

MESIN UNTUK *HOME INDUSTRY* KACANG TELUR

Yoan Yohanes¹⁾, Hadi Santosa²⁾, Julius Mulyono²⁾
E-mail: yohanzo@ymail.com

ABSTRAK

Home industry kacang telur cap Merak merupakan home industry yang bergerak di bidang pembuatan kacang telur. Home industry ini terletak di jalan Kalimantan no 24 Sampit, Kalimantan Tengah. Dalam usahanya untuk dapat semakin berkembang, perusahaan ini berusaha untuk mengurangi kelelahan pekerja dalam setiap proses produksi terutama pada proses pencampuran. Dari analisis yang dilakukan terhadap pengamatan di home industry, maka didapatkan data kelelahan pekerja pada proses pencampuran terhitung agak berat. Perancangan mesin pencampuran dirancang melalui tahap penyusunan konsep, penyeleksian konsep, penyaringan konsep, dan penilaian konsep. Dari tahap-tahap itulah akan didapatkan suatu rancangan mesin untuk mengurangi kelelahan yang dialami oleh pekerja.

Dari pengamatan terhadap kinerja mesin yang telah dirancang, kerja mesin dalam melakukan proses produksi lebih optimal karena mesin tersebut dapat mengurangi kelelahan pekerja, dan berdasarkan data yang telah didapat setelah pemakaian mesin kelelahan pekerja sudah tergolong ringan, sedangkan biaya setelah pemakaian mesin lebih hemat Rp.705.400/bulan. Maka sangat direkomendasikan untuk membuat alat bantu mesin tersebut untuk mengurangi kelelahan pekerja serta menghemat pengeluaran biaya per bulannya.

Kata Kunci: pencampuran, kacang telur, kelelahan, menghemat pengeluaran

PENDAHULUAN

Bisnis makanan kecil sudah bukan merupakan hal yang baru lagi di Indonesia. Banyak pabrik-pabrik besar maupun pabrik rumahan (*home industry*) yang bergerak di bidang bisnis makanan kecil. Seiring berjalannya waktu semakin banyak *home industry* yang bermunculan di Indonesia, dan *home industry* tersebut masih bekerja secara tradisional, dan tanpa mesin. Salah satu *home industry* yang masih bekerja tanpa mesin terdapat di kota Sampit provinsi Kalimantan Tengah. *Home industry* ini memproduksi kacang telur yang merupakan makanan kecil yang di jual di pasaran. *Home industry* telah ada sejak tahun 1995, dan usaha ini dijalankan oleh seorang ibu rumah tangga, dan dibantu oleh beberapa pekerja. Pada awal tahun pembuatan kacang telur ini tidak ada permasalahan yang terjadi, sehingga produksi berjalan sangat lancar, tetapi seiring berjalannya waktu, dan bertambahnya umur pekerja, serta pengerjaan yang masih sangat tradisional, maka produksi akhir-akhir ini tidak sebanyak pada tahun-tahun pertama usaha ini berdiri.

Banyaknya permintaan dari konsumen, dan *market-market* di kota Sampit membuat *home industry* ini harus memproduksi dalam jumlah banyak, dan dengan waktu yang singkat. Pekerja di *home industry* ini rata-rata berumur 30-40 tahun, dan daya tahan mereka dalam bekerja tidak sekuat dulu. Produksi di *home industry* ini sekarang tidak sebanyak dulu. Hal ini disebabkan proses produksi yang masih memakai cara tradisional terutama pada proses perataan adonan pada kacang bijian yang

nantinya akan menjadi kulit dari kacang telur cukup membuat para pekerja yang sudah berumur ini cukup kewalahan, dan durasi waktu dalam memproduksi produknya sudah tidak secepat dulu. Ada dua proses dalam perataan adonan pada kacang bijian yaitu mengaduk dan menggoyang-goyang kacang beserta adonan di atas nampan.

Dengan adanya masalah seperti yang telah disebutkan di atas, maka tercetuslah ide untuk membuat suatu mesin yang bisa mengaduk serta menggoyang adonan, dan kacang bijian, sehingga tercampur dengan rata. Tujuan dari pembuatan mesin ini adalah meminimalkan kelelahan pekerja, karena mesin bekerja dengan motor penggerak, dan bukan dengan tenaga manusia, sehingga proses dapat berjalan secara terus menerus.

TINJAUAN PUSTAKA

Kelelahan

Lelah bagi setiap orang akan mempunyai arti tersendiri dan bersifat subyektif. Kelelahan, menurut Suma'mur (1989) adalah kesadaran yang disertai dengan penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja. Lelah yang seperti ini mempunyai arti yang lebih luas daripada kelelahan otot yang dirasakan sebagai sakit atau nyeri pada otot-otot. Kelelahan seperti ini adalah kelelahan yang bersifat umum^[1].

Kelelahan harus dibedakan dari kejemuan, sekalipun kejemuan adalah suatu faktor dari kelelahan. Kejemuan terjadi bila pekerjaan kurang mendatangkan perhatian, motivasi terlalu sedikit, pekerjaan tidak mensyaratkan keterampilan, dan lingkungan

1 Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

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

kerja monoton. Kelelahan merupakan suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadi pemulihan.

Terdapat lima kelompok sebab kelelahan, yaitu:

1. Keadaan monoton;
2. Beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental;
3. Keadaan lingkungan seperti cuaca, penerangan, dan kebisingan;
4. Keadaan kejiwaan, seperti tanggung jawab;
5. Penyakit, perasaan sakit dan keadaan gizi.

Tanda-tanda kelelahan yang utama adalah hambatan terhadap fungsi-fungsi kesadaran otak, dan perubahan-perubahan pada organ-organ luar kesadaran serta proses pemulihan. Orang yang mengalami kelelahan menunjukkan:

1. Penurunan perhatian, perlambatan dan hambatan persepsi;
2. Lambat dan sukar berpikir, penurunan kemauan atau dorongan untuk bekerja;
3. Kurang efisiensi kegiatan-kegiatan fisik dan mental.

Faktor penyebab kelelahan kerja:

1. Penyebab medis: flu, anemia, gangguan tidur, *hypothyroidism*, hepatitis, TBC, dan penyakit kronis lainnya;
2. Penyebab yang berkaitan dengan gaya hidup: kurang tidur, terlalu banyak tidur, alkohol, dan miras, diet yang buruk, kurangnya olahraga, gizi, daya tahan tubuh, dan *circadian rhythm*;
3. Penyebab yang berkaitan dengan tempat kerja: kerja *shift*, pelatihan tempat kerja yang buruk, stres di tempat kerja, pengangguran, *workaholics*, suhu ruang kerja, penyinaran, kebisingan, monoton pekerjaan, dan kebosanan, beban kerja;
4. Faktor psikologis: depresi, kecemasan dan stress, kesedihan;
5. Faktor yang mempengaruhi lainnya seperti: intensitas, dan durasi kerja fisik, dan mental, monoton, iklim kerja, penerangan, kebisingan, tanggung jawab, kecemasan, konflik-konflik, penyakit keluhan sakit dan nutrisi^[2].

Gejala kelelahan kerja adalah sebagai berikut:

1. Menurun kesiagaan dan perhatian;
2. Penurunan dan hambatan persepsi;
3. Cara berpikir atau perbuatan anti sosial;
4. Tidak cocok dengan lingkungan;

5. Depresi, kurang tenaga, dan kehilangan inisiatif;
6. Gejala umum seperti: sakit kepala, vertigo, gangguan fungsi paru, dan jantung, kehilangan nafsu makan, gangguan pencernaan, kecemasan, perubahan tingkah laku, kegelisahan, dan kesukaran tidur.

Akibat kelelahan kerja adalah sebagai berikut:

1. Prestasi kerja yang menurun;
2. Fungsi fisiologis motorik, dan neural yang menurun;
3. Badan terasa tidak enak.

Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata Yunani yaitu *ergo* yang berarti kerja, dan *nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya^[2]. Ergonomi dan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Keduanya mengarah pada tujuan yang sama yakni peningkatan kualitas kehidupan kerja (*quality of working life*). Aspek kualitas kehidupan kerja merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi rasa kepercayaan, dan rasa kepemilikan pekerja pada perusahaan, yang berujung pada produktivitas dan kualitas kerja^[2].

Pencapaian kinerja manajemen K3 sangat tergantung kepada sejauh mana faktor ergonomi telah diperhatikan di perusahaan tersebut. Kenyataannya, kecelakaan kerja masih terjadi di berbagai perusahaan yang secara administratif telah lulus audit sistem manajemen K3. Keluhan yang berhubungan dengan penurunan kemampuan kerja (*work capability*) berupa kelainan pada sistem otot-rangka (*musculoskeletal disorders*) misalnya seolah-olah luput dari mekanisme, dan sistem audit K3 yang ada pada umumnya. Padahal data menunjukkan kompensasi biaya langsung akibat kelainan (*overexertion*) menempati *ranking* pertama (sekitar 30%) dibandingkan dengan bentuk kecelakaan-kecelakaan kerja lain. Kondisi berikut menunjukkan tanda-tanda suatu sistem kerja yang tidak ergonomi:

1. Hasil kerja (kualitas dan kuantitas) yang tidak memuaskan;
2. Sering terjadi kecelakaan kerja;

3. Pekerja sering melakukan kesalahan (*human error*);
4. Pekerja mengeluh adanya nyeri leher, bahu, punggung, dan pinggang;
5. Alat kerja yang tidak sesuai dengan karakteristik fisik pekerja;
6. Pekerja terlalu cepat lelah, dan butuh istirahat yang panjang;
7. Postur kerja buruk, sering membungkuk, menjangkau, atau jongkok;
8. Lingkungan kerja yang tidak teratur, bising, pengap, atau redup;
9. Pekerja mengeluhkan beban kerja (fisik dan mental) yang berlebihan;
10. Komitmen kerja yang rendah;
11. Rendahnya partisipasi pekerja dalam sistem sumbang saran atau hilangnya sikap kepedulian terhadap pekerjaan bahkan keapatisan.

Dengan ergonomi, sistem kerja dalam semua lini departemen dirancang sedemikian rupa dengan memperhatikan variasi pekerja dalam hal kemampuan, dan keterbatasan (fisik, psikis, dan sosio-teknis) dengan pendekatan *Human-Centered Design (HCD)*. Konsep evaluasi, dan perancangan ergonomi dengan memastikan bahwa tuntutan beban kerja haruslah di bawah kemampuan rata-rata pekerja ($task\ demand < work\ capacity$). Dengan inilah diperoleh rancangan sistem kerja yang produktif, aman, sehat, dan juga nyaman bagi pekerja.

Spesifikasi produk

Daftar kebutuhan pelanggan yang sudah didapatkan melalui tahap-tahap identifikasi kebutuhan konsumen masih mengandung banyak interpretasi yang subyektif. Untuk itu, kita melangkah pada detail-detail yang tepat dan terukur mengenai apa yang harus dilakukan pada produk^[3].

Proses pembuatan target spesifikasi terdiri dari empat langkah, yaitu:

1. Menyiapkan daftar metrik-metrik kebutuhan, metrik hendaknya merefleksikan secara langsung nilai produk yang memuaskan kebutuhan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan, dan metrik merupakan inti dari proses penetapan spesifikasi. Cara membuat daftar metrik adalah mengamati setiap kebutuhan satu per satu, lalu memperkirakan karakteristik yang tepat dan terukur dari sebuah produk yang memuaskan kebutuhan pelanggan. Metrik kebutuhan-metrik memperlihatkan

hubungan antara kebutuhan dan metrik. Baris matrik berhubungan dengan kebutuhan pelanggan, dan kolom dari matriks berhubungan dengan metrik;

2. Mengumpulkan informasi tentang pesaing;
3. Menetapkan nilai target ideal dan marginal yang dapat dicapai untuk tiap metrik;
4. Merefleksikan hasil dan proses.

Seleksi konsep

Seleksi konsep merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain, membandingkan kekuatan, dan kelemahan relatif dari konsep dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan, pengujian dan pengembangan selanjutnya^[3].

Dua tahapan metode seleksi konsep yaitu penyaringan konsep, dan penilaian konsep. Proses penyaringan konsep meliputi enam tahapan, yaitu:

- a. Menyiapkan matriks seleksi.

Merupakan suatu tabel yang berisi konsep-konsep yang dipertimbangkan dengan kriteria seleksinya. Semua konsep dibandingkan dengan konsep referensi. Referensi biasanya merupakan standar industri, atau konsep terdahulu yang dikenal dengan baik oleh tim. Konsep referensi ini juga dapat berupa sebuah produk komersial yang tersedia.

- b. Menilai konsep.

“lebih baik”	diberi nilai (+)
“sama dengan”	diberi nilai (0)
“lebih buruk”	diberi nilai (-)

- c. *Me-ranking* konsep-konsep.

Setelah proses perankingan dilakukan, maka nilai (+), (0), (-) dijumlahkan pada tiap kriteria. Setelah itu, nilai akhir dapat diperoleh dengan mengurangkan jumlah nilai lebih baik dengan jumlah nilai lebih buruk. Konsep dengan nilai positif lebih banyak, dan nilai minus yang sedikit memiliki tingkatan yang lebih tinggi.

- d. Menggabungkan dan memperbaiki konsep-konsep.

Jika memungkinkan ada dua konsep yang dapat digabungkan, sehingga akan menambah keunggulan dari produk, maka dapat dipertimbangkan.

- e. Memilih satu atau lebih konsep.

Tim memutuskan konsep mana yang harus dipilih untuk perbaikan, dan analisis lebih jauh.

- f. Merefleksikan hasil dan proses.

Semua anggota setuju untuk dilakukan pengembangan selanjutnya.

Proses penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik di antara konsep yang bersaing. Proses penilaian konsep meliputi enam tahapan, yaitu:

- Menyiapkan matriks seleksi.
- Menilai konsep.
- Me-*ranking* konsep.

Total nilai dapat dihitung dengan rumus :

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i \quad (1)$$

dengan:

- S_j = Nilai konsep j untuk kriteria i.
 - n = Bobot untuk kriteria i.
 - r_{ij} = Jumlah kriteria.
 - w_i = Total nilai untuk konsep j.
- Menggabungkan dan memperbaiki konsep. Tim mencari pengganti atau kombinasi yang memperbaiki konsep.
 - Memilih satu atau lebih konsep. Memilih dan mempertimbangkan konsep yang memiliki peringkat tertinggi setelah melewati proses.
 - Merefleksikan hasil dan proses. Sebagai langkah akhir, tim merefleksikan pada konsep yang terpilih dan proses seleksi konsep.

METODE PENELITIAN

Survei Perusahaan

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan survei di perusahaan. Langkah ini dilakukan agar dapat mengetahui situasi, dan kondisi yang terjadi di perusahaan. Sehingga dapat mengetahui kekurangan, dan kelebihan perusahaan, serta masalah-masalah yang ada di perusahaan. Selain itu, juga dilakukan pengamatan secara langsung proses produksi yang terjadi di perusahaan.

Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil survei awal di atas telah diketahui bahwa masalah yang ada di perusahaan selama ini adalah pekerja bekerja dengan cara manual, pekerja mencampurkan adonan bumbu, dan kacang pada proses pencampuran secara manual.

Studi Pustaka

Agar tujuan dari penelitian ini dapat tercapai, maka diperlukan beberapa studi pustaka yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang akan dibahas. Literatur-literatur yang berhubungan meliputi

perencanaan dan pengembangan produk, konsumsi energi.

Pengumpulan Data

Adapun cara-cara yang dilakukan dalam proses pengumpulan data, yaitu:

- Pengamatan secara langsung terhadap proses produksi yang terjadi di lantai produksi. Data yang hendak diperoleh antara lain urutan-urutan proses produksi, situasi, dan kondisi perusahaan.
- Wawancara secara langsung dengan staf, dan pekerja di bagian produksi.
- Data keluhan para pekerja ketika melakukan proses pencampuran secara manual.
- Kondisi awal di perusahaan.
- Data denyut nadi para pekerja.
- Data kalori pekerja yang dikeluarkan pekerja.
- Waktu normal pekerja dalam proses pencampuran.

Pengolahan Data

Pada tahap ini data-data yang sudah diperoleh diolah agar dapat diketahui keluhan-keluhan dari para pekerja. Pengolahan data dilakukan dengan berpedoman pada teori yang telah ada. Pengolahan data mengolah konsep-konsep dalam pembuatan alat tersebut.

Tahap Perancangan

Dengan data-data yang telah diperoleh dan landasan teori yang digunakan, maka langkah selanjutnya adalah membuat rancangan alat bantu yang nyaman sesuai dengan keinginan penggunaannya. Langkah-langkah perancangan ini adalah:

- Identifikasi kebutuhan pekerja. Tahap ini memastikan alat bantu yang dibuat fokus pada kebutuhan pekerja.
- Penentuan spesifikasi produk. Penentuan spesifikasi produk didasarkan pada data kebutuhan pekerja melalui hasil wawancara. Berdasarkan hasil wawancara dapat dibuat tabel matrik kebutuhan untuk alat bantu proses pencampuran.
- Penyusunan konsep produk. Dalam penyusunan konsep dilakukan pembuatan pohon klasifikasi konsep untuk menentukan beberapa alternatif penyelesaian masalah.
- Penyeleksian konsep. Dalam penyeleksian konsep dilakukan penyaringan, dan penilaian dari konsep yang telah dibuat sebelumnya untuk alat bantu tersebut.

- e. **Penyaringan konsep**
 Penyaringan konsep adalah proses yang evaluasinya masih berupa perkiraan. Setelah ditemukan beberapa alternatif, maka penulis menyaring konsep yang ada untuk mempersempit alternatif.
- f. **Penilaian konsep**
 Penilaian konsep bertujuan untuk menilai konsep mana yang terbaik. Pada penilaian konsep diperlukan bobot untuk masing-masing kriteria alat bantu yang dibutuhkan. Bobot tersebut ditentukan dengan memperhatikan hasil wawancara para pekerja bagian pencampuran.

Pembuatan Alat Bantu Kerja

Pada tahap ini, setelah dilakukan tahapan perancangan, maka alat bantu kerja tersebut akan melalui tahapan pembuatan alat bantu. Pada tahapan ini, alat bantu dibuat berdasarkan data-data yang sudah dikumpulkan.

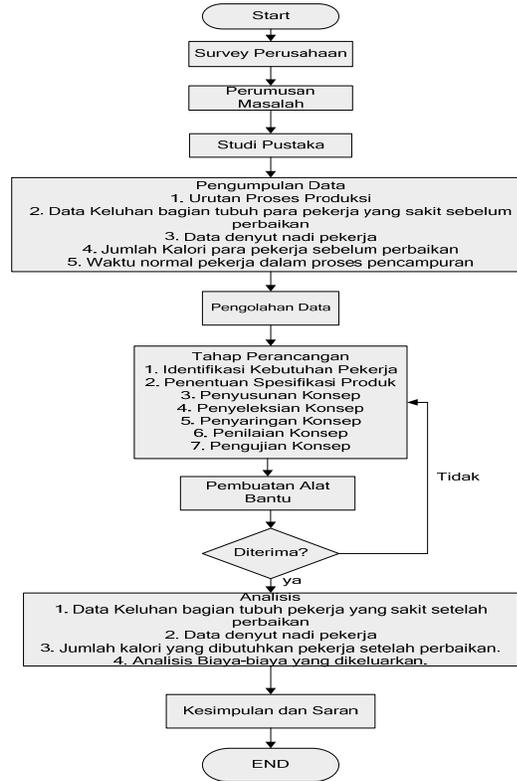
Analisis Hasil Implementasi

Alat bantu kerja yang telah dibuat kemudian akan diimplementasikan kepada pekerja dengan tujuan untuk membandingkan kondisi kerja yang baru dengan kondisi kerja yang lama dalam rangka penyelesaian masalah yang ada, khususnya pada bagian pencampuran. Hal ini dilakukan perbandingan apakah penggunaan fasilitas kerja yang baru memberikan manfaat yang baik dibandingkan fasilitas kerja yang lama. Analisis implementasi meliputi data keluhan para pekerja, perhitungan biaya-biaya yang dikeluarkan, denyut nadi pekerja, dan jumlah kalori pekerja setelah perbaikan serta waktu normal proses pencampuran.

Kesimpulan dan Saran

Melakukan penarikan kesimpulan dari seluruh hasil penelitian beserta saran yang diajukan sehubungan dengan penelitian yang dilakukan. Saran tersebut diharapkan dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Secara umum langkah-langkah dapat dijelaskan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Wawancara

Wawancara dilakukan dengan tujuan memperoleh informasi yang diperlukan untuk melangkah ke tahap berikutnya, dalam hal ini untuk mengetahui masalah yang dialami pekerja pada bagian pencampuran adonan bumbu, dan kacang tanah di *home industry* kacang telur cap Merak. Jumlah pekerja yang diwawancarai ada 2 orang. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil wawancara pekerja bagian pencampuran

Pertanyaan	Pilihan	Frekuensi	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Pria	0	0
	Wanita	2	100
Usia	20-30	0	0
	31-40	2	100
	>40	0	0
Lama bekerja	< 1 tahun	0	0
	1-2 tahun	0	0
	> 2 tahun	2	100

Tabel 1. Hasil wawancara pekerja bagian pencampuran (lanjutan)

Pertanyaan	Pilihan	Frekuensi	Persentase (%)
Apakah Anda sudah puas dengan kinerja Anda pada proses pencampuran adonan bumbu dan kacang?	Ya	0	0
	Tidak	2	100
Apa yang menyebabkan Anda kurang puas?	Hasil proses kurang bulat	2	100
Apakah proses ini memerlukan perbaikan agar hasilnya lebih sempurna?	Ya	2	100
	Tidak	0	0
Apa kesulitan yang Anda hadapi saat melakukan pencampuran adonan bumbu dan kacang?	Lebih pada saat mencampur bumbu dan kacang	2	100
Apa ada bagian tubuh yang terasa sakit saat bekerja atau sesudah bekerja?	Ada	2	100
	Tidak	0	0
Apa perlu dibuat mesin yang memudahkan pekerjaan Anda?	Ya	2	100
	Tidak	0	0

Berdasarkan data hasil wawancara, pekerja merasa kurang puas terhadap hasil kinerjanya serta mengalami kesulitan pada proses pencampuran bumbu dan kacang. Kesulitan pekerja adalah ketika mengaduk serta menggoyang-goyang agar adonan bumbu menyatu dengan kacang, sehingga memakan waktu yang terlalu lama, tidak efisien dan membutuhkan energi yang besar.

Konsumsi Energi Pekerja

Untuk menghitung besarnya energi yang dikeluarkan oleh para pekerja dapat diketahui dengan menghitung rata-rata denyut nadi pekerja. Adapun perhitungan konsumsi energi

pekerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Konsumsi Energi

Nama	Denyut Jantung (<i>Pulse/menit</i>)		Energi <i>Expenditure</i> (kcal/menit)		Konsumsi Energi (kcal/menit)
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Ita	76	102,33	2,6629	4,4026	1,7397
Irus	76,667	104	2,8207	4,5244	1,7037

Identifikasi Kebutuhan Pekerja

Hal ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pekerja terhadap mesin kerja yang baru. Kebutuhan pekerja yang berkaitan dengan kenyamanan yang akan digunakan.

Mengumpulkan Data dari Pekerja

Pengumpulan data ini dilakukan melalui pengamatan aktivitas para pekerja pada saat proses pencampuran. Setelah itu melakukan wawancara, dan pembagian kuesioner *nordic body map* kepada pekerja untuk mengetahui bagian tubuh mana saja yang merasa kesakitan. Permasalahan yang dialami oleh para pekerja yaitu selalu melakukan pekerjaan mengaduk adonan bumbu dengan kacang secara manual hanya menggunakan tangannya dan melakukannya secara berulang-ulang. Kegiatan ini apabila dilakukan terus menerus, akan mengakibatkan cedera di beberapa bagian tubuh pekerja. Oleh karena itu diusulkan untuk dibuat mesin untuk proses pencampuran ini serta dapat dengan mudah digunakan oleh para pekerja. Dari permasalahan itu, maka dapat dicari solusinya dalam pengumpulan data melalui wawancara yang bertujuan untuk mencari informasi yang dibutuhkan dalam perancangan mesin kerja untuk proses pencampuran sesuai dengan kebutuhan pekerja. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Tabel pertanyaan kepada pekerja

Pertanyaan	Pernyataan
Kesulitan apa yang dihadapi saat melakukan proses pencampuran saat ini?	1. Lelah pada saat melakukan pencampuran
	2. Pinggang dan tangan sering merasa sakit
	3. Jari lelah pada saat mengaduk
Harapan untuk mesin baru?	1. Mudah digunakan
	2. Tahan lama
	3. Dapat bekerja secara otomatis
	4. Ukuran mesin
	5. Kecepatan bisa diatur
Usulan untuk mesin baru?	1. Aman digunakan
	2. Tidak memakan tempat
	3. Tahan lama
	4. Dapat dipindahkan

Menginterpretasikan Data Mentah ke Dalam Kebutuhan Pekerja

Dari hasil pengamatan dan hasil dari wawancara kepada para pekerja. Kemudian menginterpretasi dari pernyataan para pekerja tersebut. Pada Tabel 4 di bawah ini ditunjukkan interpretasi kebutuhan pekerja.

Tabel 4. Interpretasi kebutuhan

Pernyataan kebutuhan pekerja
1. Kekuatan
2. Tahan lama
3. Mesin mudah digunakan
4. Mempermudah pekerjaan
5. Mengurangi cedera dan lelah

Berikut merupakan penjelasan dari daftar kebutuhan pekerja di atas:

- 1. Kekuatan**
Pekerja ingin mesin yang kuat yang dapat menahan beban hingga 5 kg.
- 2. Tahan lama**
Pekerja ingin mesin tersebut kuat, dan tidak mudah rusak apabila digunakan dalam jangka waktu yang lama.
- 3. Mesin mudah untuk digunakan**
Pekerja ingin mesin yang akan dibuat nantinya mudah digunakan, tidak rumit, dan pekerja dapat memahami sistem kerja dari mesin tersebut dengan mudah.
- 4. Mempermudah pekerjaan**
Pekerja ingin mesin yang akan dibuat nantinya akan mempermudah pekerjaan mereka, karena dengan adanya mesin untuk proses pencampuran itu, maka pekerja dapat bekerja untuk proses lain karena mesin memiliki motor penggerak yang dapat bekerja sendiri.
- 5. Mengurangi cedera dan lelah**
Karena mesin dapat bekerja secara otomatis, maka pastinya para pekerja akan terhindar dari cedera, dan kelelahan yang biasanya mereka dapatkan sewaktu bekerja secara manual.

Daftar metrik untuk alat bantu kerja

Setelah membuat tabel kebutuhan pelanggan, selanjutnya hal yang perlu dilakukan adalah membuat daftar metrik. Daftar metrik tersebut memperlihatkan hubungan antara kebutuhan, dan metrik. Kinerja metrik akan mempengaruhi derajat pemuasan kebutuhan pelanggan. Metrik ini merupakan elemen kunci dari rumah kualitas, suatu teknis grafis yang digunakan dalam pengembangan fungsi kualitas (*quality funtion deployment*). Tabel daftar

metrik untuk alat bantu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel daftar metrik

No Metrik	Kebu- tuhan	Metrik	Kepen- tingan
1	1, 2	Jenis bahan yang digunakan	4
2	2	Mesin tidak mudah korosi dan berkarat	3
3	2	Lama pemakaian	3
4	1, 2, 4	Berkapasitas besar	4
5	5	Dimensi alat sesuai tinggi badan pekerja	4
6	3, 4	Kemudahan pengoperasian mesin	5

Spesifikasi Produk dengan Matrik Kebutuhan Metrik

Tabel matrik ini digunakan untuk menentukan kebutuhan para pekerja pada proses pencampuran terhadap matrik mesin kerja yang baru yang sesuai dengan kebutuhan para pekerja sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Matrik kebutuhan mesin yang dibutuhkan

Metrik	Jenis bahan yang diginnakan	Mesin tidak mudah korosi dan berkarat	Lama pemakaian	Berkapasitas besar	Dimensi alat sesuai tinggi badan pekerja	Kemudahan pengoperasian mesin
<i>Need</i>						
Kekuatan	●			●		
Tahan lama	●	●	●	●		
Mesin mudah digunakan						●
Mempermu dah pekerjaan				●		●
Mengurangi cedera dan lelah					●	

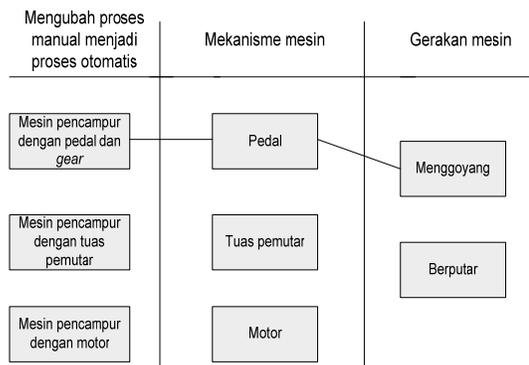
Berikut ini merupakan penjelasan tentang Tabel matrik kebutuhan mesin tersebut:

- 1. Kebutuhan kekuatan,** hal yang diperhatikan di sini adalah ketebalan bahan yang digunakan. Bahan yang digunakan adalah *stainless steel*. Mesin ini juga diharapkan dapat menahan beban berkapasitas 5 kg.

2. Kebutuhan tahan lama, mesin yang dibuat nantinya harus tahan lama. Memakai bahan yang tidak mudah korosi, dan dapat dipakai untuk jangka waktu yang lama.
3. Kebutuhan mudah digunakan, yang diperhatikan di sini adalah mesin memiliki pengatur kecepatan yang dapat diatur serta tombol pengoperasian yang jelas agar pekerja tidak bingung dalam mengoperasikannya.
4. Kebutuhan mempermudah pekerjaan, hal-hal yang harus diperhatikan adalah mesin dibuat agar pekerja terbantu dalam pekerjaannya. Mesin dilengkapi motor listrik serta pengatur kecepatan agar dapat bekerja lebih efektif daripada cara manual yang sebelumnya dilakukan oleh pekerja.
5. Kebutuhan dapat mengurangi cedera, dan kelelahan, memperhatikan beberapa hal antara lain: tinggi, lebar, panjang dari mesin tersebut agar sesuai dengan dimensi tubuh pekerja agar pekerja dapat bekerja dengan posisi yang nyaman serta tidak gampang cedera, serta mesin memakai motor listrik sehingga pekerja tidak mudah lelah.

Penyusunan Konsep

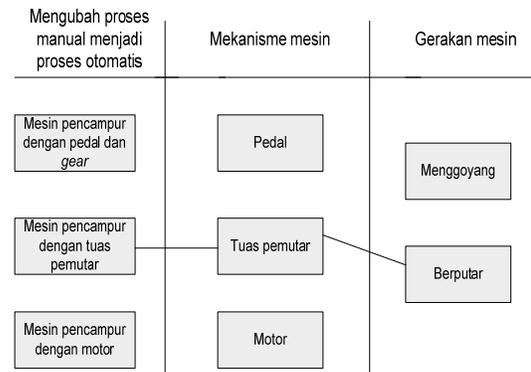
Pada tahap penyusunan konsep ini, diberikan beberapa konsep yang sesuai dengan kebutuhan para pekerja terhadap mesin kerja yang baru tersebut. Alternatif-alternatif konsep produk dapat dikembangkan melalui tabel kombinasi konsep. Adapun tabel kombinasi konsep untuk mesin kerja yang nyaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tabel kombinasi konsep A

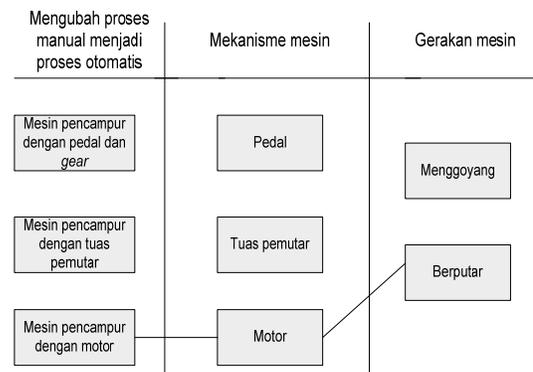
- a. Sistem goyang dengan pedal dan gear
 Konsep mesin pencampuran menggunakan sistem goyang dengan pedal, dan gear sepeda ini muncul karena kebutuhan pekerja yang memerlukan mesin untuk proses pencampuran adonan bumbu, dan kacang. Cara

kerja mesin ini adalah pekerja memakainya seperti memakai sepeda. Pedal dikayuh, dan nampan berisi adonan bumbu, dan kacang dapat tercampur. Namun untuk gerakan mengaduk masih harus dilakukan secara manual seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tabel kombinasi konsep B

- b. Sistem putar dengan tuas pemutar
 Konsep ini prinsip kerjanya hampir sama dengan konsep sebelumnya. Namun pada mesin ini tidak memerlukan gerakan mengaduk secara manual, karena kacang serta adonan bumbu yang sudah dimasukkan ke dalam wadah yang akan diputar. Gerakan memutar ini sama saja dengan gerakan menggoyang, dan mengaduk secara manual. Dan hasil yang didapat pun akan lebih bagus. Hasil yang lebih bagus dalam hal ini adalah adonan bumbu yang melekat rata pada kacang. Kombinasi konsep ini disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tabel kombinasi konsep C

- c. Sistem putar dengan menggunakan motor dan inverter
 Proses pencampuran dapat dilakukan secara manual namun juga dapat digantikan dengan menggunakan motor. Penggunaan motor di sini bertujuan untuk menggantikan

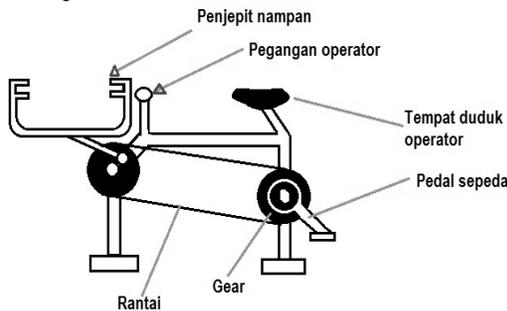
tenaga yang dikeluarkan oleh para pekerja, selain terhindar dari kelelahan, pekerja juga dapat terhindar dari cedera pada bagian tubuh tertentu. Selain itu, penggunaan motor dapat mempercepat waktu pencampuran yang mengakibatkan jumlah produksi per hari dapat meningkat. Berikut ini merupakan alternatif-alternatif konsep mesin pencampuran dengan menggunakan motor. Sistem putar ini menggunakan motor sebagai penggerak *gear* yang akan memutar wadah yang berisi adonan bumbu dan kacang. Mesin ini juga dilengkapi dengan *inverter* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran. Pada mesin ini gerakan menggoyang, dan mengaduk manual sudah tergantikan dengan gerakan memutar yang akan menghasilkan kacang yang sudah tercampur rata dengan adonan bumbu, dan siap untuk proses selanjutnya.

Penyeleksian Konsep

Penyeleksian konsep adalah proses mengevaluasi terhadap kebutuhan pekerja dengan membandingkan keunggulan dan kelemahan relatif masing-masing konsep dan menyeleksi satu atau lebih konsep tersebut untuk perkembangan lebih lanjut. Konsep-konsep untuk mesin pencampuran yang telah didapatkan yaitu :

1. Konsep A

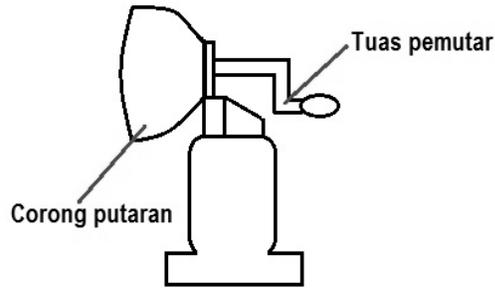
Konsep A adalah menggunakan sistem goyang dengan menggunakan pedal, dan *gear*. Keunggulan produk ini adalah operator tidak memerlukan tenaga yang banyak untuk menggoyang nampan, karena hanya dengan mengayuh pedal seperti halnya mengayuh sepeda, maka mesin ini sudah menggoyang nampan. Kelemahan mesin ini adalah mesin hanya dapat melakukan satu gerakan saja yakni gerakan menggoyang, sedangkan gerakan mengaduk harus dilakukan secara manual. Mesin juga memakan tempat dengan ukurannya yang lumayan besar. Konsep A disajikan secara visual pada Gambar 5.



Gambar 5. Konsep A

2. Konsep B

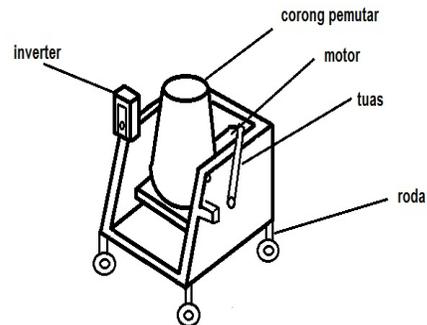
Pada konsep B mesin menggunakan tuas pemutar yang diputar secara manual. Keunggulan produk ini adalah pekerjaan dapat lebih singkat namun kelemahannya adalah masih banyak energi yang dikeluarkan untuk memutar tuas yang harus dilakukan oleh tangan. Konsep B ini disajikan secara visual pada Gambar 6.



Gambar 6. Konsep B

3. Konsep C

Mesin untuk konsep C hampir sama dengan konsep B, namun konsep C menggunakan motor listrik. Mesin ini memiliki beberapa kelebihan yaitu, memakai tenaga listrik, sehingga pekerja tidak mengeluarkan tenaga yang banyak pada saat bekerja. Pekerja juga terhindar dari cedera pada saat bekerja karena mesin hanya cukup di-*setting* satu kali dan sisanya mesin dapat memutar sendiri sehingga kacang tercampur rata dengan adonan bumbu. Mesin ini juga dilengkapi *inverter* yang berfungsi mengatur kecepatan corong putaran pada saat memutar kacang serta adonan bumbu. Dilengkapi juga dengan *handle* yang berfungsi untuk menurunkan mulut corong ke arah bawah agar kacang yang telah diproses dapat dipindahkan dengan mudah ke tempat lain untuk proses selanjutnya yaitu penggorengan. Konsep C disajikan secara visual pada Gambar 7.



Gambar 7. Konsep C

Penilaian Konsep

Dari penilaian konsep inilah yang nantinya akan ditentukan konsep mana yang akan dilanjutkan atau yang akan dikembangkan, yaitu dari konsep yang memiliki *score* (nilai) yang tertinggi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil kuesioner untuk menentukan *Ranking* pada kriteria mesin proses pencampuran

No	Kriteria	Ranking		
		1	2	3
I	Kekuatan	0	1	1
II	Tahan lama	1	0	1
III	Mesin mudah digunakan	1	1	0
IV	Mempermudah pekerjaan	1	1	0
V	Mengurangi cedera dan lelah	2	0	0

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

1. Nilai 5 diberikan bila kriteria memperoleh ranking 1. Nilai 4 diberikan bila kriteria memperoleh *ranking* 2. Demikian seterusnya sampai kriteria yang memperoleh *ranking* 5 diberi nilai 1.
2. Skor diperoleh dari perkalian antara nilai tertentu yang diperoleh kriteria tersebut dengan jumlah responden yang memilih kriteria tersebut.
3. Setelah skor diperoleh lalu jumlahkan semua skor pada masing-masing kriteria. Kriteria yang memiliki total skor tertinggi akan memperoleh *ranking* 1. Kriteria yang memiliki total skor tertinggi kedua akan memperoleh *ranking* 2. Demikian seterusnya sampai kriteria yang memiliki total skor terendah akan memperoleh *ranking* 5. Perhitungan untuk menentukan ranking disajikan pada Tabel 8.

Maka perhitungan mencari bobot adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan untuk mencari bobot pada *ranking* 1
 $[10 / (7 + 8 + 9 + 10 + 6)] \times 100\%$
Ranking 1 diberi bobot 25%.
2. Perhitungan untuk mencari bobot pada *ranking* 2
 $[9 / (7 + 8 + 9 + 10 + 6)] \times 100\%$
Ranking 2 diberi bobot 22,5%.
3. Perhitungan untuk mencari bobot pada *ranking* 3

Tabel 8. Perhitungan Untuk Menentukan *Ranking*

Krite- ria	I		II		III		IV		V		
	Responden	Score									
1	5	0	0	1	5	1	5	2	10	0	0
2	4	1	4	0	0	1	4	0	0	0	0
3	3	1	3	1	3	0	0	0	0	2	6
Total	2	7	2	8	2	9	2	10	2	6	
Ran- king	4		3		2		1		5		

Keterangan :

- Kriteria I : Kekuatan
- Kriteria II : Tahan lama
- Kriteria III : Mudah digunakan
- Kriteria IV : Mempermudah pekerjaan
- Kriteria V : Mengurangi cedera dan lelah

- $[8 / (7 + 8 + 9 + 10 + 6)] \times 100\%$
Ranking 3 diberi bobot 20%.
- 4. Perhitungan untuk mencari bobot pada *ranking* 4
 $[7 / (7 + 8 + 9 + 10 + 6)] \times 100\%$
Ranking 4 diberi bobot 17,5%.
- 5. Perhitungan untuk mencari bobot pada *ranking* 5
 $[6 / (7 + 8 + 9 + 10 + 6)] \times 100\%$
Ranking 5 diberi bobot 15%.

Berdasarkan hasil perhitungan bobot di atas diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Kriteria kekuatan memperoleh *ranking* 1 dan kriteria ini diberi bobot 0,25.
2. Kriteria efisiensi waktu proses memperoleh *ranking* 2 dan kriteria ini diberi bobot 0,225.
3. Kriteria mempermudah pekerjaan memperoleh *ranking* 3 dan kriteria ini diberi bobot 0,2.
4. Kriteria mudah digunakan memperoleh *ranking* 4 dan kriteria ini diberi bobot 0,175.
5. Kriteria mudah dipindahkan memperoleh *ranking* 5 dan kriteria ini diberi bobot 0,15.

Dari penyaringan konsep yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh konsep yang layak untuk dilanjutkan dan diberi penilaian adalah konsep B, dan konsep C. Maka untuk penilaian konsep B, dan konsep C dapat dilihat di Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Penilaian konsep untuk mesin penyaringan

Kriteria	Bobot	Konsep			
		B		C	
		Rating	Score	Rating	Score
Kekuatan	0,25	4	1	4	1
Tahan lama	0,225	4	0,9	4	0,9
Mesin mudah digunakan	0,2	4	0,8	4	0,8
Memperudahkan pekerjaan	0,175	4	0,7	5	0,875
Mengurangi cedera dan lelah	0,15	4	0,6	5	0,75
<i>Total score</i>			4		4,325
<i>Rank</i>		2		1	
<i>Continue</i>		Tidak		Ya	

Keterangan :

<i>Performance relative</i>	<i>Rating</i>
Sangat buruk	1
Buruk	2
Cukup	3
Baik	4
Sangat baik	5

Penilaian di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Konsep B memiliki kekuatan yang baik karena material yang digunakan yaitu *stainless steel*. Untuk kriteria tahan lama mesin ini menggunakan bahan yang tebal, sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama. Untuk kriteria mesin mudah digunakan, mesin ini dapat digunakan cukup dengan memutar tuas pada bagian belakang corong pemutar. Untuk kriteria mempermudah pekerjaan, mesin ini cukup mempermudah pekerjaan tetapi penggunaan mesin ini juga masih memerlukan tenaga yang lumayan banyak dari pekerja untuk memutar tuas. Untuk kriteria mengurangi cedera dan lelah, mesin ini sudah lumayan mengurangi resiko cedera, dan kelelahan pekerja.
- Konsep C memiliki kekuatan yang baik karena material yang digunakan yaitu *stainless steel*. Untuk kriteria tahan lama mesin ini menggunakan bahan yang tebal, sehingga dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama. Untuk kriteria mesin mudah digunakan, mesin ini dapat digunakan cukup dengan memutar tuas pada bagian belakang corong pemutar. Untuk kriteria mempermudah pekerjaan, mesin ini sudah sangat mempermudah pekerjaan pekerjanya karena mesin menggunakan motor listrik dan *inverter* untuk mengatur kecepatan putaran corongnya. Untuk kriteria mengurangi cedera

dan lelah, mesin ini sudah dapat mengurangi cedera dan kelelahan pekerjanya karena mesin bekerja secara otomatis jadi cedera pekerja dapat dihindari serta mesin hanya cukup di-*setting*, jadi pekerja tidak terlalu lelah dalam melakukan proses pencampuran.

Konsumsi Energi Pekerja

Untuk menghitung besarnya energi yang dikeluarkan oleh para pekerja dapat diketahui dengan menghitung rata-rata denyut nadi pekerja. Perhitungan konsumsi energi para pekerja seperti yang ditunjukkan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Konsumsi Energi

Nama	Denyut Jantung (<i>Pulse/menit</i>)		Energi <i>Expenditure</i> (kkal/menit)		Konsumsi Energi (kkal/menit)
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Ita	74,667	83	2,7239	3,1528	0,4289
Irus	75,333	86	2,7558	3,3233	0,5675

Analisis Penghematan Biaya dan Masa Pengembalian Investasi Alat

- Biaya Listrik
 Alat penyaringan otomatis = 375 watt
 Batas daya = 1.300 VA
 Biaya/kWh = Rp.765,--
 Alat menyala selama 6 jam per hari
 Total penggunaan listrik sebesar:

$$= \frac{375 \times 6}{1000} \times 765 \times 30 = \text{Rp.}47.506,50 \approx \text{Rp.}47.600,-$$
- Rincian biaya pembuatan alat pencampuran mulai dari bahan hingga *part* ditunjukkan pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Rincian Biaya Pembuatan Alat Pencampuran

No	Komponen	Bahan	Satuan/jumlah	Harga, Rp	Ket	Kegunaan	Total
1	Plat	<i>Stainless steel</i>	1 lb		Baru	Corong pemutar	1200000
2	Kerangka	Besi	20 kg	20000	Besi	Kerangka	400000
3	Plat	Besi			Baru	Cover rangka	744000
4	<i>Handle</i>				Baru		300000
5	As tuas				Baru		60000
6	<i>Bearing</i>	<i>Stainless steel</i>	4 buah	50000	Baru		200000
7	As				Baru		14000
8	<i>Pully</i>	Besi			Baru		60000
9	<i>Tinner</i>		1 kg		Baru		12000
10	Motor				Baru		1000000
11	<i>Inverter</i>				Baru		1900000
12	Roda		4 buah	90000	Baru		360000
13	Cat		1kg		Baru		30000

Tabel 11. Rincian Biaya Pembuatan Alat Pencampuran (lanjutan)

No	Komponen	Bahan	Satuan /jumlah	Harga, Rp	Ket	Kegunaan	Total
14	Ongkos bengkel						2000000
15	Biaya pengiriman						100000
Total							8380000

Penyusutan peralatan (asumsi alat rusak setelah pemakaian 5 tahun):

$$= \frac{8.380.000}{12 \times 5} = \text{Rp.}139.667 \approx \text{Rp.}140.000/\text{bulan}$$

Tabel 12. Penghematan Biaya

Biaya menggunakan alat pencampuran manual	Biaya menggunakan alat pencampuran otomatis
<u>Biaya upah pekerja</u> Menggunakan 2 pekerja: Upah tiap pekerja Rp.1.000.000/bulan = Rp.1.000.000 x 2 = Rp.2.000.000	<u>Biaya upah pekerja</u> Menggunakan 1 pekerja: Upah pekerja Rp.1.200.000
<u>Tanpa listrik + tanpa biaya penyusutan</u>	<u>Biaya listrik + Biaya penyusutan per bulan =</u> Rp.47.600 + Rp.140.000 = Rp.187.600
Biaya Total = Rp.2.000.000	Biaya Total = Rp.1.387.600

Penghematan (*saving*):

$$= \text{Rp.} 2.000.000 - \text{Rp.} 1.387.600$$

$$= \text{Rp.} 612.400/\text{bulan}$$

Maka pengembalian investasi alat
= Harga alat/Penghematan
= Rp.8.380.000/(Rp.612.400/bulan)
= 13,684 bulan \approx 14 bulan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan mesin pencampuran otomatis dalam proses pembuatan kacang telur ini adalah mesin sudah dapat menggantikan proses pencampuran secara manual menjadi proses pencampuran secara otomatis, dan sudah dapat memproduksi produk secara maksimal serta menghilangkan kelelahan serta cedera yang diderita pekerja dalam proses pencampuran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitrihana, N., *Kelelahan Kerja*, <http://batikyogya.wordpress.com/category/ergonomi-kerja/>, Diakses 24 Agustus 2011
- [2] Wignjosuebrotto, S., Dewi, D. S. , dan Yusuf, M., *Evaluasi Ergonomi Biomekanika Terhadap Kenyamanan Kerja Pada Perajin Gabah Kasongan Yogyakarta*, Hlm. 1-11, http://www.its.ac.id/personal/files/pub/2844-m_sritomo-ie-Jurnal%20Muhammad%20Yusuf.pdf, Diakses 24 Agustus 2011
- [3] Ulrich K.T., Eppinger, dan Azmi, N., *Perancangan dan Pengembangan Produk*, Edisi Kesatu, Hlm. 1-170, McGraw Hill Inc., New York, 2001