

**Pembuatan, Pemasangan dan Pengoperasian Tungku Perlakuan Panas
untuk Pande Besi**

Laporan Teknis
Pemasyarakatan Teknologi

Ir. Agus Sugiyono, M.Eng.

NIP. 680002567

Maret 2000

**Direktorat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi
Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan
BPPT**

Pembuatan, Pemasangan dan Pengoperasian Tungku Perlakuan Panas untuk Pande Besi

Agus Sugiyono, BPPT

1. Pendahuluan

Peralatan pertanian yang diproduksi pengrajin pande besi dewasa ini masih belum bisa memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) terutama kekerasan. Hal ini disebabkan karena :

- pemakaian bahan baku dari baja yang tidak standard
- pelaksanaan proses perlakuan panas yang kurang baik, yang antara lain karena pemakaian tungku yang tidak memenuhi persyaratan.

Untuk mengatasi kendala itu Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin (BBLM), Bandung telah merancang dan membuat tungku untuk perlakuan panas. BBLM bekerja sama dengan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta telah memasyarakatkan tungku ini di beberapa sentra industri kecil pande besi di Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur selama tahun anggaran 1998/1999.

Fungsi dari tungku perlakuan panas ini ada 3 macam, yaitu sebagai pemanas untuk proses tempa, sebagai pemanas untuk proses pengerasan (*quenching* dan *tempering*), dan untuk proses karburasi baja yang berkadar karbon rendah. Dengan menggunakan tungku ini diharapkan dapat meningkatkan mutu produk industri kecil pande besi sesuai SNI dan dapat untuk meningkatkan efisiensi proses perlakuan panas.

2. Pembuatan dan Pemasangan Tungku

Untuk membuat tungku ini diperlukan bahan dan peralatan. Keseluruhan bahan dirangkumkan pada Tabel 1. Tidak semua bahan ini tersedia di lokasi pande besi, sehingga ada beberapa bahan yang harus dibuat atau didatangkan dari tempat khusus, seperti bata tahan api dan tutup kotak.

Tabel 1. Bahan Untuk Pembuatan Tungku

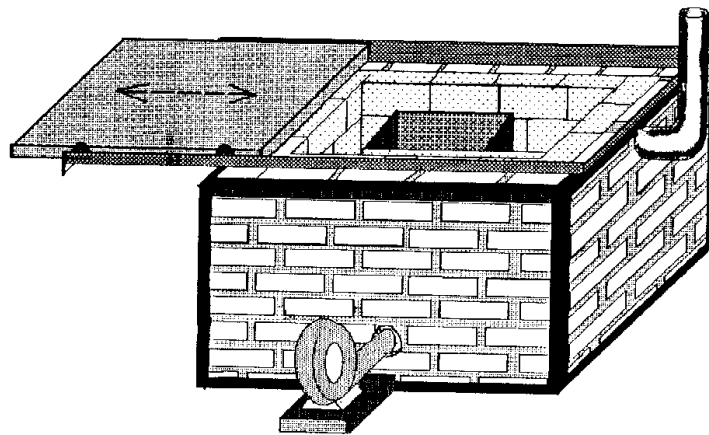
No.	B a h a n	Penggunaan	Unit	Jumlah
1	Bata Merah	Dinding Luar	Buah	200
2	Semen Portland	Dinding Luar	Buah	100
3	Bata tahan api SK 34	Dinding Tungku (dalam)	Buah	100
4	Castable material	Dinding dalam	Kg	10
5	Semen api	Tutup tungku	Kg	25
6	Blower 1/4 PK		buah	1
7	Besi siku L 50 X 50	Rangka tungku	Meter	7
8	Pipa D 1 inchi	Saluran udara	Meter	4
9	Bearing D 2,5 Inchi	Penggelincir tutup	Buah	4
10	Kotak, baja 500 X 300 X 500	Kotak Bahan	Buah	1
11	Tutup kotak, baja 500 X 300 X 500	Tutup Kotak Bahan	Buah	1

Peralatan yang dibutuhkan merupakan peralatan untuk tukang seperti : cetok, meteran, siku besi, pasak besi yang digunakan untuk memotong bata api, pukul besi yang digunakan merapatkan sambungan bata api, pacul, lepan, ember untuk adukan semen biasa dan semen api, waterpass dan lain-lain.

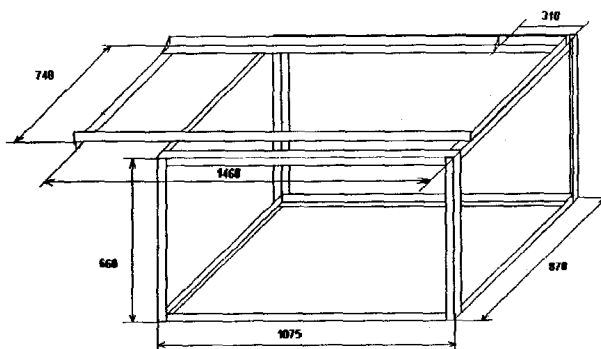
Setelah tersedia bahan dan peralatan, tahap berikutnya adalah pemasangan tungku. Cara pemasangan dapat dirangkumkan sebagai berikut :

- ♦ Tentukan tempat peletakan tungku sesuai dengan ukuran yang diperlukan.
- ♦ Ratakan tanah ditempat akan diletakkan tungku, bila perlu dengan waterpass.

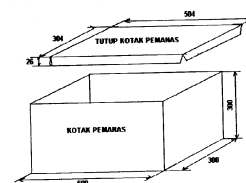
- ◆ Letakkan rangka tungku dan pasang dinding batamerah disekeliling rangka bagian dalam dengan direkat oleh semen (jangan lupa membuat lubang untuk pembuangan abu arang).
- ◆ Buat dinding dalam tungku dengan pasangan batu tahan api dengan perekat semen tahan api setipis / serapat mungkin (jangan lupa membuat lubang pembuangan abu, lubang pengintip dan lubang udara keluar). Disain yang terbaru menambahkan cerobong asap dari pipa besi dengan diameter 2 inchi setinggi sekitar 2 meter dan merapatkan celah antara tutup tungku dengan badan tungku agar aliran panas dalam tungku lebih lama.
- ◆ Keringkan tungku, pengeringan sebaiknya dilakukan secara alami kira-kira memakan waktu 2 hari. Hal ini perlu dilakukan agar pada saat pelaksanaan penyepuhan temperatur ruang bakar cepat panas.
- ◆ Pasang tutup tungku sesuai gambar.



Gambar 1. Gambaran Umum Tungku Perlakuan Panas



Gambar 2. Rangka Tungku



Gambar 3. Kotak Bahan

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan sebelumnya, disusunlah daftar lokasi prioritas penempatan tungku modifikasi pandai besi. Dari data tersebut disusun rencana pelaksanaan dan kegiatan pemasangan tungku itu sendiri. Daftar sentra yang telah dipasangi maupun yang belum dan merupakan potensi untuk pemasangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Sentra Pande Besi Untuk Pemasangan Tungku

No	Sentra Pandai Besi	Status Pemasangan Tungku	
		Telah	Potensial
Jawa Barat			
1.	Ciwidey – Kab. Bandung	2	1
2.	Cisaat –Kab. Sukabumi		
3.	Cicurug – Kab.Sukabumi	2	1
4.	Banjaran/Kadipaten – Kab. Majalengka	2	
5.	Sereat –Kab. Serang	2	
6.	Palimanan –Kab. Cirebon	2	2
7.	Tanjungsiang – Kab. Subang	2	
8.	Kab. Garut		4
9.	Kab. Serang		2
	Total Jawa Barat	10	10
Jawa Tengah			
10.	Cempaka – Kab. Tegal	2	
11.	Padas –Kab. Klaten	4	
12.	Kel. 16 –Kab. Klaten	2	
13.	Boyolali		
14.	Wonosari	2	4
15.	Kulonprogo	2	
16.	Kudus	2	2
	Total Jawa Tengah	14	6
Jawa Timur			
17.	Sewulan – Kab. Madiun	2	
18.	Pasuruan		4
19.	Jember		2
20.	Blitar		2
21.	Bondowoso		2
	Total Jawa Timur	2	10
	T o t a l	26	26

3. Pengoperasian Tungku

Pengoperasian tungku sebaiknya menunggu semua sambungan kering dahulu. Bila tungku sudah kering maka siap untuk dioperasikan. Prosedur operasi secara singkat adalah sebagai berikut :

- ♦ Letakkan bahan atau materi yang akan dikeraskan dalam kotak dengan ditutup oleh flux yang terdiri dari campuran antara arang kayu (bubuk) dengan $BaCO_3$ (Barium karbonat) sebagai aktifator, dengan perbandingan berat sekitar arang dan $BaCO_3$ sebesar 10 :1, kemudian kotak bahan ditutup. Barium Karbonat dapat digantikan dengan Natrium Karbonat (Soda Ash) yang lebih murah harganya.
- ♦ Peletakan kotak dalam tungku, kotak diletakkan diatas batu tahan api dengan jarak sekitar 10 cm dari seluruh sisi dalam tungku.
- ♦ Pengisian arang kayu, arang kayu diisikan diantara kotak dengan dinding, mula-mula setinggi 10 cm kemudian dibakar dengan kertas atau minyak tanah dan blower dijalankan. Setelah bara api besar dan merata, arang kayu kembali ditambahkan sampai setinggi tutup kotak.
- ♦ Pembebanan, diatas penutup kotak ditaruh batubata atau batutahan api disisi kiri-kanan-belakang, agar tutup tidak terbuka dan juga untuk mengarahkan udara agar panas tidak langsung terbang, kemudian tungku ditutup.
- ♦ Setelah seluruh arang terbakar dimana suhu ditutup kotak diperkirakan mencapai sekitar $750\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan dibidang bawah mencapai $900\text{ }^{\circ}\text{C}$, biarkan sampai sekitar 1 – 2 jam. Karena

tungku tertutup rapat dan nyala api tidak dapat dilihat dari luar, dapat dilakukan dua cara yaitu pertama, menambahkan lubang pengintip untuk melihat warna pijar kotak atau kedua dengan menganggap bila asap sudah tidak ada berarti arangkayu sudah terbakar seluruhnya dan temperatur yang sesuai telah tercapai.

- ♦ Pendinginan cepat, setelah 1 – 2 jam temperatur penyepuhan tercapai, tungku dan kotak dibuka, dengan penjepit, bahan didinginkan cepat satu-persatu. Mula-mula bagian yang harus keras / tajam dicelup ke air selama 1 –2 detik, dicabut masukkan kembali, tarik kembali dan kemudian seluruh bagian dicelup perlahan-lahan. Hal ini dilakukan agar kekerasan yang dikehendaki tercapai tetapi tidak mengakibatkan deformasi.
- ♦ Pengujian, dalam kotak juga diikutkan kawat serta plat besi yang tipis, dan bahan ini diuji terlebih dahulu. Kalau penyepuhan berhasil, kawat maupun plat tipis akan menjadi keras dan tidak dapat ditebuk, bila digerinda pijaran apinya akan banyak dan berwarna keputihan. Pengujian yang sebenarnya dilaksanakan di laboratorium MIDC untuk memastikan kualitas hasil memenuhi SNI atau tidak.

4. Pengujian Kekerasan Benda Kerja

Pengujian meliputi dua prosedur, prosedur pertama yaitu pada prototipe sebanyak 4 unit di Ciwidey, Kabupaten Bandung dan Cisaat, Kab. Sukabumi. Hasil pengujian diujikan di Laboratorium Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin (BBLM) di Bandung. Sedangkan prosedur kedua ialah pengujian secara umum mengikuti langkah langkah yang biasa dilakukan oleh pandai besi yaitu uji pukul, uji tekuk serta uji dengan gerinda. Uji pukul dilakukan pada produk cangkul dengan memukulkan cangkul hasil pengerasan ke batu, bila batu hitam tersebut pecah sedangkan cangkul tetap utuh, maka cangkul tersebut memenuhi syarat, dan uji tekuk untuk produk alat pemotong seperti sabit, golok dan lan-lain, dengan menekukkan ujung sabit tersebut bila ujung sabit patah, maka kekerasan sabit tersebut memenuhi syarat.

Dari hasil pengujian tungku dengan prosedur pertama terlihat bahwa adanya peningkatan kualitas produk, tetapi hasil yang dicapai tidak tetap. Sedangkan pengujian dengan prosedur kedua, menunjukkan bahwa seluruh hasil dianggap lulus uji yang berarti produk pandai besi tersebut akan dapat diterima oleh konsumen/masyarakat. Hasil ini menunjukkan bahwa benda kerja telah berhasil dikeraskan melalui proses karbonisasi pada tungku modifikasi pandai besi.

Tabel 3. Hasil Uji Produk Tungku Modifikasi Tahap Pertama

No	Nama Komoditi	Jumlah	Kekerasan (HRC)		Keterangan
			Sebelum	Sesudah	
1	Cangkul	2	34	52	Hasil uji coba tungku di Ciwidey
2	Kampak	1	38	48	
3	Pisau	1	38	52	
1	Plat = 2 mm	2	34	36	Hasil uji coba tungku di Sukabumi ke 1
2	Plat = 2 mm	2	34	42	
1	Plat = 2 mm	2	34	46	Hasil uji coba tungku di Sukabumi ke 2
2	Komp. Automotive	1	38	48	
3	Plat = 2 mm	2	38	52	

5. Penutup

Berdasarkan pengalaman pengoperasian menunjukkan bahwa kebutuhan arang untuk pembakaran dipengaruhi oleh kualitas dari arang kayu. Makin keras arang akan makin sulit membara dan membutuhkan waktu perataan nyala yang lama terutama untuk pengerasan yang pertama, tetapi khususnya untuk pengerasan yang kedua, ketiga dan seterusnya dimana temperatur tungku sudah tinggi makin hemat dalam pemakaian.

Hasil penyepuhan tidak sama antara satu lokasi/tungku dengan lokasi lain dan antara benda satu dengan benda lain. Perbedaan hasil penyepuhan ini disebabkan oleh perpindahan panas yang tidak stabil karena :

- ♦ Kondisi benda kerja, seperti telah dimakan karat, dilapisi cat dan lain-lain.
- ♦ Materi benda yang tidak sama kualitasnya (plat bekas maupun plat baru, kandungan karbon serta mineral lainnya, ketebalan dan lain-lain).
- ♦ Temperatur dan kelembapan udara, kebasahan arangkayu dll.

Daftar Pustaka

1. Direktorat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, *Laporan Perkembangan Proyek: Modifikasi Tungku Tradisional Pandai Besi untuk Meningkatkan Kualitas Produk Alat-alat Pertanian*, Jakarta, 1999.
2. Furqon, M., *Pengaruh Modifikasi Pada Tungku Tradisional Pandai Besi Terhadap Unjuk Kerja dan Produktivitas*, Lomba Rancang Bangun Teknologi, BPPT, 1997.

Lampiran 1. Foto Pemasangan dan Pengoperasian Tungku



Gambar 4. Persiapan Pengoperasian Tungku



Gambar 5. Pengoperasian Tungku



Gambar 6. Benda Kerja yang Siap untuk Mendapat Perlakuan Panas