

**LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (PTUPT)**



**RANCANG BANGUN MESIN PENGILANG TEBU DAN SISTEM KERJA
PENGOLAHAN SAKA YANG ERGONOMIS SEBAGAI UPAYA UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN PENDAPATAN
INDUSTRI RUMAH TANGGA PENGOLAHAN SAKA
DI KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT**

Tahun ke-1 dari rencana 3 tahun

Ketua Peneliti:

Hilma Raimona Zadry, Ph.D/ NIDN 0014068003

Anggota Peneliti:

Difana Meilani, MISD/ NIDN 0025058004

Dina Rahmayanti, M.Eng./ NIDN 0007058502

Dendi Adi Saputra, ST, MT /NIDN 1001128702

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : RANCANG BANGUN MESIN PENGILANG TEBU DAN SISTEM KERJA PENGOLAHAN SAKA YANG ERGONOMIS SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN PENDAPATAN INDUSTRI RUMAH TANGGA PENGOLAHAN SAKADI KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr HILMA RAIMONA ZADRY, S.T, M.Eng
Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
NIDN : 0014068003
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Industri
Nomor HP : 082174420792
Alamat surel (e-mail) : hilma@ft.unand.ac.id

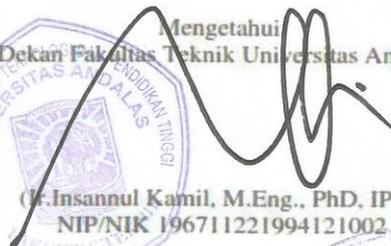
Anggota (1)
Nama Lengkap : DIFANA MEILANI M.ISD
NIDN : 0025058004
Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota (2)
Nama Lengkap : DINA RAHMAYANTI M.Eng
NIDN : 0007058502
Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Anggota (3)
Nama Lengkap : DENDI ADI SAPUTRA M.T
NIDN : 1001128702
Perguruan Tinggi : Universitas Andalas

Institusi Mitra (Jika ada)
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 112,500,000
Biaya Keseluruhan : Rp 608,000,000

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Universitas Andalas



(Dr. Insannul Kamil, M.Eng., PhD, IPM)
NIP/NIK 196711221994121002

Kota Padang, 30 - 10 - 2017
Ketua,



(Dr HILMA RAIMONA ZADRY, S.T, M.Eng)
NIP/NIK 198006142006042002

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Andalas



(Dr. -Ing. Uyung Gatot S. Dinata)
NIP/NIK 196607091992031003

RINGKASAN

Tebu merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berpotensi tinggi dalam meningkatkan perekonomian masyarakat di Sumatera Barat. Salah satu sentral penanaman dan pengolahan tebu adalah Kabupaten Agam dengan jumlah produksi 8.274 ton pada tahun 2013 lalu. Di wilayah ini, pengolahan tebu merupakan salah satu mata pencarian utama masyarakatnya. Upaya peningkatan nilai tambah yang dilakukan oleh masyarakat adalah dengan mengolah tebu menjadi gula merah (saka) melalui proses produksi yang disebut “mangilang” unt.

Saat ini, masih ditemukan permasalahan dalam proses pengolahan air tebu menjadi saka, antara lain sistem kerja pembuatan saka yang belum baik, dapat dilihat dari tata letak stasiun kerja yang tidak mempertimbangkan efisiensi jarak dan waktu, cara kerja/postur kerja yang salah, lingkungan fisik kerja yang tidak sehat serta belum sesuai dengan prinsip ergonomi yaitu efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE). Selain itu, peralatan kerja yang digunakan masih sangat sederhana, masih menggunakan alat yang digerakkan oleh tenaga kerbau, sehingga produktivitas air tebu yang dihasilkan masih rendah dan kurang higienis. Kemudian, belum adanya teknologi pengolahan saka yang lebih higienis, terintegrasi dan modern.

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem kerja pengolahan saka dan *prototype* mesin pengilang tebu yang ergonomis. Penelitian ini sesuai dengan RIP (Rencana Induk Penelitian) Universitas Andalas dan berkaitan dengan kluster riset yang ada, yaitu **ketahanan pangan, inovasi teknologi dan industri**, serta **pembangunan karakter**. Penelitian ini direncanakan untuk tiga tahun, dimana tahun pertama difokuskan pada upaya identifikasi kebutuhan konsumen serta pengukuran antropometri petani dan operator serta pengukuran dimensi pada setiap stasiun kerja sehingga didapatkan desain sistem kerja dan desain konseptual dari mesin pengilang tebu yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode yang digunakan antara lain *Quality Function Deployment* (QFD), morfologi, tata letak pabrik, *Nordic Body Map* (NBM). Tahun kedua penelitian dilanjutkan dengan melakukan evaluasi hasil rancangan yang telah dibuat dan membuat *prototype* mesin serta membangun sistem kerja usulan secara nyata. Tahun ketiga atau tahun terakhir akan dievaluasi kembali *prototype* yang dibuat serta membahas tentang analisis kelayakan ekonomi, teknik dan prospek industrialisasi dari mesin inovasi dan sistem kerja hasil rancangan tersebut.

Kata Kunci: rancang bangun, sistem kerja, mesin pengilang tebu, ergonomi.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala, karena berkat limpahan rahmat dan karuniaNya, penulis dapat melaksanakan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi ini untuk tahap awal yang berjudul **“Rancang bangun mesin pengilang tebu dan sistem kerja pengolahan saka yang ergonomis sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan industri rumah tangga pengolahan saka di Kabupaten Agam Sumatera Barat”**.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi penulis haturkan kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini baik secara moril maupun materil, diantaranya:

1. Rektor Universitas Andalas
2. Direktur Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Andalas.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Andalas.
4. Mahasiswa dan responden yang terlibat dalam penelitian.

Peneliti menyadari laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan sangat senang hati peneliti mengharapkan masukan dan saran dari pembaca sekalian. Terima kasih.

Padang, Oktober 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| RINGKASAN | iii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| RINGKASAN | x |
| | |
| I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 3 |
| II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Ergonomi | 4 |
| 2.2. Perancangan dan Pengembangan Produk | 5 |
| 2.3. Peta Jalan Penelitian | 6 |
| 2.4. Hasil Penelitian yang Up to date dan Relevan dengan Penelitian Usulan | 7 |
| III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | |
| 3.1. Tujuan Penelitian Tahun Pertama | 8 |
| 3.2. Manfaat Penelitian | 8 |
| IV METODE PENELITIAN | |
| 4.1. Studi Pendahuluan | 9 |
| 4.2. Identifikasi Suara Pengguna terkait Perancangan Mesin Pengilang Tebu yang Ergonomis | 9 |
| 4.3. Perancangan Sistem Kerja | 10 |
| 4.4. Perancangan Konseptual Mesin Pengilang Tebu | 10 |
| V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI | 11 |
| VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA | 11 |

| | |
|-----------------------|----|
| VII KESIMPULAN | 11 |
| DAFTAR PUSTAKA | 11 |
| LAMPIRAN | 13 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 1.1. Luas Tanaman dan Produksi Tebu Perkebunan Rakyat Sumatera Barat Tahun 2013..... | 2 |
| Tabel 1.2. Rangkuman Permasalahan Industri Pengolahan Saka di Bukik Batabuah Kabupaten Agam Sumatera Barat..... | 3 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1. Road Map Penelitian | 7 |
| Gambar 4.1. Tahapan Perancangan | 10 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|----------------|
| A. Pemakalah dalam Seminar Internasional | 13 |
| B. Bukti Pengantaran Publikasi Ilmiah pada Safety and Health at Work (SH@W) | 15 |
| C. Produk Teknologi | 16 |
| D. Paten | 17 |
| E. Buku Ajar | 18 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang produktif dalam sektor pertanian dan perkebunannya. Sumatera Barat memiliki beberapa potensi sumber daya alam yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan perekonomian daerah. Salah satu sektor perkebunan yang berpotensi tinggi dan terus diupayakan oleh pemerintah dalam meningkatkan perekonomian Provinsi Sumatera Barat adalah komoditas tebu (Hajisman, 2012). Tanaman tebu (*SaccharumofficinarumL.*) merupakan tanaman perkebunan semusim yang memiliki sifat tersendiri, sebab di dalam batangnya terdapat zat gula atau nira (Widarwati, 2008). Nira tebu adalah cairan yang diekstraksi dari batang tanaman tebu, mengandung gula antara 10-20%. Nira tebu dapat diolah menjadi minuman ringan, minuman beralkohol, sirup tebu, gula tebu (saka) dan *nata de saccha* (Hasbullah, 2001). Luas lahan tanam tebu pada tahun 2013 di berbagai Kabupaten dan Kota di Sumatera Barat telah dihimpun dan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Menurut data BPS Sumbar tahun 2014 dapat terlihat beberapa sebaran daerah perkebunan tebu yang ada di Sumatera Barat, dan Kabupaten Agam merupakan sentral penanaman dan pengolahan tebu terbesar dengan jumlah produksi tebu 8.274 ton/tahun dan luas lahan mencapai 4.053 hektar. Salah satu sentral wilayah penghasil saka di Kabupaten Agam adalah Nagari Bukik Batabuah dengan total produksi mencapai 2.825,75 ton/tahun dan merupakan mata pencaharian utama masyarakat.

Pengolahan tebu menjadi saka pada daerah ini telah lama dilakukan oleh keluarga petani dan berlangsung secara turun-temurun. Pengolahan tebu menjadi saka di daerah ini masih dilakukan dalam skala industri rumah tangga atau industri kecil. Proses mendapatkan sari tebu disebut “mangilang” atau penggilingan tebu yang nantinya menghasilkan cairan sari tebu, kemudian dimasak hingga mengental. Saat ini, di Nagari Bukik Batabuah usaha pengolahan saka masih dilakukan dengan dua cara tersebut, yaitu dengan cara tradisional dan cara modern (mekanis). Perbedaan antara kedua pengolahan tersebut terletak pada teknologi alat kilang tebunya. Alat kilang ini yang nantinya memeras tebu untuk memperoleh air tebu segar sebagai bahan baku saka. Pengolahan secara

tradisional masih sangat sederhana dengan menggunakan tenaga kerbau untuk memutar alat kilang tebu, sedangkan pengolahan secara mekanis telah menggunakan mesin diesel untuk menjalankan mesin kilang.

Tabel 1.1. Luas Tanaman dan Produksi Tebu Perkebunan Rakyat Sumatera Barat Tahun 2013

| No. | Kabupaten/Kota | Luas Tanam (Ha) | Luas Panen (Ha) |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kabupaten | | | |
| 1 | Kep. Mentawai | - | - |
| 2 | Pesisir Selatan | 15 | 13 |
| 3 | Solok | 530 | 530 |
| 4 | Sijunjung | - | - |
| 5 | Tanah Datar | 2784 | 2781 |
| 6 | Padang Pariaman | 1 | 1 |
| 7 | Agam | 4053 | 4039 |
| 8 | Lima Puluh Kota | - | - |
| 9 | Pasaman | - | - |
| 10 | Solok Selatan | - | - |
| 11 | Dharmasraya | - | - |
| 12 | Pasaman Barat | - | - |
| Kota | | | |
| 1 | Padang | 44 | 44 |
| 2 | Solok | - | - |
| 3 | Sawahlunto | 3 | 3 |
| 4 | Padang Panjang | 3 | 3 |
| 5 | Bukittinggi | - | - |
| 6 | Payakumbuh | 9 | 9 |
| 7 | Pariaman | - | - |
| Jumlah | | 7442 | 7423 |

Sumber : Sumatera Barat dalam angka 2014, BPS Provinsi Sumatera Barat

Berdasarkan keterangan dari Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) di Nagari Bukik Batabuah dan Dinas Pertanian (UPTD) Kecamatan Canduang pada survei pendahuluan diketahui bahwa gula saka di daerah ini memiliki kualitas terbaik se-Kabupaten Agam. Namun potensi ini belum didukung sepenuhnya oleh fasilitas dan infrastruktur yang tersedia dalam pengolahan tebu tersebut. Permasalahan yang ditemui di lapangan berdasarkan data survei pendahuluan yang dilakukan pada beberapa industri pembuatan saka tebu di daerah Bukik Batabuah dirangkum pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Rangkuman Permasalahan Industri Pengolahan Saka di Bukik Batabuah Kabupaten Agam Sumatera Barat

| No. | Keterangan | Permasalahan |
|-----|---------------------------------|--|
| 1 | Mesin penggiling/pengilang tebu | <ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan tenaga kerbau sebagai penggerak mesin b. Jumlah mesin pengilang tebu bantuan pemerintah yang masih sangat terbatas c. Spesifikasi mesin bantuan pemerintah dan yang dijual di pasaran belum memenuhi kebutuhan petani secara umum. d. Ukuran jalur masuk tebu dan keluar ampas tidak mempertimbangkan aspek ergonomi dan antropometri. e. Dimensi mesin tidak sesuai dengan operator menyebabkan menyebabkan cedera pada operator. f. Posisi saluran pengeluaran hasil perasan tebu terlalu rendah dan sejajar dengan lantai, sehingga kotoran atau benda-benda asing dapat masuk kedalam saluran tebu (seperti percikan air di lantai, ampas tebu, dan kotoran). g. Belum adanya <i>adjustment</i> atau pengaturan kerapatan penggiling (<i>roller</i>). |
| 2 | Lingkungan kerja | <ul style="list-style-type: none"> a. Belum/kurang higienis (Tebu yang akan/telah digiling berantakan dan bercampur dengan kotoran kerbau yang terdapat di sekitar tempat operator bekerja) b. Kurang nyaman (Tempat sempit, ventilasi udara kurang, terkena hujan/panas). |
| 3 | Posisi kerja operator | <p>Tidak ergonomis dan dapat menimbulkan cedera akibat hal-hal berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Pada saat mengilang, merebus dan mencetak tebu: operator duduk bersila dalam jangka waktu ± 5 jam sehari. b. Operator memukul tebu secara manual sebelum dimasukkan ke mesin penggiling dengan menggunakan alat pemukul seberat 2 kg berulang-ulang selama ± 2 jam sehari. |
| 4 | Tata letak (<i>Lay out</i>) | Tata letak stasiun kerja (penggilingan tebu, perebusan tebu dan pencetakan saka) serta fasilitas yang diperlukan masih belum ergonomis. |
| 5 | Fasilitas | Fasilitas, alat bantu dan alat cetak yang digunakan masih sederhana, belum sesuai dengan standar seharusnya dan apa adanya. |

Melihat keseluruhan kondisi yang ada di industri saka tebu Bukik Batabuah saat ini, maka perlu diadakan perbaikan lebih lanjut melalui penelitian dalam hal sistem kerja, perancangan mesin dan peralatan kerja yang digunakan. Hal ini bertujuan agar dapat meningkatkan efektifitas, efisiensi dan higiene kerja sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk andalan Kabupaten Agam khususnya, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian petani tebu, pengusaha tebu dan masyarakat sekitarnya.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem kerja

pengolahan saka tebu dan perancangan mesin kilang tebu yang ergonomis dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu ERGON (kerja) dan NOMOS (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain atau perancangan (Nurmianto, 2008). Menurut Zhang (2014), ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman. Ergonomi adalah studi tentang interaksi antara manusia dan mesin/alat dan faktor-faktor yang mempengaruhi interaksi. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kinerja sistem dengan memperbaiki interaksi manusia mesin. (Bridger, 2003). Penelitian ergonomi telah terbukti memberikan manfaat dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari berbagai produk.

Menurut Drury (2000), ergonomi perlu menjadi perhatian dalam pengembangan produk baik di industri maupun jasa. Drury (1997a) menyatakan bahwa kualitas suatu produk paralel dengan ergonomi artinya jika ingin meningkatkan kualitas suatu produk maka aspek ergonomi harus menjadi fokus *designer*. Berbagai penelitian terkait pengembangan produk dari sisi ergonomi telah banyak dilakukan antara lain dilakukan oleh Zadry, et al. (2015) merancang ulang *Long Spinal Board (LSB)* yang ergonomis dengan menggunakan metode QFD (*quality function deployment*), produk yang dihasilkan mampu meningkatkan kenyamanan pengguna setelah dilakukan validasi. Penelitian ini kemudian disempunakan lagi dengan mengintegrasikan beberapa metoda sebagai alternatif perancangan LSB (Zadry, et al., 2016). Penelitian terdahulu juga telah dilakukan sebagai upaya pelayanan pertolongan pertama untuk kondisi emergensi

(Conrad, 2008), dimana penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Zadry et al. (2015 dan 2016). Conrad (2008) merancang pegangan ergonomis pada berbagai alat penanganan emergensi, sehingga memberikan kenyamanan dan peningkatan kecepatan layanan pada korban. Penelitian lain dilakukan oleh Islam (2013) yaitu merancang tempat tidur rumah sakit dengan pertimbangan ergonomi dengan studi kasus di Bangladesh.

2.2. Perancangan dan Pengembangan Produk

Menurut Zaim dan Sevkli (2002), pengembangan produk memiliki risiko kegagalan yang besar sehingga perusahaan harus fokus pada kekurangan yang terdapat pada produk kemudian menemukan dan mengukur kebutuhan dan keinginan pengguna secara tepat. Mazur (2000) menyatakan bahwa terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam pengembangan produk antara lain model Kano, *Quality Function Deployment (QFD)*, *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadach (TRIZ)* dan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*.

Pada model Kano, *customer requirement* yang terdapat dalam produk dibagi ke dalam lima kategori berdasarkan pengaruh pemenuhannya terhadap kepuasan pengguna. Kelima kategori tersebut adalah *Attractive*, *One-dimensional*, *Must be*, *Indifferent* dan *Reverse*. Kategori yang mempengaruhi kepuasan pengguna tertinggi adalah *Attractive*, *One-dimensional* dan *Must-be* (Qiting et al., 2013). Sedangkan QFD menurut Jaiswal (2012) adalah metode perencanaan dan pengembangan produk yang terstruktur dan memungkinkan tim pengembang untuk menentukan dengan jelas keinginan dan kebutuhan pengguna kemudian mengevaluasi secara sistematis dampak setiap usulan atas produk terhadap pemenuhan kebutuhan tersebut.

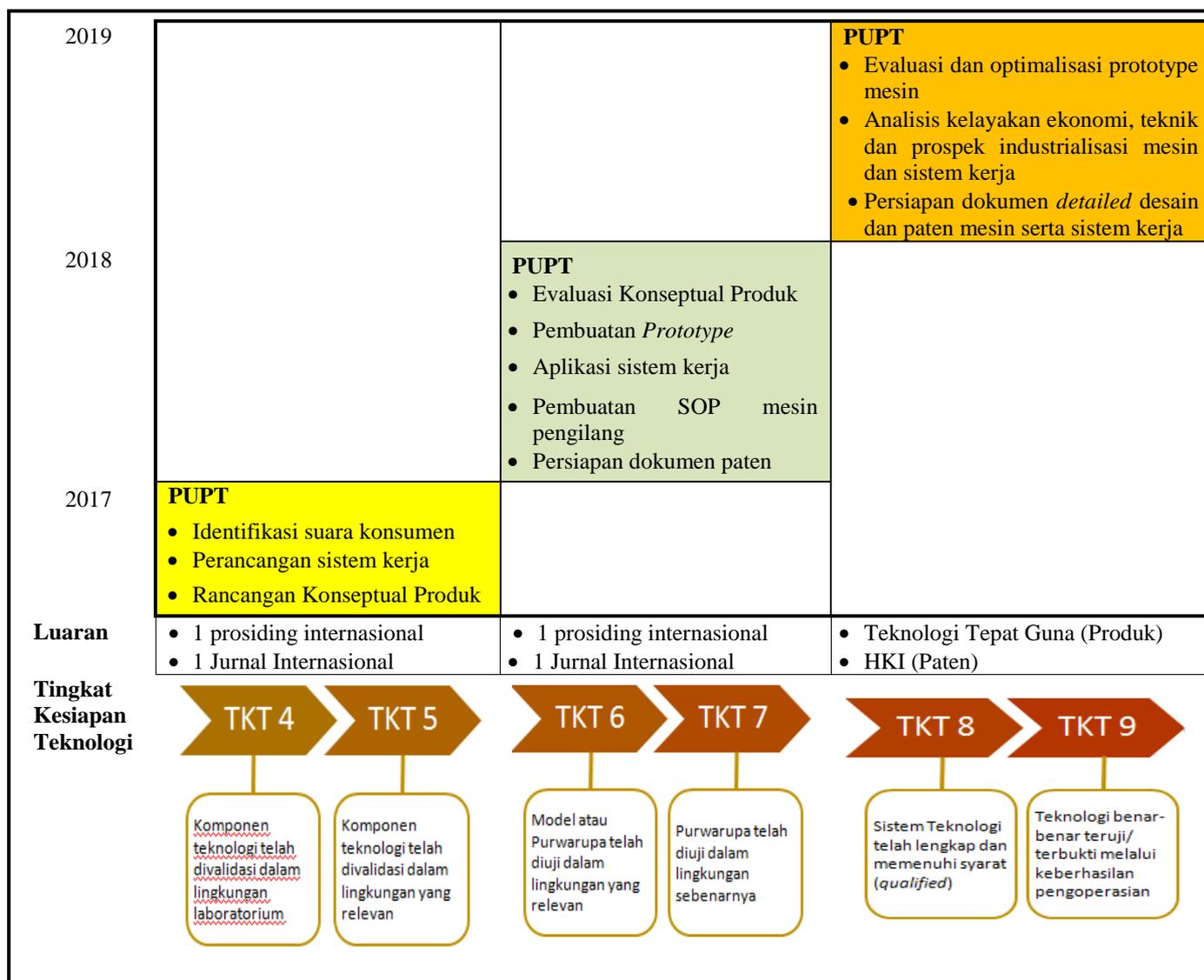
Selanjutnya adalah TRIZ, menurut Jani (2013) TRIZ adalah pendekatan sistematis untuk menemukan solusi kreatif yang lebih maju dalam penyelesaian masalah-masalah sulit dengan cara yang lebih efisien dan efektif untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan masih relevan untuk digunakan pada saat dan kondisi tersebut. TRIZ juga dipandang sebagai sebuah filsafat, proses, dan serangkaian *tools* untuk menyelesaikan kontradiksi. Teknik ini dikembangkan untuk meningkatkan kualitas produk.

Kualitas produk didefinisikan sebagai ukuran terpenuhi atau terlampauinya harapan pengguna atas persyaratan yang ada pada produk. Kualitas produk menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan bagi industri manufaktur. Hal ini mendasari Garvin (1984) untuk mengembangkan kerangka pengukur kualitas produk. Kerangka tersebut terdiri atas delapan dimensi kualitas yang telah mencakup berbagai konsep (Ashim dan Qureshi, 2014). Besterfield (1994) kemudian melengkapi kerangka ini dengan menambahkan dimensi *response* sehingga total dimensi kualitas menjadi sembilan.

Kesembilan dimensi kualitas tersebut yaitu (Besterfield, 1994): *Performance*: Dimensi ini mengacu pada karakteristik utama dari produk, seperti kenyamanan dan keamanan, *Features*: Dimensi ini mengacu pada karakteristik sekunder dari produk atau dapat dikatakan sebagai karakteristik yang melengkapi fungsi dasar suatu produk contohnya *remote control* pada televisi, *Conformance*: Dimensi ini mengacu pada kesesuaian antara produk dengan spesifikasi atau standar industri, *Reliability*: Dimensi ini mengacu pada konsistensi produk dalam memenuhi fungsi dasarnya selama dipakai atau dapat dikatakan sebagai besarnya kemungkinan produk mengalami kerusakan dalam periode waktu tertentu, *Durability*: Dimensi ini mengacu pada umur pakai produk atau jumlah pemakaian produk yang dapat diperoleh sebelum produk mengalami kerusakan atau perlu perbaikan, *Service*: Dimensi ini mengacu pada pemecahan masalah atau penyelesaian keluhan atas produk contohnya kemudahan dan kecepatan produk untuk diperbaiki, *Response*: Dimensi ini mengacu pada interaksi antar muka manusia yang berkaitan dengan produk, *Aesthetics*: Dimensi ini mengacu pada bagaimana produk dilihat, didengar atau dirasakan contohnya tampilan luar dari produk, *Reputation*: Dimensi ini berkaitan dengan citra produk selama ini contohnya merek produk atau peringkat yang telah diraih produk.

2.3. Peta Jalan Penelitian

Peta jalan penelitian mengacu kepada Rencana Strategis Penelitian (Renstra Penelitian) atau bidang unggulan perguruan tinggi sebagai acuan primer. Sedangkan *road map* penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Road Map Penelitian

2.4. Hasil Penelitian yang *up to date* dan Relevan dengan Penelitian Usulan

Salah satu metode yang sering digunakan dalam perancangan produk ergonomis adalah QFD (Marsot, 2005). Marsot (2005) telah mengembangkan metode dengan menggunakan QFD pada tahap perancangan produk. Produk yang menjadi objek penelitian ini adalah *hand tool*, perancangan dilakukan dengan menggali karakteristik teknis dan design dari produk berdasarkan suara konsumen dan kemampuan dari perusahaan sendiri. Dari penelitian ini didapat hasil metodologi yang dapat didemonstrasikan untuk menghasilkan produk *hand tools*

yang lebih ergonomis. Jin, et al. (2009) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan model evaluasi kegunaan produk berdasarkan sensasi pelanggan menggunakan QFD, yang mengevaluasi hubungan antara sensasi konsumen dan kegunaan antara faktor desain fisik dari sebuah produk.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian Tahun Pertama

- a. Merancang sistem kerja (tata letak stasiun kerja, cara kerja/postur kerja, lingkungan fisik kerja dan fasilitas kerja) pengolahan saka yang sesuai dengan prinsip ergonomi.
- b. Mengidentifikasi suara konsumen/pengguna terkait perancangan mesin pengilang tebu yang ergonomis.
- c. Menghasilkan desain konseptual dari mesin pengilang tebu yang sesuai dengan kebutuhan pengguna menggunakan pendekatan ergonomi.

3.2. Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan rancangan produk yang dihasilkan dapat memberikan manfaat pada banyak pihak, antara lain:

- a. Bagi pihak operator/pekerja, hasil rancangan sistem kerja dan mesin ini sangat bermanfaat digunakan untuk mengurangi resiko kelelahan dan cedera tubuh pada saat proses kilang.
- b. Bagi pihak pengusaha saka, hasil rancangan dapat meningkatkan produktivitas saka yang dihasilkan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, sehingga secara tidak langsung ikut meningkatkan perekonomian masyarakat.
- c. Bagi industri, hasil rancangan mesin bisa dijadikan sebagai panduan untuk proses produksi mesin pengilang tebu yang lebih ergonomis.
- d. Bagi ilmu pengetahuan, hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rujukan dalam merancang suatu alat dan sistem kerja, khususnya alat dan sistem kerja industri pengolahan tebu menjadi saka dalam industri skala kecil dan menengah.

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan berupa survei, dilakukan dengan mengamati kondisi aktual di tempat pembuatan saka tebu, di Nagari Bukit Batabuah, Kabupaten Agam. Survei dilakukan untuk mendapatkan data awal yang dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan pelaksanaan penelitian selanjutnya. Pengamatan dilakukan terhadap aspek-aspek berikut: Mesin pengilang, lingkungan kerja, tata letak stasiun kerja, proses produksi, fasilitas dan operator.

4.2. Identifikasi Suara Pengguna terkait Perancangan Mesin Pengilang Tebu yang Ergonomis

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk merancang mesin secara konseptual. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

a. Data Primer

Data primer terdiri dari data dimensi mesin kilang yang diukur secara langsung, penilaian aspek fungsional dan disfungsional konsumen melalui pengisian kuisisioner Kano, serta tingkat kepentingan dan kepuasan konsumen yang didapatkan dari kuisisioner QFD. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data antropometri petani dan pengusaha tebu yang akan menggunakan mesin tersebut.

b. Data Sekunder

Pada penelitian ini yang termasuk data sekunder adalah data spesifikasi beberapa jenis mesin kilang tebu mekanis yang ada di pasaran serta pembuatan mesin kilang tebu yang didapatkan melalui referensi internet dan jurnal perancangan mesin.

Pengolahan data yang dilakukan berupa penentuan kebutuhan pelanggan (*customer voice*) dengan metode Kano serta penyusunan QFD Fase I dan II sehingga didapatkan karakteristik rancangan yang digunakan sebagai dasar dalam merancang peta Morfologi mesin kilang tebu mekanis. Analisis dilakukan terhadap pengolahan data yang terdiri dari tingkat kebutuhan konsumen dan karakteristik desain serta hubungan antar faktor-faktor kebutuhan tersebut. Selain

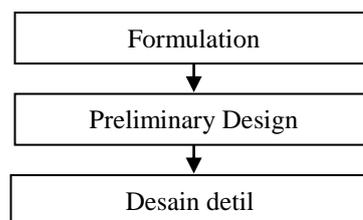
itu analisis dilakukan terhadap perbandingan desain mesin kilang mekanis yang saat ini digunakan oleh masyarakat dengan desain produk mesin kilang mekanis hasil rancangan ulang.

4.3. Perancangan Sistem Kerja

Pada tahap ini dikumpulkan data antropometri petani, operator dan pengusaha tebu. Data antropometri yang diukur adalah variabel yang diperlukan untuk perancangan usulan fasilitas kerja. Selain pengukuran data antropometri juga dilakukan pengukuran dimensi-dimensi pada setiap stasiun kerja. Pengolahan data dilakukan dengan membuat *checklist* untuk sistem kerja pada setiap stasiun kerja dengan pendekatan 10 *physical ergonomic principles*. Kemudian dari *checklist* itu akan keluar hasil perbaikan berupa rekomendasi perancangan dan rekomendasi pemberian usulan, sehingga perancangan yang dilakukan merupakan hasil dari analisis di setiap prinsip. Perancangan fasilitas kerja usulan yaitu menggunakan *software Autodesk Inventor 2016*.

4.4. Perancangan Konseptual Mesin Pengilang Tebu

Tujuan akhir dari konsep perancangan adalah untuk menghasilkan suatu produk yang berkualitas dan dapat memenuhi keinginan dan harapan konsumen. Setelah didapatkan suara konsumen dan menerjemahkannya ke dalam karakteristik desain dan berdasarkan peta morfologi terpilih, maka didapatkan kriteria perancangan ulang mesin kilang. Berdasarkan kriteria perancangan produk terpilih maka dilakukan perancangan disain mesin kilang menggunakan *software Autodesk Inventor 2016*. Gambar 3.1 menunjukkan langkah-langkah perancangan konseptual yang dilakukan (Eggert, 2005).



Gambar 4.1 Tahapan perancangan

V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Sejauh ini, penelitian telah menghasilkan keluaran sebagai berikut:

- a. Pemakalah dalam seminar internasional – sudah dilaksanakan (**Lampiran A**)
- b. Publikasi ilmiah pada jurnal internasional – sudah dihantar (**Lampiran B**)
- c. Produk Teknologi – sedang dikerjakan (**Lampiran C**).
- d. Paten (1 buah) – terdaftar (**Lampiran D**)
- e. Buku Ajar – draf (**Lampiran E**)

VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahap berikutnya adalah:

- a. Mengevaluasi rancangan konseptual mesin pengilang tebu yang telah dirancang pada tahun pertama.
- b. Membuat *prototype* mesin pengilang tebu hasil rancangan.
- c. Mengkaji prospek *manufacturability*, ekonomi teknik, pengembangan produk dan pemasaran dari produk final yang sudah dihasilkan.

VII. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah penelitian untuk tahun pertama ini sudah selesai 100% dan telah menghasilkan luaran sesuai dengan target yang direncanakan.

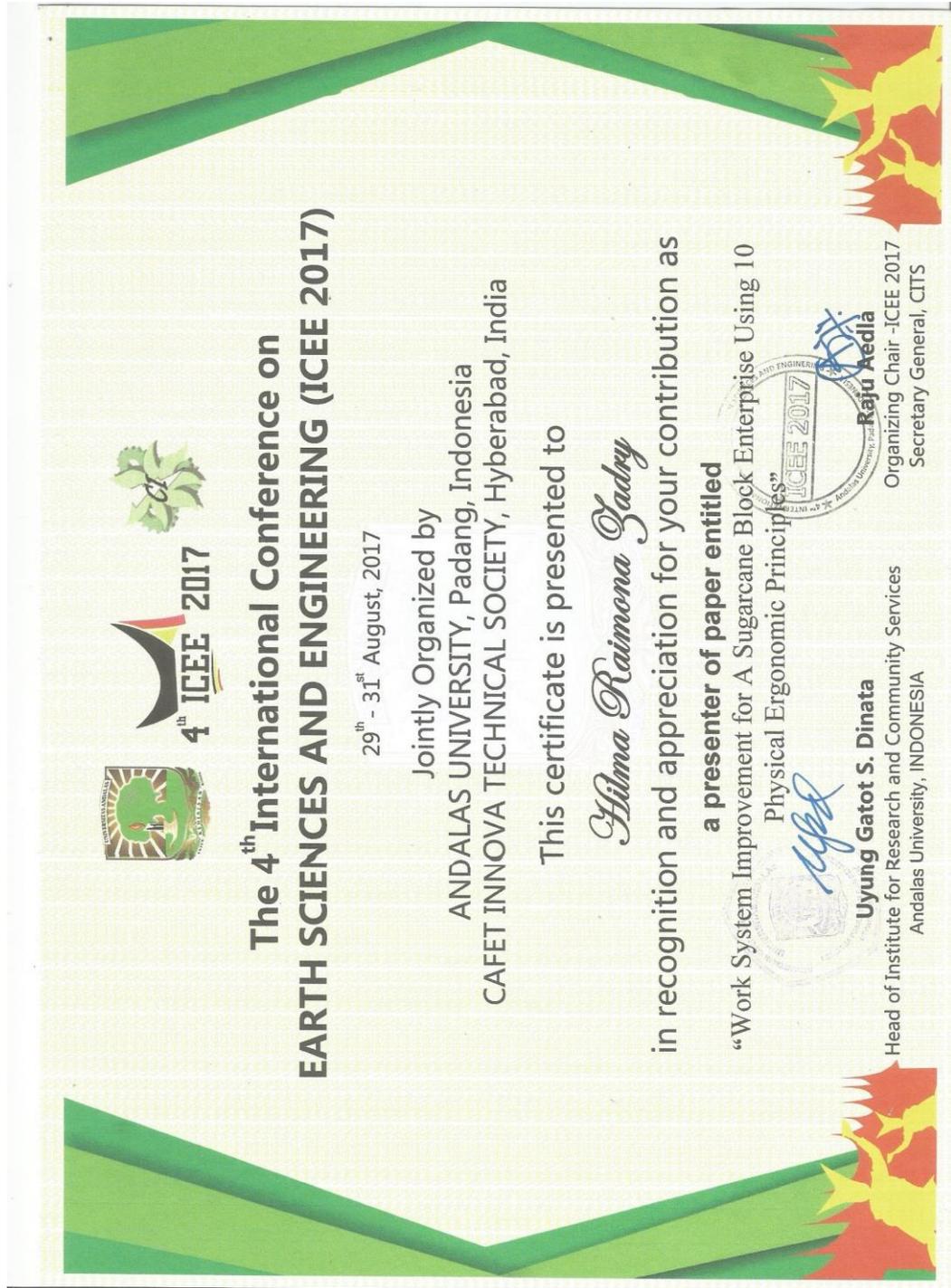
DAFTAR PUSTAKA

- Asim, Muhammad dan Qureshi, Ilyas M.A. (2014). *Measurement Models of Key Quality Concepts*. Lahore: Superior University.
- Besterfield, Dale H. (1994). *Quality Control*. 4th Edition. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International Inc.
- Bridger, R.S. (2003). *Introduction to Ergonomics*. London: Taylor&Francis Group.
- Conrad, et, al (2008). Designing ergonomic interventions for EMS workers: Concept generation of patient-handling devices. *Applied Ergonomics* 39 (2008) 792–802.

- Drury, C.G. (1997a). *Ergonomics and the quality movement*. *Ergonomics*, 40(3), 249–264.
- Drury, C.G. (2000). *Human Factors and Quality: Integration and New Directions*. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 10 (1) 45–59.
- Eggert, R.J., 2005. *Engineering Design*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, new Jersey
- Marsot, Jacques (2005). QFD: a methodological tool for integration of ergonomics at the design stage. *Applied Ergonomics* 36 (2005) 185–192.
- Jin, et, al (2009). Development of a Usability Evaluation Framework with Quality Function Deployment: From Customer Sensibility to Product Design. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 19 (2) 177–194.
- Islam, et, al (2013). Ergonomics Consideration for Hospital Bed Design: A Case Study in Bangladesh.
- Jaiswal, Eshan S. (2012). *A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)*. India: Mewar University.
- Jani, Hajar Mat. (2013). *An Overview of TRIZ Problem-Solving Methodology and its Applications*. Malaysia: Universiti Tenaga Nasional.
- Mazur, Glenn. (2000). *QFD 2000: Integrating QFD and Other Quality Methods to Improve the New Product Development Process*. Michigan: University of Michigan College of Engineering.
- Nurmianto, Eko. (2008). *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Teknik Industri-ITS.
- Qiting, P., Uno, Nobuhiro dan Kubota, Yoshiaki. (2013). *Kano Model Analysis of Customer Needs and Satisfaction at the Shanghai Disneyland*. Kyoto: Kyoto University.
- Zaim, Selim dan Sevkli, Mehmet. (2002). *The Methodology of Quality Function Deployment with Crisp and Fuzzy Approaches and an Application in the Turkish Shampoo Industry*. Istanbul: Fatih University.
- Zadry, et, al. (2015). *Identification of design requirements for ergonomic long spinal board using quality function deployment (QFD)*. *Procedia Manufacturing* 3 (2015) 4673 – 4680.
- Zadry, et, al. (2015). *Ergonomics Intervention on an Alternative Design of a Spinal Board*.
- Zang, et, al. (2014). *Using integrated quality function deployment and theory of innovation problem solving approach for ergonomic product design*. *Computers & Industrial Engineering* 76 (2014) 60–74.

LAMPIRAN A

PEMAKALAH DALAM SEMINAR INTERNASIONAL



LAMPIRAN B

BUKTI PENGHANTARAN PUBLIKASI ILMIAH PADA SAFETY AND HEALTH AT WORK (SH@W)



SHAW_2017_400 | Original article

Ergonomic design of moulding tool for a sugarcane block enterprise in West Sumatra Indonesia

Hilma Zadry | Universitas Andalas, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Indonesia.

Status: **Under Resubmission (12 days)** | Submitted: 12/Oct/2017 - Resubmission due date: 30/Oct/2017

 Zip File

Overview

 Files  Messages

[« All Messages](#)

Received resubmission SHAW_2017_400 18/Oct/2017 23:56

To: Hilma Zadry

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: SHAW_2017_400
Title: Ergonomic design of moulding tool for a sugarcane block enterprise in West Sumatra Indonesia
Journal: Safety and Health at Work

Dear Dr. Zadry,

Thank you for resubmitting your manuscript for consideration for publication in Safety and Health at Work . Your resubmission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.ispx?JRNL_ACR=SHAW and go to 'My Submissions'.

We appreciate your resubmitting your work to this journal.

Kind regards,
Safety and Health at Work

LAMPIRAN C
PRODUK TEKNOLOGI



LAMPIRAN D

PATEN

| | | |
|---|---|-----------------------|
|  | KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA REPUBLIK INDONESIA DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL Jl. H.R. Rasuna Said Kav 8-9, Kuningan, Jakarta Selatan, 12940 Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611 Laman: http://www.dgip.go.id Surel: dopatent@dgip.go.id | |
| Nomor | : HKI.3-HI.05.01.02.P00201704014 | Jakarta, 03 Juli 2017 |
| Lampiran | : 1 (satu) berkas | |
| Hal | : Pemberitahuan Persyaratan Formalitas Telah Dipenuhi | |
| Yth. LPPM Universitas Andalas Gedung Rektorat Lt. 2, Kampus UNAND Limau Manis, Padang, Sumatera Barat, 25163 | | |
| Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten: | | |
| Tanggal Pengajuan | : 16 Juni 2017 | |
| (21) Nomor Permohonan | : P00201704014 | |
| (71) Pemohon | : LPPM Universitas Andalas | |
| (54) Judul Invensi | : PERALATAN PENGATURAN KERAPATAN SILINDER/PENGGILING PADA MESIN PEMERAS AIR TEBU UNTUK PEMBUATAN GULA MERAH | |
| (30) Data Prioritas | : | |
| (74) Konsultan HKI | : | |
| (22) Tanggal Penerimaan | : 16 Juni 2017 | |
| telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan: | | |
| <ol style="list-style-type: none">1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera 7 (tujuh) hari setelah 3 (tiga) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 123 UU No 13 Tahun 2016).2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016). | | |
| Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut: | | |
| <ol style="list-style-type: none">1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa dan selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten sederhana, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 45 Tahun 2016.2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut akan mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali.3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@50.000) sebesar Rp. 0.4. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 28 ayat 2 dan 3 PP 34 Tahun 1991).5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30). | | |
|  |  | |
| 00-2017-10427 | Ir. Arif Syamsudin, S.H., M.Si. NIP. 196303021987111001 | |
| Tembusan: Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual. | | |
| Form HKI.3.003/2016 | | |

LAMPIRAN E
DRAF BUKU AJAR

CHAPTER 1

PERANCANGAN

1.1 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (system flowchart) yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem. Menurut Dr. Azhar Susanto, MBus, Ak dalam bukunya yang berjudul “Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya [2004:51]”, Perancangan adalah kemampuan untuk membuat beberapa alternatif pemecahan masalah. Sedangkan menurut Subhan (2012:109) perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi baru berdasarkan rekomendasi hasil analisis sistem.

Menurut H. Darmawan dalam buku Pengantar Perancangan Teknik, Perancangan adalah kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang keberadaannya diperlukan oleh masyarakat untuk meringankan hidupnya. Tahapan perancangan sangat diperlukan untuk memudahkan engineer bekerja; pekerjaan tepat waktu, biaya sesuai rencana dan produk berfungsi dengan baik.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa perancangan merupakan proses perencanaan untuk membuat beberapa alternatif dalam pemecahan masalah dan bisa direalisasikan untuk mencapai tujuan tertentu.

1.2 Kriteria Perencanaan yang Baik

Ciri-ciri rencana yang baik sebagai berikut:

1. Rencana harus mempermudah tercapainya tujuan yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Rencana harus dibuat oleh orang-orang yang sungguh-sungguh memahami tujuan organisasi.

3. Rencana harus dibuat oleh orang-orang yang sungguh-sungguh mendalami teknik-teknik perencanaan.
4. Rencana harus disertai oleh suatu perincian yang teliti.
5. Rencana tidak boleh terlepas sama sekali dari pemikiran pelaksanaan.
6. Rencana harus bersifat sederhana.
7. Rencana harus luwes.
8. Di dalam rencana terdapat tempat pengambilan resiko.
9. Rencana harus bersifat praktis (pragmatis).
10. Rencana harus merupakan *forecasting*.

Adapun yang harus diperhatikan dalam sebuah perencanaan yang baik sebagai berikut:

1. Didasari dengan tujuan.
2. Konsisten dan realistis.
3. Pengawasan yang kontinu.
4. Mencakup aspek fisik dan pembiayaan.
5. Memahami berbagai ciri hubungan antar variabel ekonomi.
6. Mempunyai koordinasi yang baik.

Suatu rencana dikatakan baik, apabila dibuat berdasarkan fakta yang konkrit, dan dilakukan secara bersama-sama diantara orang-orang yang ada di dalam organisasi. Jadi bukan semata-mata didasarkan atas kemampuan pribadi perencana.

Suatu perencanaan yang dapat menghasilkan suatu rencana yang baik, apabila dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip yang meliputi 5 W dan 2 H. Yaitu pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab planner dalam proses pembuatan rencana. Yang berarti bahwa dalam perencanaan itu harus mampu memberikan jawaban 7 pertanyaan sebagai berikut:

1. *What (apa)* yang harus dikerjakan, dalam pertanyaan ini harus memuat penjelasan dan perincian kegiatan yang dibutuhkan atau faktor-faktor produksi yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan dalam usaha mencapai tujuan yang diinginkan.

2. Where (di mana) pekerjaan itu harus dilaksanakan, dalam pertanyaan ini harus memuat penjelasan tentang lokasi fisik dimana setiap pekerjaan harus dikerjakan. Sehingga dengan demikian segenap alat dan fasilitas yang diperlukan dapat disediakan pada tempat yang telah ditentukan.

3. When (kapan) pekerjaan itu dikerjakan, dalam pertanyaan ini harus memuat jawaban mengenai dimulai dan diakhirinya suatu pekerjaan baik untuk tiap-tiap bagian maupun untuk keseluruhan. Dan bilamana perlu dikemukakan pula tentang standar waktu untuk sesuatu jenis pekerjaan.

4. Who (siapa) yang tepat melaksanakan pekerjaan, dalam pertanyaan ini harus memuat penjelasan tentang kualifikasi orang yang akan melaksanakan, baik mengenai pengalaman, kemampuan, pendidikan dan sebagainya.

5. Why (mengapa) pekerjaan itu harus dilakukan, dalam hal ini memuat penjelasan atau deskripsi mengapa pekerjaan itu harus dilakukan, dan mengapa tujuan itu harus dicapai.

6. How (bagaimana) cara mengerjakannya, dalam hal ini memuat penjelasan tentang teknik atau metode pelaksanaan pekerjaan.

7. How (bagaimana) dengan biaya yang diperlukan untuk pekerjaan itu, memuat tentang ongkos atau anggaran belanja yang diperlukan (*budget*), serta alokasinya ke dalam masing-masing pos anggaran.

1.3 Tahapan perancangan

A. Tahapan Perancangan Produk

Fase dalam merancang produk secara umum :

1. *Functional design*

Tujuan utama suatu desain fungsional adalah untuk mengembangkan suatu model fungsional yang aktif dari suatu produk, tanpa memandang apakah produk akan berakhir seperti apa.

2. *Industrial design*

Merancang untuk keindahan dan untuk pemakai akhir, biasanya dimasukkan dalam industrial design.

3. *Design for manufacturability*

Dalam memasukkan fungsional desain produk ke dalam produk yang *manufacturable*, perancang harus mempertimbangkan banyak aspek. Mereka dapat menggunakan berbagai metode dan alternatif bahan baku untuk membuat produk.

Kesuksesan ekonomi sebuah perusahaan manufaktur tergantung pada kemampuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, kemudian secara tepat menciptakan produk yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan biaya yang rendah. Untuk membuat sebuah produk biasanya kita akan melewati tahap-tahap sebagai berikut:

1. *Market Research* dan *Feasibility Study*
Market Research dilakukan untuk mengetahui selera pasar pada umumnya. Dari market research ini bisa didapatkan produk seperti apa yang konsumen butuhkan atau inginkan.
2. *Brainstorming*
Brainstorming, atau dalam bahasa Indonesia juga disebut sebagai curah pendapat, adalah proses mengumpulkan ide-ide untuk mencari solusi/jalan keluar dari masalah yang didiskusikan. Dari proses berdiskusi ini akan didapatkan garis besar barang yang akan dibuat, cara kerja, komponen yang akan dipakai, dan lain sebagainya. Misalnya kita ingin membuat mesin penghisap debu, akan terbayang untuk membuatnya dibutuhkan motor, chasing/wadah, filter/saringan, hose/pipa, mulut pipa dan sebagainya.
3. Menentukan Tujuan dan Batasan Produk
Tujuan dan batasan diperlukan agar kita tidak berlebihan dalam merancang produk tersebut yang akan berakibat mahal nya harga jual ke konsumen. Konsumen tentu saja menginginkan nilai tambah yang ditawarkan dalam produk tersebut sepadan dengan biaya yang dikeluarkannya (*reasonable price*). Tentu saja market research diperlukan untuk mengetahui selera pasar. Dari menentukan tujuan dan batasan ini kita memperoleh spesifikasi komponen-komponen dan material apa saja yang akan dipakai.
4. Menggambar Produk

Dengan menggambarkan produk berdasarkan hubungan dimensi komponen-komponen yang sudah ditentukan dalam tahap-2 di atas, kita akan mendapatkan ilustrasi produk jadi. Produk bisa digambar dalam 2 dimensi atau 3 dimensi, biasanya gambar 3 dimensi lebih mudah dimengerti oleh sebagian besar orang. Merancang produk dalam 3 dimensi bisa dilakukan dengan menggunakan software SolidWorks, Inventor, Catia dll.

5. *Review* Produk

Produk review dilakukan untuk mengevaluasi apakah ada kekurangan pada rancangan yang sudah dibuat desainnya sampai tahap gambar ini. Diskusi dengan melihat gambar produk biasanya lebih mudah berkembang daripada hanya membayangkannya saja. Pada tahap ini kembali dilakukan brainstorming untuk mendapatkan hasil yang optimal dan meminimalisir masalah yang akan timbul ketika produksi masal nanti. Pada tahap ini pula biasanya produk yang sedang dirancang perlu dibenahi disana-sini.

6. Membuat *Prototype*/Sample

Sample barang yang akan diproduksi masal bisa dibuat dengan berbagai cara. Untuk produk-produk dari resin bisa dimodelkan dengan mesin rapid prototyping, desain body mobil yang stylish bisa dimodelkan dengan tanah liat khusus, kardus pembungkus produk bisa dibuat dengan tangan. Untuk produk-produk yang sudah umum tidak perlu sampai membuat sample barangnya (produk-produk dari besi), namun memerlukan ketelitian dalam menggambar dan tidak boleh ada kesalahan gambar yang bisa berakibat fatal: barang *reject*.

7. Uji Coba

Sebelum dipasarkan tentu kita perlu menguji apakah barang yg kita buat ini benar-benar handal atau tidak. Ada yang mengujinya berdasarkan waktu, ditekan, dijatuhkan, dan lain-lain. Produsen telepon seluler seperti nokia memiliki mesin khusus untuk menguji ponsel-ponsel buatan mereka supaya tahan terhadap bantingan. Jika ditemukan hal-hal yang tidak memuaskan tentu saja produk tersebut perlu didesain ulang (kembali ke tahap 3). Hal-hal yang memuaskan tentu saja harus dilihat dari sudut pandang konsumen,

bukan produsen. Begitulah produsen-produsen besar saat ini mengkaji terus menerus produk mereka agar nama produk yang mereka buat tetap terjaga.

8. Poduksi Masal

Dalam produksi masal perlu adanya kontrol kualitas agar konsumen tidak sampai menerima barang yang rusak.

9. Garansi

Garansi adalah layanan purna jual yang diberikan oleh perusahaan yang membuat produk tersebut agar konsumen tenang jika sewaktu-waktu ada kerusakan pada barang tersebut. Banyak konsumen yang lebih memilih membayar agak lebih mahal untuk mendapatkan garansi dan ketenangan dalam pemakaian produk.

B. Langkah Pra Perancangan Produk

Langkah-langkah dalam pra perancangan produk adalah sebagai berikut:

1. Penetapan asumsi perancangan.
2. Orientasi produk yang meliputi:
 - a. Analisis kelayakan produk
 - b. Uraian kegiatan perancangan produk
 - c. Jaringan kerja perancangan produk
 - d. Perhitungan maju dan mundur waktu kegiatan
 - e. Penentuan jalur kritis
 - f. Perhitungan waktu penyelesaian proyek

C. Langkah Perancangan Produk

Langkah-langkah dalam proses perancangan produk adalah sebagai berikut:

1. Fase Informasi

Fase ini bertujuan untuk memahami seluruh aspek yang berkaitan dengan produk yang hendak dikembangkan dengan cara mengumpulkan informasi-informasi yang dibutuhkan secara akurat. Informasi-informasi yang dibutuhkan anatara lain:

- a. Gambar produk awal dan spesifikasi
- b. Kriteria keinginan konsumen terhadap produk

- c. Kriteria kepentingan relatif konsumen
 - d. Kriteria manufaktur yang mencakup diagram mekanisme pembuatan dan struktur fungsi
 - e. Kriteria *buying*
 - f. Kriteria *finance* produk awal
2. Fase Kreatif
- Fase ini bertujuan untuk menampilkan alternatif yang dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:
- a. Penentuan kriteria atribut produk dengan menggunakan diagram pohon
 - b. Penentuan prioritas perancangan dengan menggunakan matriks *Quality Function Deployment (QFD)*
 - c. Pembuatan alternatif model produk
 - d. Perhitungan biaya alternatif model.
3. Fase Analisa
- Fase ini bertujuan untuk menganalisa alternatif-alternatif yang dihasilkan pada fase kreatif dan memberikan rekomendasi terhadap alternatif-alternatif terbaik. Analisa yang dilakukan antara lain:
- a. Analisa kriteria atribut yang akan dikembangkan
 - b. Penilaian kriteria atribut antar model dengan *matrix zero one*
 - c. Pembobotan kriteria atribut produk
 - d. *Matrix combinex*
 - e. *Value analysis*
4. Fase Pengembangan
- Fase ini bertujuan memilih salah satu alternatif tunggal dari beberapa alternatif yang ada yang merupakan alternatif terbaik dan merupakan output dari fase analisa. Data-data tentang alternatif yang terpilih:
- a. Alternatif terpilih
 - b. Gambar produk terpilih dan spesifikasinya
5. Fase Presentasi

Fase ini bertujuan untuk mengkomunikasikan secara baik dan menarik terhadap hasil pengembangan produk.

1.4 Proses-proses Dalam Perancangan Produk

Perancangan produk menurut Nigel Cross terbagi atas tujuh langkah yang mempunyai yang masing-masing mempunyai metode tersendiri. Ketujuh langkah tersebut diuraikan sebagai berikut :

1. Klarifikasi Tujuan

Langkah pertama yang penting dalam merancang adalah berupaya untuk memperjelas tujuan perancangan. Pada kenyataannya, sangat membantu dalam hasil di tiap langkah hingga hasil yang diharapkan. Akhir dari klarifikasi tujuan ini adalah sekumpulan tujuan perancangan objek yang harus dibuat walaupun tujuan-tujuan yang dibuat itu mungkin saja berubah dalam proses perancangan berikutnya.

Metode pohon tujuan memberikan bentuk dan penjelasan dari pernyataan tujuan. Metode ini menunjukkan tujuan dan sasaran yang akan dicapai dengan berbagai pertimbangan.

Prosedur pembuatan pohon tujuan ini adalah:

1. Membuat daftar tujuan tujuan perancangan
2. Susun daftar dalam urutan tujuan dari *higher-level* kepada *lower-level*.
3. Gambarkan sebuah diagram pohon tujuan, untuk menunjukkan hubungan hubungan yang hierarki.

Dari metode pohon tujuan, kita melihat maksud permasalahan dapat mempunyai banyak tingkatan-tingkatan perbedaan yang umum maupun secara rinci. Dengan nyata, tingkat setiap permasalahan memberi arti sangat penting bagi atau oleh perancang.

2. Menetapkan fungsi

Tujuannya adalah untuk menetapkan fungsi-fungsi yang diperlukan dan batas-batas sistem rancangan produk yang baru. Pada langkah ini digunakan metode analisis fungsional.

Metode analisis fungsional menawarkan seperti mempertimbangkan fungsi esensial alat, hasil atau produk atau sistem yang dirancang harus memuaskan, tidak masalah komponen fisik apa yang seharusnya digunakan. Tingkat permasalahan diputuskan dengan mendirikan pembatas di sector peletakan pengganti yang saling berkaitan dari fungsi.

3. Menyusun Kebutuhan

Langkah ketiga ini bertujuan untuk membuat spesifikasi pembuatan yang akurat yang perlu bagi desain/ rancangan. Metode yang digunakan pada langkah ini adalah *Performance Specification Model*, yang prosedur pelaksanaannya adalah:

1. Mempertimbangkan tingkatan-tingkatan solusi yang berbeda yang dapat diaplikasikan.
2. Menentukan tingkatan untuk beroperasi.
3. Identifikasi atribut-atribut performansi yang diinginkan.
4. Menentukan kebutuhan performansi untuk setiap atribut.
4. Menetapkan Karakteristik

Selanjutnya adalah langkah yang disebut penentuan karakteristik, yang bertujuan untuk menentukan target apa yang akan dicapai oleh karakteristik teknik suatu produk sehingga dapat memuaskan kebutuhan-kebutuhan konsumen. Metode yang digunakan pada langkah ini adalah QFD (*Quality Function Deployment*). *Output* dari QFD ini adalah akan dihasilkannya sebuah matrik yang disebut dengan *House of Quality*.

QFD mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

1. Memperbaiki kualitas.
2. Memperbaiki performansi perusahaan.
3. Biaya lebih rendah dalam desain dan manufaktur.
4. Menaikkan reliabilitas produk.
5. Menurunkan waktu perencanaan.
6. Menaikkan produktivitas teknikal dan staf lain.
7. Menurunkan jaminan klaim.
8. Menaikkan oportunitas marketing.
9. Menaikkan pembuatan keputusan.

Prosedur pembuatan *House of Quality* adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen dalam batas atribut produk.
 2. Menentukan kepentingan relatif atribut.
 3. Evaluasi atribut dari produk pesaing.
 4. Menggambarkan matriksatribut produk dan karakteristik teknik.
 5. Mengidentifikasi Hubungan antara karakteristik teknik dan atribut produk.
 6. Mengidentifikasi interaksi antara karakteristik teknik.
 7. Membuat *House of Quality*.
5. Pembangkitan Alternatif

Tujuan dari langkah ini adalah dihasilkannya solusi-solusi rancangan alternatif. Metode yang digunakan adalah metode *Morphological Chart*. Metode ini mendorong perancang-perancang untuk mengidentifikasi atau mencari kombinasi elemen-elemen yang baru. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperluas pencarian bagi solusi-solusi baru yang mungkin.

Prosedur pelaksanaan metode *Morphological Chart* adalah:

1. Membuat daftar hal-hal penting atau fungsi-fungsi yang penting untuk produksi. Daftar jangan terlalu panjang, dan harus secara luas mencakup fungsi-fungsinya.
2. Membuat daftar cara-cara yang dapat dicapai oleh tiap fungsi. Daftar ini dapat mencakup ide-ide baru yang dikenal baik sebagai komponen-komponen atau sub-sub solusi yang sudah ada.
3. Gambarkan sebuah peta yang berisi semua sub-sub solusi yang mungkin.
4. Identifikasi kombinasi sub-sub solusi yang dapat dijalankan.
6. Evaluasi Alternatif

Alternatif-alternatif yang sudah dihasilkan kemudian akan dievaluasi untuk dipilih yang mana yang terbaik. Pada langkah ini, digunakan metode *Weighted Objective* yang bertujuan untuk membandingkan nilai-nilai bantu dari setiap proposal berdasarkan kemungkinan bobot tujuan yang berbeda-beda.

Prosedur pelaksanaan metode ini adalah:

1. Daftarkan tujuan perancangan.
2. Golongkan urutan daftar tujuan.
3. Berikan Hubungan kepentingan pada tujuan.

4. Menetapkan parameter pelaksanaan atau nilai kegunaan untuk masing-masing tujuan.
5. Hitung dan bandingkan Hubungan nilai kegunaan perancangan alternatif.
7. Rincian Perbaikan

Banyak pekerjaan perancangan dalam praktek tidak dikaitkan dengan kreasi atas konsep perancangan baru yang radikal, tetapi pembuatan modifikasi untuk mewujudkan rancangan produk. Modifikasi ini berusaha mengembangkan suatu produk, meningkatkan penampilannya, mengurangi berat, menurunkan biaya, dan mempertinggi daya tariknya. Semua bentuk modifikasi biasanya dapat dibagi ke dalam dua tipe, yaitu modifikasi yang bertujuan meningkatkan nilai produk untuk pembeli dan mengurangi biaya bagi produsen.

Langkah pengembangan rancangan ini menggunakan metode teknik nilai. Metode teknik nilai ini bertujuan untuk meningkatkan atau mempertahankan nilai produk bagi pembeli dan mengurangi biaya bagi produsen.

Prosedur pelaksanaan metode ini adalah:

1. Membuat daftar komponen suatu produk dan mengidentifikasi fungsi dari tiap komponen.
2. Menentukan nilai dari fungsi yang diidentifikasi. Nilai inilah yang diperhatikan oleh Pelanggan.
3. Menentukan biaya komponen, setelah diselesaikan dan dipasang.
4. Mencari cara mengurangi biaya tanpa menurunkan nilai, atau menambah nilai tanpa memperbesar biaya.
5. Mengevaluasi alternatif dan menyeleksi pengembangan.

CHAPTER II SISTEM KERJA

2.1 Pengertian Sistem Kerja

Pembahasan mengenai sistem kerja, tidak lepas dari dua nama, yaitu *F.W. Taylor* dan *F.B. Gilbreth*, yang mana dua orang inilah yang mengawali pengembangan ilmu tentang perancangan sistem kerja. Walaupun penelitian yang mereka lakukan tidak dilakukan bersama-sama, yang dikemudian hari sampai sekarang digabungkan sebagai suatu kesatuan dan dikenal sebagai perancangan sistem kerja atau *methods engineering*. Adapun ruang lingkup perancangan sistem kerja meliputi **penataan sistem kerja** dan **pengukuran sistem kerja**.

Pengembangan teknik perancangan sistem kerja berdasarkan teori F.W. Taylor dan F.B. Gilbreth dapat dilihat dibawah ini.

Pengembangan teknik perancangan sistem kerja menurut F.W. Taylor (1981) yaitu :

- a. Memperhatikan para pekerja dan menilai mereka apakah tidak berprestasi maksimal
- b. Taylor menggunakan jam henti (stop watch) untuk melakukan pengukuran waktunya.
- c. Pengukuran waktu ini dikembangkan terus sampai dikenal istilah waktu baku/standar untuk suatu pekerjaan.
- d. Penentuan waktu baku suatu pekerjaan sangat penting bagi sistem produksi : upah perangsang, penjadwalan kerja dan mesin dan pengaturan tata letak pabrik.

Pengembangan teknik perancangan sistem kerja menurut Frank B. Gilbreth.

- a. Melakukan penelitian terhadap gerakan-gerakan kerja dan membaginya menjadi sejumlah elemen-elemen gerakan.

- b. Bersama istrinya, Lilian yang merupakan seorang psikolog, mereka mengembangkan serangkaian prinsip Perancangan Sistem Kerja yang dikenal dengan Ekonomi Gerakan.
- c. Tujuannya untuk menghasilkan suatu sistem kerja yang terancang baik, sehingga memudahkan dan menyamankan gerakan-gerakan kerja untuk menghindari atau melambatkan datangnya kelelahan (*fatigue*).

Pada proses produksi, perancangan stasiun kerja dan metode kerja bukan hal mudah. Kesalahan dalam perancangan maupun metode kerja akan berdampak buruk pada proses secara keseluruhan. Evaluasi perancangan harus dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan metode terbaik

Manusia tidak pernah terlepas dari yang namanya kerja, apapun maksud dan motivasinya. Namun demikian, tidak ada satu definisi yang sama tentang kerja. Para ahli pun mendefinisikan kerja dalam berbagai bentuk. Berikut ini adalah definisi kerja menurut para ahli :

1. Neff dalam Sutalaksana (1979)
Neff mendefinisikan kerja sebagai “Kegiatan manusia merubah keadaan-keadaan tertentu dari alam lingkungan yang ditujukan untuk mempertahankan dan memelihara kelangsungan hidupnya.”
2. Miller (1967)
Miller mendefinisikan kerja sebagai “*Any set of activities occurring about the sam time, sharing some common purpose that is recognized by a task performer*”.
3. Bennet (1967)
Bennet mendefinisikan kerja yaitu “*Generally speaking, any kind of behavior that can reasonably be labeled with a verb can be called a task*”.
4. Teicher dan Whitehead (1973)
Teicher dan Whitehead menyampaikan kerja adalah “*A transfer of information between components (within a system)*”.
5. Rajan dan Wilson (1997)
Menurut Rajan dan Wilson kerja merupakan “*A task has a set goal and is purposive and that is achieved by an action (cognitive or physical in nature)*”.

Terlepas dari berbagai definisi di atas, pengertian kerja sebenarnya sangatlah luas. Hampir semua aktivitas manusia bisa kita sebut sebagai kerja, apapun motif atau tujuannya. Perluasan motif atau Penataan sistem kerja berisi prinsip-prinsip yang mengatur komponen-komponen sistem kerja (manusia, alat, bahan, dan lingkungan) untuk menghasilkan **alternatif-alternatif** sistem kerja terbaik. Karena begitu banyaknya alternatif sistem yang akan ditemui, maka di sinilah penataan sistem kerja akan berperan. Prinsip-prinsip penataan sistem kerja mengarahkan kita untuk memusatkan perhatian hanya kepada beberapa alternatif terbaik sehingga usaha mencari satu sistem terbaik dapat lebih mudah dan lebih cepat diselesaikan.

Berikut ini adalah macam-macam bentuk kerja yang sering dilakukan manusia :

1. Kerja fisik berat, (seperti : mencangkul, mengangkat beban).
2. Kerja fisik moderat, (seperti memegang suatu beban).
3. *Psycho-motor skills*, (seperti : merakit, mengetik).
4. *Vigilance skills*, (seperti : inspeksi, radar).
5. Diagnosis, (seperti : fault recognition).
6. *Decision making*, (seperti : goal programming, dll).
7. *Reasoning/Problem solving*.
8. Kreativitas : seni, desain.
9. Kombinasi

Untuk memilih suatu cara kerja, perlu dikembangkan suatu kriteria penilaian yang dapat digunakan. Kriteria penilaian itu dapat meliputi:

1. Waktu penyelesaian yang dibutuhkan
2. Tenaga yang dikeluarkan
3. Akibat psikologis & sosiologis yang ditimbulkan oleh pekerjaan tersebut.

Untuk memperoleh waktu penyelesaian, harus dilakukan pengukuran waktu. Secara garis besar pengukuran waktu dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Pengukuran waktu secara langsung merupakan pengukuran yang dilaksanakan dengan menggunakan jam henti di tempat pekerjaan itu berlangsung.

2. Pengukuran secara tidak langsung secara garis besar dapat dibagi menjadi dua bagian :

a. Data waktu gerakan

Data waktu gerakan didapatkan dengan pengukuran waktu jam henti, sampling kerja (*Work Sampling*) atau cara-cara lain untuk menentukan waktu baku, penyelidikannya harus dilakukan secara menyeluruh terus-menerus.

b. Data waktu baku

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan secara wajar oleh pekerja dalam keadaan normal. Perhitungan waktu baku membutuhkan faktor penyesuaian dan kelonggaran karena hal tersebut memiliki pengaruh bagi kecepatan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Faktor tersebut menurut Westinghouse's System meliputi penyesuaian keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Sedangkan faktor kelonggaran adalah faktor yang menyebabkan pekerja melakukan gerakan - gerakan yang tidak termasuk dalam penyelesaian pekerjaan karena dilakukan di antara kegiatan penyelesaian kerja. Hal tersebut meliputi kelelahan mata, pemenuhan kebutuhan pribadi misalnya untuk ke toilet atau minum, sikap kerja dan gerakan-gerakan tubuh untuk mengurangi kelelahan (Sutalaksana, 1979) Data Baku untuk pekerjaan-pekerjaan pemotongan logam, misalnya umumnya tidak dapat dipakai untuk pekerjaan-pekerjaan dipabrik kimia. Lebih jelas lagi terlihat bahwa data baku pekerjaan-pekerjaan pabrik tidak dapat diterapkan untuk pekerjaan - pekerjaan kantor. Jadi data waktu yang dibuat untuk suatu kelompok pekerjaan hanya berlaku untuk kelompok itu sendiri. Maka para ahli pun berusaha untuk mendapatkan data waktu baku pekerjaan yang dapat berlaku lebih umum. Hal ini kemudian dilakukan dengan memperhatikan elemen-elemen gerakan sebagai perincian dari suatu pekerjaan. Jadi bukan lagi bagian pekerjaan memindahkan benda kerja ke mesin yang dilihat, tetapi elemen-elemen gerakan apa yang menjalankannya. Disamping dengan penyelidikan macromotion, data-

data baku setiap elemen gerakan diperoleh juga dari pengamatan-pengamatan dengan jam henti seperti yang dikembangkan oleh Taylor. Karenanya Data Waktu Gerakan sebenarnya merupakan perkembangan dari perpaduan antara penemuan-penemuan Taylor dan Gilbreth. Dengan demikian, untuk pekerjaan apapun di pabrik atau tempat kerja lain, kita dapat menentukan waktu bakunya dengan terlebih dahulu mengurai pekerjaan tersebut atas elemen-elemen gerakannya, dan mensintesis waktu-waktu elemen tersebut.

Pengukuran waktu metode membagi gerakan-gerakan kerja atas elemen-elemen gerakan menjangkau (reach), mengangkut (move), memutar (turn), memegang (grasp), mengarahkan (position), melepas (release), lepas rakit (disassemble), gerakan mata (eye movement), dan beberapa gerakan anggota badan lainnya. Waktu untuk setiap elemen gerak ini ditentukan menurut beberapa kondisi yang disebut kelas-kelas. Kelas-kelas ini dapat menyangkut keadaan-keadaan perhentian, keadaan objek yang ditempuh atau dibawa, sulit mudahnya menangani objek atau kondisi-kondisi lainnya. Sistem Kerja yang Baik

2.2 Pengertian Perancangan Sistem Kerja

Perancangan sistem kerja adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang lebih baik. Prinsip-prinsip ini memiliki tujuan mencapai tingkat **efektivitas** dan **efisiensi** yang tinggi bagi perusahaan serta, **aman**, **sehat**, dan **nyaman** bagi pekerja. Tujuan-tujuan tersebut dikemas menjadi **EASNE**.

Apa yang dimaksud dengan sistem kerja? Sebenarnya sistem kerja itu terdiri dari manusia, bahan, perlengkapan, dan peralatan (mesin, perkakas, pembantu, lingkungan kerja, dan keadaan pekerjaan-pekerjaan lainnya), empat komponen ini memiliki peran besar dalam mencapai efisiensi dan produktivitas kerja.

Ketika kita berbicara tentang efisiensi, maka yang muncul di pikiran orang awam adalah perbandingan hasil kerja yang dicapai dengan ongkos yang

dikeluarkan. Tetapi dalam ilmu Perancangan Sistem Kerja, “ongkos” di sini meliputi waktu yang dihabiskan, tenaga yang dikeluarkan dan/atau akibat-akibat psikologis dan sosiologis dari pekerjaan yang bersangkutan. Semakin sedikit ongkos, maka semakin efisien pula sistem kerjanya. Nah, ketika kita berbicara tentang produktivitas, apa yang muncul di pikiran? Pada dasarnya, efisiensi merupakan prasyarat produktivitas yang tinggi. Mengapa bisa begitu? Kita ambil contoh sederhana, Seorang operator pabrik baju menjahit produk tanpa mesin. Memang, produk bisa dihasilkan, tetapi akan memakan waktu yang lama serta tenaga yang harus dikeluarkan lebih banyak ketimbang dia menjahit memakai mesin penjahit. Dia pun akan cenderung cepat bosan dan jenuh.

Dari contoh di atas, dapat disimpulkan bahwa suatu sistem dapat memberi hasil yang sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan efisiensi, tetapi ini berarti hasil tersebut diperoleh dengan “ongkos” mahal. Sehingga, dengan efisiensi rendah, produktivitas maksimum tidak dapat dicapai. Karena perancangan sistem merupakan hasil perpaduan antara pengukuran waktu dan studi gerakan, maka pengukuran kebaikan rancangan sistem kerja tergantung pada waktu yang dihabiskan untuk bekerja, beban-beban fisik yang dialami, serta akibat-akibat psikologis dan sosiologis yang ditimbulkannya.

2.3 Ruang Lingkup Perancangan Sistem Kerja

Ruang lingkup perancangan sistem kerja meliputi **penataan sistem kerja** dan **pengukuran sistem kerja**. Penataan sistem kerja berisi prinsip-prinsip yang mengatur komponen-komponen sistem kerja (manusia, alat, bahan, dan lingkungan) untuk menghasilkan **alternatif-alternatif** sistem kerja terbaik. Karena begitu banyaknya alternatif sistem yang akan ditemui, maka di sinilah penataan sistem kerja akan berperan. Prinsip-prinsip penataan sistem kerja mengarahkan kita untuk memusatkan perhatian hanya kepada beberapa alternatif terbaik sehingga usaha mencari satu sistem terbaik dapat lebih mudah dan lebih cepat diselesaikan. Nah, timbul pertanyaan, **bagaimana cara menentukan**

alternatif yang terbaik? Jawabannya adalah dengan melakukan pengukuran sistem kerja.

Ada empat kriteria yang dipandang sebagai pengukur yang baik dari suatu sistem kerja; waktu serta beban-beban fisik, psikologis, dan sosiologis. Suatu sistem kerja dikatakan baik ketika waktu penyelesaian sangat singkat, beban-beban fisik tidak melampaui batas (misalnya alat yang dipakai dalam bekerja), serta akibat-akibat psikologis dan sosiologis harus minimum (misalnya kondisi lingkungan kerja yang dapat mengurangi *performance* pekerja).

Perbaiki suatu sistem kerja bersifat dinamis. Artinya, terjadi perubahan-perubahan bersamaan dengan didapatnya sistem yang lebih baik. Selama gagasan dan kreativitas yang terukur lebih baik muncul, maka sistem yang lama harus ditinggalkan dan yang baru segera dijalankan.

2.4 Contoh Sistem Kerja

Langkah I, dari hasil identifikasi di beberapa perusahaan laundry ditemukan masalah-masalah yang dihadapi para penyetrika sebagai berikut:

- 1) Stasiun kerja (meja-kursi setrika) banyak yang tidak sesuai dengan dimensi ukuran tubuh penyetrika. Hal tersebut ternyata menyebabkan sikap paksa.
- 2) Pekerjaan menyetrika memerlukan pengerahan tenaga untuk memberikan penekanan dengan setrika. Berat setrika listrik yang digunakan adalah (0,6 kg.
- 3) Ditemukan tiga pola sikap kerja yang tidak alamiah yaitu:

- a) Sikap kerja duduk bersila di lantai

Berdasarkan survei pendahuluan dengan menggunakan kuesioner Nordic Body Map, ternyata menyetrika dengan sikap duduk bersila di lantai menyebabkan kenyarian pada anggota tubuh bagian bawah, seperti paha, lutut, betis dll.

- b) Sikap kerja duduk di kursi dan menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat. Kondisi demikian dapat menyebabkan sikap paksa seperti; mengangkat bahu terlalu tinggi. Carrasco (1996) menjelaskan bahwa posisi kerja duduk terus-menerus dalam waktu yang lama mengakibatkan keluhan berupa pegal-pegal dan nyeri di daerah

leher, bahu, tulang belakang, pantat dan perut. Sikap Kerja Duduk Bersila di Lantai.

c) Sikap kerja berdiri menggunakan meja sebagai landasan kerja dengan ketinggian landasan yang tidak tepat yang menyebabkan sikap paksa. Menurut Grandjean (1993) jika landasan kerja terlalu tinggi, maka pekerja akan mengangkat bahu untuk menyesuaikan dengan ketinggian landasan kerja sehingga menyebabkan sakit pada bahu dan leher. Sebaliknya bila landasan terlalu rendah maka tulang belakang akan membungkuk sehingga menyebabkan nyeri pada bagian belakang (backache).

4) Ke tiga sikap kerja tersebut di atas merupakan sikap kerja statis. Menurut Astrand & Rodahl (1977), bahwa kerja statis menyebabkan sensasi ketidaknyamanan, kelelahan dan nyeri pada anggota tubuh tertentu.

Langkah II, redesain stasiun kerja ergonomis:

- 1) Redesain stasiun kerja dan sikap kerja berdiri adalah tempat bekerja menyetrika dengan menggunakan meja setrika yang didesain sesuai antropometri penyetrika sebagai landasan menyetrika, sehingga sikap tubuh saat menyetrika menjadi berdiri alamiah. Ukuran meja yang disesuaikan dengan antropometri penyetrika adalah tinggi meja: 73-87 cm; lebar meja: 42 cm; panjang meja: 140-155 cm; tinggi injakan kaki meja: 10-15 cm. Sikap Kerja Berdiri dengan meja yang tidak Antropometris Gambar 12.4 Meja Kerja Sesuai Antropometri Pekerja Gambar 12.5 Kursi sadel menggunakan tiga kaki 66 - 80 cm 40 cm 44 cm 48 cm Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk Berdiri
- 2) Redesain stasiun kerja dan sikap kerja duduk-berdiri bergantian adalah tempat bekerja menyetrika dengan menggunakan meja setrika sebagai landasan kerja dan kursi sadel sebagai tempat duduk yang didesain sesuai antropometri penyetrika sehingga sikap tubuh saat menyetrika menjadi duduk-berdiri bergantian. Kursi sadel didesain dengan 3 kaki yang dapat disetel turun naik dengan rentangan ketinggian antara 66-80 cm, yang dapat disesuaikan dengan tinggi telapak kaki-pangkal paha masing-masing penyetrika.

Langkah III Melakukan pengolahan dan analisis hasil perbaikan stasiun kerja Untuk mengetahui efektivitas atau pengaruh perbaikan stasiun kerja, langkah

selanjutnya adalah melakukan penilaian terhadap variabel tergantung seperti beban kerja, kelelahan, keluhan subjektif, produktivitas kerja dll.

CHAPTER III

INDUSTRI PENGOLAHAN SAKA

3.1 Proses Pembuatan Saka

Proses pembuatan saka tebu dilakukan pada sebuah pondok sederhana yang terdiri dari dua bagian yaitu Pondok Bagian Depan (Pondok I) untuk penggilingan tebu dan Pondok Bagian Belakang (Pondok II) untuk pembuatan saka tebu. Proses pembuatan saka tebu ini terdiri dari proses mangilang (penggilingan tebu), proses perebusan air tebu, dan proses pencetakan air tebu menjadi saka tebu. Pondok

Bagian Depan merupakan tempat penggilingan tebu dengan menggunakan mesin penggiling yang masih menggunakan tenaga kerbau sebagai penggerak mesinnya.

Pondok II merupakan tempat perebusan air tebu dan juga sekaligus tempat untuk mencetak air tebu menjadi saka tebu. Hasil penggilingan tebu di Pondok I dialirkan melalui pipa paralon menuju kualii besar di Pondok II untuk dimasak. Setelah cukup kental, air tebu yang kental tersebut dipindahkan ke kualii besar kedua yang terletak di sekitar tempat pencetakan. Proses pemindahan air tebu dari kualii pertama ke kualii kedua dilakukan oleh operator yang sama dengan menggunakan alat bantu yaitu sendok besar dan juga batang kayu. Selanjutnya hasil rebusan tebu yang sudah dikentalkan, kemudian dicetak dengan menggunakan wadah berupa tempurung kelapa. Saka yang telah selesai dicetak kemudian diletakkan diatas tikar dan disusun dengan rapi.

3.2 Stasiun Kerja Pengolahan Saka

Stasiun kerja pengolahan saka terdiri atas stasiun kerja penggilingan tebu, stasiun kerja perebusan dan stasiun kerja pencetakan saka. Pada stasiun kerja penggilingan, proses penggilingan masih dilakukan dengan metode tradisional yaitu dengan menggunakan mesin penggiling yang masih memanfaatkan tenaga kerbau sebagai penggerak mesinnya.

Selanjutnya hasil penggilingan tebu dialirkan menuju kualii besar yang terdapat pada stasiun kerja perebusan. Tebu yang telah dialirkan tersebut kemudian dimasak dan dikentalkan. Stasiun kerja perebusan ini dilengkapi dengan beberapa peralatan seperti tungku yang masih terbuat dari susunan batu, kualii besar sebanyak 2 buah, alat pencetak tebu ±100 buah, dan ember sebanyak 2 buah.

Stasiun kerja berikutnya adalah stasiun kerja pencetakan saka. Proses pencetakan saka dilakukan menggunakan wadah berupa tempurung kelapa. Operator mencetak saka dengan memasukkan hasil rebusan tebu yang mulai mengental ke dalam tempurung yang diletakkan di atas tikar secara manual. Saka

yang telah selesai dicetak hanya diletakkan diatas tikar, belum ada sebuah wadah khusus untuk meletakkan saka dengan rapi.

3.3 Kelemahan Sistem Kerja Pengolahan Saka Saat Ini

Proses pengolahan saka dilakukan pada dua tempat yaitu Pondok Bagian Depan (Pondok I) untuk penggilingan tebu dan Pondok Bagian Belakang (Pondok II) untuk pembuatan saka tebu. Kondisi Pondok I masih sangat jauh dari prinsip efektif, efisien, dan higienis. Tebu yang akan dan telah digiling terletak berantakan dan bercampur dengan kotoran kerbau yang terdapat di sekitar tempat operator bekerja. Keadaan ini bisa menimbulkan ketidakpercayaan masyarakat akan kebersihan saka tebu itu sendiri. Selain itu posisi kerja operator juga tidak ergonomis karena operator duduk bersila dalam jangka waktu ± 5 jam sehari. Pada Pondok I operator bertugas memukul tebu sebelum dimasukkan ke mesin penggiling dengan menggunakan alat pemukul yang terbuat dari kayu seberat 2 kg. Gambar 3.1 memperlihatkan tebu yang berantakan dan menumpuk serta posisi kerja operator di Pondok I.



Gambar 3.1 Tebu yang Menumpuk dan Berantakan serta Posisi Kerja Operator di Pondok I

Operator memukul tebu hanya menggunakan sebelah tangan yaitu tangan kanan. Setelah dilakukan perhitungan *% Cardiovascular Load (%CVL)* untuk elemen kerja memukul tebu dalam posisi duduk, maka nilai yang didapatkan yaitu sebesar 43,02%. Nilai ini menunjukkan bahwa diperlukannya perbaikan cepat

untuk kondisi kerja operator (Tarwaka, dkk, 2004). Investigasi mengenai keluhan operator dilakukan menggunakan kuesioner Nordic Body Map (NBM). Hasil NBM memperlihatkan bahwa operator merasakan sakit pada hampir seluruh bagian tubuh, kecuali bagian leher dan tangan kiri. Elemen pekerjaan ini menyebabkan tangan kanan operator tidak bisa lurus lagi, dikarenakan pekerjaan ini hanya dilakukan menggunakan tangan kanan saja. Gambar 3.2 menunjukkan posisi operator ketika bekerja dan Gambar 3.3 memperlihatkan kondisi tangan kanan operator yang tidak bisa lurus seperti biasa.



Gambar 3.2 Posisi Duduk dan Tangan Operator Ketika Memukul Tebu



Gambar 3.3 Kondisi Tangan Kanan Operator yang Tidak Lurus

Proses perebusan tebu masih menggunakan tungku tradisional yaitu dengan membakar ampas tebu yang diletakkan di ruangan kecil dibawah kual. Hal ini menyebabkan ketika proses perebusan dilakukan, temperatur pada stasiun kerja perebusan kerja adalah sebesar $\pm 38^{\circ}$ C. Data ini diambil pada survei pendahuluan tanggal 5 Mei 2015 pukul 14.00-14.30 WIB. Nilai ini akan membuat operator

cepat berkeringat dan cepat mengalami kelelahan ketika bekerja pada stasiun kerja tersebut. Temperatur normal stasiun kerja yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2002 yaitu sebesar 18 – 30° C, yang artinya temperatur pada stasiun kerja ini sudah melewati standar. Investigasi mengenai keluhan operator setelah mengaduk air tebu dilakukan menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM). Hasil NBM memperlihatkan bahwa operator merasakan sakit pada seluruh bagian tubuh, kecuali leher bagian atas. Gambar 3.4 memperlihatkan operator bekerja pada stasiun kerja perebusan tebu (kualifikasi pertama).



Gambar 3.4 Operator Bekerja pada Stasiun Kerja Perebusan Tebu

Pada stasiun kerja pencetakan, proses pencetakan dilakukan di atas tikar yang tersusun dari beberapa ampas tebu yang sudah tidak digunakan lagi. Operator juga bekerja dalam posisi duduk bersila, sehingga menimbulkan rasa sakit pada bagian punggung sampai kaki. Berdasarkan hasil kuesioner menunjukkan bahwa operator merasakan sakit pada hampir seluruh bagian tubuh, kecuali bagian leher, bahu dan lengan atas. Keluhan ini bisa juga merupakan akumulasi dari pekerjaan operator sebelumnya pada stasiun kerja penggilingan dan perebusan tebu, karena seluruh pekerjaan tersebut dilakukan oleh operator yang sama. Gambar 3.5 memperlihatkan kondisi pada stasiun kerja pencetakan saka dan posisi kerja operator, sedangkan Gambar 3.6 memperlihatkan saka hasil pencetakan yang terletak di atas tikar.



Gambar 3.5 Kondisi pada Stasiun Kerja Pencetakan Saka



Gambar 3.6 Saka Tebu yang Telah Dicetak

Berdasarkan kondisi yang ada di industri saka tebu Bukit Batabuah dan uraian permasalahan di atas, maka perlu diadakan perbaikan sistem kerja pada masing-masing stasiun kerja agar bisa meningkatkan efektifitas, efisiensi dan higiene kerja dari usaha pengolahan tebu ini. Perbaikan dapat berupa perancangan alat fasilitas kerja maupun usulan rekomendasi yang dapat membantu pekerjaan operator. Sebuah proses produksi akan berjalan baik jika sistem kerjanya juga baik, maka dari itu sangat penting untuk merancang sistem kerja yang disesuaikan dengan kondisi operator, seperti yang dikatakan Grandjean, (1982) yaitu *fitting the task to the man not fitting the man to the task*.

CHAPTER IV

PERANCANGAN INDUSTRI PENGOLAHAN SAKA

4.1 Perancangan Mesin Pengolahan Saka

Mesin pengolah saka digunakan untuk menekan saka dalam cetakan. Mesin ini menerapkan sistem pers dengan mekanisme *rack* dan *pinion*. Bahan utama mesin pengolah saka yang digunakan adalah baja kromium. Bahan ini dipilih karena beberapa alasan diantaranya: kuat, aman, dan anti korosif. Material pegangan pegangannya terbuat dari karet. Mesin pengolah saka dirancang berdasarkan karakteristik bagian yang diperoleh dari fase QFD 2. Karakteristik bagiannya adalah:

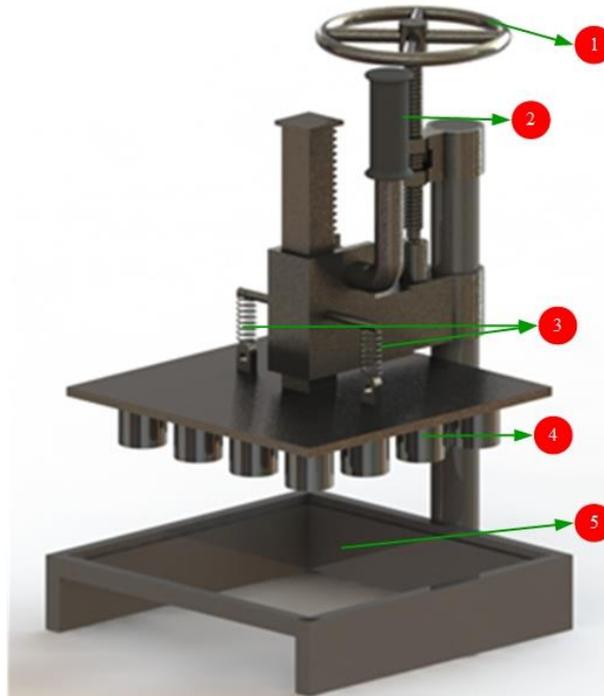
1. Menggunakan mekanisme rack and pinion
2. Bahan kuat
3. Tekan *Adjustable*
4. Sistem join yang kuat
5. Tekstur bahan lembut
6. Disesuaikan dengan persentil operator

Data antropometri yang digunakan untuk perancangan mesin pengolahan saka dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Antropometri Perancangan Saka

| Part of Product Dimension | Anthropometric Variable | Percentile | Final Dimension (cm) |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Saka Mold Grip Length | Hand Breadth | 50 th | 8 |
| Saka Mold Grip Diameter | Hand Length | 50 th | 14 |
| Saka Mold Height | Elbow Height - Table Height | 50 th | 40 |

Perancangan dari mesin pengolah saka dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Mesin Pengolah Saka

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa mesin pengolah saka dirancang berdasarkan karakteristik QFD fase 2. Kebanyakan *part* dirancang menggunakan material *chromium steel*. Pegangan tangan ditutupi oleh karet. Berikut fungsi pada masing-masing *part* :

1. *Steer*
Steer digunakan untuk mengatur tinggi *punch*
2. *HandleGrip*
Handle grip digunakan untuk menekan *punch*
3. *Springs*
Springs bekerja untuk menahan pukulan saat ditarik ke bawah
4. *Punch*
Punch bekerja untuk menekan saka di cetakan
5. *MoldSpace*
Cetakan adalah ruang yang diberikan pada cetakan di mesin pengolah saka.

Assembly cetakan dan mesin pengolahan saka dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Mesin Pengolah Saka dan Cetakan

Gambar 4.2 memperlihatkan pemasangan cetakan pada mesin pengolah saka. Mekanisme alat sebagai berikut:

1. Pegangan ditarik ke bawah ke bawah 90°
2. *Punch* akan ditarik kebawah juga
3. *Springs* akan menahan pukulan ke tekanan maksimumnya
4. Saka ditarik keluar oleh *punch*
5. Kemudian, pegangan dilepaskan ke posisi normalnya.

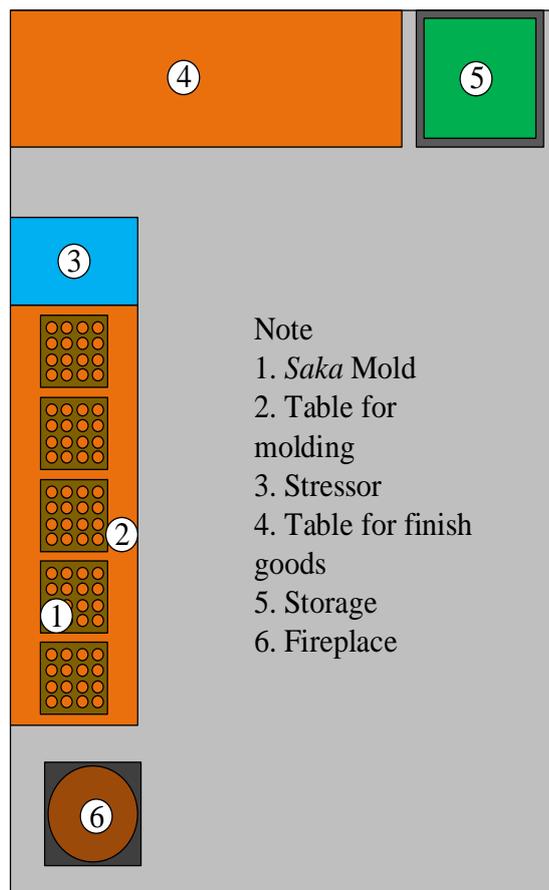
4.2 Perancangan *Layout*

Layout dirancang dengan mempertimbangkan luas area kerja operator. *Layout* stasiun kerja pengolah saka dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Layout* Stasiun Pengolah Saka

Gambar 4.3 memperlihatkan *layout* stasiun pengolah saka. Operator menuangkan cetakan yang diletakkan di atas meja. Kemudian, operator meletakkan cetakan itu ke stressor di samping meja. Setelah dicetak, barang jadi diletakkan di atas meja berikutnya sebelum disimpan ke tempat penyimpanan. Tata letak yang lengkap bisa dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Layout Stasiun Pengolah Saka*

4.3 Perancangan Alat Cetak Saka

Cetakan saka dirancang berdasarkan analisis data Kano dan QFD. Desain cetakan juga mempertimbangkan variabel antropometri operator, sehingga produk terasa nyaman bagi operator. Desain cetakan terbagi menjadi dua bagian utama yaitu cetakan dan mesin penekan saka. Diameter dan ketebalan cetakan dirancang dengan mempertimbangkan massa saka tertentu. Langkah-langkah untuk menentukan dimensi (diameter dan ketebalan) cetakan dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan sampel saka

Sampel diambil menggunakan ukuran cetakan acak. Cetakan yang digunakan memiliki diameter 6 cm dan ketebalan 5 cm. Jumlah sampel yang diambil adalah 30 saka.

2. Menentukan kerapatan saka

Massa saka yang diinginkan oleh petani adalah 200 gr / potong. Oleh karena itu, kerapatan saka harus diukur agar mendapatkan diameter dan ketebalan cetakan yang benar yang bisa menghasilkan 200 gr saka / potong.

Rekapitulasi kerapatan saka dapat dilihat pada **tabel**

Tabel. Rekapitulasi Kerapatan Saka

| m (gr) | r (cm) | t (cm) | V (cm)³ | ρ |
|---------------|---------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 182.89 | 6.16 | 5.15 | 153.4046 | 1.19 |
| 182.95 | 6.24 | 5.02 | 153.4414 | 1.19 |
| 180.97 | 6.22 | 5.06 | 153.6742 | 1.18 |
| 183.14 | 5.94 | 4.82 | 133.5026 | 1.37 |
| 185.46 | 5.78 | 4.83 | 126.6696 | 1.46 |
| 180.77 | 6.22 | 5.07 | 153.9779 | 1.17 |
| 187.09 | 6.19 | 4.96 | 149.1876 | 1.25 |
| 184.46 | 6.38 | 5.06 | 161.6819 | 1.14 |
| 187.33 | 5.9 | 5.02 | 137.1758 | 1.37 |
| 190.11 | 5.95 | 4.98 | 138.399 | 1.37 |
| 185.62 | 6.05 | 5.03 | 144.5268 | 1.28 |
| 182.36 | 5.71 | 4.98 | 127.4592 | 1.43 |
| 182.84 | 5.93 | 4.99 | 137.7462 | 1.33 |
| 185.86 | 6.17 | 4.95 | 147.9262 | 1.26 |
| 182.32 | 6.24 | 4.9 | 149.7735 | 1.22 |
| 178.32 | 6.13 | 4.93 | 145.4245 | 1.23 |
| 189.27 | 6.18 | 5.05 | 151.4042 | 1.25 |
| 188.77 | 5.98 | 4.98 | 139.7981 | 1.35 |
| 179.41 | 5.53 | 5.07 | 121.7105 | 1.47 |
| 179.18 | 6.15 | 5.11 | 151.7193 | 1.18 |
| 186.45 | 6.12 | 5.1 | 149.9487 | 1.24 |
| 183.29 | 5.83 | 5.12 | 136.6082 | 1.34 |
| 181.09 | 5.71 | 5.08 | 130.0186 | 1.39 |
| 179.93 | 6.37 | 5.01 | 159.5829 | 1.13 |
| 180.92 | 6.04 | 5.16 | 147.7724 | 1.22 |
| 182.93 | 5.9 | 4.91 | 134.1699 | 1.36 |
| 184.02 | 6.18 | 5.01 | 150.205 | 1.23 |
| 184.64 | 6.49 | 4.95 | 163.6682 | 1.13 |
| 183.08 | 6.16 | 4.95 | 147.4471 | 1.24 |
| 185.21 | 6.12 | 4.84 | 142.3042 | 1.30 |

Tabel di atas menunjukkan jari-jari dan ketebalan saka yang dihasilkan dengan menggunakan cetakan dimana radius dan ketebalan cetakan adalah 6 cm dan 5 cm. Hal ini dapat dilihat dari tabel bahwa semua sampel memiliki varians radius dan ketebalan karena sampel yang dihasilkan silinder tidak sempurna.

$$\rho = \frac{182.89}{\frac{1}{4} \times 3.14 \times (6.16)^2 \times 5.15}$$

$$\rho = 1.192 \text{ gr/cm}^3$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \dots + \rho_{30}}{n}$$

$$\bar{\rho} = 1.27 \text{ gr/cm}^3$$

Kepadatan saka diukur menunjukkan nilai fluktuasi. Oleh karena itu, kerapatan yang dipilih adalah kerapatan rata-rata. Kepadatan rata-rata saka adalah 1,27 gr / cm³.

1. Menentukan volume cetakan.

Massa yang ditugaskan adalah 200 gram / saka sehingga volume cetakan ditentukan dengan rumus ini:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{200 \text{ gr}}{1.27 \text{ gr/cm}^3}$$

$$V = 157.09 \text{ cm}^3$$

Volume saka yang diperoleh digunakan untuk menentukan salah satu dimensi cetakan (ketebalan atau diameter).

2. Menentukan diameter dan ketebalan cetakan.

Diameter dan ketebalan yang akan ditemukan harus sesuai dengan volume yang telah ditentukan (157,09 cm³). Oleh karena itu, perhitungannya ditentukan dengan uji coba.

Percobaan 1.

Diameter yang ditetapkan adalah 7 cm, sehingga ketebalannya adalah:

$$V = \pi.r^2.t$$

$$t = \frac{V}{\pi.r^2}$$

$$t = \frac{157.09}{3.14 \times (3.5)^2}$$

$$t = 4.84 \text{ cm}$$

Percobaan 2.

Diameter yang diberikan adalah 6 cm, dengan demikian, ketebalannya adalah:

$$V = \pi.r^2.t$$

$$t = \frac{V}{\pi.r^2}$$

$$t = \frac{157.09}{3.14 \times (3)^2}$$

$$t = 5.56 \text{ cm}$$

Percobaan 3

Diameter yang diberikan adalah 8 cm, dengan demikian, ketebalannya adalah:

$$V = \pi.r^2.t$$

$$t = \frac{V}{\pi.r^2}$$

$$t = \frac{157.09}{3.14 \times (4)^2}$$

$$t = 3.12 \text{ cm}$$

Berdasarkan hasil uji coba. Diameter ideal dan ketebalan cetakan adalah 7 cm dan ketebalan 4,84 (~ 5 cm).

Cetakan ini dirancang berdasarkan karakteristik bagian yang diperoleh dari bagian QFD 2. Spesifikasi cetakan yang diperoleh dari QFD adalah:

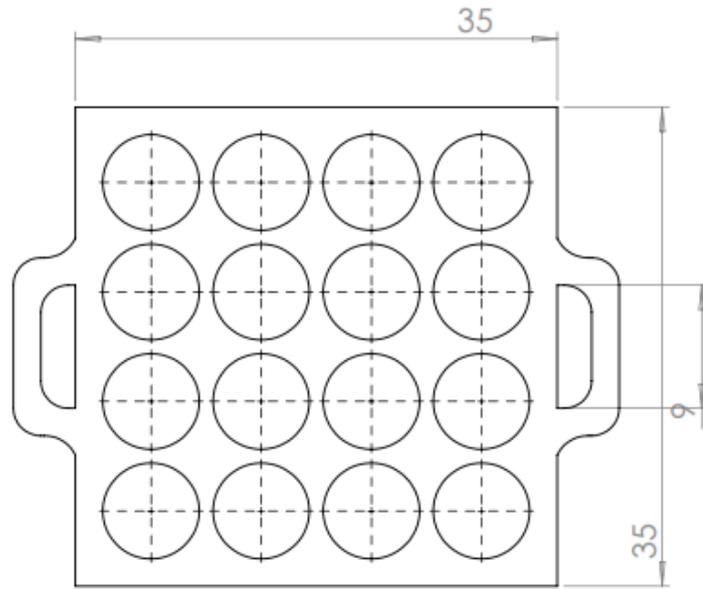
1. Enam belas cetakan dalam satu *batch*
2. Bahan Ringan
3. Bahan anti lengket
4. Resistansi tinggi
5. Lubang berbentuk silinder

Desain cetakan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

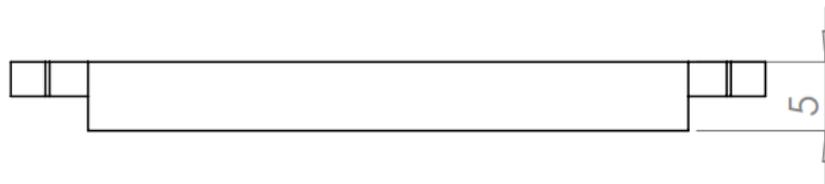


Gambar 4.5 Cetakan Saka

Gambar 4.5 menunjukkan desain cetakan. Jumlah lubang cetakan adalah 16. Cetakan dibuat oleh kayu (*Eugenia Uniflora*). Kayu itu dipilih karena bisa menyerap air sehingga saka dibentuk tidak lengket. Selain itu, kayu itu termasuk dalam bahan organik yang tidak beracun. Kayu itu juga bahan ringan yang mudah dipindahkan oleh operator. Data antropometri yang digunakan adalah variabel lebar tangan dengan persentase persentil ke 50. Dimensi cetakan dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Dimensi Cetakan Saka Tampak Atas



Gambar 4.7 Dimensi Cetakan Tampak Samping

DAFTAR PUSTAKA

Aft, Lawrence S. 1992. *Productivity Measurement and Improvement*. Prentice Hall, Inc.

Apple, M. James. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. ITB.

Barnes, Ralph M., 1968. *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*. John Wiley and Soc. Inc., New York, AS.

Cross Nigel. 2005. *Engineering Design Methods : Strategies for Product Design 4th Edition; England* :John Wiley & Sons LTD.

Azhar Susanto dan M Bus, Ak. 2004. *Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya*. Lingga Jaya. Bandung.

http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/442/jbptunikompp-gdl-sitikhodij-22056-9-unikom_s-i.pdf

Hery Sawiji. (Dosen S-1 Pendidikan Ekonomi dan S-2 Pendidikan Ekonomi).

<http://anfisipusu.blogspot.co.id/2014/10/syarat-syarat-perencanaan-yang-baik.html>

<http://www.pendidikanekonomi.com/2013/12/syarat-syarat-perencanaan-planning.html>

<http://lestachi.blogspot.co.id/2013/04/perencanaan-dan-perancangan-produk.html>

<http://chalisbrother-engineering.blogspot.co.id/2009/12/karakteristik-dan-proses-perancangan.html>

Harsokoesoemo, H. Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*, Edisi II, ITB, Bandung.

Nafisah Syifaun. 2003. *Grafika Komputer*. Yogyakarta: Graha Ilmu
<http://automotivehunter.blogspot.co.id/2013/02/pengertian-perancangan.html>

Niebel, Benjamin W., 1993. *Motion and Time Study*. 9th ed., Irwin, Illionis.

Niebel, Benjamin and Andris Freivalds. 2003. *Methods, Standards, and Work Design*. McGraw-Hill Companies, inc.

Nori, Hamid, Production and Operation Management.

Prasetya, Hery dan Fitri Lukiastuti .2009. *Manajemen Operasi*. cetakan pertama. Penerbit : PT.Buku Kita. Jakarta.

Satualaksana, Iztifikar Z. dkk, 1982. Teknik Tata Cara Kerja. Departemen Teknik Industri ITB, Bandung.

Siagian, Sondang. P. 1982. *Administrasi Pembangunan*. Gunung Agung. Jakarta. Hal : 111