

KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN BATUBARA DAN LIMBAH PADAT PERTANIAN

Wahyudi

ABSTRAK

Penelitian karakteristik pembakaran biobriket dari campuran batubara dan limbah pertanian (ampas tebu, serbuk kayu dan sekam padi) telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran bahan bakar, laju aliran udara, temperatur udara preheat dan tekanan pembriketan terhadap laju pembakarannya, Karena kandungan volatile matter yang relatif tinggi pada limbah pertanian , maka penurunan massa pada pembakaran biobriket yang mengandung lebih banyak limbah pertanian akan terjadi lebih cepat. Laju pembakaran maksimum yang terjadi, semakin tinggi pada biobriket yang mengandung lebih banyak limbah pertanian .Penurunan massa juga akan semakin cepat jika kecepatan aliran udara dinaikkan , demikian juga jika temperatur udara preheat semakin tinggi. Tekanan pembriketan juga berpengaruh pada penurunan massa walaupun tidak terlalu besar.

Kata kunci : biobriket, batubara, limbah pertanian

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki cadangan batubara yang cukup besar, namun demikian pemanfaatan batubara sebagai bahan bakar belum terlalu luas jika dibandingkan dengan bahan bakar lain seperti minyak, gas alam, kayu bakar dan sebagainya. Salah satu penyebabnya adalah penyalaan batubara yang relatif lebih sulit.

Sedangkan sebagai negara agraris, Indonesia juga memiliki limbah pertanian yang melimpah, yang biasa dipakai sebagai bahan bakar oleh masyarakat pedesaan. Limbah pertanian mengandung lebih banyak volatile matter dibanding batubara. Hal tersebut menyebabkannya mudah menyala dan terbakar (Naruse, 1999).

Apabila kedua jenis bahan bakar tersebut dikombinasikan, diharapkan terbentuk suatu biobriket yang merupakan campuran dari batubara dan bahan bakar padat limbah pertanian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran bahan bakar, laju aliran udara, temperatur udara preheat dan tekanan pembriketan terhadap laju pembakarannya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran karakteristik pembakaran briket dari campuran batubara dan bahan bakar padat limbah pertanian sehingga dapat diperoleh suatu bentuk biobriket yang relatif murah untuk keperluan rumah tangga dan industri kecil.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serbuk briket batubara produksi PT Bukit Asam tipe telur.
2. Serbuk limbah pertanian.

Analisis elemen bahan bakar dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia PAU UGM. Pengukuran partikel dilakukan di LakFip Pusat UGM. Komposisi bahan bakar (% berat) dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 1. Komposisi bahan bakar yang diuji

Property	Batubara	Ampas Tebu	Serbuk kayu	Sekam Padi
Kadar air (%)	7,47	12,28	13,57	11,51
Volatile matter (%)	24,91	79,5	51,41	68,42
Fixed Carbon (%)	53,95	2,33	33,71	8,8
Kadar abu (%)	13,67	5,89	1,31	11,27
Kadar C (%)	58,7	10,86	8,22	15,35
Nilai Kalor (MJ/kg)	5860,173	4215,76	4471,144	4277,401

3. LPG; untuk memanaskan udara pembakaran

Peralatan

Alat yang digunakan berupa silinder sebagai suatu ruang bakar yang dihubungkan dengan blower untuk suplai udara. Sampel bahan bakar diletakkan pada suatu plat yang digantungkan ke timbangan , untuk mengamati pengurangan massa selama pembakaran.

Alat ini dilengkapi dengan alat-alat ukur dan instrumentasi, sebagai berikut:

- Blower

Dipasang pada pipa galvanis 1,5 inch untuk mensuplai udara pembakaran.

- Katup Pengatur (*control valve*)

Sebuah *control valve* dipasang pada keluaran blower, digunakan untuk mengatur laju aliran

- Termokopel

Ada 4 buah termokopel yang digunakan, yaitu untuk mengukur temperatur udara sekeliling, untuk mengukur temperatur udara preheat, untuk mengukur temperatur dinding silinder yang dekat dengan heater dan untuk mengukur temperatur gas di dekat sampel. Temperatur-temperatur ini dibaca dengan menggunakan sebuah *digital thermocouple reader* .

- *Electronic Top Pan Balance .*

Digunakan untuk mengukur pengurangan massa dari partikel yang terbakar.

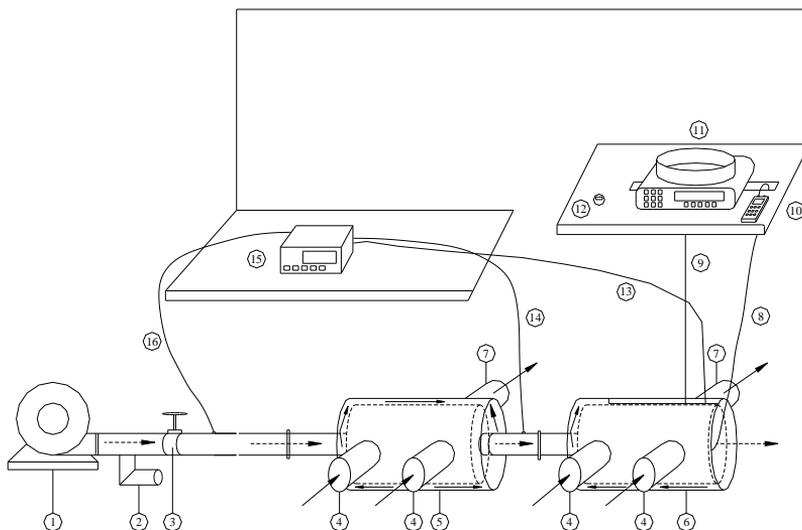
- *Stop Wacht*

Pengurangan massa diukur pada interval waktu yang sama , untuk itu dipakai stop watch .

- *Anemometer*

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara di dalam ruang bakar.

Susunan alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Alat penelitian

Keterangan :

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Blower | 9. Kawat penggantung sampel bahan bakar |
| 2. Saluran by pass | 10. Digital thermocouple reader |
| 3. Katup pengatur aliran udara | 11. Electronic top pan balance |
| 4. Saluran masuk LPG heating | 12. Stop wacht |
| 5. Tabung udara preheat | 13. Termokopel pengukur gas pembakaran |
| 6. Furnace wall heater | 14. Termokopel pengukur udara preheat |
| 7. Saluran buang LPG heating | 15. Digital termocouple reader |
| 8. Termokopel pengukur suhu dinding. | 16. Termokopel pengukur suhu udara dari blower |

- > Aliran udara
 —————> Aliran LPG heating

Cara Penelitian

Secara umum jalannya penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan briket dan pembakaran briket tersebut.

a. Pembuatan Briket

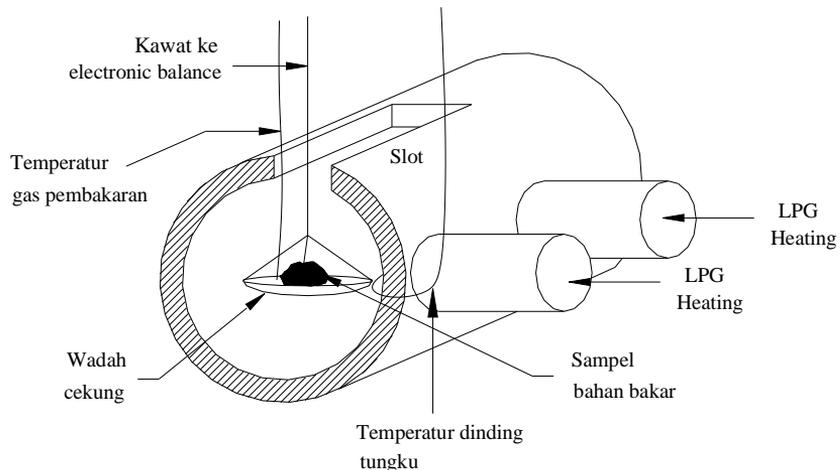
Pembuatan briket dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Batubara ditumbuk hingga menjadi butiran halus (serbuk)
2. Serbuk batubara dicampur dengan limbah pertanian pada berbagai komposisi campuran (berdasarkan berat)
3. Campuran diberi perekat dan dipress dengan tekanan $20.382,16 \text{ kg/m}^2$ sehingga menjadi briket
4. Briket dikeringkan pada sinar matahari selama 3 hari

b. Pembakaran Briket

Pembakaran briket dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Setting kondisi pembakaran.
Laju aliran udara diukur dengan anemometer, pembukaan katup burner dan tekanan gas diatur sama untuk setiap percobaan
2. Sampel bahan bakar diletakkan di wadah cekung dan dipasang pada pusat aliran dari furnace wall heater (Gambar 2)



Gambar 2. Penempatan Sampel Bahan Bakar

3. Burner dinyalakan dan blower dihidupkan.
4. Pada suhu gas tertentu mulai dicatat massa bahan bakar, temperatur T_a , T_A , T_W , T_g . Pencatatan berikutnya dilakukan tiap interval waktu 3 menit dengan bantuan stop watch.
5. Pengambilan data dilakukan sampai tidak ada lagi pengurangan massa dari bahan bakar yang dibakar (*burn out*)

Analisa data dilakukan dengan membuat grafik pengurangan massa bahan bakar terhadap waktu, grafik laju pembakaran terhadap waktu serta grafik perubahan temperatur terhadap waktu. Dari grafik-grafik tersebut serta data-data pengujian lainnya akan dapat dipelajari karakteristik pembakaran campuran batubara dan limbah peternakan

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

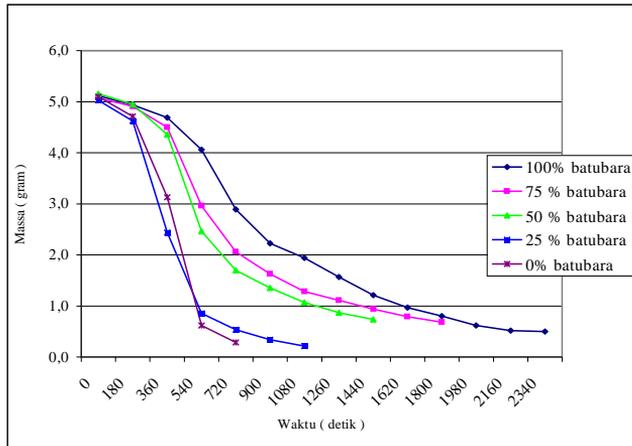
Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Terhadap Laju Pembakaran

1. Campuran Batubara dan Ampas Tebu

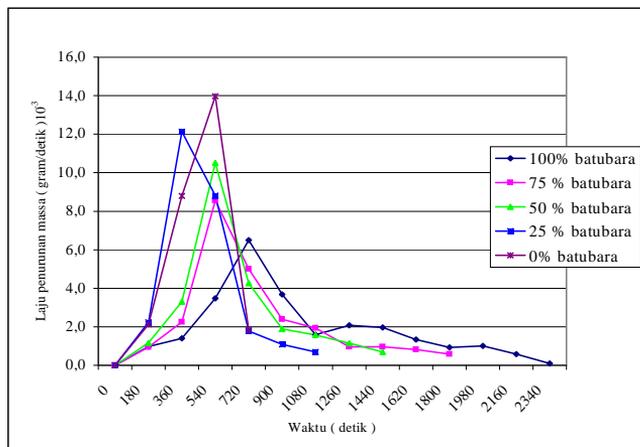
Pengujian pengaruh komposisi bahan bakar terhadap laju pembakaran dilakukan untuk komposisi bahan bakar (% berat) yang terdiri dari

- 100% batubara,
- 75 % batubara dan 25% ampas tebu
- 50 % batubara dan 50% ampas tebu
- 25 % batubara dan 75% ampas tebu
- 100% ampas tebu

Massa briket rata-rata 5,25 gram. Kecepatan udara 0,3 m/detik, dan sampel dibakar pada temperatur udara preheat 66-130 °C dan dinding tungku 360-618 °C. Temperatur lingkungan rata-rata 28 °C. Pengaruh komposisi bahan bakar terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 3a dan 3b.



Gambar 3a. Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran briket campuran ampas tebu dan batubara



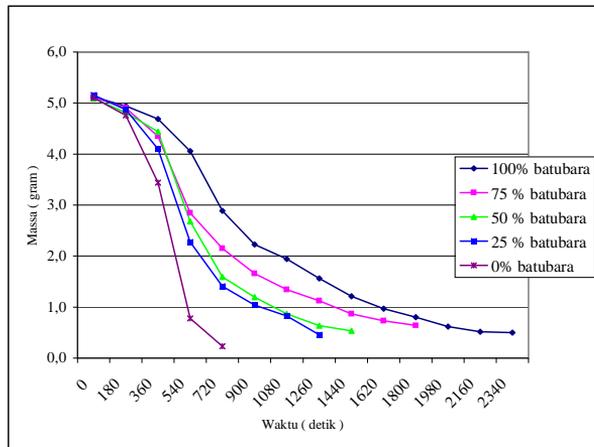
Gambar 3b. Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran briket campuran ampas tebu dan batubara

2. Campuran Batubara dan Serbuk Kayu

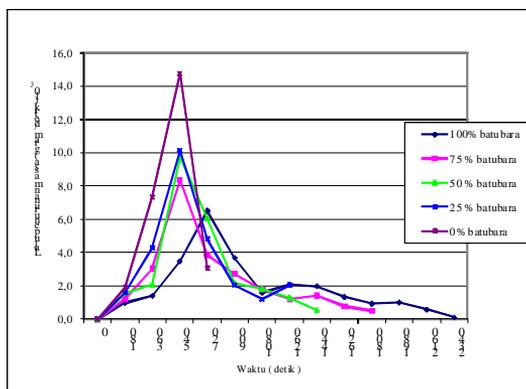
Pengujian pengaruh komposisi bahan bakar terhadap laju pembakaran dilakukan untuk komposisi bahan bakar (% berat) yang terdiri dari:

- 100% batubara,
- 75 % batubara dan 25% serbuk kayu
- 50 % batubara dan 50% serbuk kayu
- 25 % batubara dan 75% serbuk kayu
- 100% serbuk kayu

Massa briket rata-rata 5,25 gram. Kecepatan udara 0,3 m/detik, dan sampel dibakar pada temperatur udara preheat 60-136 °C dan dinding tungku 360-633 °C. Temperatur lingkungan rata-rata 28 °C. Pengaruh komposisi bahan bakar terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 4a dan 4b.



Gambar 4a. Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran briket campuran serbuk kayu dan batubara



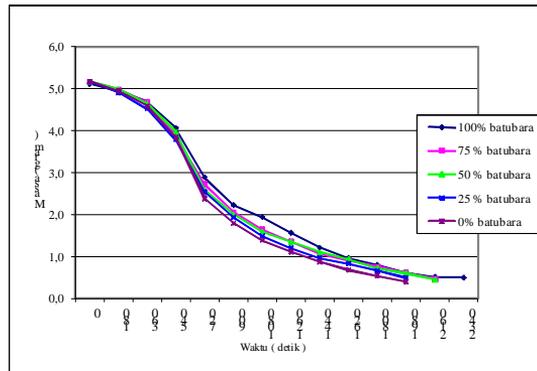
Gambar 4b. Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran briket campuran serbuk kayu dan batubara

3. Campuran Batubara dan Sekam Padi

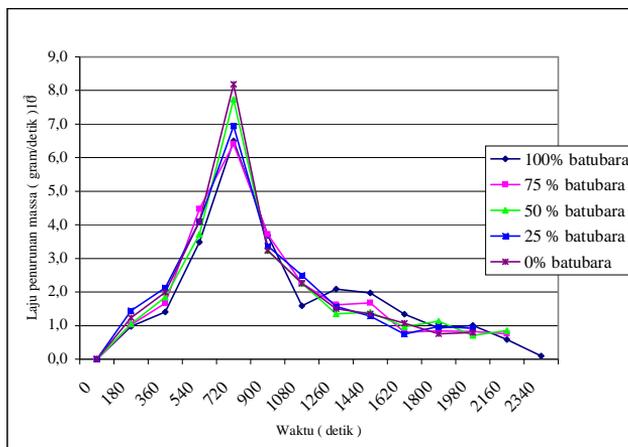
Pengujian pengaruh komposisi bahan bakar terhadap laju pembakaran dilakukan untuk komposisi bahan bakar (% berat) yang terdiri dari

- 100% batubara,
- 75 % batubara dan 25% sekam padi
- 50 % batubara dan 50% sekam padi
- 25 % batubara dan 75% sekam padi
- 100% sekam padi

Massa briket rata-rata 5,25 gram. Kecepatan udara 0,3 m/detik, dan sampel dibakar pada temperatur udara preheat 60-140 °C dan dinding tungku 380-630 °C. Temperatur lingkungan rata-rata 28 °C. Pengaruh komposisi bahan bakar terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 5a dan 5b.



Gambar 5a. Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran briket campuran sekam padi dan batubara



Gambar 5b. Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran briket campuran sekam padi dan batubara

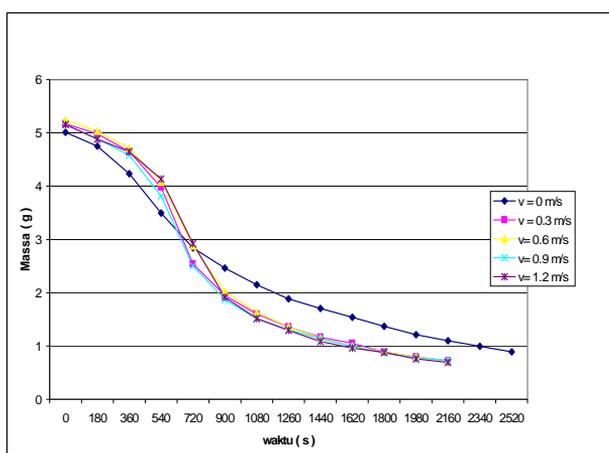
Dari grafik pada Gambar 3a terlihat bahwa penurunan massa paling lambat terjadi pada briket yang terbuat dari 100% batubara. Penurunan massa briket yang merupakan campuran 75 % batubara dan 25 % ampas tebu sedikit lebih cepat dari briket dengan 100 % batubara. Demikian selanjutnya semakin banyak campuran ampas tebu maka penurunan massa akan semakin cepat. Penurunan massa briket dengan 100 % ampas tebu adalah yang paling cepat.

Demikian juga dengan yang terjadi pada briket batubara yang dicampur serbuk kayu (Gambar 4a). Perbedaan penurunan massa dari masing-masing komposisi pada briket campuran batubara dan sekam padi relatif sedikit (Gambar 5a).

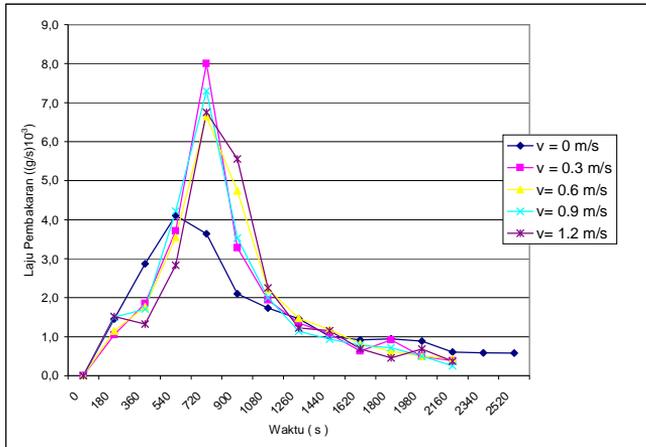
Pada Gambar 3b. terlihat bahwa laju pembakaran maksimum lebih tinggi pada campuran bahan bakar yang lebih banyak mengandung ampas tebu, demikian juga untuk briket yang terbuat dari campuran serbuk kayu (Gambar 3b.) maupun sekam padi (Gambar 5b). Hal tersebut disebabkan oleh kadar volatile matter yang lebih banyak pada biomass

Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Terhadap Laju Pembakaran

Pengujian pengaruh kecepatan aliran udara terhadap laju pembakaran dilakukan untuk kecepatan $V = 0 \text{ m/s}$, $V = 0,3 \text{ m/s}$, $V = 0,6 \text{ m/s}$, $V = 0,9 \text{ m/s}$ dan $V = 1,2 \text{ m/s}$. Komposisi campuran bahan bakar 50% batubara- 50% sekam padi. Massa briket rata-rata 5,25 gram. Sampel dibakar pada temperatur udara preheat 67-170 $^{\circ}\text{C}$ dan dinding tungku 379-632 $^{\circ}\text{C}$. Temperatur lingkungan rata-rata 25 $^{\circ}\text{C}$. Pengaruh kecepatan aliran udara terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 6a dan 6b.



Gambar 6a. Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran briket dengan kecepatan aliran udara yang berbeda



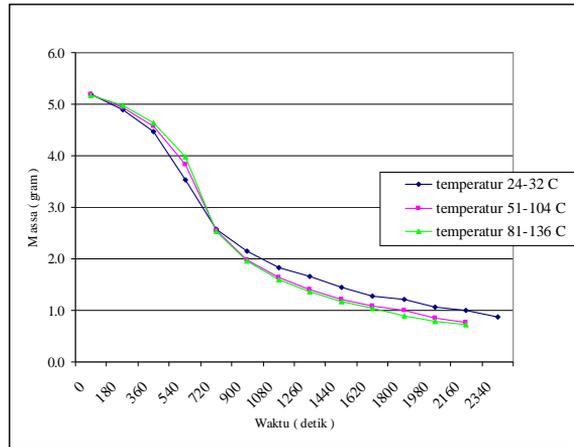
Gambar 6b. Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran dengan kecepatan aliran udara yang berbeda

Dari Gambar 6a terlihat bahwa semakin tinggi laju kecepatan udara, penurunan massa akan semakin cepat, walaupun perbedaannya tidak terlalu besar.

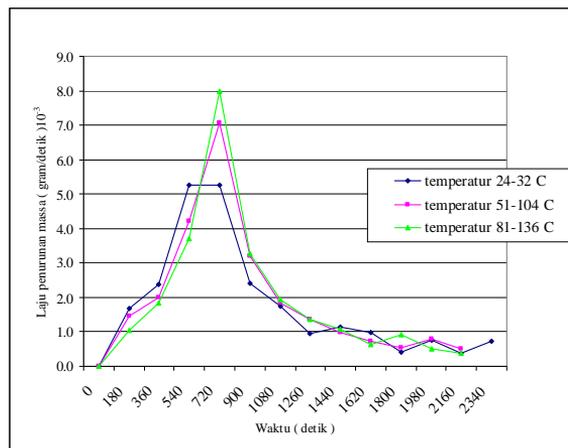
Penelitian yang dilakukan Ragland dan Yang (1985) pada partikel batubara berdiameter 4-12 mm juga menunjukkan hal yang sama. Demikian juga dengan hasil yang diperoleh Blackham (1994) pada pembakaran batubara berukuran 5-10 mm.

Pengaruh Temperatur Udara Preheat Terhadap Laju Pembakaran

Pengujian pengaruh udara preheat terhadap laju pembakaran dilakukan pada komposisi campuran bahan bakar 50 % batubara dan 50% sekam padi dengan diameter briket 25 mm. Massa briket rata-rata 5,25 gram. Sampel dibakar pada udara preheat yang bervariasi. Temperatur udara preheat 24-32 °C, 51-104 °C dan 81-136 °C sedangkan suhu dinding tungku 380-584 °C. Temperatur lingkungan rata-rata 25 °C. Pengaruh udara preheat terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 7a dan 7b.



Gambar 7a Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran dengan temperatur udara preheat yang berbeda



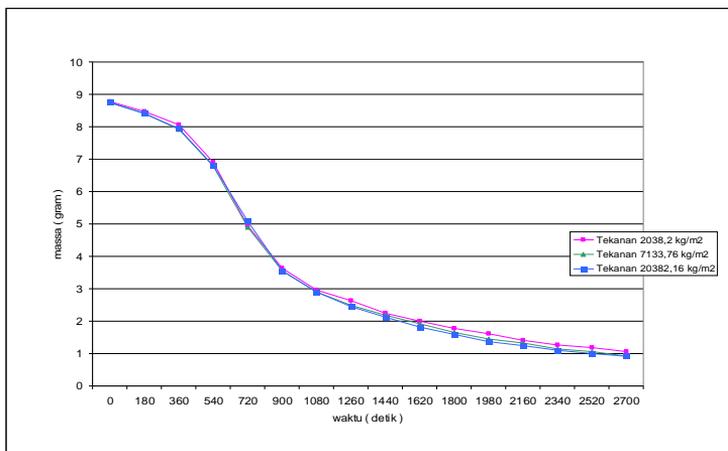
Gambar 7b Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran dengan temperatur udara preheat yang berbeda

Gambar 7a menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur udara preheat, maka pengurangan massa akan semakin cepat dan laju pengurangan massa maksimum akan semakin tinggi (Gambar 7b).

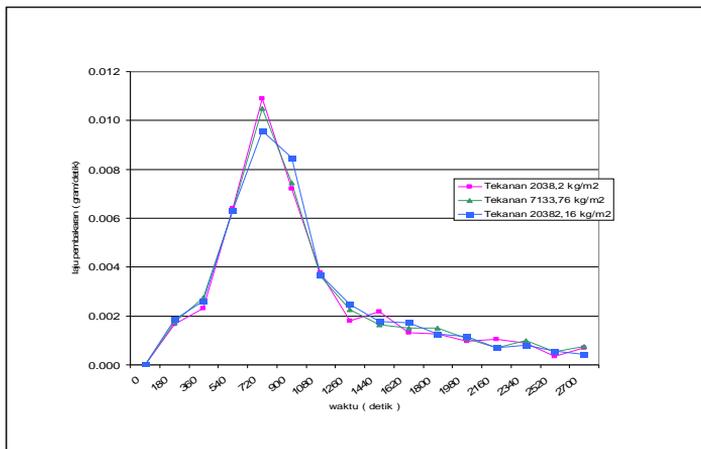
Pengaruh tekanan pembriketan terhadap laju pembakaran

Pengujian pengaruh tekanan pembriketan bahan bakar terhadap laju pembakaran dilakukan pada komposisi campuran bahan bakar 50 % batubara dan 50% sekam padi dengan variasi tekanan pembriketan bahan bakar $2038,2 \text{ kg/m}^2$, $7133,76 \text{ kg/m}^2$ dan $20.382,16 \text{ kg/m}^2$

Massa briket rata-rata 8,8 gram. Kecepatan udara 0,3 m/detik, dan sampel dibakar pada temperatur udara preheat 72-126 °C dan dinding tungku 329-591 °C. Temperatur lingkungan rata-rata 28,5 °C. Pengaruh berat jenis campuran bahan bakar terhadap pengurangan massa dan laju pembakaran dapat dilihat pada Gambar 8a dan 8b.



Gambar 8a Grafik pengurangan massa terhadap waktu pada pembakaran dengan tekanan pembriketan yang berbeda



Gambar 8b Grafik laju pembakaran terhadap waktu pada pembakaran dengan tekanan pembriketan yang berbeda

Dari grafik terlihat bahwa untuk briket dengan tekanan pembriketan yang paling kecil akan mengalami penurunan massa yang paling cepat. Hal ini disebabkan karena briket yang tekanan pembriketannya rendah mempunyai pori (rongga) yang lebih besar daripada briket yang tekanan pembriketannya tinggi, sehingga oksigen lebih mudah berdifusi .

Briket yang tekanan pembriketannya rendah mempunyai density yang lebih kecil, sehingga burning ratenya juga lebih kecil. Penelitian pembakaran kayu oleh Huff menunjukkan bahwa untuk density yang lebih rendah, laju pembakaran semakin tinggi.

KESIMPULAN

1. Briket yang mengandung campuran biomass lebih banyak akan lebih mudah menyala dan waktu pembakaran lebih cepat
2. Pada penelitian pengaruh laju aliran udara, semakin besar laju aliran udara, pengurangan massa akan semakin cepat.
3. Jika temperatur udara yang dialirkan ke ruang bakar semakin tinggi akan menyebabkan pengurangan massa semakin cepat.
4. Tekanan pembriketan yang rendah menyebabkan bahan bakar tersebut lebih pendek burning timenya

DAFTAR PUSTAKA

- Bateman, K.J., Germane, G.J., Smooth, L.D., Blackham, A.U., and Eatough C.N., 1995, "Effect of pressure on oxidation rate of millimeter-sized char particles", *Fuel*, 74, 1466-1474
- Blackham, A.U., Smooth, L.D., and Yousefi, P., 1994, "Rates of oxidation of millimeter-sized char particles: simple experiments", *Fuel*, 73, 602-612
- Borman, G.L., and Ragland, K.W., 1998, "Combustion Engineering", McGraw Hill Publishing Co, New York. 14.1-14.20
- Dujambi, S., 1999, "Burning Rate of Single Large Coal Briquettes : An Investigation on The Effect of Size, Air Preheat, Furnace Wall Temperature and Air Flow Rate", Thesis, Gadjah Mada University
- Ghetti, P., Ricca, L., Angelini, L., 1996, "Thermal analysis of biomass and corresponding pyrolysis product", *Fuel*, 75, pp 565-573
- Huff, R.H., "Effect of Size, Density, Moisture and Furnace Wall Temperature on Burning Times of Wood Pieces",
- Kanury, A.M., 1975, "Introduction to Combustion Phenomena", Gordon and Breach Science Publishers, New York, pp 195-216
- McGhee, B., Norton, F., Snape, C.E., Hall, J.P., 1995, "The copyrolysis of poly(vinylchloride) with cellulose derived material as a model for municipal waste derived chars", *Fuel*, 74, 28-31
- Naruse, I., Lu, G., Kim, H., and Yuan, J., 1999, "Combustion Behavior and Emission Control in Biobriquette Combustion", Proc. Intl. Conf. On Mech. Eng., Tanzania

- Naruse, I., Gani, A., Morishita, K., 2001 ,”*Fundamental characteristics on Co Combustion of Low Rank Coal with Biomass*”,
- Naruse, I., Lu, G., Kim, H., Yuan, J., Ohtake,K., 1999,”*Study on Characteristics of Self Desulfurization and Self Denitrification in Biobriquette Combustion*”, The 27th Symposium (International) on Combustion.
- Nienow, S., McNamara, K.T., Gillespie, A.R., 2000, “*Assesing Plantation Biomass for Co-firing with Coal in Northern Indiana : A Linear Programming Approach*”, Journal of Biomass and Bioenergy, 18, pp. 125-135.
- Ragland, K.W., Yang, J.T.,1985,"Combustion of millimeter sized coal particles in convective flow", *Combustion and Flame*, 60,285-297
- Singer, J.G., 1991,”*Combustion Fossil Power : A Reference Book on Fuel Burning and Steam Generation*”, 4th Ed, Connecticut, USA
- Saptoadi, H., 1999,”*Combustion Model of Coal-Peat Briquettes*”,Coal-Tech’99 Jakarta, pp. 248-257
- Smith,I.W.,1982,”*The Combustion Rates of Coal Chars : A Review*”, 19th International Symposium on Combustion, The Combustion Institute , pp. 1045-1065.
- Turns, S.R., 1996, “*An Introduction o Combustion*”, McGraw-Hill Inc. Singapore, pp. 443-437
- Werther, J., Saenger, M., Hartge, E.U., Ogada, T., Siagi, Z., 2000,”*Combustion of Agricultural Residues*”, Journal of Progress in Energy and Combustion Science, 26, pp. 1-27
- Winter, F., Prah, M.E., Hofbaver,H., 1997, “Temperaturs in a fuel particle burning in a fluidized bed, the effect of drying, devolatilization, and char combustion”, *Combustion and Flame*, 108, 302-314