakan faktor kelonggaran yang dinyatakan dalam (%) dari waktu normal, dan diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya di samping waktu normal.

Pengukuran Konsumsi Energi

Metode pengukuran detak jantung telah diusulkan oleh beberapa peneliti Jerman. Rata-rata detak jantung pekerja dibandingkan dengan detak jantung sebelum bekerja. Rata-rata

kenaikan detak jantung per kenaikan energi yang dibutuhkan untuk bekerja adalah sebagai berikut^[2]:

1. 10 bit/menit = 1000 kalori/menit;
2. 1 kalori = 4,1868 Joule^[2]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

1. Melakukan Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk melandasi cara berpikir, dan menentukan metode-metode yang tepat dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada. Studi kepustakaan ini dimulai sejak awal penelitian, dan akan terus berjalan selama penelitian ini berlangsung untuk mendukung tercapainya kesimpulan akhir yang diinginkan. Masukan-masukan dari studi kepustakaan ini juga akan digunakan untuk menjawab permasalahan yang ada. Pada langkah ini dilakukan studi pustaka dengan mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan pokok bahasan untuk memecahkan masalah yang terjadi, seperti teori ergonomi, mekanika teknik, teori perencanaan, dan pengembangan produk.

2. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan bersifat data primer karena semua data yang dibutuhkan diperoleh melalui pengamatan langsung. Data yang dikumpulkan sebelum perbaikan meliputi: data keluhan pekerja, data denyut jantung pekerja, dan data kebutuhan pekerja mengenai alat bantu kerja yang baru. Berdasarkan data yang telah diperoleh melalui pengumpulan data yang dilaksanakan sebelumnya, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan berpedoman pada landasan teori, dan konsep yang dipakai dalam penelitian ini.

3. Melakukan Perancangan Alat Bantu Kerja

Dengan data-data yang telah diperoleh, dan landasan teori yang digunakan, maka langkah selanjutnya adalah membuat rancangan alat bantu proses pewarnaan yang ergonomis, sehingga sesuai dengan kepuasan penggunaannya. Langkah-langkah perancangan ini adalah:

- a. Identifikasi kebutuhan pekerja;
- b. Penentuan spesifikasi produk;
- c. Penyusunan konsep produk;
- d. Penyeleksian konsep;
- e. Penyaringan konsep;
- f. Penilaian konsep.

4. Tahap Pembuatan Alat Bantu (Prototipe)

Setelah menentukan dimensi, perhitungan yang diperlukan, dan mendesain alat bantu kerja yang baru, maka pada tahap ini dilakukan pembuatan alat bantu kerja berupa prototipe. Penulis hanya membuat alat bantu berupa miniatur karena penulis terhambat ongkos biaya yang mahal jika membuat alat yang sesungguhnya.

5. Pengujian Konsep

Langkah ini dilakukan dengan melihat respon pekerja terhadap konsep yang terpilih. Konsep yang terpilih akan dikomunikasikan dalam bentuk prototipe. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah konsep yang dipilih pada langkah sebelumnya layak, atau tidak untuk dilanjutkan ke perancangan.

6. Analisis Hasil Implementasi

Pada tahap ini dapat dievaluasi apakah hasil rancangan alat bantu kerja yang baru sudah memenuhi kebutuhan pekerja, atau masih perlu dilakukan perbaikan-perbaikan agar hasil yang dicapai lebih baik. Selain itu juga dianalisis besar energi yang dikeluarkan pekerja bagian pewarnaan, jika menggunakan alat bantu yang telah dirancang, dan dibandingkan dengan besar energi yang dikeluarkan pekerja sebelum menggunakan alat bantu. Setelah itu dianalisis berapa besar penghematan yang diterima perusahaan jika menggunakan alat bantu yang telah dirancang.

7. Kesimpulan

Langkah terakhir adalah menarik kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Painting dan Decal

Painting dan *decal* merupakan proses pewarnaan produk agar produk terlihat lebih cantik. Pada bagian-bagian tertentu yang tidak ingin terkena glasir, maka dilakukan pemolesan dengan malam yang telah dicairkan.

Ada 3 jenis *painting* yaitu:

- a. Pelukisan secara manual.
Pelukisan ini dikerjakan oleh tangan manusia. Perusahaan memiliki beberapa pelukis handal untuk mengerjakannya.
- b. Pemahatan secara manual.
Pemahatan juga dikerjakan oleh tangan manusia. Awalnya produk dicelup ke dalam glasir. Setelah warna merata, barulah

dilakukan pemahatan dengan menggunakan alat pahat.

c. Penyemprotan.

Dilakukan dengan *spray gun*. Pewarnaan ini dilakukan khusus untuk pewarnaan sembur. Foto pekerja bagian pewarnaan ketika memberi warna pada produk disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pekerja Bagian Pewarnaan Ketika Memberi Warna pada Produk

Berdasarkan pengamatan terhadap aktivitas pekerja, dan wawancara langsung kepada bagian pewarnaan, dan pemahatan keramik didapatkan bahwa masalah yang terjadi adalah tidak adanya fasilitas yang baik untuk proses pemberian warna, dan motif sehingga pekerja sering membolak-balik keramik. Seringnya keramik dipegang, dan dibolak-balik memakan waktu lebih lama, dan membuat resiko produk cacat menjadi tinggi.

Penyusunan Pertanyaan Wawancara

Wawancara dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui masalah yang ada di PT. Sumbertaman Keramik Industri. Pertanyaan yang diajukan kepada pekerja bagian pewarnaan ini dibuat untuk mengetahui kepuasan pekerja terhadap fasilitas yang ada saat ini, dan kebutuhan pekerja untuk meningkatkan kenyamanan dalam bekerja.

Jumlah pekerja yang diwawancarai ada 15 orang. Berikut ini daftar pertanyaan yang diajukan kepada para pekerja:

1. Apakah Anda sudah puas dengan alat bantu kerja yang sekarang?
2. Apa yang menyebabkan Anda kurang puas?
3. Kesulitan apa yang Anda rasakan saat melakukan pewarnaan, atau pemahatan?
4. Apa ada bagian tubuh yang terasa sakit saat bekerja, atau sesudah bekerja?
5. Apakah perlu dibuat alat bantu yang memudahkan pekerjaan Anda?

Data Kebutuhan Pekerja Mengenai Rancangan Alat Bantu Kerja yang Baru

Data kebutuhan pekerja ini digunakan untuk merancang alat bantu kerja yang baru, sehingga rancangan ini dapat sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pekerja. Rancangan alat bantu kerja yang baru ini menggunakan perancangan, dan pengembangan produk

sebagai acuannya. Data diambil dengan cara wawancara langsung. Wawancara dilakukan kepada 15 orang pekerja bagian pewarnaan keramik. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui faktor apa saja yang perlu diperhatikan dalam merancang alat bantu yang digunakan oleh pekerja. Hasil wawancara mengenai desain alat bantu yang dibutuhkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Wawancara Mengenai Desain Alat Bantu yang Dibutuhkan

Pertanyaan	Jawaban	Frekuensi	Persentase
Faktor apa saja yang perlu diperhatikan dalam mendesain alat bantu kerja	Kekuatan	11	70%
	Mempemudah pekerjaan	14	90%
	Mudah digunakan	14	90%
	Tahan lama	11	70%

Bagian Tubuh Pekerja yang Mengalami Keluhan

Cara untuk mendapatkan keluhan bagian tubuh pekerja yang sakit adalah dengan membagikan kuesioner *Nordic Body Map*. Kuesioner yang disebarikan kepada 15 orang pekerja bagian pewarnaan keramik ini bertujuan untuk mendapatkan data tingkat rasa sakit, dan keluhan yang dialami oleh para pekerja. Dari *nordic body map* di atas dapat diketahui bahwa bagian tubuh yang paling sering merasakan sakit adalah: bahu kanan, siku kanan, tangan kanan, dan jari tangan kanan.

Denyut Jantung Pekerja

Untuk mengetahui lebih jelas mengenai tingkat kelelahan pekerja, maka dilakukan pengukuran denyut jantung. Pengukuran denyut jantung merupakan suatu cara untuk mengetahui tingkat kelelahan operator yang bersifat obyektif dibandingkan kuesioner yang lebih bersifat subyektif. Denyut jantung merupakan indikator untuk mengukur tingkat kelelahan yang signifikan.

Dengan adanya pengukuran denyut jantung, maka dapat diketahui apakah ada penurunan tingkat kelelahan setelah menggunakan alat bantu. Bila denyut jantung pada kondisi awal lebih tinggi dibandingkan denyut jantung pada kondisi setelah menggunakan alat bantu, maka kemungkinan dapat disimpulkan bahwa kondisi setelah menggunakan alat bantu lebih baik dibandingkan dengan kondisi awal.

Perhitungan Waktu Proses Pewarnaan

Waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk proses pewarnaan, dan pemahatan diwakili oleh 1 pekerja bagian pewarnaan. Data waktu pekerja bagian pewarnaan disajikan pada Tabel 3. Dalam 1 hari, 1 pekerja bagian

pewarnaan dapat menyelesaikan 75 unit keramik dengan waktu rata-rata 5,07 menit.

Tabel 3. Data Waktu Pekerja Bagian Pewarnaan

No.	Waktu, menit	No.	Waktu, menit	No.	Waktu, menit
1.	5,09	26.	5,06	51.	5,06
2.	5,08	27.	5,04	52.	5,12
3.	5,12	28.	5,04	53.	5,08
4.	5,02	29.	5,02	54.	5,06
5.	5,02	30.	5,12	55.	5,07
6.	5,10	31.	5,06	56.	5,08
7.	5,03	32.	5,09	57.	5,04
8.	5,11	33.	5,09	58.	5,10
9.	5,04	34.	5,04	59.	5,12
10.	5,03	35.	5,04	60.	5,07
11.	5,11	36.	5,10	61.	5,12
12.	5,12	37.	5,09	62.	5,09
13.	5,08	38.	5,07	63.	5,08
14.	5,05	39.	5,11	64.	5,08
15.	5,07	40.	5,08	65.	5,10
16.	5,08	41.	5,03	66.	5,11
17.	5,06	42.	5,03	67.	5,12
18.	5,03	43.	5,05	68.	5,04
19.	5,06	44.	5,10	69.	5,11
20.	5,12	45.	5,10	70.	5,02
21.	5,08	46.	5,11	71.	5,04
22.	5,04	47.	5,02	72.	5,11
23.	5,06	48.	5,07	73.	5,07
24.	5,09	49.	5,08	74.	5,02
25.	5,04	50.	5,11	75.	5,05

Penetapan Faktor Penyesuaian (Performance Rating) Pekerja

Metode yang digunakan untuk menentukan *performance rating* dari kinerja pekerja sebelum perbaikan adalah *metode Westinghouse System Rating*. *Performance rating* ini digunakan untuk menormalkan waktu kerja dari para pekerja. Faktor penyesuaian untuk proses pewarnaan keramik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor Penyesuaian Untuk Proses Pewarnaan Keramik

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Kecakapan	<i>Fair Skill</i>	C2	+0,03
Usaha	<i>Excellent Effort</i>	C2	+0,02
Kondisi kerja	<i>Average Condition</i>	D	0,00
Konsistensi	<i>Average Condition</i>	D	0,00

Dari Tabel 3, total faktor penyesuaian proses pewarnaan, dan pemahatan keramik adalah 0,05. Berdasarkan faktor penyesuaian di atas maka dapat dihitung *performance rating* sebagai berikut :

$$Performance\ Rating = 1 + 0,05 = 1,05 \quad (4)$$

Perhitungan Waktu Kerja Normal

Waktu kerja normal untuk proses pewarnaan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_n = \bar{x} \cdot R_f \quad (2)$$

$$W_n = 5,07 \times 1,05 = 5,3235 \text{ menit}$$

Perhitungan Waktu Kerja Standar

Dalam melakukan perhitungan waktu kerja standar, atau waktu kerja baku, terlebih dahulu perlu diketahui persentase *allowance*, atau faktor kelonggaran pada proses kerja yang didapat dari tabel persentase kelonggaran sebagaimana disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Besar Allowance Pekerja Bagian Pewarnaan

Faktor	Pekerjaan	Pria	Wanita	
<i>Personal Allowance</i>		2%	2%	
<i>Fatigue Allowance</i>	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	6%	6%
	Sikap kerja	Berdiri dengan 2 kaki	0%	0%
	Gerakan kerja	Normal	0%	0%
	Kelelahan mata	Pandangan hampir terus - menerus	6%	6%
	Keadaan temperatur tempat kerja	Normal	1%	1%
	Keadaan atmosfer	Rendah	1%	1%
	Keadaan lingkungan	Bersih dengan kebisingan rendah	0%	0%
<i>Delay Allowance</i>	Kebutuhan pribadi	Cukup	2%	2%
	Hal - hal tak terduga		2%	2%
Total Allowance		20%	20%	

Waktu kerja standar dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_s = (W_n) \left(\frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \right) \quad (3)$$

Dari Tabel 5 didapat bahwa *total allowance* adalah 20%, sehingga jika data ini disubstitusikan ke dalam persamaan (3) didapat:

$$W_s = (5,3235)(1,25) = 6,654 \text{ menit}$$

Jadi waktu kerja standar yang dibutuhkan oleh pekerja untuk proses sebelum menggunakan alat bantu adalah 6,654 menit.

Perancangan dan Analisis Alat Bantu Kerja yang Baru

Setelah dilakukan pengamatan di PT. Sumbertaman Keramik Industri serta didukung dengan hasil penyebaran kuesioner *nordic body map* diketahui bahwa semua pekerja bagian pewarnaan mengalami kelelahan, dan sakit di bagian tubuh tertentu pada saat proses pewarnaan keramik. Hal ini dikarenakan pekerja melakukan aktivitas tersebut tidak didukung dengan alat bantu yang ergonomis. Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan adanya alat bantu kerja berupa meja untuk para pekerja proses pewarnaan, dan pemahatan pada keramik guna mengurangi

kelelahan, dan meningkatkan keselamatan kerja.

Spesifikasi Produk dengan Matriks Kebutuhan Metrik (*need-metrics matrix*)

Matriks ini digunakan untuk membantu pekerja proses pewarnaan terhadap metrik dalam menentukan kebutuhan tentang alat bantu kerja yang ergonomis sesuai dengan kebutuhan. Matriks kebutuhan metrik alat bantu yang diinginkan pekerja disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Kebutuhan Metrik Alat Bantu yang Diinginkan Oleh Pekerja

Metrik	Needs								
	Tidak makan tempat banyak	Ketebalan bahan yang digunakan	Kesimbangan	Kemampuan menahan beban	Ukuran alat sesuai dengan dimensi tubuh pekerja	Tidak memakai listrik	Lama pemakaian	Ketahanan dapat diatur	Mudah untuk dipindahkan
Kekuatan		•	•	•					
Mempermudah pekerjaan					•	•			•
Tahan Lama								•	
Mudah untuk digunakan					•	•			•

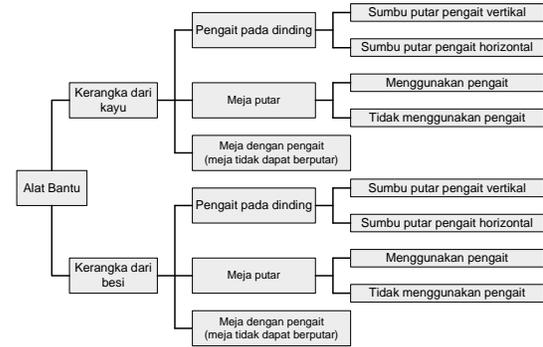
Berikut penjelasan tentang matriks kebutuhan metrik untuk alat bantu kerja yang ergonomis:

1. Untuk metrik kekuatan faktor yang diperhatikan adalah tebal material tersebut. Selain ketebalan material, hal yang perlu diperhatikan adalah kemampuan alat bantu tersebut untuk menahan beban yang dalam hal ini beban yang dimaksud adalah keramik;
2. Metrik mempermudah pekerjaan dengan memperhatikan hal-hal antara lain adalah material yang digunakan, dan tidak menyulitkan pekerja sebagai pengguna alat bantu tersebut. Seperti contohnya: ukuran alat bantu, tanpa memakai listrik, dapat dipindah dengan mudah, dan tidak terlalu memakan tempat. Kayu dipilih sebagai metrik karena kayu lebih ringan daripada besi, sehingga dapat dipindah dengan mudah;
3. Lama pemakaian, dan material merupakan faktor yang diperlukan untuk metrik tahan lama. Material yang dipilih adalah besi karena daya tahan pakai besi lebih lama jika dibandingkan dengan kayu;
4. Metrik mudah digunakan dengan memperhatikan hal-hal antara lain adalah dimensi dari alat bantu dalam arti alat bantu harus menyesuaikan dengan pekerja, jadi

bukan pekerja yang menyesuaikan diri dengan alat bantu tersebut.

Penyusunan Konsep

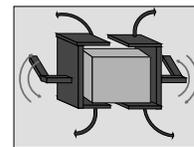
Pada tahap ini digali beberapa konsep produk yang dapat memenuhi kebutuhan pekerja. Alternatif-alternatif konsep produk dapat dikembangkan melalui *concept classification tree*. Adapun *concept classification tree* untuk alat bantu kerja yang ergonomis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Concept Classification Tree* Untuk Alat Bantu

Penggait Pada Dinding Dengan Sumbu Putar Penggait Secara Vertikal

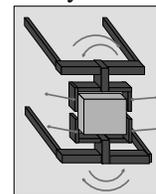
Alternatif pertama adalah penggait pada dinding dengan sumbu putar vertikal, sehingga pekerja tidak menggunakan meja untuk alas. Kelebihan dari alternatif yang pertama adalah tidak banyak memakan tempat, tetapi kekurangan dari alternatif pertama adalah resiko keramik jatuh lebih besar karena keramik tergantung pada penggait di dinding. Penggait pada dinding dengan sumbu putar penggait secara vertikal disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penggait Pada dinding Dengan Sumbu Putar Penggait Secara Vertikal

Penggait pada Dinding Dengan Sumbu Putar Penggait Secara Horizontal

Alternatif kedua sama dengan alternatif pertama. Perbedaannya adalah alternatif kedua

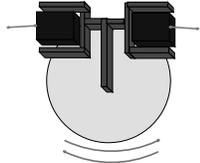


Gambar 5. Penggait Pada Dinding Dengan Sumbu Putar Penggait Secara Horizontal

diputar secara horizontal. Pengait pada dinding dengan sumbu putar pengait secara horizontal disajikan pada Gambar 5.

Meja Putar Menggunakan Pengait

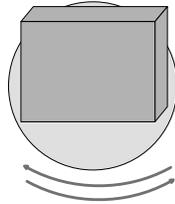
Alternatif ketiga berupa meja putar berbentuk lingkaran dengan diameter 50 cm yang diberi pengait pada meja. Pengait tidak dapat diputar, jadi untuk memutar keramik pekerja dapat memutar meja. Kelebihan dari konsep ini apabila dibandingkan dengan konsep pertama resiko keramik jatuh lebih kecil karena letak keramik tidak tergantung. Meja putar menggunakan pengait disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Meja Putar Menggunakan Pengait

Meja Putar Tanpa Pengait

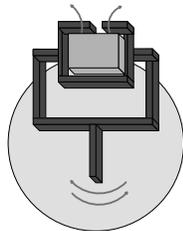
Alternatif keempat berupa meja berdiameter 20 cm yang dapat diputar. Meja tidak diberi pengait sehingga untuk memutar keramik pekerja hanya perlu memutar meja saja. Tinggi meja dapat diatur menggunakan ulir. Meja putar tanpa pengait disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Meja Putar Tanpa Pengait

Meja Dengan Pengait yang Dapat Diputar

Alternatif kelima berupa meja berdiameter 50 cm dengan pengait yang dapat diputar. Jadi untuk memutar keramik pekerja tidak dapat memutar meja tetapi dapat memutar pengait. Meja dengan pengait yang dapat diputar disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Meja Dengan Pengait (Meja Tidak Dapat Diputar)

Penyeleksian Konsep

Setelah dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan pekerja, dan merespon konsep produk umum sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh pekerja, maka dapat ditentukan keunggulan, dan kelemahan yang terdapat pada konsep-konsep yang sudah ada untuk selanjutnya dipilih.

Penyeleksian konsep adalah proses mengevaluasi terhadap kebutuhan pekerja dengan membandingkan keunggulan, dan kelemahan relatif masing-masing konsep, dan menyeleksi satu atau lebih konsep tersebut untuk perkembangan lebih lanjut.

Penyusunan dan Pemilihan Konsep

Pada tahap ini digali beberapa konsep produk yang dapat memenuhi kebutuhan pekerja. Konsep-konsep tersebut dapat dilihat pada penjelasan di bawah.

1. Konsep A.

Konsep A adalah pengait pada dinding dengan sumbu putar vertikal, sehingga pekerja tidak menggunakan meja untuk alas.

2. Konsep B.

Pada dasarnya konsep B sama dengan konsep A, tetapi pengait diputar secara horizontal.

3. Konsep C.

Alat bantu pada konsep C merupakan sebuah meja putar berdiameter 50 cm yang diberi pengait pada meja. Pengait tidak dapat diputar, jadi untuk memutar keramik pekerja dapat memutar meja.

4. Konsep D.

Alat bantu untuk konsep D merupakan sebuah meja putar berbentuk lingkaran. Meja tidak diberi pengait, sehingga untuk memutar keramik pekerja hanya perlu memutar meja.

5. Konsep E.

Alternatif kelima berupa meja berdiameter 50 cm dengan pengait yang dapat diputar. Jadi untuk memutar keramik pekerja tidak dapat memutar meja, tetapi dapat memutar pengait.

Dari konsep-konsep yang telah dikumpulkan di atas, maka dilakukan langkah selanjutnya yaitu pemilihan konsep. Pemilihan konsep ini bertujuan untuk mengurangi jumlah konsep dengan cepat, dan menghasilkan satu alternatif konsep yang terpilih.

Kriteria dalam penyaringan konsep adalah sebagai berikut. Konsep A dipakai sebagai acuan, karena konsep A merupakan alat

bantu yang biasanya dipakai selama ini. Konsep-konsep lain dinilai dengan ketentuan:

- Nilai "+": Lebih baik dari konsep produk acuan;
- Nilai "0": Sama dengan konsep produk acuan;
- Nilai "-": Lebih buruk dari konsep produk acuan.

Penilaian konsep alat bantu untuk masing-masing kriteria seleksi disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Penilaian Konsep Alat Bantu

Kriteria Seleksi	Referensi	Konsep A	Konsep B	Konsep C	Konsep D	Konsep E
Kekuatan	0	0	0	0	0	0
Mempermudah pekerjaan	0	+	+	+	+	+
Tahan lama	0	0	0	0	0	0
Mudah digunakan	0	-	-	+	+	-
Efisiensi	0	-	-	+	+	-
Resiko pemakaian	0	-	-	+	+	+
Kemudahan pembuatan	0	-	-	-	+	-
Mudah dipindah/dibawa	0	-	-	+	+	+
Sum + ^s	0	1	1	5	6	3
Sum 0 ^s	8	2	2	2	2	2
Sum - ^s	0	5	5	1	0	3
Nilai akhir	0	-4	-4	4	6	0
Ranking	4	5	6	2	1	3
Lanjutkan?	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Tidak

Penjelasan penilaian terhadap Tabel 7 di atas adalah sebagai berikut:

1. Konsep A mempunyai nilai + sebanyak 1, dan mempunyai nilai – sebanyak 5, konsep A menempati peringkat ke 5 dalam penilaian konsep tersebut dengan *net score* sebanyak -4;
2. Konsep B mempunyai mempunyai nilai + sebanyak 1, dan mempunyai nilai – sebanyak 5, konsep A menempati peringkat ke 6 dalam penilaian konsep tersebut dengan *net score* sebanyak -4;
3. Konsep C mempunyai nilai + sebanyak 5, dan mempunyai nilai – sebanyak 1, konsep C menempati peringkat ke dua dalam penilaian konsep tersebut dengan *net score* sebanyak 4;
4. Konsep D mempunyai nilai + paling banyak yaitu sebanyak 6, maka konsep D adalah konsep yang terpilih untuk dikembangkan menjadi alat bantu proses pewarnaan rooster;
5. Konsep E mempunyai nilai + sebanyak 3, dan mempunyai nilai – sebanyak 3, konsep E menempati peringkat ke 3 dalam penilaian konsep tersebut dengan *net score* sebanyak 0.

Penilaian Konsep

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian (resolusi) dapat dibedakan lebih baik di antara konsep yang bersaing. Dari penilaian konsep inilah yang nantinya akan ditentukan konsep

mana yang akan dilanjutkan, atau yang akan dikembangkan, yaitu dari konsep yang memiliki skor (nilai) yang tertinggi.

Dari penyaringan konsep yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh konsep yang layak untuk dilanjutkan, dan diberi penilaian adalah konsep B, dan konsep D.

Tabel 8. Hasil Kuesioner Untuk Menentukan Ranking pada Kriteria Alat Bantu yang Dibutuhkan oleh Pekerja

No.	Kriteria	Ranking				
		1	2	3	4	5
1.	Kekuatan	10	3	2	0	0
2.	Mempermudah pekerjaan	13	2	0	0	0
3.	Tahan lama	9	5	1	0	0
4.	Mudah digunakan	5	10	0	0	0

Untuk menentukan bobot, maka digunakan metode skor berbobot. Adapun prosedur dari metode skor berbobot ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai 5 diberikan bila kriteria memperoleh ranking 1. Nilai 4 diberikan bila kriteria memperoleh ranking 2. Demikian seterusnya sampai kriteria yang memperoleh ranking 5 diberi nilai 1;
2. Skor diperoleh dari perkalian antara nilai tertentu yang diperoleh kriteria tersebut dengan jumlah responden yang memilih kriteria tersebut;
3. Setelah skor diperoleh lalu jumlahkan semua skor pada masing-masing kriteria. Kriteria yang memiliki total skor tertinggi akan memperoleh ranking 1. Kriteria yang memiliki total skor tertinggi kedua akan memperoleh ranking 2. Demikian seterusnya sampai kriteria yang memiliki total skor terendah akan memperoleh ranking 5;

Perhitungan untuk menentukan ranking disajikan pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Perhitungan Untuk Menentukan Ranking

Ranking	Nilai	A		B		C		D	
		Responden	Score	Responden	Score	Responden	Score	Responden	Score
1	5	10	50	13	65	9	45	5	25
2	4	4	16	2	8	5	20	10	40
3	3	1	3	0	0	1	3	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		15	69	15	73	15	68	15	65
Ranking		2		1		3		4	

Keterangan: Kriteria A: Kekuatan, Kriteria B: Mempermudah Pekerjaan., Kriteria C: Tahan Lama, Kriteria D: Mudah Digunakan.

Perhitungan untuk mencari bobot adalah sebagai berikut:

- Bobot pada ranking 1
 $= [73 / (69 + 73 + 68 + 65)] \times 100\% = 26,6\%$
 Ranking 1 diberi bobot 26,6%.
- Bobot pada ranking 2
 $= [69 / (69 + 73 + 68 + 65)] \times 100\% = 25,1\%$
 Ranking 2 diberi bobot 25,1%.
- Bobot pada ranking 3
 $= [68 / (69 + 73 + 68 + 65)] \times 100\% = 24,7\%$
 Ranking 3 diberi bobot 24,7%.
- Bobot pada ranking 4
 $= [65 / (69 + 73 + 68 + 65)] \times 100\% = 23,6\%$
 Ranking 4 diberi bobot 23,6%.

Berdasarkan hasil pengolahan bobot dari setiap ranking di atas diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Kriteria mempermudah pekerjaan memperoleh ranking, 1 dan kriteria ini diberi bobot 0,266;
2. Kriteria kekuatan memperoleh ranking 2, dan kriteria ini diberi bobot 0,251;
3. Kriteria tahan lama memperoleh ranking 3, dan kriteria ini diberi bobot 0,247;
4. Kriteria mudah digunakan memperoleh ranking 4, dan kriteria ini diberi bobot 0,236.

Setelah ditentukan bobot yang digunakan, maka langkah selanjutnya adalah membuat matriks seleksi untuk penilaian konsep sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Penilaian Konsep Untuk Alat Bantu

Kriteria	Bobot	Concept			
		C		D	
		Rating	Score	Rating	Score
Kekuatan	0.251	4	1.004	4	1.004
Mempermudah Pekerjaan	0.266	4	1.064	4	1.064
Tahan Lama	0.247	4	0.988	4	0.988
Mudah Digunakan	0.236	3	0.708	4	0.944
Total score			3.764		4
Rank			2		1
Continue			No		Yes

Penentuan Ukuran Alat Bantu

Dalam merancang meja putar untuk proses pewarnaan keramik, maka dilakukan perhitungan untuk menyesuaikan meja putar dengan produk, dan ukuran tubuh pekerja.

Tabel 11. Ukuran Alat Bantu

No.	Bagian	Dimensi
1.	Plat besi bagian atas	Diameter besi = 16,5 cm Tebal plat besi = 0,5 cm
2.	Pengunci as drat	Panjang = 9,5 cm Lebar pegangan = 4 cm
3.	Ulir	Panjang ulir = 20 cm Diameter = 3 cm
4.	Pipa bagian bawah	Diameter = 8 inchi Tinggi = 15 cm

Mekanisme Penggunaan Alat Bantu

Pertama-tama *rooster* diletakkan di tengah-tengah plat besi. Untuk memutar keramik tersebut, pekerja dapat memutar plat besi yang digunakan sebagai alas dari keramik tersebut. Sementara untuk mengatur ketinggian dari meja tersebut, pekerja dapat melepas pengunci ulir yang ada pada bagian bawah ulir kemudian memutar ulir secara manual. Pekerja bekerja pada sebuah bilik dengan lebar 40 cm. Pada bagian bawah bilik terdapat beton yang digunakan sebagai meja dengan tinggi 85 cm. Nantinya meja putar diletakkan pada beton tersebut. Kaki meja putar setinggi 15 cm, sehingga tinggi dari tanah sampai kaki meja sebesar 100 cm. Ketinggian meja putar dapat diatur dengan memutar ulir pada bagian bawah plat besi dengan membuka pengunci ulir. Setelah ketinggian sudah dirasa cukup bagi pekerja, maka pekerja harus mengencangkan pengunci ulir pada bagian bawah supaya ulir tersebut tidak kendur.

Pengujian Konsep

Pengujian konsep adalah tahap di mana respon dari pekerja sangat dibutuhkan dalam penetapan mengenai uraian, dan gambaran konsep produk. Tahap ini berfungsi untuk menguji apakah konsep yang telah dipilih pada langkah sebelumnya layak, atau tidak untuk dilanjutkan. Dalam pengujian konsep ini ada 6 langkah yang harus dilakukan yaitu:

Langkah 1: mendefinisikan maksud, dan tujuan konsep. Maksud, dan tujuan pengujian konsep ini adalah untuk mengukur respon dari pekerja mengenai rancangan produk, sehingga dapat ditentukan apakah rancangan ini perlu dilanjutkan, atau tidak.

Langkah 2: memilih populasi survei. Populasi survei yang dipilih adalah pekerja bagian pewarnaan di PT. Sumbertaman Keramika Industri, dan terhadap pemilik PT. Sumbertaman Keramika Industri.

Langkah 3: memilih format survei. Format survei yang dipilih adalah wawancara langsung kepada 15 orang pekerja bagian pewarnaan, dan terhadap pemilik PT. Sumbertaman Keramika Industri.

Langkah 4: mengkomunikasikan konsep. Konsep akan dikomunikasikan secara uraian verbal dengan menunjukkan alat bantu berupa miniatur kepada pekerja bagian pewarnaan, dan pemilik PT. Sumbertaman Keramika Industri.

Langkah 5: mengukur respon pekerja. Untuk mengukur respon pekerja berikut ini adalah pertanyaan yang diajukan beserta persentase jawaban dari 15 pekerja bagian

pewarnaan. Hasil respon untuk rancangan alat bantu yang baru disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Respon Untuk Rancangan Alat Bantu yang Baru

Pertanyaan	Jawaban	Frekuensi	Prosentase
Bagaimana tanggapan anda mengenai rancangan alat bantu berikut ini?	Sangat baik karena pekerja tidak perlu mengangkat keramik untuk memutar keramik	15	100%
Apakah rancangan alat bantu ini cocok digunakan untuk perusahaan ini?	Cocok karena alat bantu mudah dipindah dan tidak memakan tempat banyak.	15	100%
Apakah keunggulan alat bantu ini?	Kelelahan dapat dikurangi dengan alat bantu dan waktu proses dapat lebih cepat sehingga jumlah produksi lebih banyak.	15	100%
Apakah ada lagi yang perlu diperbaiki?	Tidak ada	15	100%

Langkah 6: menginterpretasikan hasil konsep. Dari hasil wawancara, produk ini akan diteruskan ke langkah selanjutnya sebab pekerja sangat antusias terhadap rancangan alat bantu yang baru. Pekerja senang dengan rancangan tersebut karena dengan menggunakan alat bantu tersebut tingkat kelelahan dari para pekerja dapat dikurangi. Selain itu waktu proses menjadi lebih cepat.

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi ditujukan untuk menganalisis besar, dan kecilnya biaya operasional dalam pembuatan alat untuk proses pewarnaan *rooster*. Biaya ini diperoleh dari biaya penyusutan alat untuk perharinya. Biaya langsung dari pembuatan alat yaitu biaya bahan baku, biaya perakitan, dan biaya tenaga kerja. Biaya bahan baku disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Biaya Bahan Baku

No.	Komponen	Satuan / Jumlah	Harga (Rp)	Total	Ket
1.	Beang	2 buah	Rp. 25.000,-	Rp. 50.000,-	Baru
2.	Plat besi	Diameter 20 cm Berat 2,5 kg	Rp. 5.000,- / kg	Rp.12.500,-	Bekas
3.	Pipa	Diameter 8 inci Panjang 25 cm Berat 9 kg	Rp. 5.000,- / kg	Rp. 45.000,-	Bekas
4.	As ulir	Diameter 1 inci Panjang 25 cm Berat 4 kg	Rp. 5.000,- / kg	Rp. 20.000,-	Bekas
Total biaya bahan baku			Rp. 127.500,-		

Biaya tenaga kerja sudah termasuk dalam penggunaan alat yang digunakan, dan biaya-biaya lain yang termasuk dalam proses pembuatan alat bantu, sehingga biaya tenaga kerja dihitung dengan pendekatan secara total keseluruhan dengan rincian sebagai berikut:

Biaya tenaga kerja = Rp137.000,00

Total biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu produk meja putar proses pewarnaan:

Total biaya = Biaya bahan baku + Biaya tenaga kerja

= Rp127.500,00 + Rp137.000,00

= Rp264.500,00

Analisis Waktu Proses

Setelah pekerja menggunakan alat bantu dilakukan analisis waktu proses yang diwakili oleh 1 orang pekerja untuk mengetahui penurunan waktu, proses dan peningkatan jumlah produksi. Setelah menggunakan alat bantu, 1 orang pekerja mampu menyelesaikan 95 unit keramik untuk proses pewarnaan. Rata-rata waktu proses pewarnaan setelah dilakukan perbaikan dihitung sebagai berikut:

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n}$$

$$= \frac{380,57 \text{ menit}}{95 \text{ unit}}$$

$$\bar{x} = 4,006 \text{ menit/unit}$$

Dari perhitungan rata-rata waktu proses per unit dapat diketahui adanya penurunan, atau penghematan waktu proses. Penghematan waktu proses sesudah perbaikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Penghematan waktu} = 5,07 \text{ menit} - 4,006 \text{ menit} = 1,064 \text{ menit}$$

$$\text{Penghematan waktu (\%)} = \frac{1,064}{5,07} \times 100\% = 20,99\%$$

Analisis Bagian Tubuh yang Mengalami Keluhan

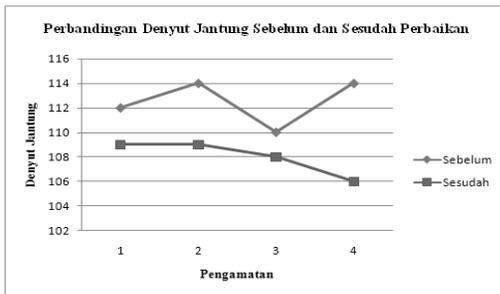
Dari *nordic body map* dapat diketahui bahwa bagian tubuh yang masih merasakan sedikit sakit adalah: bahu kanan, tangan kanan, dan jari tangan kanan. Bagian-bagian tubuh diketahui masih merasakan sakit, tetapi intensitas yang diterima sudah berkurang dari intensitas sering, dan selalu menjadi kadang-kadang.

Analisis Data Denyut Jantung Pekerja

Dengan adanya pengukuran denyut jantung, maka dapat diketahui apakah ada penurunan tingkat kelelahan setelah menggunakan alat bantu. Bila denyut jantung pada kondisi awal lebih tinggi dibandingkan denyut jantung pada kondisi setelah menggunakan alat bantu, maka kemungkinan dapat disimpulkan bahwa kondisi setelah menggunakan alat bantu lebih baik dibandingkan kondisi awal.

Setelah dilakukan perbaikan, maka dilakukan analisis untuk mengetahui apakah ada perubahan denyut jantung secara signifikan atau tidak. Pengambilan data denyut jantung dilakukan pada tanggal 9-10 Juni 2010. Pertama-tama pengambilan data denyut jantung

dilakukan sebelum pekerja menggunakan alat bantu selama 1 hari setiap 1,5 jam sekali. Kemudian pekerja diminta untuk bekerja menggunakan alat bantu selama 1 hari, dan setiap 1,5 jam sekali dilakukan pengambilan data denyut jantung untuk dilakukan perbandingan sebelum perbaikan, dan sesudah perbaikan. Grafik perbandingan denyut jantung sebelum, dan sesudah perbaikan disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Denyut Jantung Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Dari grafik di atas diketahui bahwa denyut jantung sesudah perbaikan lebih rendah dibandingkan dengan sebelum dilakukan perbaikan. Denyut jantung setelah perbaikan lebih rendah karena jumlah energi yang dikeluarkan hanya untuk memutar meja saja. Sebelum dilakukan perbaikan, denyut jantung pekerja cukup tinggi karena pekerja harus mengangkat untuk memutar keramik. Penghematan energi yang terjadi setelah dilakukan perbaikan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Setiap 10 bit/menit} &= 1000 \text{ kalori/menit} \\ \text{Penghematan energi} &= 111 - 108,5 \\ &= 2,5 \text{ bit/menit} \\ &= 2,5/10 \times 1000 \\ &= 250 \text{ kalori/menit.} \end{aligned}$$

Analisis Penghematan Biaya

Sebelum dilakukan perbaikan, 1 orang pekerja mampu menyelesaikan 75 unit keramik, tetapi setelah dilakukan perbaikan 1 orang pekerja mampu menyelesaikan 95 unit keramik. Dengan adanya perbaikan, maka ada jumlah peningkatan produksi yang terjadi. Dengan adanya peningkatan produksi, maka ada penghematan biaya tenaga kerja yang diterima oleh perusahaan. Berikut ini adalah penghematan biaya tenaga kerja dalam 1 bulan yang diterima oleh perusahaan sebelum, dan sesudah dilakukannya perbaikan.

Upah tenaga kerja selama 1 bulan

$$= \text{Rp}1.000.000,00$$

Penghematan waktu yang dicapai oleh 1 pekerja

$$= 20,99\%$$

Penghematan upah tenaga kerja

$$= 20,99\% \times \text{Rp}1.000.000,00$$

$$= \text{Rp}209.900,00$$

$$\text{Laju pengembalian modal} = \frac{264.500}{209.900} \times 1 \text{ bulan}$$

$$= 1,26 \text{ bulan}$$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat bantu yang telah dirancang dapat mempersingkat waktu pengerjaan selama 20,99% untuk 1 unit keramik;
2. Alat bantu tersebut juga meningkatkan jumlah produksi selama 1 hari. Pekerja yang semula hanya menghasilkan 75 unit dalam 1 hari, setelah menggunakan alat bantu dapat menghasilkan 95 unit dalam 1 hari;
3. Jika perusahaan menggunakan alat bantu tersebut perusahaan akan menghemat biaya upah karyawan sebesar Rp209.900,00/orang untuk tiap bulan dengan laju pengembalian modal selama 1,26 bulan per alat;
4. Dengan menggunakan alat bantu, pekerja dapat menghemat energi sebesar 250 kalori/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daniel, *Perancangan Alat Penuang Polypropylene dan Polyethylene Yang Ergonomis Ke Mesin Injection Moulding di PT. Rajawali Plastick*, Hlm. 3-20, Skripsi Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 2008
- [2] Niebel, B., dan Freivalds, A., *Methods, Standards, and Work Design*, Edisi Kesebelas, Hlm. 159-160, McGraw-Hill Book Co., Boston, 2003
- [3] Tarwaka, *Ergonomi Untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, Hlm. 90-98, Edisi Pertama, Uniba Press, Surakarta, 2004
- [4] Ulrich, K. T., dan Eppinger, S. D., *Product Design and Development*, Hlm. 119-125, Irwin McGraw Hill Co., Boston 2000