

ISBN 978 - 979 - 15904 - 0 - 2

# PROSIDING

Seminar Nasional  
Teknologi dan Rekayasa Industri

SNTRI 07

APPLIED TECH 07

**TEKNIK MESIN  
VOLUME 2**



**Penyelenggara :**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Institut Teknologi Indonesia**  
**Jl. Raya Puspiptek**  
**Serpong, Tangerang 15320**

---

---

**SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI  
dan REKAYASA INDUSTRI TAHUN 2007 (SNTRI 07)  
“Applied Technology”  
Serpong, 11-12 April 2007**

Editor :

Ir. Houtman P. Siregar, Ph.D  
Ir. Linda Theresia ,MT.  
Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si  
Ir. Bendjamin Ch.Nendissa,MSIE.

Editor Pelaksana :

Dra Perak Samosir ,M.Si  
Ir. Tris Dewi Indraswati,MT  
Dipl. Ing .M.Kurniadi Rasyid  
Junius Hardi ,ST., MT  
Drs.Moh.Hardiyanto, MT  
Ir. Yustina Sri Suharini,MT

Perancangan Kulit Muka :

Dra .Perak Samosir, M.Si

Email :

[sntri@yahoo.com](mailto:sntri@yahoo.com)

Cetakan Pertama:

April 2007

Penerbit :

Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Indonesia  
Jl Raya Puspiptek Serpong-Tangerang

Percetakan :

PT PrimaNusa Lestari  
Jl Persatuan No 17 Cinere Depok  
Telp (021) 7530311

## KATA PENGANTAR

Sinergi para dosen perguruan tinggi, peneliti, kalangan industri dan pengambil kebijakan merupakan stakeholder penentu yang menghasilkan teknologi terapan. Dengan semakin derasnya arus informasi dan hasil produksi luar negeri yang masuk ke Indonesia, menuntut agar sinergi dari elemen-elemen penentu dapat berkonvergensi untuk menghasilkan produk sebagai penerapan dari teknologi yang sedang atau telah dihasilkan, sehingga dapat bersaing dengan produk luar negeri baik dari segi kualitas, harga, maupun estetika sehingga produk kita senantiasa dapat menjadi tuan rumah di negeri sendiri.

Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Industri pada tahun 2007 (SNTRI 07) bertujuan untuk membentuk wahana transformasi ilmu pengetahuan yang dapat diterapkan antara dosen perguruan tinggi, peneliti, kalangan industri dan pengambil kebijakan.

Sebagai salah satu elemen stakeholder yang bertanggung jawab dalam kemajuan teknologi Bangsa Indonesia, maka Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Indonesia bekerja sama dengan elemen stake holder lainnya mengadakan Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Industri pada tahun 2007 (SNTRI 07), sebagai sumbangsih dalam rangka mensukseskan sinergi kemajuan teknologi.

Perkembangan penelitian di bidang Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Industri, Teknik Kimia, Teknik Informatika, Teknik Otomotif, dan Teknik Mekatronika menjadi latar belakang bagi Fakultas Teknologi Indonesia untuk mengadakan seminar ini.

Berkat kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak sehingga Seminar Nasional ini dapat diselenggarakan pada tgl 11-12 April 2007 di Institut Teknologi Indonesia, Serpong-Tangerang. Acara ini dihadiri oleh para dosen perguruan tinggi, peneliti, kalangan industri, pengambil kebijakan dan praktisi dengan berbagai latar belakang keilmuan.

Makalah yang dipresentasikan dalam seminar ini diterbitkan dalam bentuk Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Industri pada tahun 2007 (SNTRI 07). Dalam seminar ini, kami menerima 115 abstrak. Setelah diseleksi, akhirnya terpilih 110 abstrak yang layak ditulis lebih lanjut menjadi makalah penuh. Dan dari 110 abstrak yang telah direkomendasi, hanya 102 yang mengirimkan makalah penuh yang dimuat dalam prosiding seminar ini.

Akhir kata, semoga prosiding ini dapat menjadi sumbangan yang berarti bagi pengembangan penelitian dan aplikasi ilmu pengetahuan dibidang teknologi, khususnya teknologi terapan saat ini dan di masa yang akan datang.

Jakarta, April 2007  
Ketua Panitia Pelaksana

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Panitia.....	iv
Informasi Seminar.....	v

### KELOMPOK TEKNIK MESIN

T2-01	Perancangan Kontrol Kemudi pada Traktor 4 Roda	T2-01/1-7
T2-02	Pengaruh Waktu Tahan Terhadap Infiltrasi Al Leburan dan Kekerasan Komposit $Al_2O_3/Al$ Produk <i>Directed Metal Oxidation (DIMOX)</i>	T2-02/1-3
T2-03	Chip Formation Mechanism in High-Speed Milling of Hardened Steel	T2-03/1-4
T2-04	Formalisasi Navigasi Mobile Robot (Studi Kasus Robot Krci Fateta IPB 2006 )Formalisasi Of Mobile Robot Navigation	T2-04/1-7
T2-05	Peningkatan Kekuatan Sambungan Las Laser dengan Komposit Penguatan Serat pada Logam Setelah Pelakuan Panas	T2-05/1-7
T2-06	Mekanisme Pembentukan Geram pada Proses Freis Kecepatan Tinggi Baja Diperkeras	T2-06/1-4
T2-07	Pengaruh Penambahan Mikroalloying pada Batas Butiran Karbida dalam Baja Ferit-Perlit	T2-07/1-6
T2-08	Prilimineri Study Gasifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Gasifier Ungun Tetap Aliran Ke bawah	T2-08/1-5
T2-09	Rancangan Bangun Alat Pemotong Kerupuk Kemplang Untuk Meningkatkan Produktifitas dan Efisiensi Produksi	T2-09/1-8
T2-10	Rancangan Bangun Alat Pemecah Biji Jarak Konvensional Skala Rumah Tangga	T2-10/1-8
T2-11	Uji Eksperimental dan Analisa Numerik Perubahan Kekuatan Pegas Daun Akibat Modifikasi Penekanan (Pressing)	T2-11/1-8
T2-12	Kaji Eksperimental Kekuatan Tarik dan Metalografi Akibat Perlakuan Panas pada Sprocket Imitasi Kendaraan Bermotor	T2-12/1-9
T2-13	Pengujian Oil Filter Berdasarkan Pressure Drop dan Filtration Efficiency	T2-13/1-7
T2-14	Pengembangan Distilator Tenaga Surya Tipe Atap Berdinding Beton	T2-14/1-4
T2-15	Analisis Hasil Pengujian Pengeringan Pisang Dengan <i>Solar Still Dryer</i>	T2-15/1-4
T2-16	Pengaruh Perlakuan <i>Subzero</i> Terhadap Sifat Mekanik Baja Perkakas AISI D2	T2-16/1-6

## PANITIA

### Panitia Pelaksana

Ketua Pelaksana :	Ir. Houtman P. Siregar, Ph.D
Wakil Ketua :	Ir. Linda Theresia, MT.
Sekretaris :	Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si.
Wakil Sekretaris :	Dra. Budiwati
Bendahara :	Ir. Bendjamin Ch. Nendissa, MSIE
Wakil Bendahara :	Fretty Nora Siahaan, B.Ac

### Dewan Pengarah

Prof. Ir. Krishnba Mochtar, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto  
Prof. Dr. SM. Nababan  
Prof. G.R. Kermitr M.Sc.E  
Ir. Ismed Iskandar, MSIE, Ph.D  
Ir. Ilham Hatta, MT, APU

### Dewan Penasehat

Ir. Marga Alisjahbana, Ph.D.  
Prof. Ir. Alexandra I. Kermite  
Ir. Daniel Sembiring, SE, MM.  
Dr. Ir. Sidik Marsudi, M.Si.  
Sumiarti S.Si. M.Kom.

### Tim Redaksi

Dra Perak Samosir, M.Si.  
Ir. Tris Dewi Indraswati, MT.  
Dipl. Ing. M. Kurniadi Rasyid  
Junius Hardi, ST, MT.  
Drs. Moh. Hardiyanto, MT.  
Ir. Yustina Sri Suharini, MT.

## INFORMASI SEMINAR

- Tema : Applied Technology
- Waktu Pelaksanaan : Rabu-Kamis, 11-12 April 2007
- Panitia Pelaksana : Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Indonesia
- Tempat : Kampus Institut Teknologi Indonesia  
Jl Raya Puspiptek Serpong-Tangerang  
Telp (021) 7560546  
**Email : [sntri07@yahoo.com](mailto:sntri07@yahoo.com)**
- Sekretariat : Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Indonesia  
Jl Raya Puspiptek Serpong-Tangerang  
Telp : (021) 7560546  
Fax : (021) 7561095  
**Email : [sntri07@yahoo.com](mailto:sntri07@yahoo.com)**
- Website : <http://www.iti.ac.id>

# RANCANG BANGUN ALAT PEMECAH BIJI JARAK KONVENSIONAL SKALA RUMAH TANGGA

**Hasan Basri**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya  
Telp. (0711-580272), e-mail: [hasan\\_basri@unsri.ac.id](mailto:hasan_basri@unsri.ac.id)

**Ismail Thamrin**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya  
Telp. (0711-580272) [irin13@plasa.com](mailto:irin13@plasa.com)

**Irsyadi Yani**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya  
Telp. (0711-580272), e-mail: [yani\\_irs@yahoo.com](mailto:yani_irs@yahoo.com)

## Abstrak

*Energi telah menjadi salah satu isu pada akhir abad ini. Minyak, dalam hal ini bahan bakar minyak bumi, merupakan komoditas global yang memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan kebijakan ekonomi dan geopolitik dunia. Sedangkan konsumsi dalam banyak perkembangannya didunia terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan, sedangkan cadangan minyak bumi itu sendiri semakin menurun, yang diprediksikan dalam kurun waktu 20 – 50 tahun kedepan akan mengakibatkan kelangkaan minyak bumi. Perencanaan dan teknologi pengelolaan bio diesel merupakan pilot project dari pemerintah dalam menekan angka pemakaian bahan bakar minyak tersebut. Diaman direncanakan kapasitas produksi dari biodiesel akan mencapai 1.5 – 8 ton/hari. Sayangnya, alat pemecah biji jarak sebagai bahan utama biodiesel masalah sangat mahal, ini dikarenakan alat tersebut menggunakan suatu teknologi tinggi, sehingga dibutuhkan biaya besar dalam pembuatannya. Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan suatu alat pemecah biji jarak konvensional dalam skala rumah tangga yang berbiaya murah, sehingga akan terjangkau oleh masyarakat luas, terutama masyarakat di pedesaan yang masih sangat tergantung dengan bioediesel (solar). Dengan menggunakan alat pemecah biji jarak konvensional skala rumah tangga ini, dalam satu hari akan dapat dihasilkan kurang lebih 10 liter biofuel, di mana konsumsi tersebut sudah mencukupi untuk dipergunakan oleh masyarakat pedesaan.*

*Keyword : Biofuel, Biji jarak (*Jatropha curcas*), alat pemecah*

## I. PENDAHULUAN

Biodiesel adalah sejenis bahan bakar yang termasuk kedalam kelompok bahan bakar nabati

(BBN). Bahan bakarnya berasal dari berbagai sumberdaya nabati, yaitu kelompok minyak dan lemak, seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, kacang tanah, repaseseed, jarak pagar, bahkan minyak goreng bekas. Ditinjau dari bentuknya, bahan bakar nabati berbentuk padat, gas, dan cair. Seperti juga bahab bakar minyak (BBM), BBN cair adalah yang paling luas dan fleksibel

Prospek pengembang bahan bakar biodisel di dunia cukup menjanjikan terutama biodisel dari biji jarak. Dengan segala daya dukungnya, kebutuhan akan bahan baker sudah dapat diatasi dari hadirnya biodisel. kekuatan yang mendukung pengembangan biodisel jarak pagar antara lain pasar, bahan baku, teknologi, sumber daya manusia, kelembagaan dan program.

Hal yang perlu dicermati dalam bidang teknologi pengolahan adalah menjaga jangan sampai terbentuk keasaman biodisel yang tinggi atau sangat tinggi karena minyak jarak yang keasamannya lebih tinggi dari standar akan merusak mesin secara fatal. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan teknologi yang tepat, (lit 8, hal 14).

Untuk itu, minyak jarak menuntut penanganan yang benar sejak dilapangan sampai proses pengolahan. Maka, perlu di rencanakan suatu alat untuk membantu pengolahan bahan bakar alternatif ini yang sederhana dan efisien, memiliki akurasi yang tinggi dan yang paling penting teknologi atau alat yang digunakan harus menjamin ramah terhadap lingkungan dan minyak jarak yang dihasilkan aman terhap mesin kendaraan. Sehingga diharapkan pengembangan bahan bakar minyak nabati terutama tanama jarak ini dapat mengatasi problematika dibidang energi dan meningkatkan perekonomian masyarakat.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukanlah suatu perancangan alat pemecah biji jarak dengan dua mekanisme sekaligus yakni mekanisme giling dan

mekanisme press dengan bantuan perangkat lunak  
fast2003

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*)

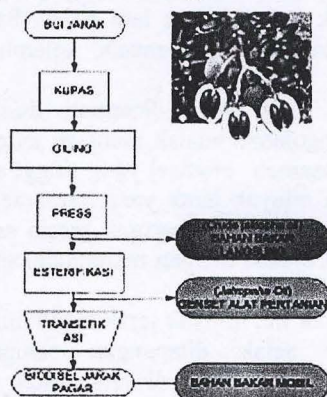
Jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) sudah lama dikenal oleh masyarakat kita sebagai tanaman obat dan penghasil minyak lampu, bahkan sewaktu zaman penjajahan Jepang minyaknya diolah untuk bahan bakar pesawat terbang.

Bentuk daun agak menjari (5 – 7) dengan panjang dan lebar 6 – 15 cm yang tersusun berselang-seling. Tandan bunga berbentuk secara terminal di setiap cabang dan sangat kompleks. Tanaman berumah satu dan bunganya uniseksual, kadang-kadang ditemukan bunga yang hermaphrodit.

Perkawinan dilakukan oleh serangga (ngengat, kupu-kupu) dan bila tidak ada serangga perkawinan harus dilakukan secara buatan. Panen pertama 6 – 8 bulan setelah tanam dengan produktivitas 0,5 – 1,0 ton biji kering per hektar per tahun kemudian meningkat secara gradual dan stabil sekitar 5,0 ton pada tahun ke 5 setelah tanam. Biji berwarna hitam dengan ukuran panjang 2 cm dan tebal 1 cm.

Dengan kekerasan satu biji jarak adalah ( $\sigma_t = 1,4715 \text{ N/mm}^2$ ) (lit.9). Dalam 1 kg biji jarak dapat menghasilkan 30%-35% minyak. (lit. 8, hal 39)

Tahapan pengolahan biji jarak menjadi biodiesel dapat dilihat dari diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Tahapan Pengolahan Biji Jarak

Adapun standar prosedur kerja:

a. Bahan bakar langsung ( Crude Jatroha Oil atau CJO)

1. Bersihkan biji dari kotoran dengan cara manual atau dengan mesin. Rendam biji sekitar 5 menit didalam air mendidih, angkat, kemudian tiriskan sampai air tidak menetes lagi.
2. Keringkan biji menggunakan alat pengering atau jemur dibawah matahari sampai cukup kering. Masukkan biji kedalam mesin pemisah tempurung dari daging buah. Biasanya efektifitas pemisahan

tempurung sekitark 70-80 %, sisannya dipisahkan dengan tangan. Tahapan inididak mesti dilakkuakan tapi untuk mendapatkan hasil minyak yang maksimal dianjurkan untuk melakukannya.

3. Giling daging buah yang telah dilepas tempurungnya dan siap untuk dipress. Lama tegang waktu dari penggilingan ke pengepresan di upayakan sesingkat mungkin untuk menghindari oksidasi
4. Press serbuk biji menggunakan mesin press. Setiap kali tekan akan diperoleh minyak yang langsung masuk kedalam tempat penampungan setelah satu kali tekan sampai tekanan maksimal, tekanan dilonggarkan untuk memberikan udara masuk kedalam bungkil. Kemudian takan lagi seperti semula. Dengan mesin yang baik, rendimen minyak dari biji tanpa tempurung diperoleh sekitar 45% dan dengan tempurung sekitar 30-35 %.
5. Tahapan ini dapat digunakan untuk bahan baker rumah tangga pencampur minyak tanah (CJO : minyak tanah = 30% :70%)
  - b. Produksi Jatropha Oil (JO)
    1. Masukkan CJO kedalam reactor ekstran sebanyak 50 liter, kemudian, panaskan menggunakan listrik atau kompor minyak tanah sampai suhu mencapai 50-60°C, lalu hentikan sumber panas tersebut.
    2. Siapkan larutan kimia, yaitu methanol teknis yang dicampur 5% atau 10% (2,5-5 liter untuk 50 liter CJO), tergantung bilangan asam awal. Apabila bilangan asam sekitar 10 maka cukup ditambahkan 5% , tetapi bila lebih maka ditambahkan sekitar 10 %. Katalis HCL yang ditambahkan adalah 1% atau sebanyak 5 liter untuk 50 liter CJO. Kemudian aduk secara konstan selam proses esterifikasi berlangsung, yaitu sekitar 2 jam dan pertahankan panas pada suhu 50°C.
    3. Keluarkan larutan dari reactor dan masukkan kedalam alat pemisah gliserol. Di dalam alat ini larutan dibiarkan aging selama 4 jam dan tanpak di bagian bawah endapan gliserol berbentuk pasta putih. Keluarkan larutan JO di bagian atas gliserol, lalu masukkan kedalam alat pemisah air dan netralisasi. Panaskan gliserol kembali, lalu setelah cair masukkan kedalam kotak-kotak kayu berbentuk lempeng.
      4. didalam alat pemisah air, bilas JO sebanyak dua kali menggunakan air demineralisasi, lalu netralisasi menggunakan natrium hidrogen karbonat 0,01% dan terakhir gunakan air demineralisasi kembali, selanjunya pompa kedalam tangki penampung.
      5. Pada tahap ini, pembuatan JO selesai dan JO dapat digunakan sebagai pengganti solar untuk mesin-mesin statis(putaran rendah, seperti diesel



generator, traktor, penggiling padi, penumbuk tepung, dan motor temple perahu.

c. Produksi biodisel

1. Masukkan kembali JO dari tanki penampung kedalam reactor estrans. Panaskan reactor sampai suhu 50-60°C. hentikan sumber panas setelah suhu tercapai.
2. Masukkan bahan kimia berupa campuran metanol 10% dengan katalis KOH 0,5 % kedalam minyak. Cara pembuatan bahan kimmia sama dengan prosedur pada proses pembuatan JO. Aduk larutan selama proses transestifikasi berlangsung (sekitar 05-1 jam) dan pertahankan panas samapi kisaran suhu 50°C.
3. Pisahkan biodisel dari gliserol dengan prosedur yang samaseperti pembuatan JO. Demikian juga denganpencucian dan netralisasi, hanya saja pada proses ini bahan kimia pencucibukan berupa  $\text{NaHCO}_3$ , tetapi asam asetat encer ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 0,01%.

Sampai saat ini, pembuatan biodisel telah selesai dan dapat digunakan sebagai pengganti solar untuk mesin putaran cepat seperti mobil

**Poros**

Poros (*shaft*) adalah suatu komponen mekanik yang berputar yang berfungsi meneruskan putaran dan daya dari penggerak mula, biasanya berpenampang bulat, terpasang elemen-elemen seperti roda-gigi, *pulley*, roda-gila (*flywheel*), engkol, gigi jentera (*sprocket*), dan elemen pemindah daya lainnya. Poros bisa menerima berbagai jenis pembebanan, seperti beban-beban lentur, tarik, tekan, atau puntiran, yang mungkin bekerja sendiri-sendiri atau bergabung satu dengan lainnya. Bila beberapa beban tersebut tergabung, kekuatan statik dan kekuatan lelah perlu dipertimbangan dalam perencanaan. Hal ini disebabkan karena sebuah poros tunggal bisa saja menderita tegangan-tegangan statis, tegangan bolak-balik lengkap, tegangan yang berulang, yang semuanya mungkin bekerja pada waktu yang sama (simultan).

Dilihat dari fungsinya, jenis poros terdiri dari:

1. Poros transmisi, yaitu poros yang digunakan untuk memindahkan tenaga.
2. Poros mesin, yaitu suatu poros yang merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari mesin, misalnya poros engkol.

Dilihat dari macam pembebanan poros dapat digolongkan menjadi:

1. Poros transmisi, yaitu poros yang mendapat beban lentur dan momen puntir dan digunakan untuk memindahkan tenaga.
2. *Spindle*, yaitu poros pendek yang digunakan untuk memindahkan tenaga, dengan asumsi bahwa poros hanya menerima momen puntir saja, sedangkan momen lentur diabaikan.

3. As dan Gardan, yaitu poros yang berfungsi sebagai penahan saja, sehingga dapat dikatakan hanya menerima momen lentur.

**Dasar Perencanaan Poros**

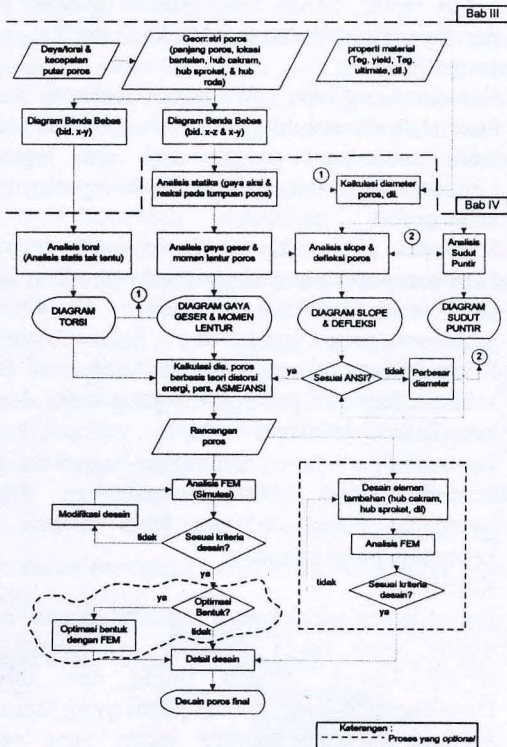
Dalam merencanakan poros, hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Kekuatan poros (*strength*). Kekuatan poros maksudnya adalah kekuatan poros terhadap beban luar, misalnya terhadap beban puntir, beban lentur, beban tangensial. Tegangan pada poros yang terjadi harus lebih kecil dari tegangan yang diijinkan.
- b. Kekakuan (*stiffness*). Walaupun terhadap beban luar telah memenuhi syarat, sebuah poros belum tentu memenuhi syarat dari sisi lenturan. Lenturan akan mempengaruhi kecepatan putar kritis poros.
- c. Kecepatan putar kritis (*Critical Speed*)  
Bila kecepatan putar suatu mesin dinaikan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran poros yang luar biasa besarnya. Kecepatan putar ini disebut kecepatan putar kritis. Kecepatan putar poros yang sama dengan kecepatan kritisnya dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian mekanik lainnya. Poros harus direncanakan dengan kecepatan putar kerjanya lebih rendah dari kecepatan putar kritisnya.
- d. Korosi  
Bahan-bahan tahan korosi termasuk plastik harus dipilih untuk poros *propeller* dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida dan *korosif*. Demikian pula untuk poros-poros yang terancam *kavitasi*, dan poros-poros mesin yang sering berhenti lama. Sampai batas-batas tertentu dapat pula dilakukan perlindungan terhadap korosi.
- e. Bahan poros  
Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin (*cold-drawing*) dan di-*finish*, dari baja karbon konstruksi mesin yang disebut bahan (S-C) yang dihasilkan dari ingot yang di-*kill* (JIS G3123 Table I). Efek penarikan dingin dapat membuat permukaan poros menjadi keras dan kekuatannya bertambah besar. Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya di buat dari baja paduan dengan penggeseran kulit yang sangat tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom nikel, baja khrom nikel molibdem, baja khrom, baja khrom molibdem, dll. (G4102, G4103, G4104, G4105 dalam Table II. Baja Paduan Untuk Poros). sekalipun demikian pemakaian baja panduan khusus tidak selalu dianjurkan jika alasannya hanya karena putaran tinggi dan beban berat. Dalam hal demikian perlu dipertimbangan penggunaan baja karbon yang

diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan.

**Metode-Metode Perencanaan**

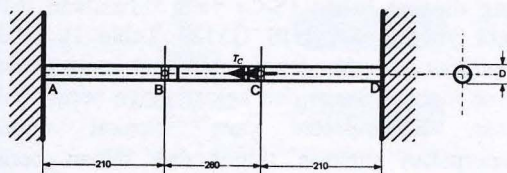
Metode metode perencanaan berbeda satu sama lain dalam beberapa hal. Beberapa diantaranya agak terlalu aman sementara yang lain juga penting karena beberapa metode dapat memberikan hasil secara cepat tetapi belum tentu memberikan jawaban yang sama.



Gambar 3 Diagram alur perencanaan poros

**Persamaan Matematis untuk Analisis Torsi**

Sebelum melakukan perhitungan torsi, poros dimodelkan seperti pada Gambar 3.8.

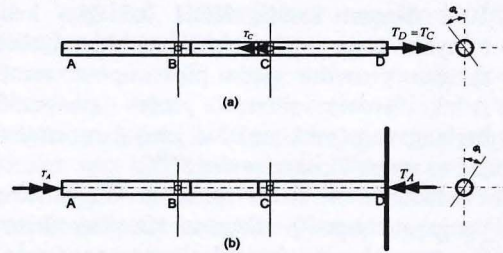


Gambar 4 Model poros untuk analisis torsi

Pada gambar tersebut, poros dimodelkan sebagai permasalahan statis tak tentu. Alasannya adalah bahwa poros mengalami puntir pada bagaian hub ketika akan memutar kedua roda dari posisi diam.  $T_C$  merupakan torsi maksimum yang terjadi pada hub (torsi ini akan berkurang ketika poros sudah bergerak). Poros dibagi menjadi tiga bagian, yaitu AB, BC, dan DE.  $T_C$  bekerja pada titik C (tempat hub dipasang). Karena model poros adalah statis tak

tentu, analisis torsi dapat diselesaikan dengan metode gaya (atau metode fleksibilitas).

Reaksi pada titik A ( $T_A$ ) dan D ( $T_D$ ) belum diketahui. Satu dari kedua reaksi ini dapat dianggap redundan. Secara sembarang,  $T_A$  dapat 'dihilangkan' dan sudut puntir pada kedua ujung poros sama dengan nol. Diagram benda bebas poros ditunjukkan oleh Gambar berikut



Gambar 5 Diagram benda bebas poros untuk analisis torsi

Sudut puntir ujung bebas poros setelah torsi reaksi  $T_A$  dilepas (lihat DBB poros pada Gambar dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} \phi &= \frac{T_{AC}L_{AC}}{J_{AC}G_{AC}} + \frac{T_{CD}L_{CD}}{J_{CD}G_{CD}} \\ &= 0 + \frac{T_C L_{CD}}{J_{CD}G_{CD}} = \frac{0.2 \cdot 32 \cdot T_C}{\pi d^2 \cdot G_{CD}} \\ \phi &= -\frac{6.4 \cdot T_C}{\pi d^2 \cdot G_{CD}} \end{aligned}$$

dimana  $T_{AC}$  adalah torsi aksi pada poros dalam seksi AC yang bernilai nol (tidak ada torsi yang bekerja pada seksi ini),  $T_{CD}$  adalah torsi aksi pada poros dalam seksi AC yang bernilai sama dengan  $T_C$  (N.m),  $L_{AC}$  adalah panjang seksi poros dari titik A ke titik C (m),  $L_{CD}$  adalah panjang seksi poros dari titik C ke titik D (m),  $G_{AC}$  dan  $G_{CD}$  adalah modulus rigiditas material poros pada seksi CD (N.m). Karena diameter seragam sepanjang poros, maka momen inersia polar penampang poros, yaitu  $J_{AC}$  dan  $J_{CD}$  bernilai sama dengan mengikuti persamaan

$$J = \frac{\pi d^2}{32} \text{ (m)}$$

dimana d adalah diameter poros (m).

Sudut puntir ujung poros bebas, titik A, pada Gambar dapat dihitung dengan persamaan

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \frac{T_A L_{AD}}{J_{AD} G_{AD}} = \frac{0.7 \cdot 32 \cdot T_A}{\pi d^2 \cdot G_{AD}} \\ \phi_1 &= \frac{22.4 \cdot T_A}{\pi d^2 \cdot G_{AD}} \end{aligned}$$

Karena kondisi poros adalah statis tak tentu, maka sudut puntir di tiap ujung poros, titik A dan D bernilai nol. Sehingga, sudut puntir poros di titik A harus memenuhi persamaan

$$\phi + \phi_1 = 0$$

maka

$$\begin{aligned} -\frac{6.4 \cdot T_C}{\pi d^2 \cdot G_{CD}} + \frac{22.4 \cdot T_A}{\pi d^2 \cdot G_{CD}} &= 0 \\ 6.4 \cdot T_C &= 22.4 \cdot T_A \\ T_A &= 0.28571 \cdot T_C \end{aligned}$$

Torsi reaksi pada ujung poros, titik D dapat dihitung dengan persamaan

$$T_D = T_C - T_A$$

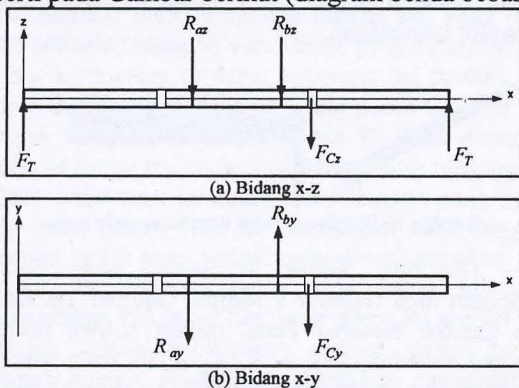
$$T_D = 0.71429 \cdot T_C$$

Persamaan di atas digunakan untuk menggambarkan diagram torsi dan sudut puntir yang terjadi di sepanjang poros.

### III. PERENCANAAN ALAT PEMOTONG

#### Persamaan Matematis untuk Analisis Gaya Geser dan Momen Lentur

Sebelum melakukan perhitungan gaya geser dan momen lentur, poros yang lengkap dengan gaya-gaya radial yang bekerja padanya digambarkan seperti pada Gambar berikut (diagram benda bebas).



Gambar 6 Diagram benda bebas poros dalam bidang x-z dan x-y

Pada Gambar, poros menerima beban radial yaitu, gaya  $F_T$  di kedua ujung poros dan gaya  $F_{Cz}$ . Reaksi pada tumpuan, yaitu bantalan A dan B, dinotasikan oleh  $R_{az}$  dan  $R_{bz}$ . Reaksi ini dapat dihitung dengan menggunakan hukum Newton I. Dengan mengambil bantalan A sebagai titik referensi, maka

$$\sum M_{Az} = 0$$

Misalkan lengan momen  $F_T$  (ujung kiri pembaca) terhadap titik A adalah  $L_1$ ,  $R_{bz}$  adalah  $L_B$ ,  $F_{Cz}$  adalah  $L_{Sp}$ , dan  $F_T$  (ujung kanan pembaca) adalah  $L_4$ , maka

$$\sum M_{Az} = 0 = +F_T \cdot L_1 + R_{bz} \cdot L_b + F_{Cz} \cdot L_{Sp} - F_T \cdot L_4$$

$$R_{bz} = \frac{F_T(L_4 - L_1) - F_{Cz} \cdot L_{Sp}}{L_b}$$

Catatan : Momen searah jarum jam bernilai positif dan gaya vertikal ke atas bernilai positif.

$R_{az}$  dapat dicari dengan persamaan

$$\sum F_z = 0$$

$$F_T + F_T - R_{az} - R_{bz} - F_{Cz} = 0$$

$$R_{az} = 2F_T - R_{bz} - F_{Cz}$$

#### Pemilihan material Poros (Axle)

Secara umum, fungsi poros pada alat penghancur adalah untuk mentransmisikan daya dari pemutar melaluiroda gigi. Dari informasi tersebut,

poros harus dapat menerima beberapa kondisi pembebanan seperti beban lentur, tarik, tekan dan puntir secara serentak.

Bahan poros direncanakan adalah baja AISI 1020 yang ditarik dingin (*cold drawing*) dengan data sebagai berikut :

Kekuatan *yield*  $S_y = 51 \text{ kpsi} = 351,571 \text{ MPa}$   
 Kekuatan tarik  $S_{ut} = 61 \text{ kpsi} = 420,507 \text{ MPa}$   
 Faktor keamanan rencana  $n = 3$   
 Ketahanan *endurance* spesimen,  $S_e'$  :

$$S_e' = 0,5 S_{ut}$$

$$= 0,5 (420,507) = 210,2855 \text{ MPa}$$

Faktor permukaan  $k_a = 0,85$   
 Faktor  $k_b = 0,88$   
 Faktor *reliability*  $k_c = 0,814$   
 Faktor temperatur  $k_d = 1$   
 Faktor konsentrasi tegangan  $k_e = 1$   
 Faktor  $k_f = 1$

Ketahanan *endurance* elemen,  $S_e$ , adalah

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S_e'$$

$$= (0,85) (0,88) (0,814) (1) (1) (1) (210,2855)$$

$$S_e = 211,0355 \text{ MPa}$$

Tegangan yang diizinkan :

$$\sigma_{izin} = \frac{S_y}{n}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{303,160}{3}$$

$$\sigma_{izin} = 184,586 \text{ MPa}$$

#### Estimasi Diameter Awal Poros

Diameter awal atau diameter minimum poros yang menerima lentur dan torsi statik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi S_y} \sqrt{\frac{3}{4}(T)^2 + (M)^2} \right\}^{1/3}$$

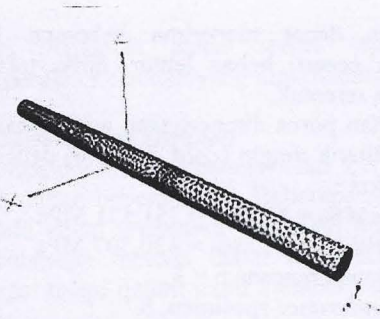
dimana  $d$  adalah diameter poros dengan satuan mm,  $n$  adalah faktor keamanan,  $M$  adalah momen lentur yang dialami poros (N.m),  $T$  momen puntir poros (N.m), serta  $S_y$  adalah batas ketahanan *yield* (Pa).

### IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Persamaan yang sudah dibahas sebelumnya akan digunakan untuk membuat diagram gaya geser dan momen lentur yang terjadi di sepanjang poros untuk masing-masing bidang pembebanan.

#### Analisis Metode Elemen Hingga

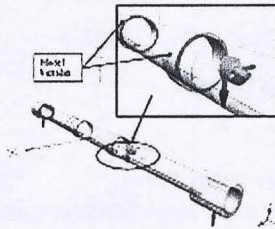
Sebelum dianalisis dengan menggunakan fast2003, model 3D poros dijadikan ke dalam bentuk Mesh seperti pada Gambar berikut ini.



Gambar7 Bentuk mesh dari poros dan lokasi mesh control

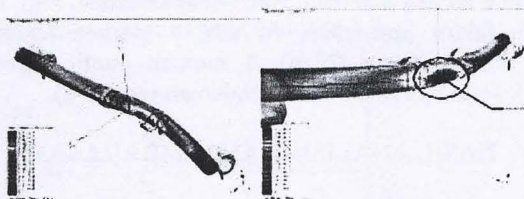
*Mesh control* diberikan pada daerah bantalan B pada poros dengan alasan bahwa pada daerah tersebut diestimasi terjadi tegangan maksimum (von Mises). Hal ini juga dipertimbangkan berdasarkan hasil analisis momen lentur poros. Dengan adanya *mesh control* pada daerah bantalan B diharapkan hasil analisis tegangan pada daerah tersebut memiliki tingkat kesalahan yang relatif kecil.

Kondisi batas, yang terdiri dari gaya aksi dan *restraint*, ditentukan berdasarkan kondisi aktual poros. Dengan menggunakan perangkat lunak *fast2003*, model poros diberikan kondisi batas seperti pada Gambar



Gambar 8 Kondisi batas untuk model poros

Hasil analisis tegangan von Mises dari model poros ditunjukkan oleh Gambar 9 .



Gambar 9 Tegangan von Mises pada poros (terdeformasi)

**Analisa Hasil Perancangan**

Dari beberapa gambar tersebut dapat dilihat bahwa tegangan von Mises yang terjadi pada poros memiliki harga maksimum 36,1 MPa. Harga maksimum ini terjadi pada daerah tumpuan poros, yaitu bantalan B. Bila dirujuk dengan hasil analisis momen lentur, daerah tersebut memang memiliki harga momen lentur yang maksimum, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 9 sebelumnya. Area kritis ini terdapat pada bagian depan dan belakang poros. Hal ini juga

disebabkan karena pembebanan radial pada hub sproket, yaitu  $F_{Cz}$  dan  $F_{Cy}$ .

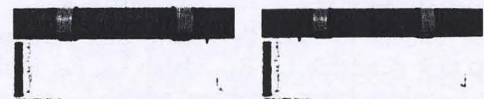
Dilihat dari sisi pola deformasinya, poros tidak terdeformasi secara simetris bila dilihat dari pandangan atas. Poros pada ujung sebelah kanan pembaca mengalami deformasi yang relatif besar bila dibandingkan dengan ujung sebelah kiri. Hal ini disebabkan oleh kondisi pembebanan poros yang berasal dari roda gigi. Sedangkan bila dilihat dari pandangan depan, deformasi poros hampir simetris. Hal ini disebabkan oleh besarnya gaya  $F_{Cz}$  dan  $F_{Cy}$  yang berbeda. Bila dihubungkan dengan teoritis, harga  $F_{Cz}$  dan  $F_{Cy}$  sangat dipengaruhi oleh harga sudut kemiringan roda gigi. Semakin besar sudut ini, harga  $F_{Cz}$  akan semakin bertambah dan harga  $F_{Cy}$  semakin berkurang. Sebagai catatan kemiringan roda gigi dipengaruhi oleh rasio dan jarak antar pusatnya. Semakin besar diameter *pitch* besar akan semakin besar sudut kemiringan.



Gambar 10 Distribusi faktor keamanan pada poros

Distribusi faktor keamanan pada poros ditunjukkan oleh Gambar 9 sampai Gambar 10. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa faktor keamanan terendah (sebesar 9,16) terjadi pada daerah yang memiliki tegangan von Mises tinggi, yaitu daerah bantalan B. Harga faktor keamanan ini masih cukup besar bagi poros ATV bila dibebani statis atau impak sebesar 9,16 kali gaya-gaya aksi dan torsi yang diberikan.

Harga kesalahan tegangan von Mises dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Harga kesalahan tegangan von Mises pada poros

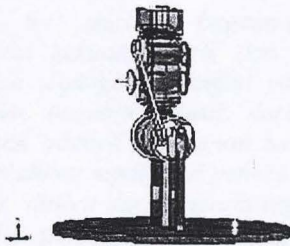
Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa tingkat kesalahan tegangan von Mises pada daerah kritis pada poros relatif kecil, yaitu 1,02 %. Hal ini disebabkan karena adanya mesh control dimana tingkat kehalusan mesh pada daerah bantalan B cukup tinggi dan tingkat kerumitan model poros cukup kecil. Sehingga elemen dan nodal yang terdapat pada daerah tersebut cukup ‘mewakili’ bentuk poros.

Hasil analisis metode elemen hingga ini dapat dibuat dalam bentuk tabel seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 4.6. Kesimpulan hasil analisis

FEA Summary				
Name	Number of Nodes	Number of Elements		
ATV axle-1	16486	9923		
FEA Results for Pemecah Biji Jarak 1				
	Minimum		Maximum	
	Value	Time (s)	Value	Time (s)
Stress: von Mises (Pa)	5.16e+4	0	3.61e+7	0
Stress: Shear (Pa)	2.98e+4	0	1.84e+7	0
Stress: Principal (Pa)	-3.64e+7	0	3.65e+7	0
Strain: von Mises (mm/mm)	2.22e-7	0	0.000155	0
Strain: Shear (mm/mm)	3.84e-7	0	0.000237	0
Strain: Principal (mm/mm)	-0.000179	0	0.000181	0
Displacement: Magnitude (mm)	0.00567	0	0.214	0

Dari analisis metode elemen hingga ini, yang terdiri dari analisis tegangan von Mises, pola deformasi, dan faktor keamanan, terdapat beberapa hal penting yang dapat disimpulkan. Daerah kritis poros terdapat pada bagian tumpuan bantalan A dan B. Pada daerah ini terdapat harga tegangan von Mises yang tertinggi dan faktor keamanan terendah dibandingkan pada daerah lain pada poros. Hal ini disebabkan oleh tingginya momen lentur yang terjadi pada daerah tersebut. Oleh karena itu, diameter poros pada daerah ini sangat menentukan kekuatan dan umur poros itu sendiri. Setelah selesai melakukan analisa secara metode elemen hingga, selanjutnya dilakukan penggambaran mekanisme alat pemecah biji jarak tersebut.



Gambar 12 Mekanisme alat pemecah biji jarak

Dari hasil analisa terhadap alat pemecah biji jarak ini dapat disimpulkan bahwa mesin ini aman digunakan. Ini sesuai dengan data – data hasil perhitungan dan data yang ada dilapangan. Adapun data – data yang didapat sebagai berikut :

- Daya yang dibutuhkan minimal 26,0995 watt sudah dapat menghancurkan biji jarak
- Beban yang dipindahkan oleh roda gigi lurus sebesar : 498,5N sedangkan beban maksimum yang dapat dipindahkan oleh roda gigi lurus ini sebesar 1400 N. Oleh karena itu roda gigi ini aman digunakan.
- Diameter poros yang dapat digunakan untuk meneruskan daya 489,5N adalah sebesar 7,88 mm, sedangkan diameter poros yang

digunakan pada alat pemecah biji jarak yang di buat adalah 15mm. Dengan demikian diameter poros yang digunakan adalah aman.

- Bantalan yang digunakan adalah jenis SKF 6204 dengan putaran hanya 20 rpm dan waktu kerja yang digunakan oleh alat pemecah biji jarak hanya 0,5 jam sampai menghasilkan minyak, maka bantalan dapat digunakan sampai kapasitas 9034594,56 liter minyak jarak
- Untuk pelumasan dapat dimanfaatkan minyak jarak yang dihasilkan.

Dari data – data diatas dapat dikatakan bahwa perancangan mesin alat pemecah biji jarak ini aman digunakan. Serta biaya dan waktu yang digunakan lebih sedikit sehingga minyak biodiesel yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan kadar keasamaan yang normal.

## V. KESIMPULAN

### VI.

Dari hasil perencanaan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah :

- Dengan besarnya daya yang diberikan sebesar 0.0260995 Kw, sudah dapat menghasilkan gaya untuk penggiling sebesar 498,5N. sedangkan gaya yang dibutuhkan untuk menggiling 1 biji jarak sampai hancur adalah 41,09 N.
- Dari hasil perhitungan pada gaya – gaya yang terjadi pada poros maka didapat diameter poros sebesar 7,29 mm, sedangkan pada mesin yang dibuat diameter poros yang digunakan 15 mm. jadi dapat dipastikan poros yang direncanakan dan dibuat ini aman untuk digunakan
- Penggunaan alat pemecah biji jarak ini sangat sederhana dan gaya yang dibutuhkan untuk menghancurkan biji jarak tidak terlalu besar dan alat ini dapat menghemat proses kerja yang semula harus dilakukan dengan dua mesin sekarang dengan alat ini dengan satu kali kerja dapat melakukan dua tahapan kerja sekaligus sehingga dapat menghemat tenaga, waktu dan dapat mengatasi tingkat keasaman karena proses waktu yang digunakan dalam tahapan pengolahan.
- Perawatan yang tidak terlalu rumit. Karena untuk pelumasan roda gigi dan penekan serta komponen lainnya dapat memanfaatkan langsung minyak jarak yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Gearboxes. hinchiffe Precision Component, Chesterfield, England, 1986.
2. Gere and Timoshenko. 1985. "Mekanika Bahan", Edisi Kedua Versi Siilid I, Jilid 1. Ledds. Inggris

3. Khurmi,R.S dan Gupta, J.K. 1984. "Machine Design". Eurasia Publhisng House, LTD. Ram Nagar, New Delhi.
4. Shigley, Tosephe and Michel, Harahap ghandi, M. Eng. 1986. "Perencanaan Teknik Mesin", jilid I. Erlangga. Jakarta.
5. \_\_\_\_\_. 1986. "Perencanaan Teknik Mesin", jilid II. Erlangga. Jakarta.
6. Sudradjad, H.R. Prof, M.Sc. 2006. "Memproduksi Biodisel Jarak Pagar". Penebar Swadaya. Jakarta.
7. [http:// www.Google .com./ Biodise/ Jatropha Curcas L](http://www.Google.com/Biodise/JatrophaCurcasL)
8. [http:// www.Google .com./ Jatropha Curcas L](http://www.Google.com/JatrophaCurcasL)
9. [http:// www.trubus .com./ Jatropha Curcas L](http://www.trubus.com/JatrophaCurcasL)
10. Erdman, A. G. & Sandor, G. N., 1997, "Mechanism Design : Analysis and Syntesis", Volume 1, New Jersey, Prentice Hall.
11. Knight, Charles.E, "The Finite Element Method In Mechanical Design",PWS.Kent Publishing Company, Boston, 1993.
12. Kreyzig, E., 1997, "Advance Engineering Mathematics", Seventh edition,Canada, John Wiley & Son, Inc.
13. Logan, Darryl.L, "A First Course In The Finite Element Method",
14. Norton, Robert L., 1999, "Design of Machinery", International edition,McGraw-Hill Book Company.

