

PENGEMBANGAN BURNER BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS UNTUK MENINGKATKAN EFESIENSI PEMBAKARAN KALSINASI KAPUR AKTIF

Ariawan Wahyu Pratomo, Poedji Haryanto, Paryono, Suyadi

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: ariawanwhp@yahoo.co.id

Abstrak

Proses produksi batu kapur aktif di Rembang saat ini sebagian masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan membakar batu kapur pada tungku tegak (cobong), proses produksi ini biasanya 7-10 hari, dengan menggunakan bahan bakar serbuk kayu, sehingga kurang efisien dan berpotensi merusak lingkungan. Merujuk pada penelitian sebelumnya (Ariawan, 2012) telah berhasil membuat prototipe burner berbahan bakar oli bekas untuk pengecoran kuningan dengan panas diatas 10000 C, sehingga teknologi ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan pada pembakaran kalsinasi kapur aktif. Namun demikian, tentunya ada perbedaan karakteristik pembakaran antara pengecoran kuningan dan kalsinasi. Oleh karena itu dalam penelitian ini bertujuan meneliti pengembangan burner yang sesuai dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif. Metoda yang digunakan adalah mengembangkan burner berbahan bakar limbah oli bekas hasil penelitian sebelumnya sehingga cocok dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif, dengan tahapan kegiatan meliputi: (a) identifikasi masalah, (b) pembuatan rancangan dan modifikasi burner (c) implementasi pengembangan burner untuk pembakaran kalsinasi kapur aktif (d) uji performa burner hasil pengembangan (e) evaluasi dan update, (f) test/pengujian kinerja burner hasil perbaikan dan modifikasi (g) pengoperasian mesin. Hasil pengujian burner dapat diketahui bahwa kinerja unit burner bisa menghasilkan nyala api kontinyu pada tekanan diatas 4 bar, ini lebih rendah dari penelitian sebelumnya yaitu 5 bar. Pengujian pembakaran kalsinasi kapur aktif dengan metode burner ditembakkan di dalam tungku dan digeser secara berkala setiap 8 jam menunjukkan hasil yang terbaik dibanding dengan metode tungku tegak dan tungku rotary dengan burner statis di ujung tungku. Pengujian produk hasil kalsinasi kapur aktif menunjukkan bahwa produk kapur aktif yang dihasilkan sudah memenuhi standar.

Kata Kunci : “kalsinasi”, “kapur aktif”, “burner”, “oli bekas”

1. Pendahuluan

Jawa Tengah khususnya daerah Rembang merupakan salah satu daerah penghasil batu kapur dengan kualitas terbaik di Indonesia. Batu kapur rembang rata-rata memiliki Kadar CaCO_3 Diatas 97%, sehingga produk turunannya banyak diminati industri. Berdasarkan data dari dinas ESDA kabupaten Rembang (2015), potensi tambang batu kapur di Rembang sekitar 2.213.500.000 meter kubik. Dari data diatas masih kurang dari 5% yang sudah diekplorasi sehingga ketersediaan bahan baku masih mudah, murah dan melimpah. Selama ini batu kapur rembang sebagian besar diolah menjadi dua produk utama yaitu batu kapur giling dan batu kapur aktif (melalui proses pembakaran), dimana nilai ekonomis kapur aktif 4x lebih tinggi dari kapur giling. Pemasaran produk turunan batu kapur ini antara lain; Pabrik Pupuk, Kaptan (Kapur Pertanian), Pabrik Kertas, Industri Semen,

Industri Karbit, Pabrik gula, Pabrik baja, Industri kimia dll.

Proses pembuatan kapur aktif secara kimiawi dikenal dengan proses kalsinasi atau penguraian kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO)

terjadi pada suhu 900°C . Proses produksi batu kapur aktif di Rembang saat ini masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan membakar batu kapur pada tungku tegak (cobong), proses produksi ini biasanya selama 7-10 hari dengan menggunakan bahan bakar serbuk kayu.

Permasalahan yang timbul dalam cara pembuatan kapur aktif secara tradisional dengan bahan bakar kayu: 1) Memerlukan jumlah bahan bakar yang besar, karena kayu hanya menghasilkan 4030 kcal/kg (jika terbakar sempurna) dengan efisiensi pembakaran 15%, padahal secara teoritis terurainya kalsit (partikel CaCO_3) membutuhkan 7600 kcal/kg (Oates,

1998 ; 2) Waktu pembakaran yang lama, karena karakteristik nilai kalor dan efisiensi pembakaran kayu yang rendah, maka untuk mencapai suhu kalsinasi (900°C) memerlukan waktu yang lama; 3) Dalam jangka panjang akan merusak lingkungan.

Merujuk pada penelitian sebelumnya, Ariawan (2012) telah berhasil membuat prototipe burner berbahan bakar oli bekas untuk pengecoran kuningan dengan panas di atas 1000°C , sehingga teknologi ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan pada proses pembakaran kalsinasi kapur aktif. Namun demikian, tentunya ada perbedaan karakteristik pembakaran antara pengecoran kuningan dan kalsinasi. Pada pengecoran kuningan pemanasannya tidak langsung dan tungku kecil sehingga memerlukan nyala api yang tidak besar tetapi kenaikan suhu secepat mungkin, sedangkan pada proses kalsinasi pemanasan langsung dan tungku besar sehingga memerlukan nyala api besar dan perambatan panas yang tidak terlalu cepat. Oleh karena itu dalam penelitian bertujuan meneliti pengembangan burner berbahan bakar limbah oli bekas, sehingga cocok dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif.

1.1 Kalsinasi Batu Kapur

Boynton (1990) mendefinisikan batu kapur sebagai batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat, berwarna putih, abu-abu kuning tua, abu-abu kebiruan, jingga dan hitam. Berat jenisnya $2,6 - 2,8 \text{ gr/cm}^3$ dan dalam keadaan murni berbentuk kristal kalsit, terdiri dari CaCO_3 . apabila diberi larutan asam (HCL), batu kapur akan larut dan mengeluarkan gas tak berbau yaitu CO_2 , kalsinasi batu kapur pada suhu tinggi akan melepaskan gas CO_2 dan sisanya disebut "*quicklime*" yang terdiri dari kalsium oksida (CaO). Apabila *quicklime* tersebut di beri air, maka akan terjadi penghidratan yang cepat menjadi kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) atau disebut "*hydrated lime*".

Proses terjadinya kalsinasi atau penguraian

kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO) terjadi pada suhu 900°C , artinya pada suhu tersebut terjadi pemisahan sempurna dari CaCO_3 menjadi CaO . Secara teoritis terurainya kalsit (partikel CaCO_3) membutuhkan 7600 kcal/kg (Oates, 1998).

1.2 Teknologi Pembakaran (Burning Technology)

Pembakaran yang baik memerlukan 5 syarat, yaitu (a) Pencampuran reaktan secara murni, akan tetapi hal ini secara aktual tidak dapat terjadi sehingga diperlukan adanya udara tambahan (excess air), (b) suplai udara yang cukup, (c) suhu yang cukup untuk memulai pembakaran/ reaksi kimia, (d) waktu yang cukup untuk kelangsungan pembakaran/ reaksi, (e) kerapatan/ densitas yang cukup untuk merambatkan nyala api (Muin, 1988).

Proses pembakaran dari semburan bahan bakar cair melalui tahap-tahap: 1) Pemanasan droplet dan penguapan komponen-komponen bertitik didih rendah, 2) Penyalaan volatile di sekeliling droplet, 3) Dekomposisi termal, pendidihan dan pembengkakan droplet, 4) Dekomposisi termal dari droplet berlanjut selama nyala api volatile masih berlanjut, 5) Residu karbon terbakar pada permukaan dengan laju pembakaran sekitar $1/10$ laju pembakaran droplet awal.

Pembakaran dikatakan sempurna bila semua campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan stokiometrik, sehingga tidak diperoleh sisa. Bila perbandingan oksigen terlalu banyak, dikatakan campuran "*miskin (lean)*". Pembakaran ini menghasilkan api oksidasi. Sebaliknya, jika bahan bakar terlalu banyak (atau tidak cukup oksigen), dikatakan campuran "*kaya (rich)*". Pembakaran ini menghasilkan api reduksi. Api reduksi ditandai oleh lidah api panjang, kadang sampai berasap.

1.3 Burner Berbahan bakar Oli Bekas

Penelitian tentang pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar (Raharjo, 2009) adalah dengan cara mencampur oli bekas dengan minyak tanah, kemudian diinjeksikan kedalam

atomizing burner. Ariawan (2012) berhasil membuat prototipe burner berbahan bakar oli bekas tanpa campuran untuk pengecoran kuningan dengan panas diatas 1000⁰C. Penelitian ini kemudian dikembangkan pada penelitian terapan lanjutan dengan memodifikasi burner berbahan bakar limbah oli bekas menggunakan metode pre-heating (Ariawan dkk,2012). Hasil penelitian ini menghasilkan burner dengan output suhu yang lebih tinggi, dan tekanan untuk atomizing yang lebih rendah .

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan burner berbahan bakar limbah oli bekas, sehingga cocok dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif. Dengan adanya pengembangan ini diharapkan burner hasil penelitian dapat mensubtitusi penggunaan kayu sebagai bahan bakar kalsinasi kapur aktif yang cenderung boros, kurang ekonomis dan berpotensi merusak lingkungan.

2. Metode Penelitian

Metoda yang digunakan adalah mengembangkan burner berbahan bakar limbah oli bekas hasil penelitian sebelumnya sehingga cocok dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif, dengan tahapan kegiatan meliputi: (a) identifikasi masalah dan *initial requirements*, (b) pembuatan rancangan (desain) dan modifikasi burner (c) implementasi pengembangan burner disesuaikan dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif (d) uji performa burner hasil pengembangan (e) review/evaluasi dan update, (f) test/pengujian kinerja burner hasil perbaikan dan modifikasi (g) pengoperasian mesin.

Target utama dari penelitian ini adalah mengembangkan burner berbahan bakar limbah oli bekas hasil penelitian sebelumnya sesuai dengan karakteristik pembakaran kalsinasi kapur aktif. Indikatornya adalah burner bisa berfungsi baik sesuai karakteristik pembakaran yang diharapkan, biaya untuk bahan bakar lebih rendah dan waktu pembakaran lebih cepat. Untuk

mencapai indikator target maka disusun tahapan penelitian seperti gambar diatas, mulai dari identifikasi masalah sampai pengujian kinerja mesin.

Detail pengujian sebagai berikut:

2.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penilitian ini meliputi; unit burner oli bekas, kompresor, tungku kalsinasi, thermometer digital, batu kapur

2.2. Tempat Penelitian

Tempat untuk pengujian untuk penelitian ini: Jurusan Teknik Mesin POLINES dan UKM Toga Jaya Juwana

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini meliputi:

- Rancang burner oli bekas untuk pembakaran kalsinasi kapur aktif
- Pengujian parameter tekanan untuk menghasilkan nyala api kontinyu
- Pengujian burner pada tungku kalsinasi tegak
- Pengujian burner pada tungku kalsinasi rotary
- Pengujian produk kapur aktif hasil kalsinasi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Komponen utama burner oli bekas terdiri dari kompresor, tangki mixing bahan bakar dan udara, slang bahan bakar dan udara, nosel burner serta breaker. Detail burner hasil penelitian seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. Burner Berbahan Bakar Oli Bekas Hasil Penelitian

3.2. Pengujian Nyala Burner

Hasil pengembangan burner berbahan oli bekas selanjutnya dilakukan pengujian yang meliputi pengujian nyala burner, pengujian burner pada tungku tegak statis, pengujian burner pada tungku rotary (burner ditembakkan statis diujung dan burner digeser secara bertahap.



Gambar 2. Pengujian Nyala Burner

Pengujian kinerja unit burner dilakukan untuk mengetahui besarnya tekanan yang bisa menghasilkan nyala api kontinyu. Hasil pengujian dengan variasi tekanan 3,4,5 bar, dengan perbandingan bahan bakar olibekas dan udara 1 : 3, sbb :

Tabel 1 Hasil Uji Nyala Api Burner dengan Variasi Tekanan 3,4,5 Bar

No	Tek.	Pengujian		
		I	II	III
1	3 bar	Nyala tidak stabil	Nyala tidak stabil	Nyala tidak stabil
2	4 bar	Nyala api kontinyu	Nyala api kontinyu	Nyala api kontinyu
3	5 bar	Nyala api kontinyu	Nyala api kontinyu	Nyala api kontinyu

Dari data tabel diatas dapat diketahui bahwa kinerja unit burner bisa menghasilkan nyala api kontinyu pada tekanan diatas 4 bar. Hal ini lebih baik dari penelitian sebelumnya (ariawan, 2012), dimana api kontinyu pada tekanan diatas 5 bar.

3.3. Pengujian Burner untuk Kalsinasi

Pengujian burner untuk pembakaran kalsinasi kapur aktif dilakukan dengan dua tipe tungku, yaitu tungku tegak dan tungku rotary. Untuk pengujian di tungku rotary ada dua metode pengujian yaitu burner di tembakkan diujung tungku secara statis dan

burner ditembakkan di dalam tungku dan digeser secara bertahap. Kapasitas tungku yang digunakan adalah 8 ton batu kapur dan pengujian pembakaran selama 40 jam.

3.4. Pengujian burner untuk kalsinasi ditungku tegak

Hasil pengujian burner untuk pembakaran kalsinasi di tungku tegak hanya sekitar 40% batu kapur yang terkalsinasi dengan baik, yaitu bagian bawah keatas yang dekat dengan burner (sumber panas), sedangkan sisanya belum terkalsinasi dengan baik. Hal ini terjadi karena panas dari burner kurang terdistribusi secara merata terutama pada bagian tengah tungku keatas. Permasalahan ini bisa diatasi dengan memperpanjang waktu pembakaran dengan konsekwensi bertambahnya konsumsi bahan bakar yang berdampak pada meningkatnya biaya produksi.

Alternatif solusi lain adalah dengan memodifikasi tungku sehingga memungkinkan batu kapur yang telah terkalsinasi (warna kuning- abu abu) bisa dikeluarkan secara bertahap. Dengan demikian batu kapur yang diatasnya bisa turun dan mendapatkan panas yang cukup agar bisa terkalsinasi.



Gambar 3. Pengujian burner untuk kalsinasi ditungku tegak

3.5. Pengujian burner untuk kalsinasi di tungku rotary

1) Burner di tembakkan statis di ujung tungku

Hasil pengujian pembakaran batu kapur dengan metode ini sekitar 60% batu kapur yang terkalsinasi dengan baik. Batu kapur yang belum terkalsinasi terjadi pada batu kapur yang letaknya jauh dari sumber panas (burner). Hal ini terjadi karena waktu pembakaran yang kurang lama sehingga panas yang terjadi pada bagian tengah keujung jauh dari burner belum cukup untuk proses kalsinasi



Gambar 4. Pengujian burner pada tungku rotary dengan burner di tembakkan statis di ujung tungku

2) Burner di tembakkan didalam tungku dan digeser secara bertakala

Merujuk pada hasil pengujian pembakaran batu pada tungku rotary dengan metode burner ditembakkan statis di ujung tungku yang kurang maksimal, maka dicoba metode berikutnya dengan sedikit modifikasi. Burner ditembakkan di dalam tungku dan digeser secara berkala setiap 8 jam. Hasil pengujian menunjukkan lebih dari 80% batu kapur bisa terkalsinasi menjadi kapur aktif. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ini memberikan hasil yang terbaik aplikasi burner oli bekas untuk pembakar kalsinasi pembuatan kapur aktif dibanding dengan metode tungku tegak dan tungku rotary dengan burner statis di ujung tungku. Untuk lebih mengoptimalkan hasil kalsinasi menjadi mendekati 100%, ada beberapa alternatif rekomendasi yaitu penambahan waktu pembakaran, pengoptimalan jarak dan waktu penggeseran, pengaturan putaran tungku serta pengaturan ukuran dan susunan batu kapur di dalam tungku.



Gambar 5. Pengujian burner pada tungku rotary dengan burner ditembakkan didalam tungku dan digeser secara bertahap

3.6. Pengujian Produk Kapur Aktif Hasil Kalsinasi

Pengujian produk hasil kalsinasi apakah sudah sesuai dengan standar kapur aktif adalah dengan menyiram air pada batu kapur yang telah dikalsinasi kemudian diukur suhu batu kapurnya. Standar batu kapur aktif yang baik, ketika disiramkan air suhu batu kapur minimal 90° C.



Gambar 6. Pengujian Produk Kapur Aktif Hasil Kalsinasi

Hasil pengujian batu kapur aktif hasil kalsinasi ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2 Pengujian Produk Kapur Aktif Hasil Kalsinasi

No	Pengujian ke	Temperatur Kapur aktif (°C)
1	I	124
2	II	126
3	III	122
4	IV	134
5	V	130
Rata- rata		127

Dari data hasil pengujian dapat dilihat bahwa kapur aktif yang dihasilkan diatas standar kapur aktif yang baik.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian dapat dibuat kesimpulan:

- Hasil pengujian burner dapat diketahui bahwa kinerja unit burner bisa menghasilkan nyala api kontinyu pada tekanan diatas 4 bar, ini lebih rendah dari penelitian sebelumnya yaitu 5 bar.
- Pengujian pembakaran kalsinasi kapur aktif dengan metode burner ditembakkan di dalam tungku dan digeser secara berkala setiap 8 jam menunjukkan hasil yang terbaik dibanding dengan metode tungku tegak dan tungku rotary dengan burner statis di ujung tungku.
- Pengujian produk hasil kalsinasi kapur aktif menunjukkan bahwa produk kapur aktif yang dihasilkan sudah memenuhi standar.

6. Daftar Pustaka

- Ariawan W.P., 2012, **Rancang Bangun Burner Berbahan Bakar Oli**

Bekas untuk Pengecoran Kuningan, Jurnal Rekayasa Mesin.

- Ariawan W.P., Hery T., Aryo S., Suharto, Haryanto, 2012, **Modifikasi Burner Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas dengan Metode Pre-Heating untuk Aplikasi Pengecoran Kuningan**, Laporan Penelitian Terapan POLINES
- Boynton, Robert S., 1980, **Chemistry and Technology of Lime and Limestone**, A Wiley-Interscience Publication.
- Muin, S. 1988, **Pesawat-Pesawat Konversi Energi I**. Jakarta: CV. Rajawali.
- Oates J.A.H., 1998, **Lime and Limestone, Chemistry and Technology, Production and Uses**, Wiley-Vch.
- Raharjo, P.W, 2009, **Pemanfaatan Oli Bekas dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar pada Atomizing Burner**, Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Vol. 10, No. 2, 2009: 156 – 168.
- ESDA kabupaten Rembang, 2015