

# Perancangan Ulang Alat Pembuat Keramik dengan Sistem Penggerak Pedal Searah Berdasarkan Pendekatan Anthropometri sebagai Usaha Pengurangan Beban Kerja

Oktiana Faridatul Khasanah, Irwan Iftadi\*, Rahmadiyah Dwi Astuti

Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

---

## Abstract

*The aim of this paper is redesign the ceramic's appliance using activator in unidirectional movement base on anthropometri approach as a effort to decrease the work load. The object of this research are workers in Pagerjurang Ceramic Center of Bayat village, Klaten. The redesign steps consist of four steps, this are evaluating the old appliance; determining the new appliance's specification; technique calculation; and cost calculation. The redesign result is an ceramic's appliance which the dimension is 73 cm for the high, 60 cm for the wide, and 106 cm for the length. In the length dimension, there are space for the clay material at the left side and space for the ceramics at the right side of the worker. The new appliance activator consist of pedal (kick wheel with manually) and the main energy transmission system using kriwil chain. Pedal related to the chain and spiral spring so that enable the unidirectional foot movement. From the physiology of work show that there is reducing work load when the sample workers tried the new ceramic's appliance.*

**Key words:** perbot ceramic's design, anthropometri, physiology, unidirectional activator

---

## 1. Pendahuluan

Pembuatan keramik di Sentra Industri Keramik Pagerjurang, Bayat, Klaten, sudah dikenal sejak masuknya Sunan Pandanaran di Bayat, yaitu  $\pm 600$  tahun yang lalu. Saat ini sebagian besar pengrajin keramik di Sentra Pagerjurang, menggunakan teknik putaran miring dengan kecepatan putar roda perbot  $\pm 120$  rpm dan dapat menyisakan momen. Pada penelitian sebelumnya, Hakim (2009) telah merancang alat pembuat keramik (alat lama) dengan design alat berupa meja (panjang 66 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 80 cm) dengan penggerak berupa pedal (manual) dan sistem transmisi daya utama menggunakan puli. Keluhan dari alat lama yaitu putaran pedal berat (putaran plendes  $\pm 100$  rpm), tidak ada sisa momen pada putaran plendes, dan dimensi alat belum sesuai dengan anthropometri tubuh pengrajin. Berdasarkan pengukuran detak nadi (metode 10 denyut) dan perhitungan konsumsi energi terhadap 20 orang sampel diketahui terdapat 14 pengrajin yang mempunyai beban kerja ringan; 3 pengrajin beban kerja sedang; 2 pengrajin beban kerja berat; dan 1 pengrajin beban kerja sangat berat.

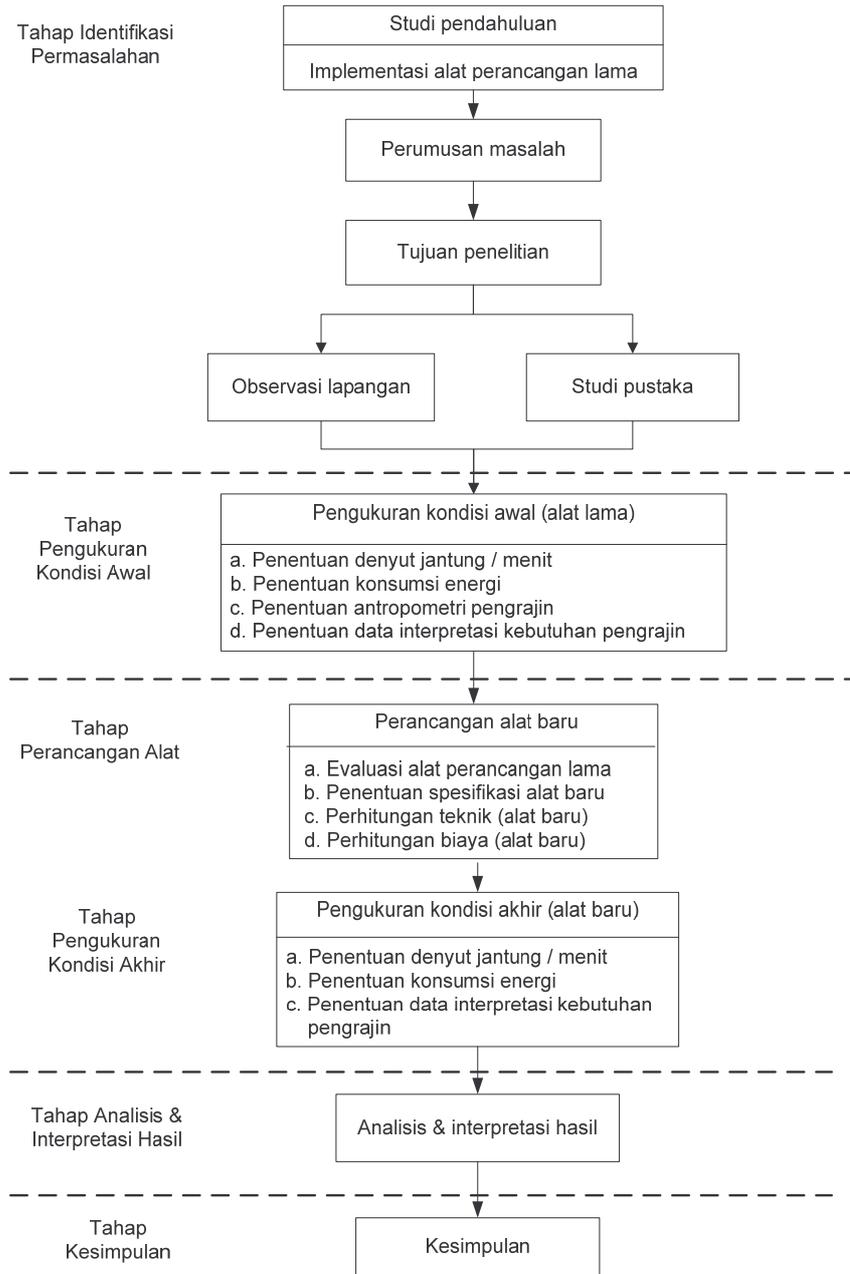
Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk merancang ulang alat pembuat keramik yang dapat menyisakan momen pada putaran plendes, putaran pedal lebih ringan, dan dimensi alat dapat sesuai dengan ukuran tubuh; serta mengembangkan desain alat yang dapat mendukung aktivitas kerja pembentukan keramik dalam satu area kerja.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dikembangkan dalam enam tahapan yang ditunjukkan dalam Gambar 1.

---

\* Correspondence: [iftadi@mail.uns.ac.id](mailto:iftadi@mail.uns.ac.id)



**Gambar 1.** Metodologi penelitian

### 3. Pengukuran Kondisi Awal

#### 3.1 Penentuan denyut jantung / menit

Penentuan denyut jantung/menit dilakukan dengan mengkonversikan capaian denyut nadi per 10 denyut (*ten pulse methods*) pada saat sebelum dan sesudah bekerja selama 1 jam dengan menggunakan alat rancangan lama. Alat ukur yang digunakan yaitu *stopwatch*. Penentuan denyut jantung per menit dilakukan berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Denyut nadi (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{Waktu per 10 denyut}} \times 60$$

Hasil perhitungan denyut jantung untuk ke-20 sampel menunjukkan bahwa 14 pengrajin mempunyai beban kerja ringan; 3 pengrajin beban kerja sedang; 2 pengrajin beban kerja berat; dan 1 pengrajin beban kerja sangat berat.

### 3.2 Penentuan konsumsi energi

Konsumsi energi pengrajin saat implementasi alat rancangan lama ditentukan berdasarkan hasil perhitungan denyut jantung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Y = 1,80411 - (0,0229038)X + (4,71733 \times 10^{-4}) X^2$$

dimana;

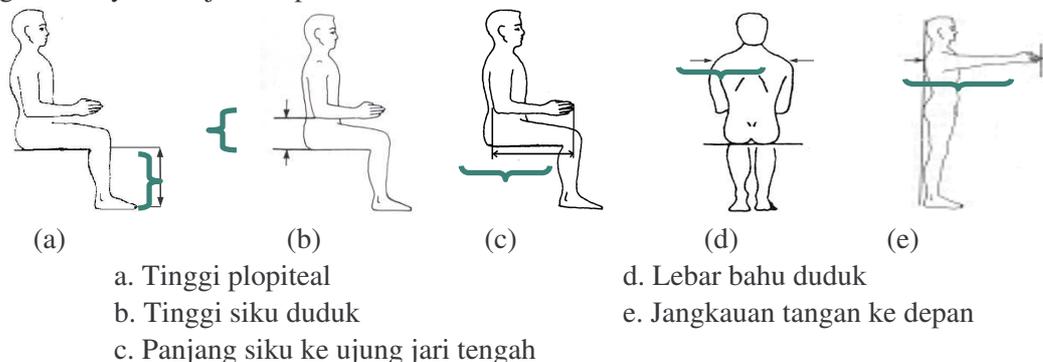
Y = Energi (kilokalori per menit)

X = Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Hasil perhitungan konsumsi energi untuk ke-20 sampel menunjukkan bahwa 14 pengrajin mempunyai beban kerja ringan; 3 pengrajin beban kerja sedang; 2 pengrajin beban kerja berat; dan 1 pengrajin beban kerja sangat berat.

### 3.3 Penentuan anthropometri pengrajin

Desain alat perancangan baru tetap mempertahankan desain alat lama yaitu berupa meja. Dimensi rangka dan jangkauan ditentukan dengan menggunakan data anthropometri pengrajin. Data anthropometri yang diperlukan pada perancangan alat pembuat keramik baru dan cara pengukurannya ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Data anthropometri dan cara pengukuran dalam alat perancangan baru

Data anthropometri yang telah diukur selanjutnya diuji terlebih dahulu menggunakan uji statistik yaitu uji keseragaman, uji kecukupan, dan uji kenormalan. Dari pengujian data antropometri dapat diketahui bahwa data seragam, cukup, dan normal.

### 3.4 Penentuan data interpretasi kebutuhan pengrajin

Data interpretasi kebutuhan pengrajin terhadap alat diperoleh melalui observasi dan wawancara saat mengimplementasikan alat perancangan lama. Tanggapan pengrajin yang berupa keluhan terhadap alat, akan menjadi masukan dalam perancangan ulang. Keluhan-keluhan yang disampaikan pengrajin sebagai berikut :

- Putaran plendes tidak menyisakan momen sehingga ketika aktivitas mengayuh pedal berhenti, plendes ikut berhenti. Ketika uji coba alat, putaran plendes rata-rata sebesar 100 rpm.
- Putaran pedal perbot terlalu berat sehingga pengrajin harus mengeluarkan tenaga yang lebih banyak untuk menggerakkan pedal. Ketika uji coba alat, gerakan pedal rata-rata sebesar 70 pijakan per menit.
- Dimensi alat (ketinggian meja perbot) belum sesuai dengan anthropometri tubuh pengrajin sehingga ketika uji coba awal dilakukan, pengrajin perlu mengangkat bahu di atas posisi normal ketika proses pembentukan keramik

## 4. Perancangan Alat Baru

### 4.1 Evaluasi alat perancangan lama

Proses evaluasi diperlukan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari alat rancangan lama sehingga dapat menjadi masukan dalam proses perancangan ulang. Dari data interpretasi kebutuhan pengrajin dapat diketahui kelebihan dan kekurangan alat rancangan lama. Penjabaran kebutuhan tersebut ditunjukkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1** Penjabaran kebutuhan alat

No	Kebutuhan pengrajin	Penjabaran kebutuhan
1.	Adanya momen sisa putaran plendes	- Penggantian elemen mesin yang dapat memberikan momen sisa.
2.	Pengurangan beban untuk memutar pedal	- Penggantian sistem transmisi yang lebih ringan. - Penggantian sistem transmisi yang efisiensi pemindahan daya tinggi. - Pencarian alternatif bahan yang lebih ringan.
3.	Pengurangan ketinggian	- Pengukuran ulang dimensi alat.
4.	Pembuatan alur lingkaran pada plendes	- Pembuatan lingkaran halus pada permukaan plendes
5.	Penambahan fungsi alat	- Penambahan tempat tanah liat. - Penambahan tempat air.

### 4.2 Penentuan spesifikasi alat baru

Penentuan spesifikasi alat dilakukan dengan menentukan dimensi dan komponen penyusun alat. Penentuan dimensi rangka alat dilakukan berdasarkan pendekatan data anthropometri, sedangkan untuk penentuan komponen penyusun alat dilakukan berdasarkan informasi dari pustaka terkait elemen permesinan serta dari pihak teknis.

Rangka alat berbentuk meja dengan bagian dan penentuan ukurannya, yaitu:

a. Tinggi meja

$$\begin{aligned} \text{Tinggi meja} &= \text{tinggi plopital (P95)} + \text{tinggi siku duduk (P95)} + \text{allowance} \\ &= 43 \text{ cm} + 28 \text{ cm} + 2 \text{ cm} = 73 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Panjang meja

$$\begin{aligned} \text{Panjang meja} &= 2 \times \text{panjang siku ke ujung jari tengah (P5)} + \text{lebar bahu duduk (P5)} \\ &= (2 \times 36 \text{ cm}) + 34 \text{ cm} = 106 \text{ cm} \end{aligned}$$

c. Lebar meja

$$\text{Lebar meja} = \text{jangkauan tangan ke depan (P5)} = 60 \text{ cm}$$

Komponen-komponen keseluruhan yang digunakan dalam alat perancangan baru ditunjukkan dalam Tabel 2.

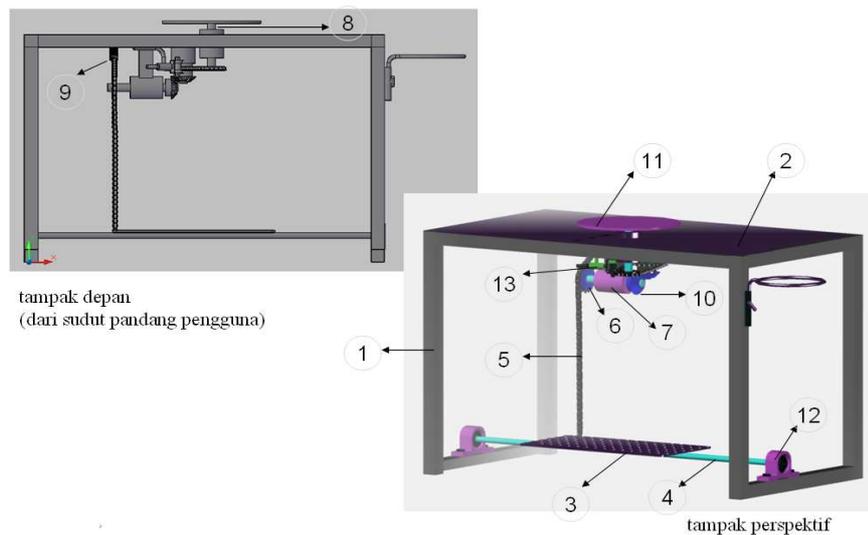
**Tabel 2.** Komponen penyusun alat baru

No	Komponen	Dimensi
1	Rangka meja (besi pipa kotak & siku 4x4, ST 37)	Tinggi = 73 cm Panjang = 106 cm Lebar = 60 cm
2	Plat meja (ST 37)	Panjang = 106 cm Lebar = 60 cm Tebal = 2 mm
3	Pedal (bordes)	Lebar = 25 cm Panjang = 48 cm
4	Poros (ST 60)	$\phi$ poros pedal = 28 mm $\phi$ poros transmisi mekanis = 30 mm
5	Rantai	RS 40
6	Sproket (ST 60-2)	Gigi 16 (2 buah) Gigi 24 (1 buah)

Lanjutan Tabel 2.

No	Komponen	Dimensi
7	Laker biasa (baja tuang)	$\phi$ 30 cm (6 buah)
8	Laker drag (baja)	Tipe 2542 $\phi$ 30 cm (1 buah)
9	Pegas (kawat baja)	$\phi$ kawat = 2 mm $\phi$ pegas = 23 mm Panjang = 7 cm
10	Bevel gear (ST 60-2)	Jumlah gigi 28 Modul 2
11	Plendes (ST 60)	$\phi$ 29 cm Tebal = 0,9 cm
12	Pillow	Tipe P205 $\phi$ 28 cm
13	Tension	nylon

Gambar rancangan ulang alat pembuat keramik dibuat dengan menggunakan *software Autocad 2007* berdasarkan dimensi yang telah ditentukan dan komponen mekanis yang diperlukan. Gambar alat baru ditunjukkan dalam Gambar 3.



**Gambar 3.** Desain alat perancangan baru

#### 4.3 Perhitungan teknik alat baru

Perhitungan teknik diperlukan untuk mengetahui kekuatan alat hasil perancangan ulang. Untuk mengetahui kekuatan alat, digunakan pendekatan mekanika teknik (statika). Berdasarkan perhitungan statika, diketahui bahwa rangka alat dan komponen penyusun alat layak digunakan karena mampu menahan beban maksimal dan *allowance* yang ditanggung.

#### 4.4 Perhitungan biaya alat baru

Perhitungan biaya diperlukan untuk mengetahui besarnya biaya yang diperlukan untuk perancangan alat pembuat keramik baru. Biaya yang dihitung meliputi biaya material, biaya tenaga kerja, biaya permesinan, dan biaya ide perancangan.

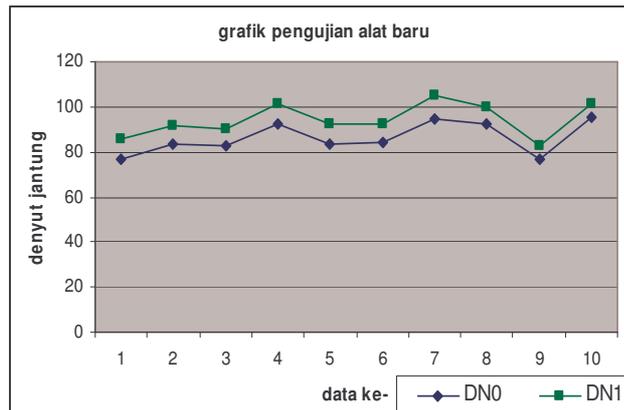
$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Perancangan} &= \text{Biaya alat} + \text{Biaya ide perancangan} \\
 &= (\text{B. material} + \text{permesinan dan tenaga kerja}) + \text{B. ide perancangan} \\
 &= \text{Rp}2.372.500,00 + \text{Rp} 1.000.000,00 + (30 \% \times \text{Rp} 3.372.500,00) \\
 &= \text{Rp} 4.384.250,00
 \end{aligned}$$

## 5. Pengukuran Kondisi Akhir

Jumlah sampel yang digunakan dalam uji coba alat baru sebanyak 10 orang karena banyak pengrajin yang tidak bisa hadir saat implementasi alat. Hasil implementasi dari sepuluh orang ini dianggap sudah mewakili karena dari studi pendahuluan sebelumnya, sepuluh orang ini masuk dalam kategori beban kerja berat sampai dengan ringan.

### 5.1 Penentuan denyut jantung / menit

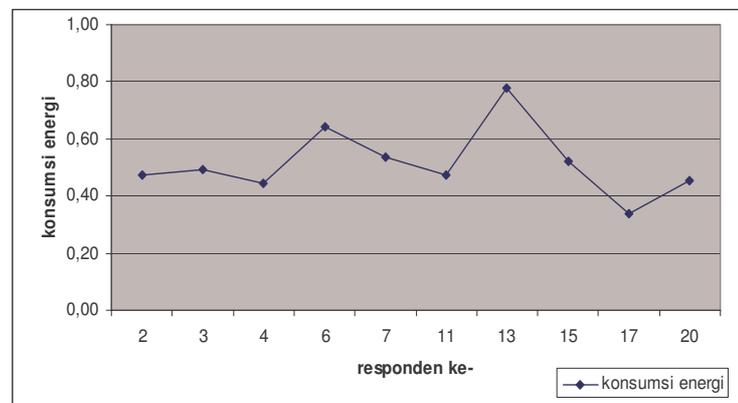
Hasil perhitungan denyut jantung untuk keseluruhan sampel yang diambil ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Denyut jantung sebelum (DNO) dan saat bekerja (DN1)

### 5.2 Penentuan konsumsi energi

Hasil perhitungan konsumsi energi untuk keseluruhan sampel yang diambil ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik konsumsi energi

### 5.3 Penentuan data interpretasi kebutuhan pengrajin

Evaluasi dari sepuluh pengrajin terhadap alat perancangan baru diperoleh dengan metode wawancara, sebagai berikut:

- Terdapat sisa momen putaran plendes
- Putaran pedal ringan
- Dimensi alat nyaman digunakan
- Penambahan alur melingkar pada permukaan plendes dapat berfungsi sebagai penanda bahan dan tanah liat tidak mudah bergeser dari titik pusat plendes (*centering*).
- Pengrajin merasa nyaman dengan penambahan fungsi alat berupa tempat (*space*) tanah liat dan tempat air.

## 6. Analisis dan Interpretasi Hasil

Tahap analisis dan interpretasi hasil dilakukan dengan membandingkan alat perancangan lama dengan alat perancangan baru dan membandingkan fisiologi kerja saat mengimplementasikan alat perancangan lama dengan alat perancangan baru.

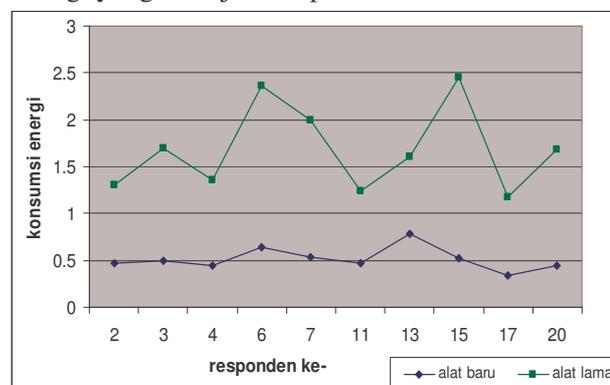
### 6.1. Perbandingan alat perancangan lama dengan alat baru

**Tabel 3.** Perbedaan alat perancangan lama dengan alat baru

Letak Perbedaan	Alat Perancangan Lama	Alat Perancangan Baru
Prinsip kerja sistem mekanis	daya manusia → putaran pedal → poros+poros engkol → puli+belt → poros → bevel gear → poros → putaran plendes.	daya manusia → putaran pedal → rantai+pegas → poros → bevel gear → poros → rantai → poros → putaran plendes.
Dimensi rangka alat	panjang = 66 cm lebar = 60 cm tinggi = 80 cm	panjang = 106 cm lebar = 60 cm tinggi = 73 cm
Momen sisa putaran plendes	tidak ada	Ada (± 7,75 putaran)
Putaran pedal	Berat (70 pijakan per menit)	Ringan (90 pijakan per menit)
Putaran plendes	± 100 rpm	± 120 rpm
Permukaan	halus	ada alur lingkaran halus
Penambahan fungsi alat	hanya terdapat <i>space</i> untuk tempat tanah liat (± 18 cm)	terdapat <i>space</i> untuk tempat tanah liat (± 40 cm) dan tempat air
Biaya perancangan	Rp 3.120.000,00	Rp 4.384.250,00

### 6.2. Perbandingan fisiologi kerja saat implementasi alat lama dengan alat baru

Perbedaan fisiologi kerja alat lama dengan alat baru ditunjukkan melalui hasil perhitungan konsumsi energi yang ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Perbandingan konsumsi energi sebelum & sesudah perancangan ulang

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa pada alat perancangan lama, terdapat lima orang responden dalam kategori beban kerja ringan (0,5-1,0), tiga orang responden dalam kategori beban kerja sedang (1,0-1,5), dan dua orang responden dalam kategori beban kerja berat (1,5-2,0). Dalam pengujian alat perancangan baru, dapat diketahui bahwa enam orang responden dalam kategori beban kerja sangat ringan (<0,5), dan empat orang responden dalam kategori beban kerja ringan (0,5-1,0).

## 7. Kesimpulan

Hasil penelitian mengenai perancangan ulang alat pembuat keramik dapat disimpulkan, sebagai berikut:

- a. Alat pembuat keramik baru dirancang dengan dimensi tinggi meja sebesar 73 cm, panjang meja sebesar 106 cm (terdapat penambahan *space* untuk bahan tanah liat dan keramik), dan lebar meja sebesar 60 cm. Penggerak alat baru berupa pedal (manual) dan sistem transmisi daya menggunakan rantai *kriwil*, pegas, dan *bevel gear*. Pedal terhubung dengan rantai dan pegas sehingga memungkinkan arah gerakan kaki yang searah. Gerakan pedal yang dihasilkan lebih ringan ( $\pm 90$  pijakan per menit) dan plendes dapat berputar  $\pm 120$  rpm, sesuai dengan alat asli. Plendes dapat menyisakan momen 8 putaran dengan kondisi beban penuh sehingga pekerja tidak cepat lelah ketika aktivitas mengayuh pedal. Pada permukaan plendes dibuat alur lingkaran halus sehingga terdapat penanda bahan dan tanah liat tidak mudah bergeser dari titik pusat plendes. Terdapat penambahan fungsi alat berupa tempat tanah liat dan tempat air sehingga aktivitas pembentukan keramik dapat dilakukan dalam satu area kerja.
- b. Berdasarkan hasil evaluasi pengrajin terhadap alat perancangan baru, diketahui bahwa alat hasil *redesign* pada penelitian ini sudah dapat mengakomodasi semua kebutuhan pengrajin dan dapat mengurangi beban kerja.

### Daftar Pustaka

- Anwari dan Raffei, M. (1980), *Bagian-bagian Mesin 3*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Canonica, L. (1991), *Memahami Mekanika Teknik 1*. Bandung: Angkasa.
- Hakim, I.R. (2009), *Implementasi Quick Exposure Check (QEC) Dalam Perancangan Alat Pembuat Keramik Untuk Mengurangi Tingkat Keluhan Musculoskeletal*. Skripsi. Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Khurmi, R.S dan Gupta, J.K. (2002), *A Text Book of Machine Design*, Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, New Delhi.
- Kompas Cyber Media (2009), *Gerabah Pagerjuran* [online]. <http://cybertravel.cbn.net.id/cbprtl/cybertravel/detail>, diakses 6 Februari 2009.
- McGlothlin, J. dan Baron, S. (1994), *Health Hazard Evaluation Report*, available from: <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports>, diakses 20 Juni 2009.
- Niemann, G. (1981), *Elemen Mesin Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Nurmianto, E. (1996), *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Surabaya.
- Panero, J. dan Zelnik, M. (2003), *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*, Erlangga, Jakarta.
- Popov, E.P. (1991), *Mekanika Teknik*, Erlangga, Jakarta.
- Sati, M.T.S. (1980), *Buku Polyteknik*. Sumur Bandung.
- Suga, K. dan Sularso (1980), *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Supantono, W. dan Haldani, A. (2006), Identifikasi Unsur-Unsur Simbolok pada Gerabah Tradisional Kasongan dan Bayat 1995-2005, *Jurnal Rekacipta*, Vol.II, No.2, Kelompok Keilmuan Desain dan Budaya Visual ITB, Bandung.
- Sutalaksana, I.Z. (1979), *Teknik Tata Cara Kerja*, Laboratorium Tata Cara Kerja dan Ergonomi Dept. Teknik Industri, ITB.
- Tarwaka, B. S. dan Sudiajeng, L. (2004), *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas*, Uniba Press.
- Wignjosoebroto, S. (2000), *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*, Guna Widya, Surabaya.
- Wikipedia, *Gerabah*. [online] <http://id.wikipedia.org/title=Gerabah>, diakses 27 Januari 2009.