

# DESAIN MESIN PENGOLAH MINYAK KELAPA SECARA OTOMATIS KAPASITAS 20 LITER PER JAM

Sonong<sup>1)</sup>

**Abstract:** Research into this which entitle design machine processor of palm oil automatically, aim to can yield the coconut mink of 20 litre each hour. Our research before all only can produce the mean of 10 coconut mink litre each hour. Whereas traditional machine which used by the society in this time only can produce the mean coconut mink of 5 coconut mink litre each hour. The society support with area potency as producer of coconut hibrida, and also request of market of palm oil, pushing to do this research designed the machine have of bigger capacities to be permeable of the labour more and profit society. Its is method, all component supporter of machine done by addition of volume and his strength through planning and calculation. Machine designed by the consist of: machine scar coconut flesh, and magle machine of is result of rasp, at the same time dissociate the result coconut mink with his dregs. Both the machine work automatically through activator motor. Rasp designed use the cylinder turn around the harsh jagged around surface of the cylander which turned around use the electromotor. Magle machine designed use the plate stenless stell small holey which formed by be like mug which is on its underside is attached by the propeller knife, activator system the used is powered electromotor of low electrics. After done the testing at made machine and compared to the former machine and traditional machine, hence obtained by the result as follows: Former machine only can produce the mean of 10 coconut mink litre each hour, is while the machine design can produce the mean more than 20 coconut mink litre each hour meaning the storey of 50%. Traditional machine only can produce the mean of 5 coconut mink litre each hour mean experience of the improvement of 75% from the machine design.

**Key words:** Coconut, Coconut Machine Scar, Coconut Mink, Palm oil.

## I. PENDAHULUAN

Kabupaten Bulukumba merupakan salah satu daerah yang terletak di bagian selatan propinsi Sulawesi Selatan, dengan jarak sekitar 200 km dari Ujung Pandang. Hampir seluruh kecamatan di kabupaten Bulukumba merupakan daerah pesisir pantai, dengan komoditas yang menjadi andalan, ialah kelapa hibrida (BPS Sulawesi Selatan, 1997). Daerah Sulawesi Selatan sejak tahun 1985 sampai saat ini dari tahun ke tahun mengalami peningkatan produksi. BPS Sulawesi Selatan, 2005). Kelapa hibrida ini

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

merupakan bahan baku utama dalam pembuatan minyak kelapa atau minyak goreng sebagai salah satu kebutuhan pokok dalam rumah tangga yang dikonsumsi oleh semua lapisan masyarakat. Proses pembuatan minyak goreng ini melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah memisahkan sabuk dan kulit tanduknya. Selanjutnya, dilakukan pamarutan daging kelapa agar diperoleh bentuk serpihan-serpihan kecil (serbuk) sehingga memudahkan untuk diperah. Pemerahan ini dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan santan kelapa yang telah dipisahkan dengan ampasnya. Santan ini diolah dengan proses pemanasan hingga menjadi minyak, yang dalam lingkungan rumah tangga dikenal dengan minyak kelapa atau minyak goreng. Semua proses ini dikerjakan secara tradisional. Salah satu keunggulan minyak kelapa yang diolah secara tradisional di daerah kabupaten Bulukumba adalah kualitas minyak yang baik, tahan lama, dan dengan aroma harum, gurih dan rasanya yang masih alamiah.

Masalah yang dihadapi oleh industri kecil dan industri rumah tangga khususnya pengusaha minyak goreng di Kajang Kabupaten Bulukumba adalah proses pembuatannya masih menggunakan cara tradisional yang meliputi :

- a. Cara pamarutan daging kelapa,
- b. Pemerahan hasil parutan untuk memperoleh santan kelapa,
- c. Proses pemanasan santan untuk memperoleh minyak kelapa.

Untuk mengefektifkan dan mengefisienkan proses, maka alat yang cocok adalah antara proses pamarutan dan proses penyaringan dapat dilakukan sekaligus. Untuk keperluan ini dapat diterapkan alat penyaring sentrifugal atau *centrifugal filtration* (Mc Cabe, 2003). Penggerak utama proses adalah sebuah motor listrik yang berfungsi menggerakkan roda gigi. Roda gigi yang terhubung pada poros motor dihubungkan langsung ke komponen pamarut. Begitu pula halnya pada komponen pemerah. Melalui saringan masuk daging kelapa diproses melalui efek gravitasi akibat berat buah dan dengan memberikan sedikit tekanan dari atas, akan menyebabkan daging kelapa langsung bersinggungan dengan permukaan piringan yang permukaannya kasar (pamarut). Serpihan-serpihan yang dihasilkan dari proses pamarutan selanjutnya mengalami suatu gaya sentrifugal akibat gerak rotasi motor yang berputar searah jarum jam. Gaya sentrifugal mengangkat serpihan-serpihan ke atas dan melemparkannya ke arah luar. Dengan adanya saringan yang dipasang di sisi melingkar piringan secara vertikal, maka serpihan akan tertahan dan langsung terperas akibat tekanan yang timbul ke arah permukaan saringan oleh gaya sentrifugal. Santan yang keluar di sisi luar saringan dialirkan melalui saluran yang dihubungkan ke suatu wadah pengumpul santan. Serpihan daging kelapa yang sudah terperas cenderung bergerak ke atas akibat kehilangan berat. Permukaan bagian atas komponen pamarut dan saringan dibentuk suatu saluran ke bawah menuju ke wadah ampas.

Pada proses pamarutan, nilai torsi yang timbul akibat gesekan antara permukaan pamarut dan daging kelapa dihitung menurut persamaan:

$$T = \frac{fxFa(ro + ri)}{2}$$

Keterangan: T = torsi (Nm), f = koefisien gesekan antara permukaan pamarut dan daging kelapa, Fa = gaya tekan/aksial (N), ro = radius terluar (m), ri = radius terdalam pamarut (m).

Nilai torsi ini adalah untuk menentukan daya motor yang digunakan. Untuk proses penyaringan dengan adanya gaya sentrifugal dihitung menurut,

$$F_c = m \left( \frac{V^2}{r} \right), \text{ Untuk } F_c = \text{ gaya sentrifugal yang dihasilkan motor (N), } m = \text{ massa}$$

komponen yang berputar ditambah beban (kg), V = kecepatan keliling pamarut/saringan (m/det), r = radius rata-rata saringan/pamarut (m). Jika n adalah kecepatan dalam rpm, maka V adalah  $2\pi R.n/60$ . Kemudian dengan mensubstitusikan nilai ini ke dalam V

$$\text{didapatkan, } F_c = \frac{m.\pi^2 r.n^2}{900}$$

Motor yang dibutuhkan dalam hal ini adalah motor putaran tinggi dengan torsi besar, yang mampu mengatasi tahanan gesek pada proses pamarutan dan menghasilkan gaya sentrifugal yang besar. Dalam hal ini hubungan antara daya motor dengan putaran dapat diperoleh dari hubungan matematis berikut:

$$P = \frac{2.\pi.n.T}{60}, \text{ Untuk } P = \text{ daya (watt), } n = \text{ putaran (rpm), } T = \text{ torsi (Nm).}$$

Daya ini juga adalah daya yang digunakan dalam menjalankan proses pamarutan dan proses penyaringan secara sentrifugal.

Alat pamarut (parut) kelapa telah banyak beredar dan dijual di toko-toko. Alat ini pun telah digunakan masyarakat Kajang kabupaten Bulukumba sebagai uji coba. Kelemahan alat yang ada di Masyarakat saat ini umumnya hanya digunakan untuk alat rumah tangga, sedangkan kebutuhan sebagai industri rumah tangga masih sangat kurang (informasi masyarakat lewat wawancara), disamping itu pula alat yang ada menggunakan bahan bakar bensin untuk menjalankan motor diesel yang digunakan sebagai penggerak dalam proses pamarutan.

Kendala lain yang dihadapi pengolah atau pengusaha minyak kelapa adalah terjadinya antara hasil parutan dengan pemerahan yang masih dengan cara manual yang dikerjakan secara sendiri-sendiri atau secara terpisah. Akibatnya proses produksi secara keseluruhan tetap mengalami keterlambatan, dengan kata lain produksinya masih kurang. Masalah ini sebetulnya kami telah atasi sejak tahun 2001 dengan membuat mesin produksi

minyak kelapa secara otomatis di daerah Kajang, namun produksinya masih dirasa masih kurang hanya rata-rata sekitar 10 liter perjam. Penelitian ini didesain keseluruhan rangka dan komponen pendukung lainnya, motor penggerakannya, maupun control on/off-nya.

Masalah yang dihadapi Kelompok Tani Darma Jaya ini, kami mencoba mengatasi dengan mendesain Mesin pengolah minyak kelapa atau minyak goreng yang secara otomatis yang berkapasitas 20 liter per jam. Mesin ini akan digerakkan oleh dua buah motor listrik, satu motor untuk memarut dan satunya lagi untuk pemerah santannya yang secara otomatis antara santan dan ampasnya langsung terpisah. Kedua motor penggerakannya disupply dari listrik pedesaan. Rangka atau pelindung dari alat ini sebelumnya hanya terbuat dari plat baja menjadi plat stainless stell yang tidak berkarat atau korosi yang berhubungan langsung dari bahan proses ini. Disamping itu pula ingin meningkatkan produksinya dari rata-rata 10 liter perjam, menjadi 20 liter per jam.

Masalah yang dihadapi oleh industri kecil dan industri rumah tangga khususnya pengusaha minyak goreng di Kajang Kabupaten Bulukumba adalah proses pembuatannya masih menggunakan cara tradisional yang meliputi cara pamarutan daging kelapa, pemerahan hasil parutan untuk memperoleh santan kelapa dan proses pemanasan santan untuk memperoleh minyak kelapa.

Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahan utama yang perlu ditangani adalah mengatasi proses produksi minyak kelapa secara tradisional yang kapasitasnya masih kurang sekitar 10 liter perjam dengan mengembangkan mesin pengolah minyak kelapa sehingga diperoleh mesin pengolah minyak kelapa yang efektif dan produktif yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk secara optimal.

Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan ini adalah menghasilkan dan menerapkan mesin pengolah minyak kelapa untuk meningkatkan **produksinya**. Usaha tersebut, meningkatkan kapasitas atau produksinya sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat.

Produk (mesin pengolah minyak kelapa) yang dihasilkan dapat meningkatkan harga jual minyak kelapa dengan meningkatkan kualitas produk (minyak kelapa) dan meningkatkan kapasitas penjualan dengan meningkatnya kapasitas produksi. Selain itu biaya produksi menurun dengan penggunaan daya listrik yang optimal akibat waktu produksi yang singkat dengan kapasitas produksi yang meningkat. Dengan demikian pendapatan dan keuntungan pengusaha minyak kelapa akan bertambah (meningkat) sehingga akan memberikan kontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Mesin pengolah minyak kelapa secara otomatis yang dihasilkan memiliki keunggulan dan nilai tambah dari sisi ipteks dibandingkan dengan pengolahan minyak kelapa secara tradisional. Pengolahan minyak kelapa secara tradisional dimana proses pamarutan dan pemerasan sari kelapa masih dilakukan secara terpisah dimana proses pemerasannya menggunakan tenaga manusia sehingga membutuhkan waktu yang lama

dan kapasitas produksi yang masih rendah Laporan Tahunan (1988). Sedangkan penggunaan mesin pengolah minyak kelapa secara otomatis dimana proses pamarutan dan pemerasan sari kelapa dilakukan secara bersamaan atau terintegrasi, hasil pamarutan langsung proses pemerasan dengan mesin pemeras yang dapat memisahkan hasil perasan berupa santan dengan ampasnya, santan tersebut ditampung dalam suatu wadah untuk dilakukan pemanasan guna menghasilkan minyak kelapa sehingga proses produksi lebih efektif, kualitas minyak kelapa yang lebih baik serta produktivitasnya lebih besar.

Produk (mesin pengolah minyak kelapa) tersebut dapat dimanfaatkan oleh seluruh pengusaha minyak kelapa khususnya untuk industri rumah tangga dan menengah di Sulawesi Selatan. Pemanfaatan dan penerapan produk tersebut akan memberikan kontribusi terhadap penyediaan minyak kelapa di Sulawesi Selatan dan sekitarnya, sehingga dapat mempercepat laju pertumbuhan pembangunan di berbagai bidang.

Berdasarkan permasalahan yang dialami oleh industri pengolahan minyak kelapa biasa (tradisional) sebagaimana yang telah dirumuskan diatas, meliputi beberapa hal yaitu: 1) produktivitasnya rendah; 2) boros bahan baker (bensin); 3) kapasitas produksi rendah.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan hasil analisis permasalahan tersebut diatas, diketahui penyebab utama timbulnya masalah tersebut diatas adalah proses pengolahan minyak kelapa antara hasil parutan dengan pemerahan yang masih dengan cara manual yang dikerjakan secara sendiri-sendiri atau secara terpisah. Akibatnya proses produksi secara keseluruhan tetap mengalami keterlambatan. Untuk itu perlu dilakukan pemecahan masalah dengan menetapkan kerangka penyelesaian masalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan mesin pengolah minyak kelapa secara otomatis (terintegrasi) dengan kapasitas 20 liter perjam untuk mengatasi proses produksi yang lama.
2. Membuat mesin pengolah minyak kelapa yang bekerja secara otomatis dan kontinyu dengan hasil produksi minyak kelapa 20 liter perjam untuk mengoptimalkan kapasitas produksi.
3. Melakukan peraga dan penjelasan metode pembuatan mesin pengolah minyak kelapa yang bekerja secara otomatis.
4. Melakukan penyuluhan dan sosialisai cara penggunaan mesin pengolah minyak kelapa yang beroperasi secara otomatis untuk meningkatkan kapasitas produksi.

Pemecahan masalah sebagaimana yang dirumuskan dalam perumusan masalah tersebut diatas, dapat diatasi dengan penggunaan mesin pengolah minyak kelapa otomatis sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal dengan kapasitas 20 liter perjam (3 kali lipat dari kapasitas metode tradisional, dan 2 kali lipat dari mesin yang dibuat sebelumnya). Dengan demikian waktu produksi lebih singkat, produktivitas lebih besar dan kualitas minyak kelapa lebih baik dan terjamin.

Khalayak sasaran yang tepat untuk kegiatan vucer tersebut adalah pengusaha minyak kelapa yang produktif dan berpengalaman dengan tingkat pendidikan minimal

lulusan SMU dan SMK. Hal tersebut dipilih secara purposiv dengan pertimbangan agar hasil kegiatan ini dapat dikembangkan dan disosialisasikan kepada pengusaha minyak kelapa lainnya yang ada di sekitar lokasi tersebut. Kegiatan ini diharapkan oleh tim pelaksana sebagai percontohan bagi masyarakat terutama pengusaha minyak kelapa. Selain itu, kegiatan tersebut diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah setempat dan instansi terkait dalam hal pengembangan usaha tersebut terutama dalam meningkatkan kapasitas dan kualitas produksi, sehingga dapat berdampak secara lokal dalam meningkatkan pendapatan masyarakat dan dapat pula berdampak secara nasional dalam meningkatkan pembangunan baik lokal, regional maupun nasional.

## II. METODE PENELITIAN

Kegiatan tersebut dimulai dari tahap persiapan, perancangan, pelaksanaan di lapangan (pengujian fungsi dan kapasitas produk). Metode penanganan masalah dilakukan dengan mendesain mesin pengolahan minyak kelapa yang bekerja secara otomatis dengan merancang dan membuat mesin pengolah minyak kelapa yang proses pamarutan kelapa dan pemerasan hasil parutan serta pemanasan santan kelapa dilakukan secara otomatis yang dapat mengefisienkan waktu proses produksi dan meningkatkan kapasitas produksi 3 kali lipat dari metode tradisional, dan 2 kali lipat dari mesin sebelumnya.

Metode penanganan masalah tersebut meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Perancangan mesin pengolah minyak kelapa yang terdiri dari mesin pamarut kelapa, mesin pemeras hasil parutan dan pemanasan hasil parutan (santan kelapa) menjadi minyak kelapa yang bekerja secara otomatis sehingga dapat meningkatkan produktivitas.
- b. Pembuatan gambar kerja mesin pengolah minyak kelapa yang akan diterapkan dan dikembangkan pada industri mitra.
- c. Pembuatan alat pamarut kelapa berbentuk silinder dengan diameter silinder 15 cm dan panjangnya 30 cm, permukaan silinder bergerigi dan bahan terbuat dari stainless stell, dimana poros silinder dihubungkan dengan motor penggerak (motor listrik). Silinder pamarut dipasang pada bagian atas mesin yang tersambung dengan wadah masukan bahan (sari kelapa). Hasil parutan sari kelapa tersebut langsung diproses pada alat pemeras.

Pembuatan alat pemeras hasil parutan, alat pemeras tersebut berbentuk piringan cekung berdiameter 25 cm yang sisinya berlubang dan bagian bawah piringan terpasang pisau putar, bahan alat pemeras tersebut adalah stenless stell, proses pemerasan hasil parutan menggunakan prinsip sentrifugal dimana pisau putar tersebut diputar oleh motor listrik, hasil perasan yang berupa santan disalurkan melalui pipa menuju ke tangki pemanasan santan. Pada proses pemerasan hasil

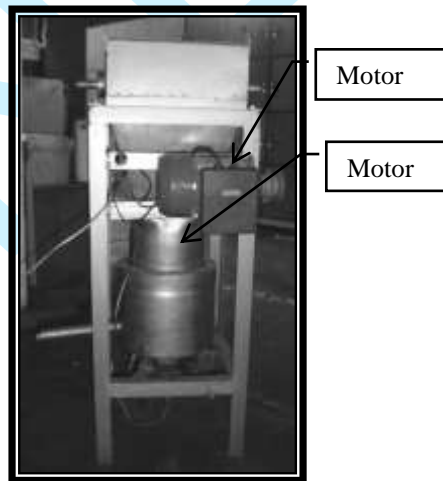
perasan (santan) dan ampasnya disalurkan terpisah sehingga tidak tercampur dengan santan, untuk menjaga kualitas santan yang akan diproses menjadi minyak kelapa.

- d. Pengujian fungsi yang dikembangkan, meliputi: kapasitas parutan, kapasitas pemerasan sari kelapa, waktu (lama) proses parutan, pemerasan dan penggunaan daya listrik untuk motor penggerak. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan pengolahan minyak kelapa secara tradisional maupun mesin hasil desain terdahulu untuk mengetahui peningkatan yang terjadi.
- e. Melakukan penyempurnaan terhadap kekurangan mesin desain terdahulu terutama pada perencanaan poros pamarut, pemeras, maupun daya motor penggerak yang digunakan, sehingga diperoleh mesin pengolahan minyak kelapa otomatis yang lebih sempurna.
- f. Sosialisasi penggunaan mesin pengolah minyak kelapa otomatis dengan cara penyuluhan dan peragaan serta penerapan kepada pengusaha minyak kelapa.

Untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan tersebut dan untuk mengoptimalkan waktu pelaksanaannya, maka ditetapkan jadwal pelaksanaan yang berlangsung 8 (delapan) bulan meliputi tahap persiapan, pelaksanaan dan penulisan laporan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari kegiatan vucer ini adalah mesin pengolah minyak kelapa yang terdiri dari mesin memarut daging kelapa dan pemeras hasil parutan dengan kapasitas 20 liter santan/jam seperti pada gambar berikut ini:



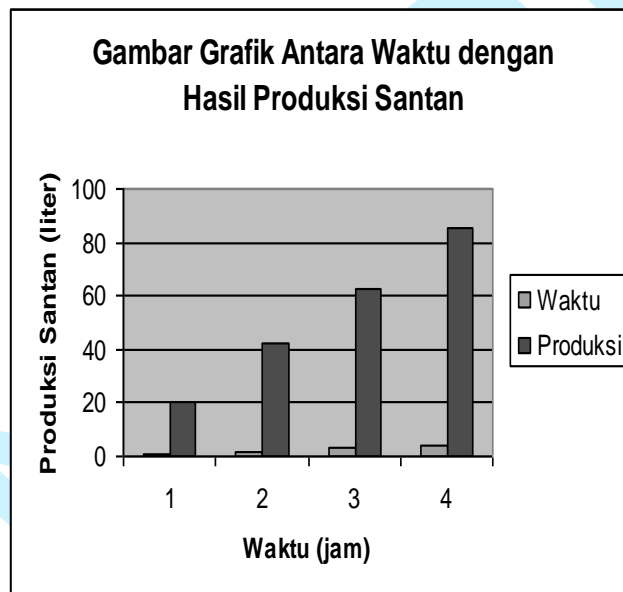
Gambar 1. Mesin Pengolah Minyak Kelapa Otomatis (Tampak Belakang)

Setelah dilakukan perbandingan pengujian fungsi sistem mesin-mesin tersebut diperoleh hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Mesin Hasil Desain

Waktu (jam)	Produksi Santan Kelapa (liter)
1	20
2	42
3	63
4	85

Jika data pada Tabel 1 di atas dibentuk dalam grafik maka hasilnya adalah seperti berikut:



Gambar 2. Grafik Antara Waktu dengan Hasil Produksi Santan

Sedangkan data mesin hasil design setelah melalui pengetesan dapat di lihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Data Mesin Hasil Desain dan Kapasitas Produksinya

No	Variabel Prestasi	Mesin Pengolah Minyak Kelapa Hasil Desain
1	Kapasitas : a. Mesin pamarutan	35 kg/jam



	b. Mesin Pemas	25 liter/jam
2	Waktu (lama) proses: a. Pamarutan b. Pemas	1 kg/2 menit 1 kg/3 menit
3	Sistem Penggerak: a. Motor pamarut b. Motor pemas	Motor 1 fasa 220 V;1,3 Amp 125 Watt Motor 1 fasa 220 V;0,8 Amp 25 Watt
4	Biaya operasional (pekerja)	1 orang operator
5	Kapasitas: a. Mesin Pamarut b. Mesin Pemas	25 kg/jam 20 liter/jam

Berdasarkan data pada tabel tersebut diatas, dapat diperoleh beberapa variabel prestasi sebagai berikut:

#### 1. Kapasitas mesin

Kapasitas mesin pamarut ditentukan melalui perancangan daya poros atau silinder putar pamarut D.Deutschman et al. (1975) dan daya motor yang digunakan sedangkan kapasitas mesin pemas ditentukan melalui perancangan poros piringan putar atau wadah penampung Charles (1975) dan selanjutnya diberikan campuran air dan dengan alat pemas yang akan dibuat tersebut campuran hasil parutan dan air diperas agar diperoleh santan kelapa dengan konsentrasi tertentu.

#### 2. Waktu (lama) Proses

Waktu proses pamarutan lebih singkat dengan menggunakan motor penggerak yaitu hanya 2 menit untuk hasil parutan sebanyak 1 kg yang biasanya dengan menggunakan cara tradisional (manual) 4 menit untuk hasil parutan sebanyak 1 kg. Jadi terbukti dengan penggunaan mesin pengolah minyak kelapa secara otomatis dapat menghemat waktu operasional.

#### 3. Sistem Penggerak Otomatis

Sistem penggerak terdiri dari motor penggerak untuk proses pamarutan dan motor penggerak untuk proses pemas yang bekerja secara otomatis, spesifikasi motor penggerak tersebut adalah motor 1 fasa; 220V; 1,3 Amp (putaran menengah) untuk motor pemas adalah motor 1 fasa; 220V; 0,8 Amp (putaran rendah). Sedangkan pengolahan pamarutan dan pemas secara tradisional (memanfaatkan tenaga manusia) yang biaya operasional yang tinggi dan waktu produksi yang lama.

Dengan demikian sistem penggerak otomatis tersebut lebih efektif dan efisien dalam meningkatkan produktivitas pengolahan minyak kelapa.

4. Biaya Produksi (tenaga kerja)

Biaya produksi dapat ditekan dengan penggunaan tenaga kerja dari 4 orang (proses manual) menjadi 1 orang (mesin otomatis).

#### **IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari pelaksanaan kegiatan vucer ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin hasil desain ini dapat meningkatkan produksi santan kelapa yang signifikan bila dibandingkan dengan mesin desain sebelumnya, maupun mesin tradisional yang digunakan masyarakat.
2. Kualitas santan yang dihasilkan sangat kental karena kadar airnya rendah mempercepat dalam proses pemanasan hingga menjadi minyak kelapa.
3. Penggunaan mesin pengolah minyak kelapa secara otomatis dapat meningkatkan pendapatan masyarakat khususnya pengusaha minyak kelapa, industri rumah tangga, maupun petani kelapa hibrida.

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

BPS Sulawesi selatan, 1997. Statistik Pertanian Tanaman Pangan, BPS Sul-Sel

D.Deutschman, Aaron, J.Michels, Walter, E.Wilson, Charles, 1975. Machine Design Theory and Practice, Macmillan Publishing Co.,Inc. New York.

Dinas Perindustrian Kabupaten Daerah Tingkat II Bulukumba, Laporan Tahunan 1998.

Farral, A.W, 1986. Food Engineering System Vol.I, The AVI Publishing Company Westport Connecticut.

McCabe, Warren L., 1985. Unit Operation of Chemical Engineering, McGraw-HillBook Company, New York.

Proyek Pengembangan Industri Kecil dan Menengah Tahun Anggaran 1998/1999.

Soegiman, E. 1994. Home Industri Teknologi Sederhana Jld. I. CV. Aneka Solo.

Suryanto. 1995. Elemen mesin I. P3 Politeknik Bandung.

Sudarmadji, S., Bambang Haryono, Suhardi, 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Edisi III, Liberty Yogyakarta.

Yon Rijono.1997. Dasar Teknik Tenaga Listrik, Penerbit ANDI Yogyakarta.

SINERGI