

ANALISIS PERANCANGAN PRODUK “ALAT PENCETAK SPASI SEMEN BATU BATA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS” (Studi Kasus: CV. Mangku Putra)

Frans JR

*Program Studi Teknik Industri Universitas Katolik Muli Charitas
Fransj871@gmail.com*

Abstrak

Salah satu cara untuk menghadapinya adalah dengan pengembangan produk yaitu dengan melakukan perbaikan, peningkatan atau menghasilkan produk baru yang berbeda dari produk yang sudah ada. Pengembangan Produk baru berupaya menyederhanakan pekerjaan dengan cara yang efektif dan efisien. Dalam proses membangun rumah ada kegiatan pemasangan dinding di mana batu bata disusun dengan bantuan semen untuk menempelkan batu bata yang ditujukan pada batu bata yang tertata dengan baik, tetapi dalam penggunaan semen sering terlihat semen digunakan untuk berantakan ke sisi batu bata.

Proses mendesain dan mengembangkan suatu produk dilakukan dengan menggunakan metode rasional yang memiliki beberapa langkah. Langkah-langkah dalam metode rasional adalah: Klarifikasi Tujuan, Menetapkan Fungsi, Menetapkan Persyaratan, Menentukan Karakteristik, Menghasilkan Alternatif, Mengevaluasi Alternatif, Memperbaiki Rincian. Dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk mendapatkan desain alat penempatan batu bata untuk meningkatkan kinerja pengrajin dan meningkatkan kualitas proses yang meliputi keterampilan pengrajin dan meningkatkan efisiensi bahan baku dengan menguji desain produk dan pengembangan produk yang dibuat oleh penulis dengan membandingkan waktu pemrosesan data sebelum dan sesudah implementasi menggunakan perangkat lunak bantuan SPSS 16.00.

Hasil uji t dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 16.00 didapatkan hasil bahwa menggunakan alat desain yang lebih baik dalam waktu dan produktivitas penggunaan bahan baku menggunakan desain alat meningkat. Hasil dari sebelum menggunakan alat mendapat produktivitas 40.677 setelah alat menggunakan mendapat produktivitas 42.105.

Kata kunci: Desain dan Pengembangan Produk, Efisiensi, Metode Rasional.

Abstract

One way to deal with it is by product development that is to make improvements, improvements or produce new products that are different from existing products. The new Product Development strives to simplify the work in effective and efficient ways. In the process of building a house there is a wall-mounting activity where the bricks are arranged with the help of cement to paste the bricks that are aimed at the brick well-arranged, but in the use of cement often seen the cement used to fall apart to the side of the brick.

The process of designing and developing a product is done using a rational method that has several steps. The steps in the rational method are: Clarifying Objectives, Establishing Function, Setting Requirements, Determining Characteristics, Generating Alternatives, Evaluating Alternatives, Improving Details. In this study the authors aim to get the design of bricks spacing tool to improve the performance of artisans and improve the quality of the process that includes the skills of artisans and improve the efficiency of raw materials by testing product design and product development made by the author by comparing the data processing time before and after implementation using the help software SPSS 16.00.

Result of t test by using software SPSS 16.00 got result that using tool better design in time and productivity of use of raw materials using tool design increase. Result from before using tool got productivity 40,677 after menggunakan tool got produktivitas 42,105.

Keywords : Product Design and Development, Efficiency, Rational Method.

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka menghadapi era globalisasi dan era persaingan baik secara nasional maupun internasional yang semakin ketat. Pihak pesaing akan selalu berusaha dengan sekuat tenaga untuk memenuhi keinginan konsumen. Mereka berusaha agar produknya lebih unggul dari produk pesaing.

Salah satu cara untuk menghadapi hal-hal tersebut diatas adalah dengan pengembangan produk yaitu melakukan perbaikan, penyempurnaan atau menghasilkan produk baru yang berbeda dengan produk yang telah ada.

Dengan demikian waktu kerja adalah benar – benar menentukan biaya, semakin panjang waktu yang digunakan semakin besar biaya yang dikeluarkan. Waktu kerja ditentukan oleh produktivitas dari kelompok kerja dalam mengerjakan proyek konstruksi, maka untuk itulah penelitian ini perlu dilakukan, karena akan menghasilkan produktivitas kelompok kerja dalam mengerjakan proyek konstruksi serta akan mengetahui faktor – faktor apa saja yang berpengaruh terhadap efisiensi.

Berdasarkan hasil pengamatan yang diambil pada CV. Mangku Putra diketahui bahwa pekerjaan memasang dinding batu bata mengalami masalah. Untuk membuat rumah tipe 36 memerlukan bahan baku semen kurang lebih sebanyak 79 sak(50kg), batu bata sebanyak 19.320 buah (dengan ukuran bata, panjang 24cm, lebar 11,5cm dan tinggi 5,2cm) dan menggunakan pasir 11 m³ dengan takaran campuran 1 semen : 3 pasir. Sedangkan CV. Hutama Karya untuk membangun rumah dengan tipe yang sama yaitu tipe 36 dibutuhkan semen sebanyak 78 sak semen, dengan jumlah batu bata yang relatif sama dengan jumlah batu bata yang relatif sama dan untuk data waktu tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dari perbandingan tersebut terdapat selisih 1 sak untuk membangun rumah tipe 36. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa saat pekerja melakukan pemasangan dinding tersebut, semen yang dituang tidak tertata rapi sehingga memerlukan waktu yang cukup lama untuk meratakan semen. Rancangan alat yang akan dibuat menggunakan data tentang kerja tukang dan bahan baku. Oleh karena itu perlu dilakukan alat perancangan guna meminimalisir penggunaan bahan baku yang terbuang dan tidak mengganggu kinerja tukang. Pada penelitian ini perancangan alat akan menggunakan metode rasional dengan harapan dapat meningkatkan tingkat efektivitas kerja pada tukang dan membuat efisiensi semen yang tersusun diatas batu bata tersusun rapi. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Perancangan Rasional. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian adalah bagaimana perbaikan merancang suatu alat pencetak spasi semen pada batu bata guna meminimalisir bahan baku terbuang? Tujuan Penelitian mendapatkan rancangan alat pencetak spasi batu bata, meningkatkan efisiensi bahan baku, dan meningkatkan kerapian kerja tukang. Batasan masalah untuk mendapatkan hasil penelitian yang spesifik dan terarah, maka ruang lingkup dari penelitian ini adalah penelitian ini hanya berfokus pada proses pemasangan dinding dan penelitian ini berfokus perancangan dan pengembangan produk.

Peneliti terdahulu yang pernah mengambil penelitian tentang perancangan dan pengembangan produk adalah Fatimatuz Zahroh (2016) tentang “Analisis Pengembangan Produk Dalam Meningkatkan Produktivitas Pembuatan Sepatu Kulit FINALDO (Studi Kasus Industri Sepatu Kulit Finaldo Suwaduk Wedarijaksapati) dan Safarudin, Ramdhani (2014) tentang Perancangan Alat Pengupas Kulit Lunak Melinjo yang Ergonomis dengan Pendekatan Metode Rasional Untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi”.

II. TELAAH PUSTAKA

Perancangan Produk

Tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan yaitu aktivitas dengan maksud tertentu, sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia dan berdasarkan pada pertimbangan teknologi. Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan *NIDA*, yang merupakan kepanjangan dari *Need, Idea, Decision* dan *Action*. Artinya tahap pertama seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan. Sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide (*idea*) yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (*decision*) suatu alternatif yang terbaik. Dan pada akhirnya dilakukan suatu proses pembuatan (*Action*). Perancangan suatu peralatan kerja dengan berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk

mengurangi tingkat kelelahan kerja, meningkatkan performansi kerja dan meminimasi potensi kecelakaan kerja.

Produktivitas

Produktivitas tidak sama dengan produksi, tetapi produksi, performansi kualitas, hasil-hasil, merupakan komponen dari usaha produktivitas. Dengan demikian, produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi, sehingga produktivitas dapat diukur.

$$\text{Input} = \frac{\text{Volume Pemakaian Bahan Baku}}{\text{Volume Bahan Baku Tersedia}} \dots (1)$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang dipergunakan}} \dots (2)$$

$$= \frac{\text{Efektivitas}}{\text{Efisiensi}} \dots (3)$$

Metode Perancangan Rasional

1. Clarifying Objectives

Dimana langkah ini menjelaskan mengenai tujuan perancangan. Metode yang digunakan adalah *objectives tree*. Metode ini bertujuan untuk menjelaskan tujuan dan sub tujuan dari perancangan dan hubungan diantara keduanya. Langkah-langkah pembuatan *objectives tree* adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan daftar tujuan perancangan. Daftar ini diambil dari ringkasan perancangan, dari pernyataan kepada klien dan dari diskusi didalam kelompok perancangan.
- b. Daftar disusun ke dalam kumpulan tujuan tingkat tinggi dan tingkat rendah. Perluasan daftar tujuan dan sub tujuan secara kasar dapat dikelompokkan ke dalam tingkatan hirarki.
- c. Menggambar diagram *Objectives Tree*, hubungan hirarki dan garis hubungannya. Cabang-cabang atau akar dalam pohon menggambarkan hubungan yang mengusulkan bagaimana mencapai tujuan

2. Establishing Function

Metode analisis fungsi ini menawarkan fungsi-fungsi penting dan level dari masalah yang ada. Metode ini bertujuan untuk menentukan fungsi yang dibutuhkan dan batasan sistem dari perancangan baru. Prosedur-prosedur dari metode ini adalah:

- a. Menjelaskan seluruh fungsi perancangan dalam perubahan input menjadi output.
- b. Memecah seluruh fungsi menjadi sub-fungsi dasar.
- c. Menggambar diagram blok yang menggambarkan interaksi antar sub-fungsi.
- d. Menggambar batas system.
- e. Mencari komponen yang tepat untuk menampilkan subfungsi dan interaksinya.

3. Setting Requirements

Metode yang digunakan adalah *The Performance Specification Methods*. Metode ini bertujuan membantu menemukan masalah perancangan. Langkah-langkah metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Menimbang perbedaan tingkatan umum penyelesaian yang dapat diterima. Misal ada beberapa pilihan alternatif produk, tipe produk dan ciri-ciri produk.
- b. Menentukan tingkatan umum yang nantinya akan dioperasikan. Keputusan ini biasanya dibuat oleh konsumen. Tingkatan umum yang lebih tinggi memberikan kebebasan yang lebih untuk perancangan.
- c. Mengidentifikasi atribut yang dibutuhkan. Atribut harus dinyatakan secara bebas untuk solusi tertentu.
- d. Menyebutkan persyaratan yang diperlukan atribut dengan tepat dan teliti. Bila dimungkinkan, spesifikasi harus dalam bentuk kuantitatif dan mengidentifikasi jarak antar batas.

4. Determining Characteristics

Tujuannya untuk menetapkan target yang akan dicapai oleh karakteristik teknis produk yang dapat memenuhi keinginan konsumen :

- a. Mengidentifikasi keinginan konsumen terhadap atribut produk. Suara konsumen dihargai dan keinginan konsumen bukan merupakan subjek untuk diterjemahkan oleh tim desain.
- b. Menentukan atribut yang relatif penting Teknik pemberian rangking atau penempatan nilai dapat digunakan untuk membantu menentukan bobot relatif yang harus didampirkan dengan berbagai atribut. Persentase bobot normal digunakan.
- c. Mengevaluasi atribut terhadap produk pesaing Nilai performansi untuk produk pesaing dan produk hasil rancangan tim desain harus terdaftar pada keinginan konsumen.
- d. Menggambar matrik atribut produk dalam karakteristik teknik termasuk semua karakteristik teknik yang mempengaruhi sejumlah.
- e. Mengidentifikasi hubungan antara karakteristik teknik dengan atribut produk Kekuatan hubungan dapat diidentifikasi dengan simbol atau nomor, penggunaan nomor mempunyai beberapa keuntungan, tetapi dapat memperkenalkan sebuah keakuratan palsu.
- f. Mengidentifikasi beberapa hubungan yang relevan antara karakteristik teknik Atap rumah dari *House of Quality* menguntungkan pengecekan, tetapi tergantung terhadap perubahan dalam konsep desain.
- g. Mengatur target figur yang dapat dicapai untuk karakteristik teknik Menggunakan informasi dari produk pesaing atau percobaan dengan konsumen-konsumennya

5. *Generating Alternatives*

Pada tahap ini mulai dicari solusi-solusi yang mungkin. Metode yang bisa dipakai adalah *Morphological Chart Method*. *Morphological chart* ini berguna untuk memperluas daerah pencarian solusi baru yang potensial dalam pengembangan alternatif. Kombinasi yang berbeda dari sub solusi dapat dipilih dari *morphological chart*, dan diharapkan dapat memunculkan solusi baru yang belum pernah teridentifikasi sebelumnya. Langkah-langkah pembuatan *morphological chart* adalah sebagai berikut:

- a. Membuat daftar fitur atau fungsi yang penting untuk produk tersebut.
- b. Membuat daftar cara-cara untuk setiap fitur atau fungsi tersebut.
- c. Menggambar bagan yang memuat seluruh solusi yang memungkinkan terjadi.
- d. Mengidentifikasi kombinasi sub-solusi yang memungkinkan.

6. *Evaluating Alternatives*

Tahap ini adalah tahap pemilihan alternatif terbaik diantara beberapa alternatif yang ada. Metode yang digunakan adalah metode *weighted objectives* (pembobotan obyektif):

- a. Membuat daftar tujuan perancangan. Pohon obyektif dapat juga sebagai tambahan berguna untuk metode ini.
- b. Mengurutkan tingkatan tujuan. Perbandingan dapat membantu menyusun urutan tingkatan.
- c. Menentukan pembobotan relatif tujuan.
- d. Menyusun nilai kegunaan untuk setiap tujuan.
- e. Menghitung dan membandingkan nilai kegunaan relatif perancangan alternatif.

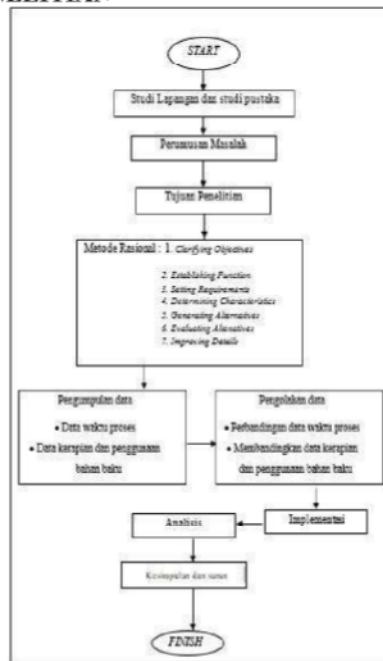
7. *Improving Details*

Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan fungsi atau nilai produk dan mereduksi biaya produksi. Beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam teknik *value engineering* adalah :

- a. Pembuatan daftar komponen-komponen produk, identifikasi fungsi dari setiap komponen.
- b. Perbandingan nilai dari setiap fungsi yang telah diidentifikasi (nilai disini adalah nilai yang dirasakan oleh konsumen).
- c. Perbandingan biaya dari setiap komponen (setelah komponen selesai dirakit).

- d. Pencarian solusi untuk pengurangan biaya tanpa pengurangan performansi/nilai fungsional produk atau penambahan performansi/nilai fungsional produk tanpa penambahan biaya. Dalam hal perlu adanya suatu teknik kreatif yang kritis.
- e. Pengevaluasian alternatif dan pemilihan pengembangan yang dilakukan.

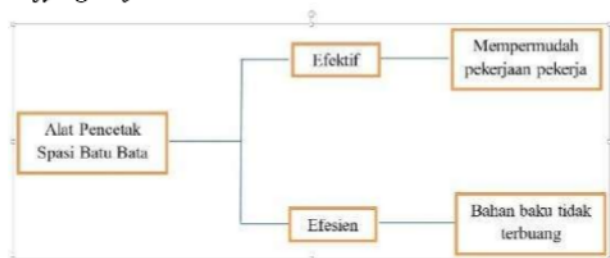
III. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 METODELOGI PENELITIAN

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Tahapan *Clarifying Objectives*



Gambar 4.2 Objectives Tree Alat Pencetak Spasi Batu Bata

Activate N
Stika Setim

Tahapan *Establishing Functions***Tahapan *Setting Requirements***

Pada tahap ini metode yang digunakan yaitu spesifikasi performansi (*performance specification*). Metode ini bertujuan untuk membuat spesifikasi yang akurat dari kebutuhan pelaksanaan suatu perancangan alat pencetak spasi pada batu bata. Performansi spesifikasi untuk perancangan alat pemotong kertas dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Spesifikasi Performansi Perancangan Alat

| No. | Tujuan | Kriteria |
|-----|--|---|
| 1. | Meminimalisir penggunaan bahan baku terbuang | a. Bahan baku yang digunakan dapat terbuat dari besi, aluminium b. Ukuran alat disesuaikan dengan ukuran batu bata yang digunakan. |
| 2. | Meningkatkan tingkat kerapian | Tingkat kerapian pada pekerjaan pemasangan batu bata menjadi lebih rapi |

Tahapan *Determining Characteristics*

Tahapan ini berisi tentang target yang akan dicapai dari setiap karakteristik produk sehingga tujuan penelitian dapat terjawab. karena pada penelitian ini difokuskan pada karakteristik teknis alat, yaitu perancangan alat pencetak spasi batu bata untuk menghasilkan dinding yang lebih rapi.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran

| No. | Nama Pekerja | Jarak Rentangan Tangan (cm) |
|-----------|--------------|-----------------------------|
| 1. | Kasiman | 124 |
| 2. | Subianto | 126 |
| 3. | Warisito | 123 |
| 4. | Bayu | 130 |
| 5. | Damar | 127 |
| Rata-rata | | 126 |

Tahapan *Generating Alternatives*

Tabel 4.6 Peta Morfologi Alternatif Bahan

| Atribut | Alternatif Bahan | | |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Bahan Kerangka | Besi | Stainless steel | Aluminium |
| Bahan Perata Semen | Besi | Stainless steel | |

Tabel 4.7 Peta Morfologi Alternatif Alat

| Atribut | Alternatif Bahan | | |
|--------------------|------------------|---------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Bahan Kerangka | Gergaji Besi | Mesin Gerinda | Mesin Las |
| Bahan Perata Semen | Gergaji Besi | Mesin Gerinda | Mesin Las |

Tahapan *Generating alternatives* menggunakan peta morfologi (*Morphological Chart*).Peta ini memiliki tujuan untuk menyusun secara lengkap bagian-bagian dari perancangan alat pencetak spesi batu bata serta bahan alternative yang dapat digunakan. Berikut adalah Peta Morfologi untuk alat pencetak spesi batu bata:

Tahapan *Evaluating*

Alternative Perbandingan bahan baku

Tabel 4. 8 Kelebihan dan Kekurangan Bahan

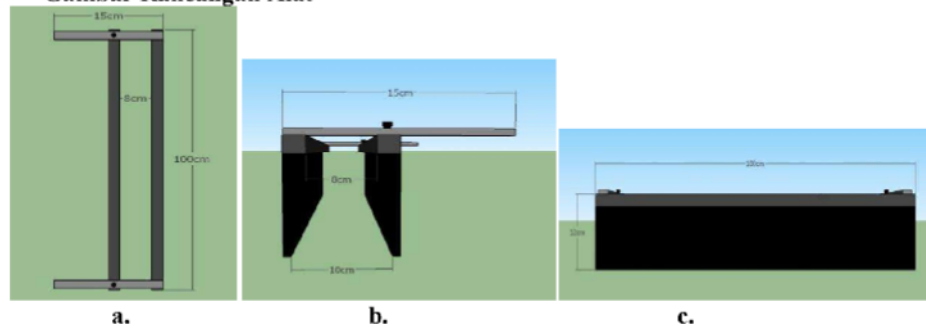
| Bahan | Kelebihan | Kekurangan |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| Besi plat | - Mudah dibentuk - Kuat - Tahan air | - Harga relative lebih mahal |
| Besi hollow | - Harga lebih murah - Lebih ringan - Mudah dibongkar/pasang | - kurang kuat - ukuran besi hollow |
| Stainless steel | - Tidak berkarat - Tidak mudah pecah - Ringan dibawa | - harga relatif mahal |

Perbandingan Alat yang digunakan

Tabel 4.9 Kelebihan dan Kekurangan Alat yang digunakan

| Alat | Kelebihan | Kekurangan |
|---------------|---|---|
| Gergaji Mesin | - Posisi benda kerja tak mesti berada di bidang yang datar - Dapat bergerak ke berbagai arah | - Membutuhkan waktu yang lama jika melakukan kegiatan berulang - Mata pisau mudah patah - Tidak dapat menghaluskan potongan |
| Mesin Gerinda | - Dapat mengerjakan benda yang membutuhkan tingkat presisi yang tinggi - Dapat menghaluskan potongan | - waktu yang dibutuhkan cukup lama - skala bentuk alat yang dipotong terbatas |

Gambar Rancangan Alat



Gambar 4.6 a. Tampak Atas, b. Tampak Depan, c. Tampak Samping

Pengukuran Produktivitas

1. Pengukuran produktivitas sebelum menggunakan alat

Luas tembok yang akan dibangun : $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$
 Jumlah semen yang tersedia : 5 sak
 Jumlah pasir yang tersedia : $2 \text{ m}^3 = 2000 \text{ kg}$
 Pemakaian semen : 10 kg
 Pemakaian pasir : $0,045 \text{ m}^3$

$$\text{Input} = \frac{\text{Volume Pemakaian Bahan Baku}}{\text{Volume Bahan Baku Tersedia}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Input} = \frac{(24 \times 10) + (0,045 \text{ m}^3 \times 24)}{(5 \times 50) + 2000 \text{ kg}} = \frac{240 + 1080}{2.250 \text{ kg}}$$

$$\text{Input} = \frac{1320 \text{ kg}}{2.250 \text{ kg}} = 0,59$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{24}{0,59} = 40,677$$

2. Pengukuran Produktivitas Setelah Menggunakan alat

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Luas tembok yang akan dibangun | : $6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$ |
| Jumlah semen yang tersedia | : 5 sak |
| Jumlah pasir yang tersedia | : $2 \text{ m}^3 = 2000 \text{ kg}$ |
| Pemakaian semen | : 9 kg |
| Pemakaian pasir | : $0,045 \text{ m}^3$ |

$$\frac{\text{Volume Pemakaian Bahan Baku}}{\text{Volume Bahan Baku Tersedia}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Input} = \frac{\text{Volume Pemakaian Bahan Baku}}{(5 \times 50) + 2000 \text{ kg}}$$

$$\text{Input} = \frac{(24 \times 9) + (0,045 \text{ m}^3 \times 24)}{(5 \times 50) + 2000 \text{ kg}}$$

$$\text{Input} = \frac{1296}{2.250 \text{ kg}} = 0,57$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{24}{0,57} = 42,105$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan tahapan dalam mengumpulkan dan mengolah data pada pekerja yang bekerja di CV. Mangku Putra maka dapat disimpulkan:

1. Perancangan alat pencetak spesi batu bata sesuai dengan ukuran batu bata yang gunakan tukang untuk membangun dinding. Adapun ukuran dari alat pencetak spesi batu bata yaitu memiliki panjang 126cm dengan lebar alat dapat mencapai 14cm, dan ketinggian alat 7cm.
2. Dengan adanya alat pencetak spesi batu bata yang baru ini memiliki peningkatan produktivitas dalam meminimalisir bahan pada waktu proses pemasangan batu bata. Hal ini ditunjukkan dengan waktu rata-rata waktu proses pemasangan batu bata sebelum implementasi adalah 51,7 menit sedangkan setelah menggunakan alat rata-rata waktu proses pemasangan menjadi 49,3, dan jika melihat dari produktivitas ada terjadinya peningkatan produktivitas parsial yang sebelum implementasi menunjukkan hasil 0,59 sedangkan setelah implementasi menunjukkan hasil 0,57.

Saran

Setelah melakukan penelitian ini, adapun saran yang dapat diberikan yaitu sebaiknya para pekerja yang bekerja di CV. Mangku Putra yang bertugas membuat rumah memiliki alat pencetak spesi batu bata guna untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan akibat penggunaan bahan baku.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2010).** *"Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik"*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Departemen Tenaga Kerja. (1996).** *"Pengantar Produktivitas"*. Pusat Produktivitas Nasional.
- Irwan. (2007).** *"Perbaikan dan Perancangan Sistem Kerja di Bengkel Mulia Jaya"*. Skripsi STT Musi, Palembang.
- Nurmianto, Eko. (2004).** *"Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasi. Tinjauan Anatomi, Fisiologi, Antropometri, Psikologi dan Komputasi Untuk Perancangan Kerja dan Produk"*. Guna widya. Surabaya.
- Pulat, Babur Mustafa and Alexander, David C. editor. (1992),** *"Industrial Ergonomics Case Studies"*. New York: Mc Graw-Hill, Inc.

- Purnomo, Hari. (2004).** “*Pengantar Teknik Industri*”. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Roebuck J. (1995).** “*Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body for Human Factors*”. HFES, California.
- Sanders, Mark and Ernest McCormick.(1993).** “*Human Factors in Engineering and Design 7th Edition*”. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Santoso Budi P. Ashari. (2005),** “*Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sinungan, Muchtar. (2003).** “*Produktivitas: Apa dan Bagaimana*”. Jakarta: Bumi Aksara
- Suma'mur. (1995),** “*Ergonomik Untuk Peningkatan Produktivitas*”, Hajimasagung, Jakarta.
- Sutikno. (2000).** “*Faktor – faktor Yang Berpengaruh Terhadap Produktivitas Pemasangan Dinding Batu Bata Di Proyek Perumahan Vila Bukit Mas*”.
- Sutalaksana, Iftikar Z. (1995),** “*Teknik Tata Cara Kerja*”, Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (1995),** “*Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*”. Guna Widya, Jakarta