

**Studi Penerapan Metode *Integrated Mechanical Design Process (IMDP)*
Pada Pengembangan Mesin Di Industri Kecil
(Mesin Pengolah Onggok Pada Industri Tapioka)**

Iwan Agustiawan, Rian Andrian

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Bandung

JL. P.KH Hasan Mustofa No. 23 Bandung 40124

E-mail : iwanagustiawan@yahoo.com atau gusti@itenas.ac.id

Abstrak

*Terdapat sekelompok industri kecil yang bergerak di bidang pembuatan tapioka. Proses pembuatan tapioka yang dilakukan adalah mengolah bahan baku berupa singkong dengan proses produksi secara manual/ tradisional menghasilkan tepung tapioka, onggok serta limbah. Onggok merupakan produksi sampingan dari pembuatan tapioka yang berupa ampas singkong yang memiliki sifat fisik mirip dengan parutan kelapa dan mengandung kadar air sekitar 80% dari volume onggok basah. Agar dapat dijual dengan harga yang tinggi, onggok harus dalam keadaan kering dan berkualitas baik (berwarna putih bersih dan tidak apek/berjamur). Oleh karena itu diperlukan suatu mesin yang mampu mengurangi kadar air pada onggok secara maksimal, cepat dan efisien dengan kualitas onggok yang baik. Saat ini banyak metoda perancangan teknik yang telah dikembangkan dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas produk yang sesuai dengan keinginan/kebutuhan konsumen, salah satunya adalah **Integrated Mechanical Design Process (IMDP)**. Studi penerapan IMDP diharapkan dapat membantu kelompok industri kecil pembuatan tapioka dalam memperoleh mesin pengolah onggok yang sesuai/ diharapkan. Metoda IMDP dilaksanakan dengan tahapan proses perancangan sebagai berikut : 1. Project Definition and Planning, 2. Specification Definition, 3. Conceptual Design, 4. Product Development dan 5. Product Support. Dari hasil perancangan diperoleh mesin pengolah onggok yang secara operasional lebih efektif dan efisien dibandingkan alat pengolah onggok sebelumnya, dengan spesifikasi utama : kapasitas produksi sebesar 4,5 m³/jam, prosentase kadar air pada onggok basah yang terbuang hampir 80 %, menggunakan penggerak motor diesel 3 hp.*

Kata kunci : IMDP, Onggok.

1. Pendahuluan

Di desa Cihideung Hilir kecamatan Ciawi kabupaten Kuningan Jawa Barat, terdapat sekelompok industri kecil yang bergerak di bidang pembuatan tapioka. Proses pembuatan tapioka yang dilakukan adalah mengolah bahan baku berupa singkong dengan proses produksi secara manual yaitu menggunakan peralatan tradisional menghasilkan tepung tapioka, onggok serta limbah. Salah satu masalah yang ada di perusahaan ini dan harus segera dicarikan solusinya adalah masalah pengolahan onggok. Onggok merupakan produksi sampingan dari pembuatan tapioka yang berupa ampas singkong. Onggok memiliki sifat fisik yang mirip dengan parutan kelapa dan mengandung kadar air sekitar 80% dari volume onggok basah. Onggok digunakan untuk pakan ternak, pakan ikan, obat nyamuk, saos dan lain sebagainya. Agar dapat dijual dengan harga yang tinggi, onggok ini harus dijual dalam keadaan kering dan berkualitas baik (berwarna putih bersih dan tidak apek/berjamur). Oleh karena itu diperlukan suatu mesin yang dapat mengurangi kadar air pada onggok seperti yang diharapkan. Tetapi masalahnya, proses pengolahan onggok yang diterapkan di pabrik ini masih sangat sederhana, yaitu onggok basah diendapkan selama 12 jam kemudian dimasukkan ke dalam karung, dipress menggunakan peralatan press sistem ulir yang dioperasikan dengan tenaga manusia, setelah itu onggok dijemur. Seiring dengan permintaan pasar yang semakin meningkat, tentunya proses pengolahan onggok seperti itu akan berjalan sangat lambat atau tidak efisien. Proses yang tidak efisien tersebut akan menyebabkan kerugian, seperti waktu produksi yang lama, jumlah pekerja meningkat, akhirnya menyebabkan target pemasaran dan keuntungan yang tidak tercapai. Dengan mempertimbangkan masalah tersebut di atas, maka sangat diperlukan suatu mesin yang dapat

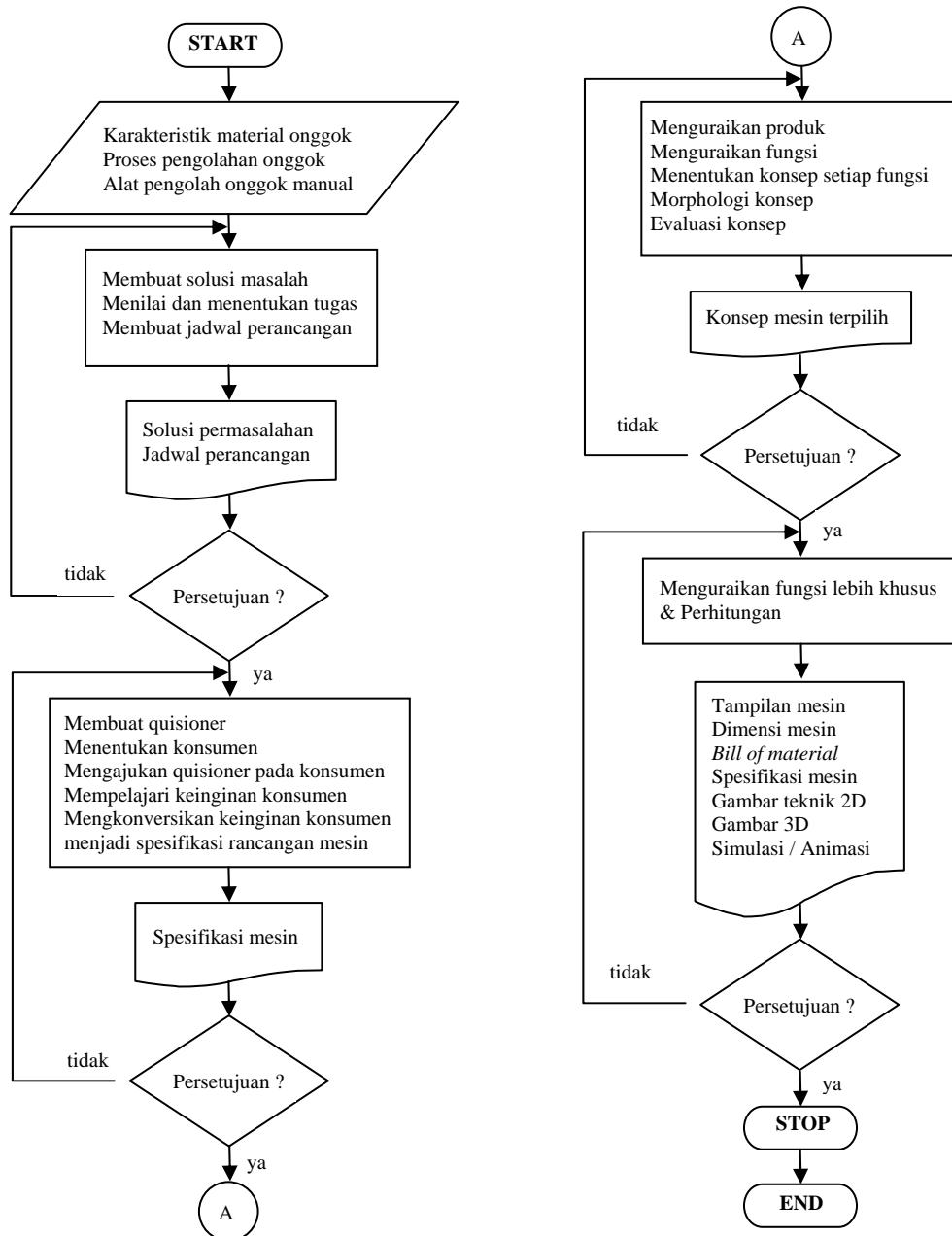
mengolah onggok secara cepat dengan kualitas onggok yang baik. Saat ini banyak metoda perancangan teknik yang telah dikembangkan dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas produk yang sesuai dengan keinginan/kebutuhan konsumen melalui proses perancangan yang sistematis, efektif dan efisien, sehingga dapat dihemat ongkos produksinya. Salah satu metoda perancangan teknik yang dicoba digunakan oleh penulis untuk diterapkan pada pengembangan mesin di industri kecil adalah **Integrated Mechanical Design Process (IMDP)**. Industri kecil merupakan kelompok indutri penghasil produk yang memiliki kemampuan yang sangat terbatas di bidang pemodal, teknologi, produksi, manajemen dan pemasaran. Pengembangan usaha industri kecil sangat tergantung pada kemampuan penetrasi hasil produknya di pasaran. Usaha untuk meningkatkan jumlah produksi dengan kualitas tertentu yang diinginkan seiring dengan meningkatnya permintaan pasar, seringkali terlambat diantisipasi disebabkan keterbatasan kemampuan membeli atau membuat mesin yang diinginkan/diharapkan. Studi penerapan IMDP diharapkan dapat membantu kelompok industri kecil pembuatan tapioka dalam memperoleh mesin yang sesuai / diharapkan untuk mengembangkan usahanya.

2. Tujuan, Metodologi dan Manfaat Penelitian

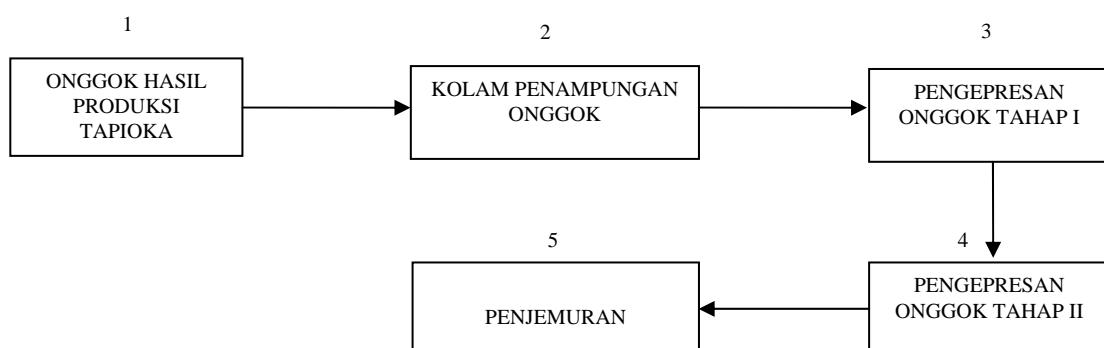
Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk memperoleh hasil perancangan berupa mesin pengolah onggok yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan alat pengolah onggok sebelumnya melalui penerapan metoda perancangan teknik IMDP (*Integrated Mechanical Design Process*) sehingga pada akhirnya akan diperoleh skema jalur pengolahan onggok baru (lebih singkat/efisien) yang memperbaiki jalur pengolahan selama ini dilaksanakan. Secara garis besar metodologi penelitian digambarkan pada diagram alir gambar 1. dan secara keseluruhan informasi/data yang diperlukan untuk penyelesaian masalah diperoleh melalui observasi ke lapangan (lokasi pabrik), wawancara dan penyebaran quisioner kepada pihak-pihak terkait serta studi literatur. Dengan penelitian ini, diharapkan pihak industri kecil pembuatan tapioka akan memperoleh hasil rancangan mesin pengolah onggok yang diharapkan dan dapat menggunakan prosedur/sistematika perancangan metoda IMDP ini untuk merancang mesin-mesin yang lain dalam rangka mengembangkan usahanya.

3. Proses Pengolahan Onggok

Proses pengolahan onggok yang biasa dilakukan secara garis besar diperlihatkan pada skema gambar 2. Onggok merupakan hasil sampingan produksi tapioka berupa ampas singkong dengan karakteristik fisik mirip dengan hasil parutan kelapa dan memiliki kadar air sekitar 80% dari volume onggok basah. Onggok keluaran produksi selanjutnya dialirkan dan ditampung ke dalam kolam penampungan dengan dimensi (panjang x lebar x tinggi = 12 m x 6 m x 1 m). Kolam ini dirancang dengan bagian dasar terbuat dari susunan bambu dan memiliki saluran buang air di bawahnya. Rancangan seperti ini dimaksudkan agar air dalam onggok dapat merembes keluar, kemudian dibuang lewat saluran pembuangan. Pada praktek di lapangan, biasanya onggok ini dibiarkan mengendap selama satu malam (kurang lebih 12 jam). Dengan teknik ini, kadar air pada onggok berkurang 15%, sehingga sisa air menjadi sebesar 65% dari volume onggok basah. Setelah onggok diendapkan pada kolam, onggok dimasukkan ke dalam karung, kemudian dipress dengan menggunakan alat yang sangat sederhana. Gambaran alat press sederhana dapat dilihat pada gambar di lampiran. Alat ini menggunakan sistem ular (*screw*) yang dipasang vertikal dan digerakkan secara manual menggunakan tenaga manusia. Hasil pengepresan onggok tahap I ini dapat mengurangi kadar air pada onggok sebesar 42%, sehingga sisa air menjadi sekitar 23% dari volume onggok basah. Pengepresan onggok tahap II menggunakan teknik yang sama dengan pengepresan onggok tahap I, namun bedanya kali ini menggunakan mesin dengan ukuran yang lebih kecil yaitu satu mesin press untuk satu karung onggok. Hasil pengepresan onggok tahap II ini dapat mengurangi kadar air sekitar 5%, sehingga sisa air menjadi sekitar 18% dari volume onggok basah. Setelah proses pengepresan dilakukan, proses selanjutnya adalah penjemuran. Onggok dikeluarkan dari dalam karung lalu dijemur dengan posisi merata dan menyebar di lapangan penjemuran. Agar diperoleh hasil yang diinginkan, dibutuhkan waktu sekitar tiga hari penjemuran dengan kondisi matahari yang cerah. Jadi total waktu proses pengolahan onggok yang dibutuhkan untuk ± 4 ton singkong dengan proses yang dijelaskan di atas adalah 95 jam (5 hari kerja).



Gambar 1. Sistematika perancangan mesin pengolah onggok



Gambar 2. Skema proses pengolahan onggok yang biasa dilakukan

4. Tahapan Proses Perancangan

Metoda IMDP dilaksanakan dengan tahapan proses perancangan sebagai berikut : **1. Project Definition and Planning, 2. Specification Definition, 3. Conceptual Design, 4. Product Development dan 5. Product Support.** *Project Definition and Planning* adalah tahapan memahami permasalahan pada pengolahan onggok secara manual, menentukan/merumuskan solusi untuk mengatasi permasalahan, memperoleh kesimpulan penting atau tidak (menguntung atau tidak) proyek perancangan mesin tersebut dijalankan dan membuat jadwal kerja proyek perancangan. *Specification Definition* adalah tahapan membuat spesifikasi mesin yang dirancang sesuai dengan keinginan/permintaan konsumen (pengguna mesin) menggunakan bagan *House of Quality (QFD)*, spesifikasi mesin kemudian dijadikan kriteria dalam menentukan dan memilih konsep mesin. *Conceptual Design* adalah tahapan membuat beberapa konsep mesin dari gabungan konsep fungsi dengan menggunakan metoda *morphology*, kemudian melakukan evaluasi untuk memilih dan mendapatkan satu konsep mesin terbaik. *Product Development* adalah tahapan mewujudkan konsep mesin terpilih sehingga menjadi suatu rancangan mesin yang utuh/nyata, melalui sejumlah perhitungan untuk mendapatkan dimensi komponen-komponen mesin, gambar teknik serta pemodelan gerak (animasi). *Product Support* adalah tahapan dukungan terhadap produk hasil rancangan dikaitkan dengan hubungan bersama vendor, perubahan rancangan karena perubahan permintaan konsumen (pengguna mesin), material atau proses manufaktur yang digunakan.

Skema proses perancangan yang dijadikan acuan secara lengkap dapat dilihat pada gambar 7. di lampiran. Untuk perancangan mesin pengolah onggok diadaptasi menjadi sistematika perancangan seperti yang diperlihatkan pada gambar 1.

4.1 Pendefinisian dan Perencanaan Proyek (*Project Definition and Planning*).

Pendefinisian proyek perancangan mesin pengolah onggok dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut : pemahaman masalah, solusi permasalahan, menilai penting/menguntungkan atau tidak proyek untuk dijalankan. Pemahaman masalah yaitu memahami proses pembuatan onggok dan prinsip kerja alat pengolahnya seperti yang dijelaskan pada bagian 3., menginventarisir keterbatasan atau kerugian-kerugian yang selama ini terjadi yaitu : waktu proses pengolahan dirasakan cukup lama yang mengakibatkan kualitas onggok menjadi kurang baik sehingga harga jual menjadi turun, dengan sistem press manual diperlukan karung dan tali pengikat karung yang cukup banyak sehingga menambah biaya produksi, kebutuhan tenaga kerja karyawan yang cukup tinggi, dan adanya dampak lingkungan dari proses pengolahan yang mengganggu keselamatan/kesehatan kerja karyawan. Solusi permasalahan yaitu : diperlukan suatu mesin pengolah onggok yang mampu mempersingkat jalur pengolahan, memiliki kapasitas produksi yang tinggi tanpa menambah tenaga kerja/karyawan, menghindari penggunaan alat tambahan seperti karung dan tali, mengurangi resiko keamanan/kesehatan kerja. Penilaian terhadap kelayakan proyek perancangan untuk dijalankan yaitu : telah banyak alat pengolah onggok yang digunakan oleh industri yang dapat dijadikan acuan sehingga memudahkan untuk mengembangkannya menjadi mesin yang lebih baik, dengan adanya mesin ini maka kapasitas produksi menjadi lebih besar seiring dengan meningkatnya permintaan pasar dan biaya produksi dapat ditekan, citra perusahaan akan meningkat karena selalu siap melayani pesanan onggok dalam jumlah besar dan cepat dengan kualitas yang baik.

Perancanaan proyek yang dimaksud adalah menentukan tugas-tugas yang harus diselesaikan yang kemudian dituangkan ke dalam jadwal perancangan mesin secara keseluruhan. Jadwal perancangan harus mencakup alokasi waktu dan personil yang dibutuhkan untuk melaksanakan tugas-tugas. Untuk perancangan mesin pengolah onggok ini, besarnya waktu yang dibutuhkan adalah 5 bulan yaitu dari bulan November 2005 sampai dengan Maret 2006.

4.2 Penentuan Spesifikasi (*Specification Definition*)

Penentuan spesifikasi mesin pengolah onggok dilakukan melalui langkah-langkah berurutan sebagai berikut : menentukan konsumen (pengguna mesin), menjaring/mendata permintaan konsumen, mengkonversikan permintaan ke dalam spesifikasi mesin. Konsumen (pengguna mesin) adalah pemilik perusahaan, operator mesin (yang akan menjalankan mesin di pabrik) dan teknisi mesin (yang akan merawat dan memperbaiki mesin di pabrik). Data permintaan konsumen diperoleh melalui wawancara lansung dan pengisian quisioner. Permintaan konsumen dapat dikonversikan menjadi spesifikasi mesin menggunakan metoda QFD (*Quality Function Deployment*) dengan pembuatan bagan matriks *House of Quality (HOQ)* yang diperlihatkan pada gambar 3. di lampiran.

4.3 Perancangan Secara Konsep (*Conceptual Design*)

Perancangan secara konsep mesin pengolah onggok dilakukan melalui langkah-langkah berurutan sebagai berikut : menguraikan fungsi mesin, membuat alternatif konsep untuk setiap sub-fungsi menggunakan pendekatan *morphology*, membuat kombinasi konsep dari setiap sub-fungsi menjadi banyak variasi konsep mesin, dan mengevaluasi variasi konsep mesin untuk memilih yang terbaik. Cara/tahapan untuk mengevaluasi variasi konsep mesin didasarkan kepada *QFD results* dan *team member's knowledge*, yang dilakukan secara berurutan yaitu *feasibility judgment*, *go/no-go screening using technology assessment*, dan *basic decision matrix*.

4.4 Perwujudan Produk (*Product Development*)

Perwujudan konsep mesin pengolah onggok dilakukan berdasarkan spesifikasi mesin, kemudahan pembuatan/produksi dan pertimbangan keberadaan komponen mesin di pasaran. Untuk mewujudkan konsep rancangan secara detail/lengkap menjadi komponen-komponen mesin perlu dilakukan *functional decomposition* melalui langkah-langkah sebagai berikut : perwujudan bagian konstruksi mesin yang melakukan proses pengolahan onggok tahap 1 (mengurangi kadar air sebesar 70%), perwujudan bagian konstruksi mesin yang melakukan proses pengolahan onggok tahap 2 (mengurangi kadar air hingga 80%), dan perakitan konstruksi mesin secara keseluruhan. Komponen-komponen mesin yang telah ditentukan melalui langkah-langkah tersebut di atas, kemudian dihitung untuk mengetahui karakteristiknya (dimensi dan material). Untuk mengetahui besarnya daya motor/engine penggerak mesin maka dilakukan perhitungan yang dimulai dengan penentuan besarnya beban pengepresan pada setiap roller dan memperhitungkan efisiensi penerusan daya pada setiap komponen mesin yang terlibat. Tahapan terakhir dari *product development* adalah dokumentasi dan komunikasi rancangan. Dokumentasi yang dibuat adalah daftar spesifikasi mesin hasil rancangan, gambar teknik 2D dan gambar 3D. Agar hasil rancangan dapat dikomunikasikan dengan pihak pengguna selain dalam bentuk gambar, maka dibuat simulasi/animasi mesin menggunakan *software MCS Working Model 4D*.

5. Kesimpulan

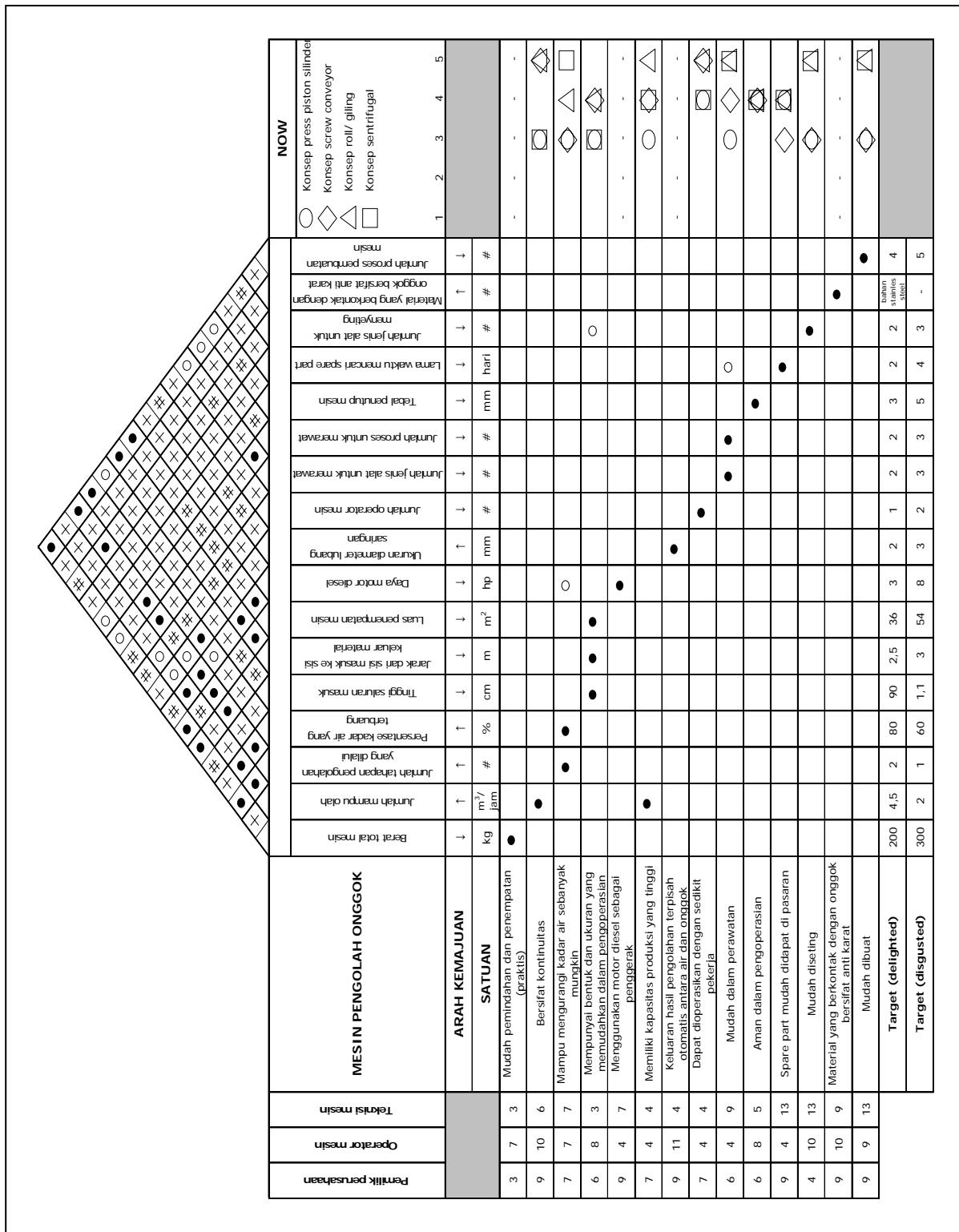
Berdasarkan hasil pembahasan dan tinjauan secara keseluruhan dari bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Prosedur/tahapan proses perancangan metoda IMDP terbukti dapat menghasilkan rancangan mesin pengolah onggok dengan perkiraan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan mesin yang sudah ada, lihat tabel 2. pada lampiran. Hasil rancangan berupa tampilan mesin keseluruhan (gambar 5. lampiran), spesifikasi mesin (tabel 1. lampiran), gambar teknik 2D dan simulasi/animasi menggunakan *software MSC Working Model 4D*.
2. Dampak perancangan mesin ini telah menghasilkan skema jalur pengolahan onggok yang baru. Skema ini dapat dilihat pada lampiran gambar 6.
3. Mesin hasil rancangan ini diperkirakan dapat memenuhi solusi permasalahan yang diinginkan yang muncul pada bagian pendefinisiyan proyek.
4. Mesin hasil rancangan ini tidak dapat memenuhi semua permintaan konsumen yang muncul hasil dari tahap *specification definition*. Permintaan konsumen yang tidak dapat dipenuhi adalah masalah kemudahan pemindahan dan penempatan mesin (*portable*).

Daftar Pustaka

1. Agustiawan Iwan, Andrian Rian, 2006, *Perancangan Mesin Pengolah Onggok Pada Industri Tapioka Menggunakan Mechanical Design Process Terintegrasi*, Tugas Akhir, ITENAS, Bandung.
2. Cohen L., 1995, *Quality Function Deployment : How to Make QFD for You*, Addison Wesley Publishing Company, Messachussetts.
3. Pahl Gerhart, Beitz Wolfgang, 1984, *Engineering Design*, The Design Council, London.
4. Suga, Kiyokatsu, Sularso. 1997. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita.
5. Shigley, Joseph E., Mischke, Charles R. 2001. *Mechanical Engineering Design*. Singapore : McGraw-Hill.
6. Ullman, David G. 2003. *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill.

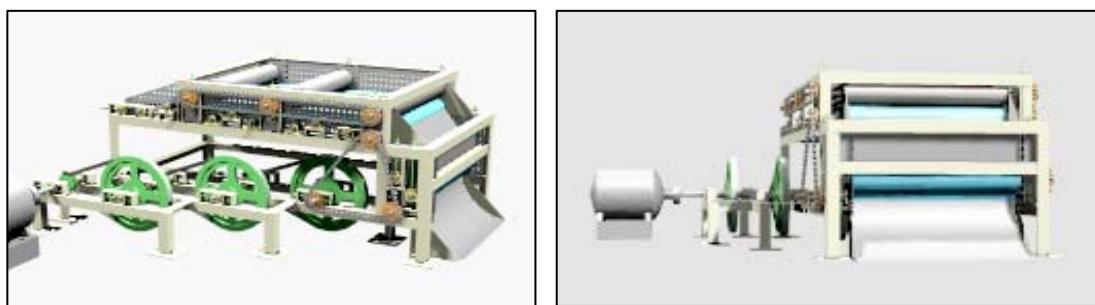
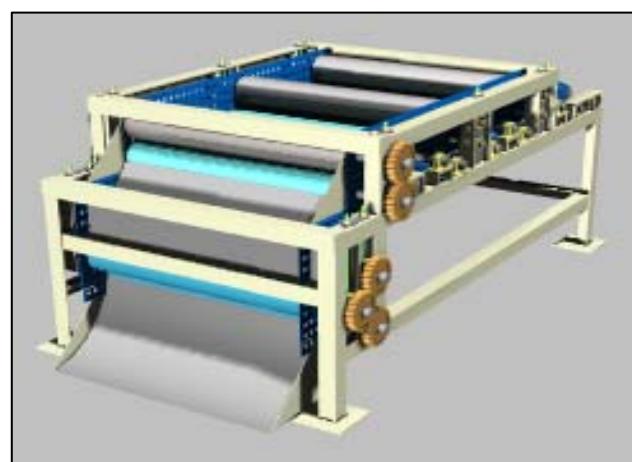
Lampiran :



Gambar 3. Bagan *house of quality* QFD mesin pengolah onggok



Gambar 4. Alat pengolah onggok yang biasa digunakan



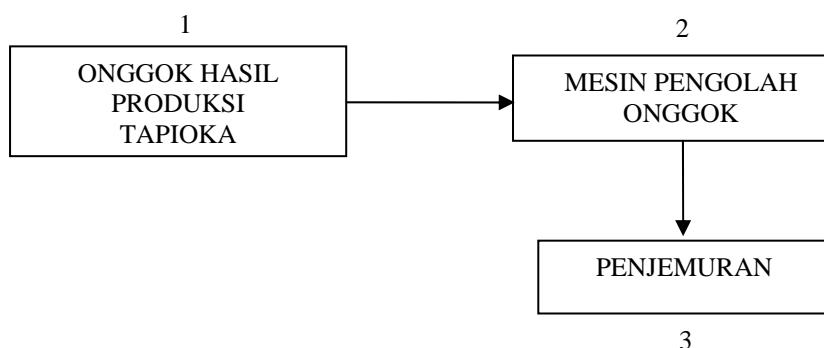
Gambar 5. Mesin pengolah onggok hasil perancangan

Tabel 1. Spesifikasi Teknik Mesin Pengolah Onggok

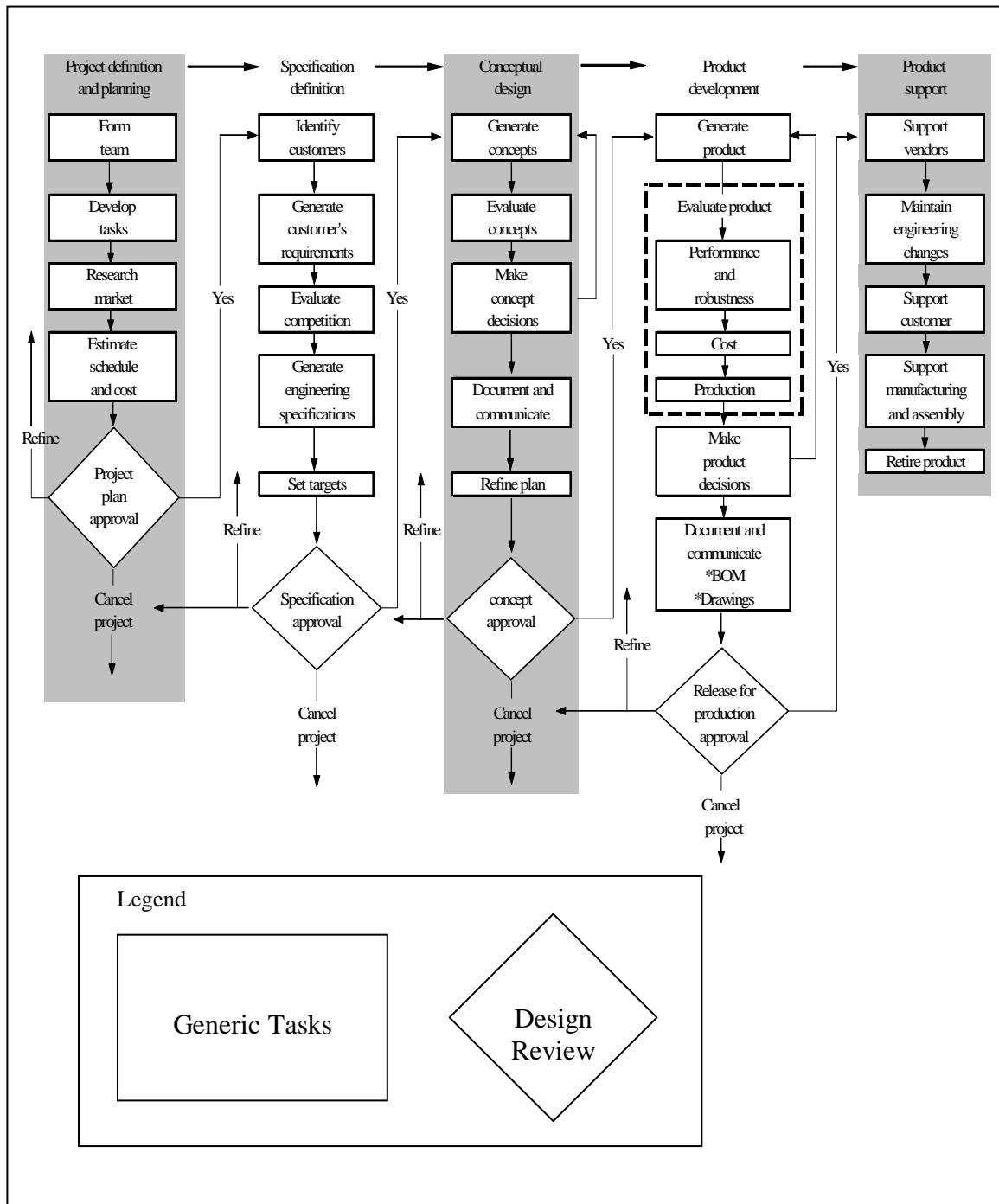
NO	SPESIFIKASI TEKNIK	NILAI
1	Berat total mesin	1100 kg
2	Jumlah mampu olah (kapasitas)	4,5 m ³ /jam
3	Jumlah tahapan pengolahan yang dilalui	2 tahap
4	Persentase kadar air yang terbuang	80%
5	Tinggi saluran masuk	90 cm
6	Jarak dari sisi masuk ke sisi keluar material	2,5 m
7	Luas penempatan mesin	36 m ²
8	Daya motor diesel	3 hp
9	Ukuran diameter lubang saringan	2 mm
10	Jumlah operator mesin	1 orang
11	Jumlah jenis alat untuk merawat	2 jenis
12	Jumlah proses untuk merawat	2 proses
13	Tebal penutup mesin	3 mm
14	Lama waktu mencari spare part	2 hari
15	Jumlah jenis alat untuk menyeting	2 jenis
16	Material yang berkontak dengan onggok bersifat anti karat	Bahan stainless steel
17	Jumlah proses pembuatan mesin	4 proses

Tabel 2. Perkiraan perbandingan efisiensi

NO	PEMBANDING	SEBELUM ADA MESIN ONGGOK	SETELAH ADANYA MESIN ONGGOK
1	Jumlah tenaga pengolah	4	1
2	Total waktu olah hingga onggok kering (untuk produksi 4 ton singkong)	5 hari kerja	2 hari kerja
3	Kualitas onggok kering	Jelek (kurang baik)	baik
4	Jumlah mampu olah	4 ton singkong dengan waktu 5 jam	4 ton singkong dengan waktu 3 jam
5	Beban operasional	Tali dan karung Beban operasional BO = Rp. 27200,-/ olah 4 ton singkong	Solar dan oli Beban operasional BO = Rp. 20.160,-/ olah 4 ton singkong



Gambar 6. Skema baru proses pengolahan onggok



Gambar 7. Skema proses perancangan mesin⁽⁶⁾