

ANALISIS DESAIN DAN BIAYA MESIN PEMOTONG PADI

Simon Ka'ka, Luther Sonda¹⁾, Donatus Langga Pase, M. Aryasangga²⁾

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas panen padi oleh petani dan mengefisienkan kerja para petani padi, serta menghitung biaya produksi pembuatan mesin pemotong padi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 100 m² adalah 14,4 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 200 m² adalah 28,9 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 300 m² adalah 44,2 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk memotong padi dengan luas 1 hektar atau 10000m² adalah 24 jam per hektar atau 3 hari kerja per hektar. Dalam penelitian ini juga dapat diketahui biaya produksi mesin pemotong padi dengan nominal Rp.9.366.210,-. Laba mesin ini adalah 15%, maka harga jual mesin pemotong padi yang kami buat adalah Rp.10.771.141,- dengan komponen mesin dari material ST 37 dan ST 42.

Kata Kunci: Padi, Kapasitas Panen, Efisiensi Kerja, Biaya Produksi.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Agraris yang memiliki kekayaan sumber daya alam, terutama dari hasil pertanian seperti padi. Pada umumnya, padi adalah bahan makanan pokok di Indonesia.

Tanaman padi termasuk genus *Oryza L.* yang meliputi lebih kurang 25 spesies, tersebar di daerah tropik dan daerah subtropika seperti di Asia, Afrika, Amerika dan Australia (Hadrian siregar,1981). Padi berasal dari dua benua yaitu *Oryza fatua Koenig* dan *Oryza satifa* L berasal dari benua Asia, sedangkan jenis padi lainnya yaitu *Oryza stapfi Roschev* dan *Oryza glaberrima Steund* berasal dari Afrika Barat (Benua Afrika). *Oryza fatua Koenig* dan *Oryza minuta Presl* berasal dari Himalaya India. Setelah melalui beberapa tahap dalam budidaya tanaman padi, panen merupakan tahap akhir penanaman padi disawah.

Petani berperan penting dalam menghasilkan padi. Petani membutuhkan peralatan yang memadai dalam proses penanaman dan pemanenan. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan pemikiran-pemikiran manusia dari jaman ke jaman, cara pemungutan hasil (panen) pertanian pun tahap demi tahap berkembang sesuai dengan tuntutan kebutuhan. Tuntutan kebutuhan manusia akan pakan mendesak pemikir untuk memecahkan masalah-masalah bagaimana meningkatkan produksi, meningkatkan produksi kerja sesuai dengan waktu yang tersedia. Dalam meningkatkan produksi, salah satu aspek yang harus ditekan serendah mungkin adalah masalah kehilangan produksi diwaktu panen. Sedangkan dalam meningkatkan kemampuan kerja adalah bagaimana menekan waktu yang dibutuhkan dalam menanam dalam satuan luas tertentu. Ini bertujuan agar dalam waktu yang cepat dapat memungut hasil yang optimum dengan kehilangan produksi serendah mungkin dan efisiensi kerja serendah mungkin.

Alat dan mesin panen terdiri dari banyak macam dan jenisnya yang digolongkan menurut jenis tanaman dan tenaga penggerak, juga menurut cara tradisional maupun semi-mekanis sampai yang modern. Menurut jenis tanaman,

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

alat dan mesin panen digolongkan untuk hasil tanaman yang berupa biji-bijian, tebu, rumput-rumputan, kapas dan umbi-umbian. Sedangkan untuk hasil tanaman yang berupa biji-bijian dibagi jenisnya untuk padi, jagung, kacang-kacangan. Akan tetapi, karena disesuaikan dengan kebutuhan, maka dalam tulisan ini hanya akan membahas alat dan mesin panen untuk tanaman padi. Merancang bangun sebuah mesin pemotong padi sistem mekanis yang dapat meningkatkan produktifitas kerja para petani pada proses memotong/memanen padi. Cara pemanenan padi dapat dibagi dua macam cara, yaitu cara tradisional dan cara mekanis. Dengan cara tradisional alat yang digunakan adalah ani-ani atau sabit. Penanganan panen padi yang menggunakan alat dan mesin bekerja secara mekanis sampai modern.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas panen padi oleh petani dan untuk mengefisienkan kerja para petani padi.

Mesin adalah suatu alat yang dapat merubah bahan bakar menjadi energi keras. Mesin atau motor bakar (*heat engine*) adalah alat yang mengubah tenaga panas menjadi tenaga penggerak.

Mesin pemotong padi adalah mesin yang berfungsi memotong dan merebahkan batang padi, mempercepat proses pemotongan dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja.

Fungsi mesin panen yang pertama adalah memotong batang tanaman padi. Fungsi pemotongan ini dilakukan oleh pisau rotari piringan yang mendapatkan tenaga dari mesin motor bakar dengan perantaraan transmisi belt-puli serta pasangan roda gigi.

Mesin panen padi dirancang untuk dapat memegang batang tanaman padi sebelum terpotong. Fungsi ini berguna agar batang tanaman padi yang akan terpotong tidak terlempar serta mengurangi kemungkinan adanya batang tanaman padi yang tidak terpotong serta kehilangan gabah. Fungsi memegang dilakukan oleh batang dan pelat pengarah.

Setelah batang tanaman padi terpotong maka tanaman padi direbahkan ke sisi luar dari mesin pemotong agar tidak menumpuk di depan mesin dan akan dikumpulkan oleh tenaga kerja lain. Fungsi perebahan ini dilakukan oleh pelat yang digerakkan oleh tenaga manusia melalui tuas yang disambungkan dengan tali baja.

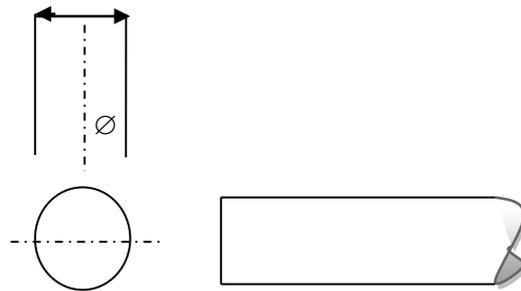
Yang ditinjau dari motor bensin ini adalah besarnya daya motor yang akan nantinya digunakan. Untuk mengoperasikan sebuah mesin, maka besarnya daya pada poros transmisi harus diketahui, yaitu dengan menggunakan persamaan (Sulasro dan Kiyokatsu Suga, 1997), dengan P adalah daya motor (watt), F adalah gaya (N) dan V adalah kecepatan translasi (m/dt).

$$P = F \times V \dots\dots\dots (1)$$

Untuk menghitung kecepatan translasi, digunakan persamaan (Sulasro dan Kiyokatsu Suga, 1997), dengan D adalah Diameter Puli poros (mm), n adalah Putaran poros (rpm) dan v adalah Kecepatan (m/s).

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \dots\dots\dots (2)$$

Poros merupakan satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Poros merupakan elemen mesin yang berputar yang digunakan untuk meneruskan daya atau putaran dari suatu komponen ke komponen yang lainnya.



Gambar 1. Poros transmisi daya

Poros dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu poros dukung, yaitu poros yang khusus diperuntukkan mendukung elemen mesin yang berputar dan poros transmisi, yaitu poros yang terutama dipergunakan untuk memindahkan momen puntir.

Poros dukung dapat dibagi menjadi poros tetap dan poros berputar. Pada umumnya poros dukung itu pada kedua atau salah satu ujungnya sering ditahan terhadap putaran. Poros dukung pada umumnya terbuat dari baja bukan paduan (Stolk and Kros, 1981), dengan P_d adalah daya Perencanaan (Watt), P adalah daya nominal (Watt) dan F_c adalah faktor koreksi daya.

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(3)$$

Tegangan puntir yang terjadi bila poros mendapat beban momen puntir, (Sularso dan Suga, 1997), dengan τ_p adalah tegangan puntir (Mpa), M_p adalah momen puntir (Mpa) dan W_p adalah momen tahanan puntir (mm^3).

$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} \dots\dots\dots(4)$$

Sedangkan untuk menghitung diameter poros yang digunakan, dapat digunakan rumus berikut, dengan D adalah diameter poros (mm), τ_p adalah tegangan puntir bahan (N/mm^2) dan M_p adalah momen puntir (N.mm).

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_p \times 16}{\tau_p}} \dots\dots\dots(5)$$

Pully merupakan bagian dari mesin yang berfungsi untuk mendukung sebuah transmisi (menyalurkan daya dari satu poros ke poros lainnya dengan perantaraan sabuk). Meskipun proses transmisi daya menggunakan pully, namun pully juga dapat berfungsi sebagai rasio putaran dari motor penggerak dan mesin yang digerakkan. Untuk menentukan diameter pully digunakan rumus sebagai berikut, dengan D_1 adalah diameter pully motor (mm), D_2 adalah diameter pully poros (mm), N_1 adalah putaran motor (rpm) dan N_2 adalah putaran poros transmisi (rpm).

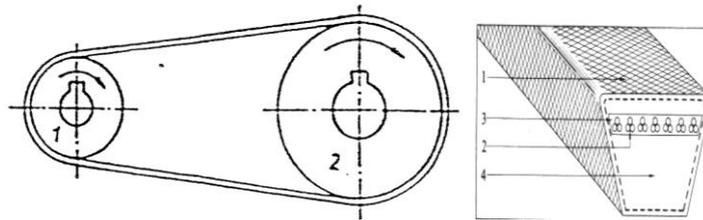
$$D_1 \cdot N_1 = D_2 \cdot N_2 \text{ atau } \frac{N_2}{D_2} = \frac{N_1}{D_1} \dots\dots\dots(6)$$

Sedangkan untuk menghitung kecepatan atau ukuran roda transmisi, putaran transmisi penggerak dikalikan diameternya adalah sama dengan putaran roda transmisi yang digerakkan dikalikan dengan diameternya. (Smith and Wilkes, 1990), dengan S adalah kecepatan putar pully (rpm) dan D adalah diameter pully (mm)

$$S \times D \text{ (penggerak)} = S \times D \text{ (yang digerakkan)} \dots\dots\dots(7)$$

Sabuk/belt berfungsi untuk memindahkan putaran dari poros satu ke poros lainnya, baik putaran tersebut pada kecepatan putar yang sama maupun putarannya

dinaikkan maupun diperlambat, searah dan kebalikannya. Sabuk V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapezium. Sabuk V dibelitkan di sekeliling alur pully yang berbentuk V pula. Seperti pada gambar.



Gambar 2. Sabuk/belt

Bila sabuk dalam keadaan diam maka tegangan yang terjadi disebut tegangan awal. Bila sabuk mulai bekerja meneruskan momen maka tegangan pada sabuk bertambah pada sisi tarik dan berkurang pada sisi kendur. Untuk meneruskan tegangan efektif pada sabuk digunakan persamaan sebagai berikut (Khurmi, 1984), dengan T_e ($T_1 - T_2$) adalah tegangan efektif sabuk (kg), T_1 adalah tegangan sabuk pada parallel kencang (kg), T_2 adalah tegangan pada posisi kendur (HP) dan V adalah kecepatan linear sabuk (m/det).

$$T_e = \frac{75 \cdot Pd}{v} \dots\dots\dots (8)$$

Dan untuk menghitung panjang sabuk secara keseluruhan maka persamaan sebagai berikut (Sulasro dan Kiyokatsu Suga, 2004), dengan r_1 dan r_2 adalah jari-jari pully penggerak dan pully yang digerakkan, X adalah jarak antara kedua pusat sumbu pully (O_1-O_2) dan L adalah panjang total sabuk.

$$L = \left[\pi(r_1 + r_2) + 2X + \frac{(r_1 - r_2)^2}{X} \right] \dots\dots\dots (9)$$

Kekuatan pengelasan tiap komponen memiliki peranan yang sangat penting dalam menciptakan rangka serta rangkaian mesin yang kokoh dan kuat. Oleh karena itu, pengelasan yang diberikan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Adapun perhitungan pengelasan adalah sebagai berikut (Suryanto, 1985), dengan τ_g adalah tegangan geser (N/mm^2), F adalah gaya (N), h adalah tinggi pengelasan (mm) dan L adalah panjang pengelasan (mm).

$$\tau_g = \frac{F}{0.707 \cdot h \cdot L} \dots\dots\dots (10)$$

Rangka merupakan bagian mesin yang berfungsi menopang komponen-komponen alat yang lain. Oleh karena itu, rangka haruslah benar-benar mampu menahan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh tiap komponen secara keseluruhan. Kekuatan rangka dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Khurmi, 1984), dengan σ_b adalah tegangan bengkok (N/mm^2), M_b adalah momen bengkok (N.mm), V adalah faktor keamanan, L_R adalah panjang rangka (mm) dan L_C adalah panjang rangka yang diberi beban (mm).

$$M_{bmax} = \frac{F_{tot} \times L_R}{4} \dots\dots\dots (11)$$

$$\sigma_{bmax} = \frac{M_{bmax} \times L_R}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{bmax}}{V}$$

Biaya manufaktur berupa biaya bahan langsung meliputi biaya perolehan semua barang yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari objek biaya (barang

dalam proses kemudian menjadi barang jadi) dan akan di telusuri ke objek biaya secara ekonomi dengan cara yang layak berdasarkan hubungan sebab akibat. Biaya perolehan barang mencakup beban angkut masuk, pajak, penjualan serta biaya masuk. Contoh bahan langsung adalah besi pada mobil, kayu pada perabot rumah tangga, kain pada baju kemeja, tepung terigu pada roti dan sebagainya.

Biaya manufaktur lain berupa biaya tenaga kerja manufaktur langsung meliputi kompensasi atas seluruh tenaga kerja manufaktur yang dapat ditelusuri ke objek biaya (barang dalam proses kemudian barang jadi) secara ekonomi dengan cara yang layak berdasarkan sebab akibat. Gaji dan tunjangan yang dibayarkan yang mengubah bahan baku (bahan langsung) menjadi bahan produk(bahan jadi) diklasifikasikan biaya tenaga kerja manufaktur langsung. Perhitungan upah lembur sesuai Pasal 8 Kepmen 102/2004 didasarkan pada upah bulanan dimana cara menghitung upah sejam adalah $1/173$ kali upah sebulan. Angka 173 itu didapat dari dalam 1 tahun terdiri dari 52 minggu, 1 minggu karyawan kerja 40 jam. Dalam waktu 1 tahun karyawan bekerja $52 \text{ minggu} \times 40 \text{ jam} = 2080 \text{ jam}$. Dalam 1 bulan karyawan bekerja $2080/12 = 173,333$ dibulatkan menjadi 173. Diambil hitungan 52 minggu dalam 1 tahun bukan 4 minggu dalam sebulan karena jumlah hari dalam 1 tahun lebih dari 4 minggu. Dan perhitungan lembur antara hari kerja dan libur dibedakan. Upah minimum kota (UMK) Makassar sebesar 1,9 juta perbulan (AntaraNews.Com)

$$\text{Upah Perjam} = \frac{1}{173} \times \text{upah perbulan} \dots\dots\dots (12)$$

Biaya manufaktur lain berupa biaya manufaktur tak langsung yang disebut juga sebagai biaya overhead manufaktur/pabrik (*manufacturing/factory overhead cost*) adalah biaya seluruh biaya manufaktur (selain biaya langsung dan biaya tenaga kerja manufaktur langsung) yang terkait dengan objek biaya (barang dalam proses kemudian bahan jadi) namun tidak dapat ditelusuri ke objek biaya secara ekonomi. Contohnya adalah biaya listrik dan biaya penyusutan peralatan.

Biaya listrik adalah biaya yang digunakan selama proses pengerjaan dilakukan, biaya yang ditetapkan oleh pemerintah untuk industri tahun 2014 untuk kota Makassar dengan daya 30.000 kva tegangan tinggi keatas dengan tarif Rp. 1.051/kwh (PT. PLN Persero Makassar). Biaya listrik dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Biaya listrik} = \frac{\text{Tarif}}{\text{Kwh}} \times \text{Wattage} \dots\dots\dots(13)$$

Biaya penyusutan peralatan adalah biaya modal yang hilang untuk semua peralatan yang disebabkan umur pemakaian. Untuk menghitung biaya tersebut digunakan rumus *straining line* (Ir. Rochmanhadi, 1994).

$$\text{Biaya listrik} = \text{harga pokok peralatan} - \text{nilai sisa} \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{Nilai sisa} = \text{Persentase penyusutan} \times \text{harga pokok peralatan} \dots\dots\dots (15)$$

II. METODE PENELITIAN

Pembuatan mesin pemotong padi ini dikerjakan dengan sistem pengelompokkan komponen-komponen tertentu (*assembling*). Komponen dari setiap unit dikerjakan secara bertahap sesuai dengan prosedur dan fungsi unit tersebut. Hal ini dimaksudkan agar dalam tahap pengerjaan perakitan akan mudah dan lancar.

Perancangan dan pembuatan mesin pemotong padi untuk persawahan ini dikerjakan selama 4 bulan dari Juni – September 2014 dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan sketsa gambar kerja
2. Pengadaan bahan
3. Pembuatan dan perakitan
4. Pengujian alat dan mesin
5. Pembuatan gambar jadi
6. Pengambilan data

Tempat pengerjaan sebagian besar dilakukan di bengkel mekanik dan sebagiannya lagi di bengkel las Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

A. Metode Pengujian alat

Suatu metode pengamatan dan pengujian alat secara langsung untuk mengetahui apakah sesuai dengan perencanaan. Mesin Pemotong Padi dibawa langsung ke sawah untuk diuji. Memeriksa terlebih dahulu kelengkapan mesin apakah siap untuk dapat dioperasikan. Jika telah siap, motor penggerak kemudian dinyalakan. Kemudian mesin pemotong padi dioperasikan untuk memotong padi yang siap panen. Dari metode ini akan diketahui kemampuan suatu mesin.

B. Metode Pengumpulan Data

- Metode literature

Metode literature yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis membaca dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan penelitian.

- Metode observasi

Metode observasi yaitu suatu metode pengumpulan data dimana penulis mengadakan pengamatan dan pengujian secara langsung sehingga akan memperjelas penulisan karena diharapkan langsung pada media yang diamati.

C. Metode Analisis Data

Metode analisis data ini terbagi menjadi dua yaitu metode analisis kuantitatif dan metode analisis kualitatif (Silalahi, 2006). Analisis kuantitatif ini menggunakan data statistik dan dapat dilakukan dengan cepat, sementara analisis kualitatif ini digunakan untuk data kualitatif yang digunakannya adalah berupa catatan-catatan yang biasanya cenderung banyak dan menumpuk sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat menganalisisnya secara saksama (Silalahi, 2006). Ada beberapa variabel yang kami gunakan, yaitu variabel waktu dan kondisi tanah sawah saat panen.

D. Prosedur Pengujian Lapangan

Pelaksanaan pengujian di lapangan akan memberikan data yang aktual dari pengoperasian, kapasitas kerja, dan tingkat mobilitas mesin pemotong padi.

Prosedur pelaksanaan dari pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan lahan tanaman padi yang telah siap panen.
- b. Menyiapkan mesin pemotong padi dan alat pengujian lainnya.
- c. Mengukur luas lahan tanaman padi.
- d. Mengukur jarak antar tanaman padi.
- e. Menyesuaikan lebar jarak antara dua pengarah dengan jarak tanaman padi.
- f. Mengoperasikan mesin pemotong padi dan melakukan pengamatan pada beberapa parameter yang telah ditentukan.
- g. Pengambilan Data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara kerja dari mesin pemotong padi ini, yaitu dengan pengoperasian alat. Terlebih dahulu menghidupkan mesin, dimana putaran mesin penggerak akan diteruskan melalui puli dan menuju ke semua poros. Setelah semua poros berputar, maka alat siap bekerja. Cara kerja mesin ini yaitu dengan mengarahkan dan memotong padi, kemudian mendorong padi ke sisi luar mesin. Padi yang telah terpotong akan didorong oleh reel untuk rebah ke samping. Reel digerakkan oleh tali baja dan dikendalikan menggunakan tuas reel pada setang mesin.

Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 100 m² adalah 14,4 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 200 m² adalah 28,9 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 300 m² adalah 44,2 menit. Batang padi yang dipotong merebah pada kondisi tanah kering dan basah. Jika mengambil acuan pada waktu pemotongan padi dengan luas lahan 100 m² adalah 14,4 menit, maka waktu yang dibutuhkan untuk memotong padi dengan luas 1 hektar atau 10.000 m² adalah 1440 menit atau 24 jam. Jadi, diperoleh waktu potong dalam kurung waktu 24 jam/hektar atau 3 hari kerja/hektar. Dan dengan adanya mesin pemotong padi, proses pemotongan akan berjalan dengan cepat guna meningkatkan kapasitas panen petani.

Ditinjau dari efisiensi tenaga kerja untuk memanen padi, mesin pemotong padi hanya membutuhkan 2 sampai 3 orang dengan perincian mengoperasikan mesin, memungut hasil panen, membantu saat bongkar muat mesin. Sangat efektif dibandingkan dengan menggunakan alat tradisional membutuhkan sumber tenaga manusia yang banyak berkisar 5 sampai 8 orang. Dimana prosesnya dilakukan dengan cara turun langsung ke sawah untuk memanen padi. Dan dengan adanya mesin pemotong padi ini menambah efisiensi tenaga kerja dalam memanen padi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diberikan pada pembuatan mesin pemotong padi ialah sebagai berikut :

- a. Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 100 m² adalah 14,4 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 200 m² adalah 28,9 menit. Rata-rata waktu pemotongan pada luas lahan 300 m² adalah 44,2 menit.
- b. Batang padi yang dipotong merebah pada kondisi tanah kering dan basah.
- c. Peralatan ini lebih efisien karena hanya membutuhkan tenaga kerja sebanyak 2 – 3 orang dibandingkan menggunakan alat tradisional membutuhkan tenaga kerja sebanyak 5 – 8 orang.

B. Saran

- a. Perawatan mesin dilakukan setelah selesai pengoperasiannya, dengan pembersihan pada setiap komponen dalam mesin, seperti pisau pemotong, reel, plat pendorong, dan roda guna untuk menghindari terjadinya pengumpulan sisa-sisa batang padi setelah mesin pemotong padi selesai beroperasi. Bertujuan agar umur dari mesin itu sendiri dapat bertahan lebih lama dan juga dalam pengoperasian mesin untuk selanjutnya mendapat hasil yang optimal.

25 *Simon Ka'ka, Luther Sonda, Donatus Langga Pase, M. Aryasangga, Analisis Desain dan Biaya Mesin Pemotong Padi*

- b. Diharapkan juga di masa yang akan datang, rancangan mesin pemotong padi ini dapat ditingkatkan dan lebih dikembangkan lagi khususnya pada desain mesin dan tingkat efisiensinya.

V. DAFTAR PUSTAKA

Hamrock, B.J., Jacobson, B., and Schmid, S.R. (1999). *Fundamentals of Machine Elements*. Singapore : McGraw-Hill

Jack Stolk, Ir., C. Kros, Ir. 1993. *Elemen Mesin (Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin)*. Jakarta : Erlangga.

Khurmi, R.S., Gupta, J.K. (2005). *First Multicolour Edition: A Text Book of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.

Mulyadi, Musradi. 2010. *Mekanika Teknik 2: Elemen Mesin*. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.