

## PENGEMBANGAN FUEL FEEDER TIPE ULIR DAN ROTARI UNTUK BAHAN BAKAR BIOMASA

I Nyoman Suprapta Winaya dan Made Sucipta

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran Badung – Bali 80361

E-mail : [ins.winaya@me.unud.ac.id](mailto:ins.winaya@me.unud.ac.id), [nswinaya@gmail.com](mailto:nswinaya@gmail.com)

### ABSTRACT

Proses pemasukan bahan bakar merupakan salah satu langkah yang harus dilaksanakan dalam suatu proses pembakaran untuk mengatur kapasitas pemakaian bahan bakar. Proses pembakaran yang menggunakan bahan bakar biomasa untuk sistem pembangkit sering mengalami kendala seperti terjadinya pemanpatan pada daerah saluran akibat terbakarnya biomasa secara dini pada pipa saluran sebelum masuk ke ruang bakar. Penelitian ini membandingkan dua buah fuel feeder yaitu tipe ulir dan tipe rotari dengan menggunakan biomasa sekam padi dan serbuk kayu. Sistem pemasukan bahan bakar tipe ulir pada dasarnya memindahkan biomasa sehingga dapat bergerak mengikuti ulir dengan kecepatan tertentu. Sedangkan dengan tipe rotari biomasa dipindahkan perjuring yang terbentuk antara dua sudu, sehingga biomasa memiliki arah aliran yang baik serta debit pemasukan bahan bakar yang tetap. Panas pembakaran dikondisikan sebesar  $300^{\circ}\text{C}$  dari sebuah oven furnace. Tipe ulir dibuat dari nilon pejal dengan dimensi antar ulir 20 mm dan panjang 300 mm sedangkan tipe rotari didesain mempunyai dimensi diameter 10 cm dan panjang 6 cm. Feeder dilengkapi dengan water jacket pada pipa saluran yang dialiri fluida air konstan pada laju 0,035 l/dt dengan penyerapan panas 88,9 Watt. Putaran motor divariasikan pada 43 dan 46 rpm, dan pengujian dilakukan sampai aliran bahan bakar mengalami pemanpatan. Dari hasil penelitian didapatkan laju aliran biomasa rata-rata untuk kecepatan 43 rpm sebesar 0,77 kg/jam untuk tipe ulir dan 1,06 kg/jam untuk tipe rotari sedangkan dengan menggunakan water jacket diperoleh 0,85 kg/jam untuk tipe ulir dan 1,12 kg/jam untuk tipe rotari. Pada kecepatan 46 rpm diperoleh nilai laju pemasukan rata-rata sebesar 0,72 kg/jam untuk tipe ulir dan 1,05 kg/jam untuk tipe rotari sedangkan dengan menggunakan water jacket diperoleh 0,86 kg/jam untuk tipe ulir dan 1,10 kg/jam untuk tipe rotari, sehingga tipe rotari memberikan performansi lebih baik selama pengujian. Perbandingan juga dilakukan pada kondisi yang sama dengan menggunakan bahan bakar biomasa serbuk kayu. Dari hasil pengujian untuk kedua jenis feeder ditemukan tidak terjadi pemanpatan selama variasi yang dilakukan. Hal ini disimpulkan bahwa pemanpatan terjadi karena adanya kandungan silika pada bahan bakar sekam padi yang menyebabkan terjadinya penggumpalan walau pada temperatur rendah.

Kata kunci : biomasa, fuel feeder, laju aliran, water jacket

### 1. Pendahuluan

Bahan bakar biomasa merupakan bahan bakar yang berasal dari limbah-limbah pertanian, pabrik-pabrik pangan, perkebunan termasuk sampah organik rumah tangga yang masih bisa dimanfaatkan. Di Indonesia energi biomasa masih jarang dimanfaatkan secara maksimum sehingga energi biomasa yang melimpah banyak yang terbuang secara sia-sia. Apabila tersedia sebuah teknologi pengkonversi energi, penggunaan bahan bakar biomasa bisa memberi manfaat ekonomis karena ketersediaannya yang tidak terbatas di negara tropis seperti Indonesia dan merupakan sumber bahan

bakar yang dapat diperbaharui.

Penggunaan biomassa untuk menghasilkan energi panas sebenarnya sudah dilakukan sejak awal peradaban dengan penerapan teknologi yang masih sangat sederhana dimana biomassa langsung dibakar. Belakangan setelah terjadinya krisis bahan bakar, hasil pembakaran biomassa dikonversi menjadi energi yang berguna baik untuk energi termal maupun tenaga.

Pada proses pembakaran biomassa perlu digunakan alat pemasukan bahan bakar yang di desain khusus karena sering mendapat kendala saat pemasukan bahan bakarnya. Tidak seperti bahan bakar cair atau gas yang bisa langsung diinjeksikan ke dalam ruang bakar, laju



bahan bakar biomasa sering terhambat karena mengalami penggumpalan dan kemampatan pada saluran bahan bakarnya. Pada keadaan terburuk akan mengakibatkan mesin berhenti beroperasi karena berhentinya pemasukan bahan bakar [1].

Untuk mengatasi hal tersebut perlu dirancang sebuah alat pemasukan bahan bakar (*fuel feeder*) yang sesuai untuk bahan bakar biomasa. Alat pemasukan bahan bakar yang kembangkan adalah jenis rotari karena memiliki langkah kerja yang sederhana dan dapat memindahkan biomasa dengan cepat yaitu melalui juring yang terbentuk antara dua sudu sehingga biomasa memiliki arah aliran yang baik serta debit pemasukan bahan bakar yang tetap. Beberapa studi sebelumnya melakukan rancangan dengan modifikasi antara lain dengan menggunakan isolasi pada feeder rotari tipe katup [2]. Pada penelitian ini feeder rotari yang dirancang dimodifikasi dengan menggunakan *water jacket* agar tidak terjadi pemampatan biomasa dan mencegah habusan panas sehingga pipa saluran pemasukan bahan bakar tidak terganggu akibat terbakarnya bahan bakar. Hasil pengujian untuk tipe rotari akan dibandingkan dengan *fuel feeder* tipe *screw* yang sudah didesain sebelumnya [3].

## 2. Fuel Feeder

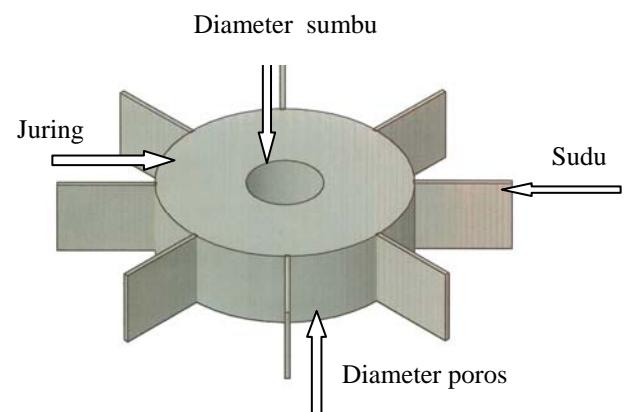
*Feeder* adalah sebuah konveyor yang berukuran pendek yang berfungsi untuk memasukkan bahan bakar menuju ruang bakar. Konveyor sekrup (*screw conveyor*) adalah jenis konveyor yang paling tepat untuk mengangkut bahan padat berbentuk kecil dan ringan. Penggunaanya dalam kapasitas pemindahan bahan bakar padat yang berukuran kecil dapat dimodifikasi dimensinya yang disebut *screw conveyor feeder*. Alat ini pada dasarnya terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip sekrup. Pisau berpilin ini disebut *flight* [4]. Macam-macam *flight* adalah:

- *Sectional flight*
- *Helicoid flight*
- *Special flight, terbagi:*
  - *Cast iron flight*
  - *Ribbon flight*
  - *Cut flight*

*Rotary feeder* adalah jenis konveyor yang menerima energi atau kerja dari luar dengan tujuan untuk mengangkut partikel padat dari suatu tempat ke tempat lain. Alat ini pada dasarnya terbuat dari sudu yang tersusun mengelilingi suatu sumbu sehingga membentuk beberapa juring. *Rotary feeder* terdiri dari beberapa juring yang tersusun membentuk lingkaran, partikel padat dipindahkan perjuring, partikel masuk kejuring dan dikeluarkan melalui juring, sehingga partikel padat bisa dipindahkan secara kontinyu dengan kapasitas tetap. Feeder jenis ini banyak diaplikasikan pada dunia industri

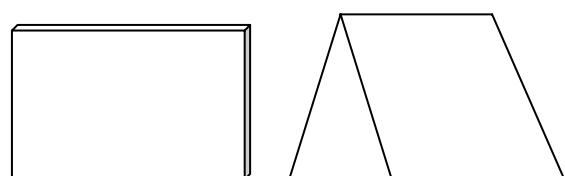
seperti pada industri pertambangan, pembangkit maupun pada pengolahan hasil perkebunan.

Pada Gambar 1. ditunjukkan sebuah feeder jenis rotari sederhana



Gambar 1. Feeder rotari

Sudu pada feeder rotari berbentuk persegi panjang dan berbentuk segitiga seperti terlihat pada Gambar 2. Sudu persegi panjang digunakan untuk memindahkan material tanpa memotong, sudu ini dapat memindahkan bahan bakar lebih banyak dari pada bentuk sudu segitiga tetapi mempunyai kelemahan tidak dapat memindahkan material yang lebih keras dalam satu kesatuan karena tidak bisa memotong. Pada sudu tipe segitiga digunakan untuk memindahkan material yang lebih keras dalam satu kesatuan tetapi memiliki kapasitas aliran pemindahan yang lebih rendah dari sudu tipe persegi panjang. Sehingga sudu yang dipilih dalam penelitian ini adalah tipe persegi panjang.



Gambar 2. Sudu persegipanjang dan segitiga

## 3. Metodelogi Penelitian

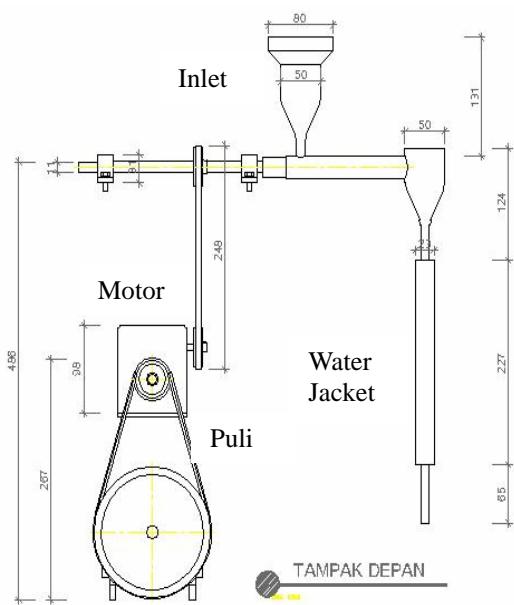
### 3.1 Rancangan Alat

Dalam penelitian ini, rancangan sistem feeder rotari dapat dilihat pada Gambar 3. Secara umum, komponen dan alat-alat yang dipakai dapat dijelaskan menurut kegunaannya sebagai berikut :

- **Tungku Bakar** : digunakan sebagai tempat menampung serta tempat membakar biomasa yang dialirkan oleh saluran pemasukan bahan bakar



- *Water Jacket* : Digunakan untuk mendinginkan saluran pemasukan bahan bakar yang menempel pada tungku pembakaran, agar bahan bakar yang melewati pipa saluran tersebut tidak terbakar di dalam pipa. Pipa saluran bahan bakar ini terbuat dari stainless steel dan memungkinkan pipa saluran dapat menerima panas yang cukup. Kemudian pipa saluran akan diberikan selimut pipa akrilik sebagai tempat penampung air. *Water jacket* pada pipa saluran dialiri fluida air konstan pada laju 0,035 l/dt dengan penyerapan panas 88,9 Watt [1].



Gambar 3. Rancangan sistem *fuel feeder*

- *Feeder* : Merupakan sebuah alat pemasukan bahan bakar yang dimodifikasi dari konveyor yang digunakan untuk mengalirkan bahan bakar dari inlet bahan bakar menuju ke tungku bakar. Dalam penelitian ini jenis alat pemasukan yang dipilih adalah alat pemasukan bahan bakar tipe *rotary*. Pada penelitian ini bahan yang dipakai berupa aluminium dan *nilon solid* agar bahan sedikit elastis sehingga proses pembubutannya lebih mudah untuk membuat sudu yang sedemikian rupa.
- Inlet Bahan Bakar : Digunakan sebagai tempat penampung bahan bakar sebelum dialirkan oleh feeder.
- *Gear Box* : Digunakan sebagai pereduksi putaran yang dihasilkan oleh motor listrik agar putaran tidak terlalu cepat, dimana perbandingan reduksi yang diberikan sebesar 1 : 60 putaran.
- Pompa : Dalam penelitian ini pompa di gunakan sebagai perantara untuk memasukkan air ke dalam

water jacket, sehingga air yang telah menerima panas dari pipa dapat disirkulasikan lagi.

- Motor listrik : digunakan untuk menggerakkan feeder setelah direduksi kecepatannya dari 1400 rpm menjadi 43 rpm dan 46 rpm setelah menggunakan alat pereduksi kecepatan.
- Termometer : digunakan untuk mengukur suhu pada simulasi tungku.
- Timbangan : digunakan sebagai pengukur berat bahan bakar yang telah dialirkan. Gelas ukur : digunakan untuk mengukur volume bahan bakar.

### 3.2 Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

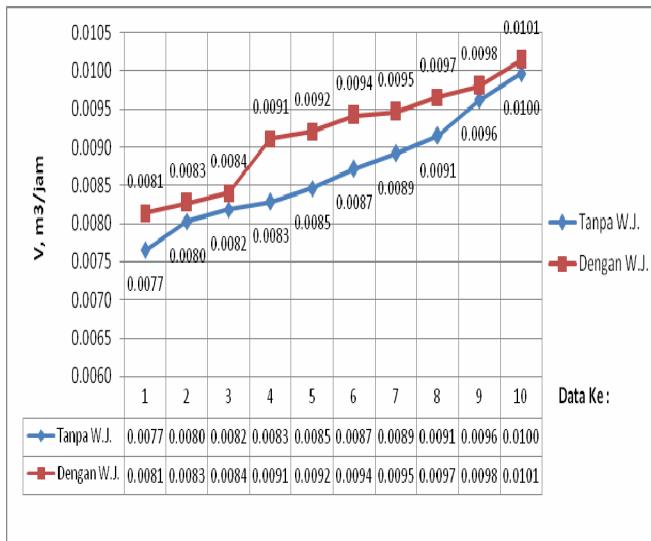
- Memasang alat ukur yang diperlukan antara lain tachometer yang diletakkan pada as-puli yang menggerakkan *feeder*, termometer diletakkan pada tungku bakar dengan menjaga agar suhu konstan pada 300°C.
- Menghidupkan sistem untuk pengujian pertama, dengan menghidupkan motor listrik, memasukkan bahan bakar biomassa yaitu sekam padi dan serbuk kayu, mengatur putaran motor yang diperlukan yaitu  $n_1 = 43$  rpm dan  $n_2 = 46$  rpm pada proses pembakaran, dan mengatur aliran fluida pendingin pada *water jacket* agar konstan dan melakukan pengambilan data.
- Pengambilan data dengan mencatat data yang diperlukan pada tabel proses pembakaran pertama.
- Bersihkan pipa saluran pemasukan bahan bakar kemudian mengatur ulang alat penelitian untuk pengujian kedua, dengan mengatur putaran motor listrik agar konstan pada n-putaran, dan mengatur aliran fluida pendingin pada *water jacket* menjaga putaran keran tetap konstan, kemudian melakukan pengambilan data selama satu jam proses simulasi pembakaran.
- Pengambilan data dengan mencatat data yang diperlukan pada tabel proses simulasi pembakaran kedua.
- Setelah mendapatkan data yang diperlukan maka proses simulasi pemasukan bahan bakar dihentikan, mengembalikan keadaan alat pada posisi awal, mematikan alat simulasi.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Data penelitian yang dicatat yaitu waktu terjadinya pemampatan dan jumlah biomassa; sekam padi dan serbuk kayu yang dimasukkan ke dalam tungku bakar dengan melakukan 10 kali pengulangan pengambilan data. Setelah pencatatan data dari alat *fuel feeder* yang hasilnya merupakan kapasitas material atau kapasitas bahan bakar yang dipindahkan oleh pemasuk bahan

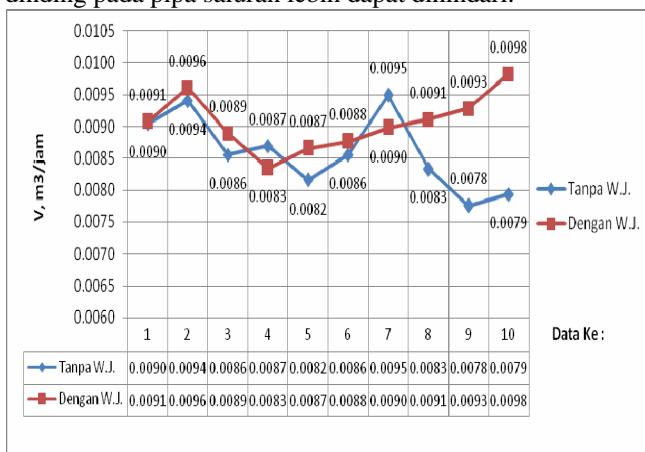


bakar,  $V$  ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ), maka nilai laju berat aliran bahan bakar yang dipindahkan,  $Q$  ( $\text{kg} / \text{jam}$ ) dapat ditentukan. Hasil dari variasi putaran pada 43 dan 46 rpm, kemudian dimasukkan ke dalam bentuk grafik.



Gambar 4. Grafik hubungan pengurutan laju aliran biomassa pada 43 rpm, dengan *water jacket* dan tanpa *water jacket*.

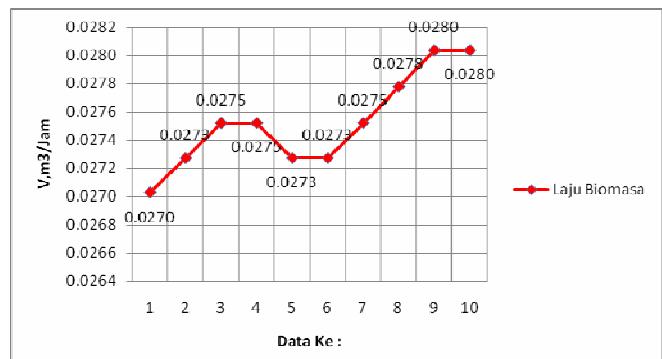
Gambar 4 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu terjadinya pemampatan dengan kecepatan putaran *feeder* sebesar 43 rpm dalam 10 kali percobaan, dimana pada kondisi pipa saluran yang menggunakan *water jacket* dengan yang tanpa *water jacket* yang disusun berdasarkan nilai terkecil hingga terbesar, dapat dilihat bahwa rata - rata kemampuan kerja alat menjadi baik jika pipa saluran menggunakan *water jacket* sebagai pendingin saluran, sehingga kemungkinan terjadinya pemampatan akibat panasnya dinding pada pipa saluran lebih dapat dihindari.



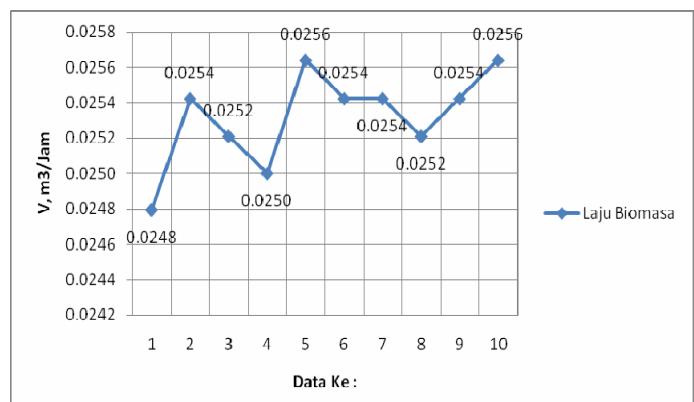
Gambar 5. Grafik hubungan pengurutan laju aliran biomassa pada 46 rpm, suhu 300°C konstan, tanpa menggunakan *water jacket* dengan yang menggunakan *water jacket*.

Hal yang sama juga bisa diamati dengan menaikkan putaran sampai 46 rpm seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pada kondisi pipa saluran yang menggunakan *water jacket* dengan yang tanpa *water jacket* yang disusun berdasarkan nilai terkecil hingga terbesar, dapat dilihat bahwa rata - rata kemampuan kerja alat menjadi baik jika pipa saluran menggunakan *water jacket* sebagai pendingin saluran, sehingga kemungkinan terjadinya pemampatan akibat panasnya dinding pada pipa saluran dapat lebih dihindari.

Hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar serbuk kayu dapat dilihat seperti Gambar 6 dan 7.



Grafik 6. Grafik hubungan antara pengulangan data dengan volume serbuk kayu yang dialirkan sebesar 500 ml pada 46 rpm, suhu 300°C konstan, dengan menggunakan *water jacket*



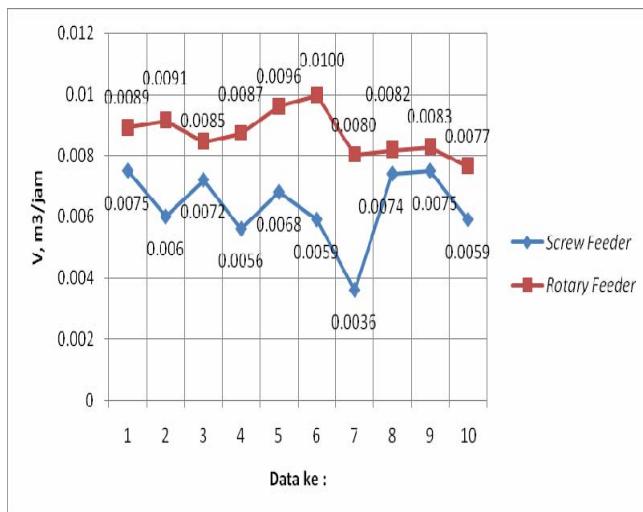
Gambar 7. Hubungan antara pengulangan data dengan volume serbuk kayu yang dialirkan sebesar 1000 ml pada 46 rpm, suhu 300°C konstan, tanpa dengan menggunakan *water jacket*.

Gambar 6 dan 7 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu yang diperlukan untuk mengalirkan serbuk kayu sebesar 500 ml dan 1000 ml dengan kecepatan putaran *feeder* sebesar 46 rpm. Pada pipa saluran yang dikondisikan menggunakan *water jacket* dilihat terjadi peningkatan kemampuan



kerja alat. Dapat dicatat pula bahwa pada saat pengujian tidak terjadi pemanpatan sampai seluruh bahan bakar habis terbakar. Perbandingan dilakukan dengan menggunakan bahan bakar sekam padi menunjukkan ada faktor yang menyebabkan penggumpalan terjadi yaitu kandungan silika yang terdapat pada biomassa tersebut.

Perbandingan perfomansi antara tipe rotari dan *screw* juga dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan menggunakan biomassa sekam padi.



Gambar 8. Grafik perbandingan performansi antara *rotary feeder* dengan *screw feeder* pada 43 rpm, suhu  $300^{\circ}$  C konstan, dengan menggunakan bahan bakar biomassa sekam padi dan tanpa *water jacket*.

Gambar 8 merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan perfomansi antara *rotary feeder* dengan *screw feeder* pada putaran 43 rpm, suhu konstan pada tungku bakar  $300^{\circ}$  C. Dengan menggunakan bahan bakar biomassa sekam padi tanpa *water jacket* dapat dilihat bahwa dari 10 kali pengujian kemampuan dari *rotary feeder* lebih baik dari *screw feeder*.

## 5. Kesimpulan

Dari perancangan dan pengujian *fuel feeder* yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

- Tipe rotari memberikan performansi lebih baik selama pengujian pada kondisi yang sama dibandingkan dengan tipe *screw*.
- Dari hasil pengujian untuk kedua jenis *feeder* dengan menggunakan biomassa serbuk kayu ditemukan tidak terjadi pemanpatan selama variasi yang dilakukan. Hal ini disimpulkan bahwa pemanpatan pada biomassa sekam padi terjadi karena adanya kandungan silika yang menyebabkan terjadinya penggumpalan walau

pada temperatur rendah.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Perguruan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional melalui Hibah Strategis Nasional dengan Kontrak: 518/SP2H/PP/DP2M/2010

## Daftar Pustaka

- [1]. Natarajan E., Nordin A., Rao A.N., *Overview of combustion and gasification of rice husk in fluidized bed reactors*. Biomass and Bioenergy Vol. 14( 5-6), 1998, hal. 533-546.
- [2]. M.Y. Gundugdo., *Design improvements on rotary valve particle feeders used for obtaining suspended airflows* , Fuel 2003.
- [3]. Winaya I N.S., Ardhikayana I B., I G.N.P Tenaya, Fuel Feeder tipe ulir untuk banah bakar biomasa, Cakram, 2009, hal. 176-183.
- [4]. Basu, P., Kefa Cen, Jestin L., *Boilers and Burners, Design and Theory*, Springer – Verlag New York Inc. , 2001



