

PENGEMBANGAN MESIN PENCACAH SAMPAH/LIMBAH PLASTIK DENGAN SISTEM *CRUSHER* DAN SILINDER PEMOTONG TIPE *REEL*

Ichlas Nur¹
ichlasnur@gmail.com
Politeknik Negeri Padang

Nofriadi²
novriadi_st@yahoo.com
Politeknik Negeri Padang

Rusmardi³
rusmardi@yahoo.co.id
Politeknik Negeri Padang

ABSTRAK

Limbah plastik jumlahnya semakin banyak, namun dapat didaur ulang menjadi produk lain dalam bentuk butiran sebelum diolah lanjut menjadi biji pellet dan proses injection moulding menghasilkan produk seperti ember, piring, botol minuman dan lain-lain. Untuk diolah menjadi bentuk butiran tersebut diperlukan mesin pencacah plastik. Walaupun begitu industry kecil daur ulang plastik masih terkendala dalam proses pencacahan plastik karena mesin yang digunakan kemampuannya tidak maksimal. Tujuan dari penelitian ini adalah pengembangan mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* dan silinder pemotong tipe *reel* dan evaluasi teknis. Penelitian ini dilaksanakan selama dua tahun, tahun pertama perancangan dan pembuatan mesin, tahun kedua adalah evaluasi teknis mesin, perbaikan kinerja mesin dan analisis ekonomi terhadap produk plastik butiran. Dari hasil rancangan mesin didapatkan kapasitas mesin ± 350 kg/jam, ukuran mesin yaitu 50 cm x 120 cm x 30 cm, daya motor penggerak 10 HP dengan putaran 1450 RPM dengan 3 phase. Beberapa komponen utama dari mesin yaitu, unit pencacah *crusher* terdiri dari dua buah silinder pencacah yang berputar berlawanan, poros pencacah berukuran $\varnothing 4$ cm x 58 cm, pisau pencacah $\varnothing 17$ cm x 2 cm dengan jumlah gigi/mata pisau 7 buah dan jumlah pisau sepanjang poros 7 buah, bus penahan $\varnothing 10$ cm x 2 cm. Unit pencacah silinder pemotong tipe *reel* terdiri dari poros pencacah ukuran $\varnothing 4$ cm x 90 cm, ditengah poros terpasang silinder dengan $\varnothing 17$ cm x 40 cm sebagai dudukan dari pisau pencacah. Pisau pencacah berjumlah 4 buah dengan ukuran 40 cm x 2 cm x 4 cm dengan bahan ASSAB. Selanjutnya *bedknife* sebagai pisau penahan gaya geser dari pisau pencacah, rangka atas, rangka bawah, saringan, corong masuk, corong keluar, dan unit penggerak terdiri dari motor listrik, reducer, sabuk, pully dan 2 buah transmisi roda gigi. Hasil pengujian kinerja mesin pada putaran *crusher* 75 RPM dan silinder pemotong tipe reel 1450 RPM kapasitas mesin ± 300 kg/jam pada \varnothing lobang saringan 1,5 cm, dengan keseragaman butiran 80 %.

Kata Kunci: Mesin pencacah, limbah plastik, sistem *crusher*, tipe *reel*

PENDAHULUAN

Sampah plastik jumlahnya semakin lama semakin bertambah, dari 825 ton tahun 2006 meningkat 1038,5 ton pada tahun 2008 (Depperin 2009). Jumlah tersebut akan meningkat di tahun-tahun mendatang. Walaupun plastik sebagai limbah yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, namun plastik dapat didaur ulang (Recycle) sehingga dimungkinkan penggunaannya menjadi produk lain (Percik Vol. 5, 2004).

Secara umum agar suatu limbah plastik dapat diproses oleh suatu industri, antara lain limbah harus dalam bentuk tertentu seperti butiran, biji/pellet, serbuk, pecahan (Anonim, 2009). Untuk itu diperlukan beberapa mesin yang saling berhubungan, seperti mesin

pencacah, mesin pembuat pellet dan mesin injection moulding, namun ketiga mesin tersebut hanya mampu dimiliki oleh industry menengah dan besar. Untuk industry kecil umumnya mereka menggunakan mesin pencacah untuk mendapatkan plastik dalam bentuk serpihan/butiran, dan kemudian serpihan ini yang dijual ke industri menengah dan besar. Disisi lain dari survey lapangan di Sumatera Barat dan khususnya di Kota Padang, lebih $\pm 80\%$ industry pengolahan limbah plastik adalah industry kecil.

Teknologi pencacahan limbah plastik umumnya menggunakan mesin pencacah yang terdiri dari silinder pemotong tipe *reel* dan *bedknife* (pemotong diam). Bagaimanapun mesin pencacah tipe *reel* ini prosesnya kurang efisien karena proses pemotongan lama dan

tenaga yang besar, mesin sering tersendat, pisau pemotong sering tumpul.

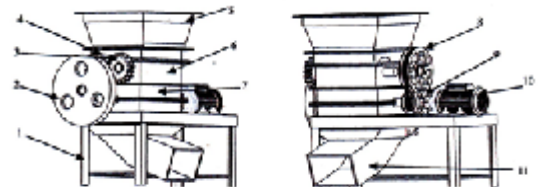
Untuk meningkatkan efisiensi proses pencacahan tersebut usaha perlu dilakukan 1) memperkecil ukuran bahan dengan pencacahan pendahuluan, 2) melakukan perusakan struktur bahan dengan meremukkan, menekan, menarik dan merobek-robek bahan, dengan keadaan ini bahan menjadi lebih lunak. Untuk itu perlu proses pencacahan pendahuluan menggunakan mesin pencacah berbentuk *crusher*.

Pemakaian *crusher* ini telah banyak dilakukan untuk proses pencacahan pendahuluan terhadap bahan limbah padat lainnya. Hadi et al. (2001) telah mengembangkan model *crusher* dan pencacah limbah tandan kosong sawit. Model *crusher* digunakan untuk merusak struktur bahan dan mengurangi ketebalannya sehingga akan lebih mudah dicacah. Hasil pemotongan didapatkan hasil cacahan dalam bentuk serpihan kecil-kecil. Begitu juga dalam penguraian limbah serat sabut kelapa yang mana terlebih dahulu sabut tersebut dirusak strukturnya dengan mengepres dengan mesin atau dihempaskan dengan mesin penghempas, sehingga bahan strukturnya lunak dan memudahkan proses penguraian serat (<http://repository.ipb.ac.id>).

Tujuan Penelitian ini adalah mengembangkan mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* dan silinder pemotong tipe *reel*. Mesin harus mampu mencacah plastik secara efisien, proses kerja menjadi lebih cepat, kapasitas lebih besar dan dengan daya kecil dibandingkan mesin sebelumnya. Mesin ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi plastik butiran industri kecil plastik bekas. Pada tahap ini penelitian difokuskan perancangan dan pembuatan komponen mesin dan assembling.

METODE PENELITIAN

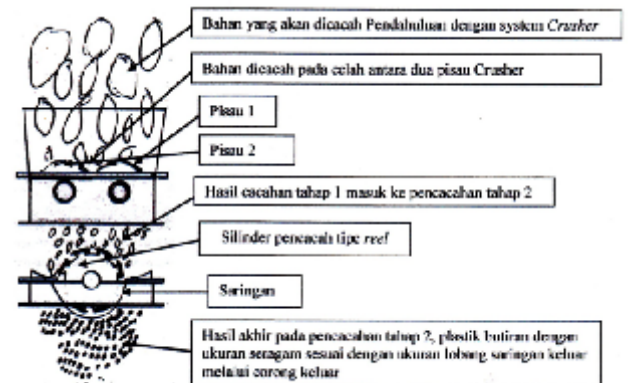
Pada tahun pertama penelitian dilaksanakan selama 8 bulan dan difokuskan pada perancangan dan pembuatan mesin. Beberapa komponen utama dari mesin ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin Pencacah Plastik Sistem *Crusher* dan Silinder Pemotong Tipe *Reel*

- Legenda:**
- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Rangka mesin | 7. Unit pencacah tipe reel dan bedknife |
| 2. Roda gila | 8. Pully poros 1 pencacah crusher |
| 3. Roda gigi poros pencacah 1 | 9. Kopling tetap |
| 4. Roda gigi poros pencacah 2 | 10. Motor listrik |
| 5. Hopper (corong masuk) | 11. Corong keluar |
| 6. Unit Pencacah Crusher | |

Mesin pencacah plastik ini bekerja dengan dua proses yaitu proses pencacahan pendahuluan dengan sistem *crusher* dan pencacahan utama dengan silinder pemotong tipe reel dan bedknife. Mesin pencacah ini konstruksi rangkanya berukuran 120 cm x 50 cm x 70 cm. Mesin digerakkan oleh motor listrik dengan daya 10 HP dan putaran 1500 rpm. Prinsip kerja mesin seperti Gambar 2.

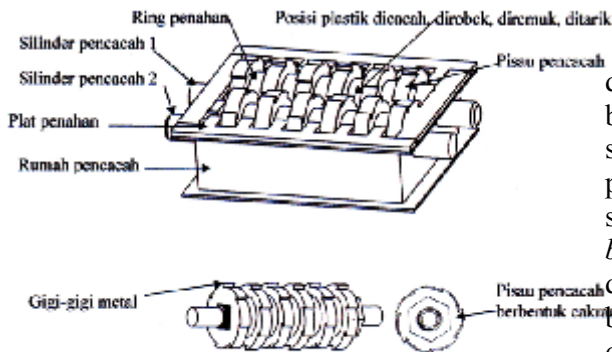


Gambar 2. Prinsip Kerja mesin Pencacah

Prinsip kerja mesin pencacah: Bahan plastik dengan ukuran besar masuk ke pencacahan tahap 1, bahan dirobek, ditarik, diremukkan, dan dihancurkan oleh dua buah silinder tersusun pisau *crusher* berputar berlawanan arah dan bahan menjadi lunak, hasil pencacahan tahap 1 masuk ke pencacahan tahap 2 dengan ukuran bahan kecil-kecil. Pada tahap dua bahan dipotong-potong secara berulang kali dengan silinder terpasang pisau tipe *reel*. Hasil cacahan keluar dari lobang saringan dengan ukuran seragam. Standar lobang saringan dengan ukuran 0,5-1,5 (cm).

Disain Unit Pencacah Pendahuluan Sistim Crusher

Unit pencacah sistem *crusher* terdiri dari dua buah silinder pencacah yang berputar berlawanan, pisau-pisau silinder pencacah tersebut tersusun melingkar yang masing-masing pisaunya berbentuk gigi metal seperti cakram. Bentuk unit pencacah tersebut seperti pada Gambar 3.

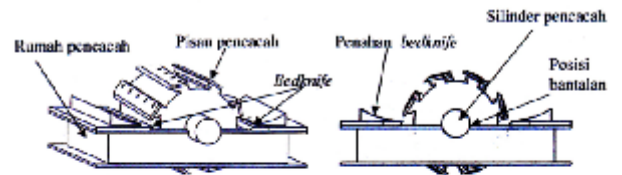


Gambar 3. Unit Pencacah Sistem Crusher

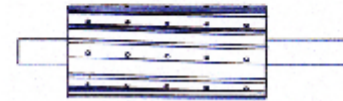
Rumah pencacah berukuran 52 cm x 50 cm x 12 cm. Pada celah diantara dua silinder pencacah tersebut plastik dicacah, dirobek, diremukkan dan ditarik sehingga bahan akan berubah strukturnya dan memudahkan untuk proses pencacahan selanjutnya. Pisau pemotong cakram berjumlah 7 dengan ukuran Ø 15 cm tebal 1,5 cm dan terbuat dari baja keras yaitu *Assab*. Jarak antara satu cakram ke cakram berikutnya adalah 1,7 cm dengan memasang sebuah ring penahan diantaranya dimana tebal ring tersebut adalah 1,7 cm dan Ø 10 cm. Panjang poros pencacah 70 cm dengan Ø5 cm. Untuk menggerakkan poros yang berpasangan salah satu ujung poros dihubungkan dengan sistim transmisi sabuk, ujung yang lainnya dihubungkan dengan pasangan roda gigi untuk menggerakkan poros lawannya.

Disain Unit Pencacah Utama dengan Silinder Pemotong Tipe reel dan Bedknife

Unit pencacah utama terdiri dari satu buah silinder pencacah horizontal dengan 3 buah pisau pemotong tipe *reel*, dan satu buah pisau tetap (*bedknife*). Bentuk unit pencacah tersebut seperti pada Gambar 4.



Gambar 12. Unit Pencacah Silinder Pencacah Tipe Reel



Gambar 4. Unit Pencacah Tipe Reel

Pada Gambar 3 pisau pemotong tipe *reel* ditempatkan pada dudukan pisau yang berbentuk Pemotong tipe *reel* ini dipakai karena sifat plastik yang liat dengan harapan hasil potongannya bisa merata. Pada konstruksi silinder pencacah, pisau bergerak (*movable blade*) dipasang sebanyak 3 buah dan pisau diam (*Bedknife*) dipasang sebanyak 2 buah. Bahan pisau terbuat dari bahan baja yang dikeraskan (*heat treatment*). Posisi penempatan pisau pada silinder pemotong dibuat miring tar 7° sehingga diharapkan dapat memotong (*shear*) plastik menjadi ukuran kecil.

Pembuatan Komponen-komponen Mesin Pencacah Plastik.

Proses pembuatan mesin dan komponen-komponennya dilakukan di bengkel mesin Politeknik Negeri Padang. Bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin yakni plat siku 8 cm x 8 cm x 0,4 cm, plat lembaran (tebal 3 mm, 4 mm, 6 mm dan 8 mm), besi silinder (Ø 250 mm, 50 mm, 170 mm, 120 mm), baut, pully, kopling, dan motor listrik. Sedangkan alat/mesin yang digunakan untuk pembuatan prototipe antara lain adalah mesin bubut, mesin milling, mesin gerinda, mesin potong, CNC, mesin Scrap, dan mesin bor.

Proses pembuatan komponen mesin dimulai dengan pembuatan rangka mesin, kemudian pembuatan komponen poros, pisau penggiling, silinder pencacah yaitu, silinder dudukan pisau pencacah, pisau pencacah tipe reel, bedknife, plat penahan bedknife, rumah pencacah dan dudukan bantalan.

Perakitan/Assembling Mesin Pencacah

Setelah komponen-komponen mesin siap kemudian dilakukan perakitan mesin. Komponen-komponen mesin dipasang berdasarkan unit-unit yang ada pada

mesin. Pada tahap ini setelah mesin siap, kemudian dilakukan pengujian kinerja mesin pada satu putaran mesin, satu sudut pisau reel dan satu lobang saringan. Analisa adalah kapasitas dan persentase keseragaman butiran.

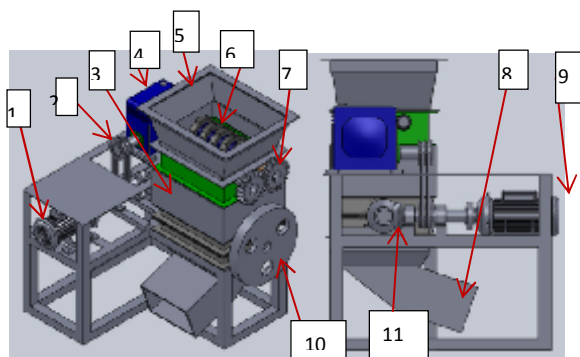
HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype Mesin

Dari hasil perancangan (Gambar 5 dan Gambar 6) telah dibuat prototype mesinnya seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Prototype Mesin Pencacah Plastik

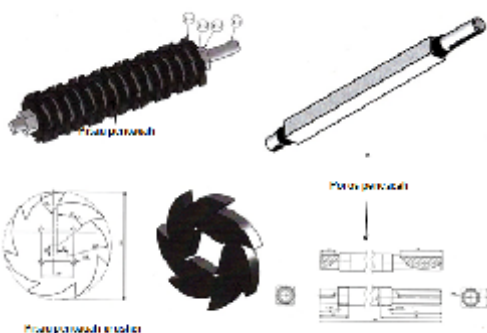


Gambar 5. Model 3-D Hasil Rancangan

Keterangan :

- | | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Motor Listrik | 5. Corong masuk | 9. Rangka |
| 2. Pully | 6. Pisau pencacah crusher | 10. Roda gils |
| 3. Pisau tipe reel | 7. Roda gigi | 11. Pasangan roda Gigi kerucut |
| 4. Reducer | 8. Corong keluar | |

Mesin pencacah plastik yang telah dibuat ini terbagi beberapa unit utama yaitu unit pencacah pendahuluan terdiri dari pisau pemotong tipe *crushery* yang terpasang pada dua poros, yang masing-masing porosterpasang 7 buah pisau yang berputar saling berlawanan. Mata pisau berbentuk cakram seperti gigi metal dengan jumlah 7 buah mata pisau. Unit pencacah tipe *crusher* seperti pada Gambar 8. Pada ujungcakram dipasang mata pisau



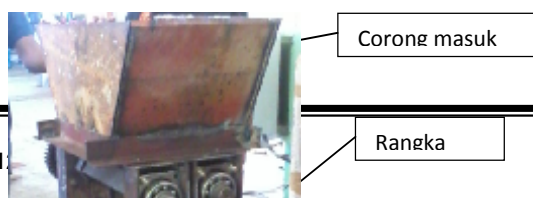
Gambar 6. Desain Komponen pencacah *crusher*



Gambar 8. Unit Pencacah Tipe *Crusher*

dari bahan baja karbon tinggi yang disatukan dengan las kuningan.

Selanjutnya unit pemotong tipe reel terdiri dari pisau pemotong utama yang dipasang pada silinder dengan Ø 22 cm x 35 cm, dengan jumlah pisau 3 buah. Pisau pemotong berukuran 2 cm x 4 cm x 35 cm dengan sudut mata pisau 30°. Selanjutnya rangka terdiri dari rangka pencacah dan rangka penggerak. Pada rangka pencacah ditempatkan pencacah *crusher* dan pencacah tipe reel, seperti pada Gambar 9. Pada rangka penggerak ditempatkan



Gambar 9. Rangka Dudukan Pencacah

motor penggerak, reduser serta transmisi.

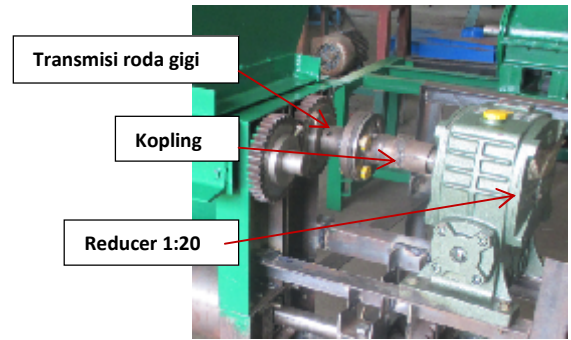


Roda gigi Hipoid/gardan



Gambar 9. Penghubung putaran pada pencacah tipe reel

Bagian penggerak terdiri dari motor dan reducer. Motor menggerakkan poros pencacah *crusher* dan poros pencacah tipe *reel* secara bersamaan. Pada saat mesin berputar, putaran dari poros pencacah *crusher* adalah 75 RPM sedangkan poros pencacah tipe *reel* adalah 1450 RPM atau sama dengan putaran motor. Putaran dari motor agar dapat diteruskan pada kedua poros pencacah terlebih dahulu melalui perantara transmisi. Putaran poros motor ke poros pencacah tipe *reel* menggunakan roda gigi hipoid atau roda gigi gardan (Gambar 9) yang digunakan pada mobil. Putaran dari motor ke pencacah *crusher* menggunakan *reducer* dengan perbandingan 1:20, dan sebelumnya dari motor ke reducer dihubungkan dengan sabuk dan pully. Kemudian dari reducer diteruskan ke poros *crusher* dengan menggunakan kopling tetap, dari kopling terus poros pencacah. Pada pencacah *crusher* terdapat dua buah poros *crusher* yang putarannya saling berlawanan, yang terjadi karena masing-masing poros dipasang dua buah roda gigi lurus (Gambar 10).



Gambar 10. Penghubung Putaran pada Pencacah *Crusher*

Setelah seluruh unit pencacah selesai dibuat selanjutnya dilakukan pemasangan pada rangka, seperti rangka dudukan pencacah *crusher* dan pencacah tipe *reel*, rangka dudukan reducer dan penggerak, dudukan transmisi roda gigi kerucut hipoid pada poros pencacah tipe *reel* dan transmisi roda gigi lurus pada pencacah tipe *crusher*. Setelah itu proses pemasangan corong masuk, corong keluar ampas, saringan plastic cacahan, pisau tetap dan pengecatan.

Untuk mengetahui kinerja mesin pencacah pengujian dilakukan sebanyak lima kali. Berbagai penyempurnaan mesin pencacah dilakukan, selama uji coba seperti proses pencacahan pendahuluan pada pencacah *crusher* apakah proses pemotongan lancar dengan ukuran plastic yang lebih kecil, dan proses pencacahan pisau pemotong tipe *reel* apakah hasil cacahan dari pencacah *crusher* mampu dicacah oleh pisau pemotong tipe *reel*. Kecepatan keluarnya hasil cacahan, dan keseragaman butiran cacahan. Hasil uji coba mesin pencacah disajikan dalam Tabel 1.

| <i>Analisis</i> | <i>Ukuran plastic</i> | <i>Kapasitas Kg/jam</i> | <i>Keseragaman butiran (%)</i> |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Sebelum pencacahan | 8-20 cm | 0 | 0 |
| Pencacah <i>Crusher</i> | 2-4 cm | 180 | 40% |
| Pencacah tipe <i>reel</i> | 0,5-1,5 cm | 195 | 80% |

Hasil pada table 1 memperlihatkan ukuran plastic sebelum dicacah dengan ukuran yang tidak merata antara 8 – 20 cm. Setelah masuk kedalam pencacah *crusher* bahan diremukkan, ditarik dan dipotong menjadi ukuran 2-4 cm, dan keseragaman bahan ± 40%. Proses pencacahan dengan pemotong *crusher* merupakan pencacahan pendahuluan, yang

mana bahan diperkecil sebelum masuk kedalam pencacah tipe *reel*. Setelah bahan masuk kepencacah tipe reel ukuran bahan sudah lebih kecil dan struktur bahan sudah lunak, sehingga pada waktu jatuh masuk ke pencacah tipe reel bahan mudah dicacah. Pada saat bahan dicacah oleh pisau, hasil cacahan dibawa oleh mata pisau kebawah melalui saringan. Sambilmembawa bahan, pisau pencacah juga menghempaskan dan memaksa bahan masuk kedalam saringan dengan ukuran yang sama. Pada saat pengujian ukuran saringan 1,5 cm. Dengan adanya saringan maka tingkat keseragaman bahan lebih besar.

KESIMPULAN

Hasil kajian yang telah dilakukan telah dirancang dan dibuat prototype mesin pencacah plastik system kombinasi proses pemotongan *crusher* dan pemotongan dengan pisau tipe *reel*. Bagian utama mesin ini adalah :unit pencacah pendahuluan terdiri dari pisau pemotong tipe *crusher* yang terpasang pada dua poros, yang masing-masing poros terpasang 7 buah pisau yang berputar saling berlawanan. Mata pisau berbentuk cakram seperti gigi metal dengan jumlah 7 buah mata pisau. Selanjutnya unit pemotong tipe reel terdiri dari pisau pemotong utama yang dipasang pada silinder dengan Ø 22 cm x 35 cm, dengan jumlah pisau 3 buah, unit penggerak terdiri dari motor dan reducer, unit rangka, dan unit corong masuk dan keluar.

Mesin ini telah dibuat dengan kapasitas secara ±200 kg/jam dan hasil pengujian ± 195 kg/jam. Sistem transmisi pada masing-masing pencacah dapat bekerja dengan baik, dan masing-masing poros dapat berputar dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Padang yang telah mendanai kegiatan ini melalui penelitian Unggulan Perguruan Tinggi dana DIPA Politeknik Negeri Padang dengan no. kontrak **443 / PL9. 1.4 / LT 2014**. Kemudian juga terima kasih kepada Bapak Tim Reviwer, teman-teman Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang dan Mahasiswa yang telah membantu dalam pembuatan dan perbaikan serta pengujian mesin ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, N. 2006. Ancaman Polimer Sintetik Bagi Kesehatan Manusia. Desertasi S3Biokimia. <http://www.chem>.
- Hadi Suryanto, Djamri Amir, dan Teguh B (2002). Pengembangan Prototype Mesin Pencacah Tandan Sawit untuk menghasilkan Bahan Baku pupuk Organik. TPSDP. SPK No. 18/II/TPSDP-Unand/4-2002.
- Hunt, D.R. 1986. Engineering Models For Agricultural Productions. The AVI Publishing Company Inc. Wesport, Connecticut.
- Hutton, S.G. dan V. Lee. 1992. Effect of Tooth Front Bevel Angle on Cutting Accuracy and Chip Formation for Circular Rip Saw". Holz als Roh-und Werkstoff. 50:313-316.
- Iklas.N, Junaidi. 2009. Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Untuk Meningkatkan Produktivitas Usaha Kecil Plastik Bekas. Laporan Program VUCER Dikti 2009. No Kontrak: 160 A / K3.1-PG / 2009.
- Kanaka P.R. dan K. Thiupal. 1991. "Seedcane Cutting Machine". Indian Sugar. 41(2):125-126.
- Mardison. 2000. Rancang Bangun Pisau Pemotong Rumput Tipe Reel dengan Menggunakan Paket Program CAD (Skripsi). Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- McRandall, D.M. dan P.B. McNulty. 1980. "Impact Cutting Behaviour of Forage Crops". J. Agric. Engng. Res. 313-328.
- Newman. G, 1990. Engineering Economic Analysis, Third Edition, Binarupa Aksara Engineering Pres, Inc.
- Pemerintah kota Padang, Bidang Pengelolaan Sampah. <http://www.Padang.go.id>.
- Prasad, J. Dan C.P. Gupta. 1975. Mechanical Properties of Maize Stalk as Related to Harvesting. J. Agric. Engng. Res. 20:79-87.

- Rao, KKP dan K. Thirupal. 1990. "Sugarcane Cutting Machine". SSISTA Sugar Journal. 16(3)23-57.
- Robert Worsing. 1995 Rural Rescue and Emergency Care. American Academy of orthopaedic Surgeons.
- Seputar Sampah, Majalah Percik, Vol 5 tahun 1, Agustus 2004.
- Sitkey G. 1986. Mechanics of Agricultural Material. Elsevier. Amsterdam.
- Sudrajat. 2006. Mengelola Sampah Perkotaan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sukatna, 2005, Hasil Melimpah dari Plastik Sampah. Majalah Pengusaha Peluang Usaha dan Solusinya, <http://www.majalahpengusaha.com/2005>. .
- Sumule, 2006. Produk Teknologi Berwawasan Lingkungan. Staf Peneliti pada direktorat Pengkajian Ilmu Dasar dan Terapan, BPP Teknologi. <http://www.handling.com/apakbar/basicdata>.
- Sularso. MSME, dan Kiyotkat Suga, 1987. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Penerbit Pradyana Paramita.
- Umar Sukrisno, 1983. Bagian-bagian Mesin dan Merencana. Penerbit Airlangga.
- Van Vlack Laurence, 1994, Ilmu dan Teknologi Bahan, Jakarta Penerbit Erlangga
- Wahyu. K. 2011. Desain Dan Kinerja Unit Pemotong Serasah Tebu Dengan Menggunakan Pisau Tipe *Reel*, (Tesis). Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

