

**Penelitian dan Pengembangan Energi Matahari
Masyarakat Eropa
Seri E
Volume 7
Energi dari Biomassa**

Buku Pegangan Pembuatan Arang

Metode Tradisional dan Industri

**BUKU 3
(Bab 6 - 10)**

**Oleh
Walter Emrich**

Springer-Science+Business Media, B.V.

**Diterjemahkan Oleh
Rindayatno
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
2021**

SEKAPUR SIRIH

Kebutuhan terhadap buku pegangan tentang berbagai bidang ilmu tetap menjadi perhatian utama, meskipun informasi dan data terbaru dapat diperoleh melalui sumber dan literatur lain seperti jurnal dan publikasi penelitian lainnya. Buku pegangan umumnya memberikan dasar-dasar keilmuan yang lebih kuat dan lengkap karena berangkat dari hasil pengamatan dan penelitian selama bertahun-tahun untuk disajikan secara komprehensif sehingga lebih memudahkan untuk memahami suatu ilmu. Banyak buku pegangan yang menggunakan bahasa Inggris dalam penulisannya dan perlu untuk disadur dan diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia agar membantu dalam mempercepat penyerapan ilmu penting di dalamnya, termasuk Buku Pegangan ini.

Alhamdulillah, Buku Pegangan tentang Pembuatan Arang – Metode Tradisional dan Industri ini telah selesai disadur dan diterjemahkan. Buku pegangan yang asli terdiri dari 10 bab. Buku 3 ini sebagai kelanjutan dari Buku 1 dan Buku 2, dimana menyajikan Bab 6 (pasar penggunaan akhir untuk arang dan produk samping arang), Bab 7 (perencanaan usaha arang dan pemilihan peralatan), Bab 8 (briket arang dan pembuatan arang aktif), Bab 9 (pencegahan keselamatan dan pertimbangan lingkungan), Bab 10 (pekerjaan laboratorium), dan Lampiran.

Kami mengharapkan berbagai saran dan kritik dalam rangka perbaikan buku terjemahan ini. Semoga bermanfaat dan terimakasih.

Samarinda, Desember 2021

Mengetahui/mengesahkan,

Dekan Fakultas Kehutanan
Universitas Mulawarman,

Penyadur/penterjemah

Prof. Dr. Rudianto Amirta, S.Hut, M.P
NIP. 19721025 199702 1 001

Rindayatno, S.Hut, M.P
NIP. 19740902 200012 1 001

Solar Energy R&D
in the European Community

Series E Volume 7
Energy from Biomass

Handbook of Charcoal Making

The Traditional and Industrial Methods

by

WALTER EMRICH



Springer-Science+Business Media, B.V.

Library of Congress Cataloging in Publication Data



Emrich, Walter.
Handbook of charcoal making.

(Solar Energy R&D in the European Community. Series E, Energy from biomass; v. 7) (EUR; 9590)

Includes bibliographies.

1. Charcoal. I. Commission of the European Communities.
II. Title. III. Series: Solar energy R & D in the European Community.
Series E, Energy from biomass; v. 7. IV. Series: EUR; 9590.
TP331.E45 1985 662'.74 84-27630

ISBN 978-90-481-8411-8 ISBN 978-94-017-0450-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-94-017-0450-2

Publication arrangements by
Commission of the European Communities
Directorate-General Information Market and Innovation, Luxembourg

EUR 9590

© 1985 Springer Science+Business Media Dordrecht
Originally published by ECSC, EEC, EAEC, Brussels and Luxembourg in 1985.
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1985

LEGAL NOTICE

Neither the Commission of the European Communities nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of the following information.

All Rights Reserved

No part of the material protected by this copyright notice may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without written permission from the copyright owner.

PRAKATA

Dengan senang hati kami perkenalkan Buku Pegangan Pembuatan Arang, survei komprehensif yang ditulis oleh ahli yang kompeten dengan pengalaman internasional. Buku itu disiapkan oleh Komisi Masyarakat Eropa dalam rangka program R + D (Research + Development) tentang biomassa.

Dalam Masyarakat Eropa saat ini, pilihan biomassa hanya sedikit dikembangkan: sumber daya yang besar sedang menunggu untuk digunakan.

Sebenarnya, ada ruang lingkup yang luas untuk pemanfaatan biomassa seperti yang dijanjikan di beberapa sektor penting masyarakat modern. Perkembangan dari sumber energi asli dan terbarukan, penciptaan lapangan kerja baru, daur ulang limbah dan perbaikan lingkungan, restrukturisasi Pertanian Eropa, perkembangan Dunia Ketiga, semuanya menjadi perhatian.

Penting untuk dicatat bahwa eksploitasi sumber daya biomassa adalah sebagian besar terkait dengan konversi menjadi produk yang dapat dipasarkan. Namun, karena banyak dari teknologi konversi belum mapan atau perlu perbaikan, R + D lebih dari sebelumnya menjadi hal penting untuk mendapatkan akses manfaat dari pemanfaatan biomassa.

Dalam program R + D Masyarakat Eropa, konversi panas biomassa dikembangkan sebagai prioritas. Gasifikasi seperti halnya proyek pengembangan pirolisis didukung oleh Komisi industri dan universitas di Eropa.

Pirolisis sangat menarik karena produk konversi arang dan minyak pirolitik sangat baik digunakan, teknologinya relatif sederhana dan proyeksi waktu pengembalian modal yang menguntungkan.

Pembuatan arang hanyalah bentuk pirolisis paling sederhana dan tertua. Arang sudah menjadi produk pasar dan memainkan peran penting dalam struktur konsumsi energi di sebagian besar negara berkembang.

Karena literatur modern tentang arang masih langka, buku ini pertama-tama akan berfungsi sebagai buku ulasan yang paling mutakhir. Selain itu, buku ini juga penting sebagai buku referensi untuk R + D mendatang dalam pandangan perbaikan teknis dan proses baru pembuatan arang dan pirolisis secara umum.

Saya menggunakan kesempatan ini untuk berterima kasih kepada Dr. Walter Emrich karena telah menerima undangan Komisi untuk menulis buku ini. Saya juga berterima kasih Mr L. Crossby dan Mr J.F. Molle untuk tinjauan naskah.

Saya berharap buku ini sukses besar.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Palz', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dr. W. Palz
R + D Biomassa Program
Komisi Masyarakat Eropa

DAFTAR ISI

SEKAPUR SIRIH	ii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR ILUSTRASI	ix
KATA PENGANTAR	x
<u>Bab 6</u>	
<u>PASAR PENGGUNAAN AKHIR UNTUK ARANG DAN PRODUK SAMPING</u>	12
<u>ARANG</u>	
6.1 Arang Sebagai Bahan Bakar Rumah Tangga	12
6.1.1 Arang Bongkahan	12
6.1.2 Briket Arang	13
6.2 Arang Sebagai Bahan Bakar Industri	14
6.3 Arang dalam Ekstraksi Logam	16
6.4 Arang Aktif	16
6.4.1 Sinopsis Pasar Industri Karbon Aktif	18
6.5 Pasar Khusus untuk Arang	20
6.6 Arang untuk Penghasil Minyak	20
6.7 Pemanfaatan Produk Samping	21
6.8 Ringkasan Penggunaan Utama Arang dan Produk Samping	26
6.9 Biaya Arang dan Harga Bahan Bakar	27
6.10 Pengemasan dan Pengiriman untuk Strategi Ekspor/Pasar	31
6.11 Produksi Dunia	34
Referensi	38
<u>Bab 7</u>	
<u>PERENCANAAN USAHA ARANG DAN PEMILIHAN PERALATAN</u>	39
7.1 Perencanaan Proyek	41
7.2 Pemilihan Peralatan Arang	45
7.3 Kesimpulan	50
Referensi	53
<u>Bab 8</u>	
<u>BRIKET ARANG DAN PEMBUATAN ARANG AKTIF</u>	54
8.1 Proses Pembuatan Briket	54
8.1.1 Peralatan Briket Sederhana	58
8.2 Proses Arang Aktif	59
Referensi	65

<u>Bab 9</u>		
<u>PENCEGAHAN KESELAMATAN DAN PERTIMBANGAN LINGKUNGAN</u>		66
9.1	Keselamatan dalam Operasi Arang	66
9.2	Perangkat dan Peralatan Keselamatan	68
9.3	Pengamanan Umum Pabrik Arang	69
9.4	Tindakan Pencegahan untuk Penyimpanan Arang	70
9.5	Pertimbangan Lingkungan untuk Pembuat Arang	71
 <u>Bab 10</u>		
<u>PEKERJAAN LABORATORIUM</u>		74
10.1	Analisis	75
10.2	Uji Karbonisasi Skala Bangku (Mini)	82
	Referensi	85
 <u>LAMPIRAN</u>		86
Lamp. 1	Studi Kasus	87
Lamp. 2	Diagram Distribusi Energi	97
Lamp. 3	Alamat Konsultan, Lembaga, Dan Pemasok Peralatan	100
Lamp. 4	Tabel Konversi	105

DAFTAR ILUSTRASI

Gambar

49	Konsep karbonisasi terintegrasi dengan empat pembuat arang	43
50	Mesin Briket Arang Sederhana	57
51	Pabrik Karbon Aktif untuk Pembuatan Karbon Aktif Pelet atau Granular	62
52	Peralatan untuk distilasi kering skala bangku (mini)	83
53	Diagram distribusi energi	98

Foto

14	Mesin briket arang. Dua baris cetakan dapat dilihat dan sabuk kawat	56
15	Briket arang berbentuk bantal	56
16	Tungku rotari untuk aktivasi arang di Filipina	63

KATA PENGANTAR

Karena meluasnya penggunaan bahan bakar fosil yang murah dan di industri gas alam, arang rumah tangga sudah sering diabaikan selama beberapa dekade terakhir. Perkembangan baru dan teknik arang telah ditingkatkan maju selama periode ini, tidak diketahui orang luar.

Literatur arang komprehensif belum muncul sejak saat akhir sembilan belas empat puluhan; khususnya, tidak ada publikasi yang berkaitan dengan pembuatan arang industri. Beberapa literatur yang dikutip dalam buku ini hanya ada di koleksi khusus. Sesekali publik sudah belajar tentang prestasi perusahaan yang aktif di bidang arang produksi atau manufaktur peralatan, khususnya di karbonisasi biomassa dan formulasi pembakaran lama dari bahan bakar arang, tapi secara keseluruhan ada yang tidak mencukupi aliran informasi ke pengguna potensial.

Komisi Masyarakat Eropa, Direktorat Jenderal Sains, Pelatihan dan Pengembangan bermaksud untuk menutup kesenjangan informasi dengan menerbitkan buku pegangan ini. Namun, buku pegangan tidak bisa diharapkan untuk dijangkau semua pembuat arang skala kecil, distributor dan pengguna, terutama di negara berkembang, yang biasanya tidak memperoleh pengetahuan tentang teknik yang ditingkatkan dari buku. Saat ini level, informasi sebaiknya disebarluaskan langsung oleh lembaga pemerintah atau di mana yang sesuai, melalui sponsor proyek pengembangan secara internasional.

Penulis pernah bekerja sebagai konsultan dan desain insinyur di industri arang dan karbon aktif lebih dari dua puluh tahun. Dia juga bekerja dalam pelatihan dan pengelola pabrik arang dan karbon aktif tanaman. Selama tahun-tahun ini dia menjadi sadar, melalui banyak hubungan dengan Pemerintah, Kementerian Perencanaan dan entitas swasta yang menjadi dua faktor penghalang atau pencegah promosi dan realisasi proyek yang efisien:

- pengetahuan yang tidak memadai tentang keadaan terkini
- kekurangan pengalaman yang dibutuhkan untuk mengembangkan proyek arang.

Perhatian utama penulis dalam buku pegangan ini adalah menggambar perhatian semua orang yang terlibat dalam perencanaan proyek energi fakta bahwa

teknik arang yang baru dan lebih baik adalah mampu mengkonversi limbah kehutanan dan pertanian dan residu menjadi energi. Di negara-negara yang berlimpah dengan cadangan ini pembuat arang modern bisa menjadi penting berkontribusi pada program bahan bakar rumah tangga di negaranya.

Selama lebih dari seribu tahun, arang telah dibuat dari seluruh pohon; sekarang saatnya bagi setiap orang untuk menerima yang terbaru kemajuan dalam industri yang sangat tua dan mengadopsi cara-cara baru. Kita harus selalu ingat:

TIDAK ADA SAMPAH DI DUNIA

SAMPAH ADALAH CADANGAN ENERGI

oleh karena itu, mari kita gunakan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada banyak organisasi yang telah menyumbangkan data berharga diantaranya adalah: Organisasi Pengembangan Industri Perserikatan Bangsa-Bangsa (United Nation Industrial Development Organization/UNIDO), Organisasi Pangan dan Pertanian (Food and Agriculture Organization) di Roma, dan Asosiasi Industri Barbeque di A.S.

Terakhir tapi bukan yang akhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih pada produsen arang dan pemasok peralatan yang banyak memiliki dan menawarkan informasi kepemilikan yang diperbarui secara sukarela.

WALTER EMRICH

Neu-Isenburg, September 1984

Bab 6

PASAR PENGGUNAAN AKHIR UNTUK ARANG DAN PRODUK SAMPING ARANG

Pembuat arang membedakan antara pasar rumah tangga dan aplikasi industri; dua outlet ini memerlukan taktik yang berbeda, memiliki spesifikasi sendiri, gaya pengemasan dan kebiasaan pemasaran. Oleh karena itu, cukup umum bagi produsen arang untuk hanya aktif di satu pasar. Untuk memudahkan pemahaman, bab ini telah dibagi lagi.

6.1 Arang Sebagai Bahan Bakar Rumah Tangga

Di banyak negara, memasak dengan arang adalah satu-satunya cara untuk menyiapkan makanan. Sayangnya, harga arang telah naik begitu tinggi sehingga di sebagian besar negara hanya orang kaya yang mampu membeli pasokan harian.

Di negara-negara industri, alat masak arang telah pindah ke alun-alun, teras dan ke taman, pantai dan tempat berkemah. Di beberapa negara, barbeque sudah menjadi gaya hidup yang identik dengan zaman ruang dan kontemporer.

6.1.1 Arang Bongkahan

Arang bongkahan masih disukai konsumen karena mudah terbakar. Di pasar, dijual berdasarkan volume dan juga beratnya. Sedangkan di negara berkembang, pembeli normal kurang memperhatikan kualitas, ukuran dan gaya pengemasan, konsumen di negara industri lebih memperhatikan aspek-aspek ini dan membedakan antara berbagai nama merek.

Meskipun harga sejauh ini merupakan alasan paling penting untuk memilih salah satu merek lain, pembeli telah menyadari bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam waktu memasak dan nilai kalori dari berbagai arang bongkahan (1).

Kecenderungan konsumsi arang bongkahan tidak dapat diperkirakan dengan cukup akurat karena data statistik yang jarang disediakan. Namun, merupakan kepercayaan umum dari semua orang yang terlibat dalam perdagangan dan produksi arang bahwa permintaannya terus meningkat.

Tren kenaikan ini diperkirakan akan semakin cepat di masa mendatang, mengingat harga bahan substitusi yang berasal dari bahan bakar minyak dan bahan bakar lainnya telah meningkat drastis menjadi tidak terjangkau bagi jutaan orang.

6.1.2 Briket Arang

Dengan meningkatnya kekhawatiran tentang konsumsi energi, pembeli di negara-negara industri menjadi sadar bahwa arang bongkahan terbakar dengan cepat. Oleh karena itu, mereka mengalihkan perhatian mereka ke briket arang yang diperkenalkan pada tahun 1955 di AS (1).

Karena briket arang terdiri dari berbagai komponen - pengikat, pengisi, atau pemanjang energi - briket arang dapat dibuat lama terbakar, sehingga menunjukkan waktu memasak yang lebih lama, misalnya dua kali lebih lama dari berat bersih arang bongkahan yang sama.

Sayangnya, efek penghematan bahan bakar ini belum teramati di banyak negara berkembang hingga saat ini tetapi menyebabkan lonjakan yang tak tertandingi pada pasar briket secara keseluruhan di negara-negara industri.

Fitur lain dari briket arang adalah kebersihan dan penanganannya yang mudah. Briket didistribusikan dalam berbagai bentuk: lonjong, berbentuk telur, heksagonal dan berbentuk bantal. Yang terakhir sejauh ini merupakan bentuk yang paling dapat digunakan dengan panjang tepi maksimum 50 x 60 mm dan ketebalan 25 mm.

Spesifikasi ekspor (2)

	Arang bongkahan	Briket	
		Tanpa pemanjang energi	Dengan pemanjang energi
Abu	3 -4%	Maks. 8%	Maks. 25%
Kelembaban	Kurang dari 5%	5%	5%
Karbon	80 - 82%	70 - 75 %	60 - 65%
Mudah menguap	10 - 15%	10 - 15%	10 -15%
Bahan pengikat	-	Maks. 8%	Maks. 8%
Nilai Kalori	6.800-7.200kkal/kg	6.000 kkal/kg	5.200 kkal/kg

6.2 Arang Sebagai Bahan Bakar Industri

Sebelum arang menjadi produk konsumen utama untuk masakan rumah tangga di negara maju, arang hanya menjadi komoditas industri, khususnya ditahun-tahun ketika metalurgi mulai muncul.

Dengan diversifikasi industri kimia dan dengan meningkatnya undang-undang tentang pengendalian lingkungan, aplikasi arang untuk pasar industri telah berlipat ganda.

Padahal di pasar bahan bakar rumah tangga arang tidak menghadapi persaingan, di hampir semua aplikasi lain arang bisa digantikan dengan batubara alami, kokas minyak bumi atau lignit. Keunggulan arang bergantung pada enam sifat penting yang menjelaskan penggunaannya secara terus-menerus dalam industri:

- kandungan sulfur rendah
- rasio karbon terhadap abu yang tinggi
- pengotor anorganik yang relatif sedikit dan tidak reaktif
- struktur pori spesifik dengan luas permukaan besar
- kemampuan reduksi yang baik
- hampir tanpa asap.

Sampai tahun 1960, arang banyak digunakan untuk produksi karbon disulfida dan natrium sianida oleh industri kimia. Meskipun pasar ini telah menurun, mereka cukup diimbangi oleh meningkatnya permintaan untuk bahan pereduksi (metalurgi) dan bahan penyerap (industri filter).

Aplikasi arang di berbagai industri mungkin dapat diringkas sebagai berikut:

- Industri kimia: Pembuatan karbon disulfida, natrium sianida, karbida.
- Besi dan tungku, baja industri, ferro-silika, industri logam.
- Industri semen
- Karbon aktif dan industri filter: Pemurnian air, deklorinasi, pemurnian gas, pemulihan pelarut, pengolahan air limbah, filter rokok.
- Generator gas: Produsen gas untuk mobil, pembangkit tenaga listrik.
- Aplikasi lain-lain

Industri bahan kimia dan produsen karbon aktif lebih memilih arang bongkahan. Ini sebagian karena persyaratan proses mereka. Partikel arang halus lebih reaktif tetapi kerugian oleh emisi membuat butiran halus bahan baku yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, butiran halus arang dan bubuk dibatasi pada proses di mana pepadatan atau penggumpalan diperlukan sebelum dibawa ke dalam operasi.

Spesifikasi (2)

Setiap aplikasi memiliki spesifikasi arang kakunya sendiri yang harus diperiksa untuk menentukan persyaratan proses aktual dan resep masa depan karena kemungkinan perubahan dalam teknologi proses. Yang terakhir sering memiliki efek pada industri arang di masa lalu dan telah menyebabkan perubahan dalam teknik produksi atau penutupan pabrik jika tidak diamati secara ketat. Kutipan arang biasanya berisi data umum untuk karbon tetap (%), abu (%), volatil (x), densitas, densitas curah, kelembaban (%) dan analisis saringan.

Tidak mungkin untuk menunjukkan semua spesifikasi dan variasi. Ini dapat ditemukan dengan studi pasar yang cermat, yang selalu diperlukan sebelum terlibat dalam bisnis arang industri.

6.3 Arang dalam Ekstraksi Logam

Ketika besi pertama kali dibuat oleh manusia, arang secara universal digunakan sebagai reduktor. Kokas metalurgi diperkenalkan sebagai alternatif selama abad kedelapan belas. Tungku sembur besi kecil dan tanur pereduksi lainnya adalah pada awal industri berkembang di seluruh dunia ini.

Industri besi berbasis arang masih eksis dalam sejumlah negara-negara industri dan berlanjut ekspansi dan modernisasinya. Pusat, namun telah menjauh dari negara-negara industri. Hari ini, industri besi kasar berbasis arang Brasil dianggap sebagai yang terbesar didunia.

Arang memiliki sifat pereduksi yang kuat. Ketika dipanaskan dengan bijih yang mengandung logam, oksida, dan sulfida, karbon mudah bergabung dengan oksigen dan belerang, dengan demikian memfasilitasi ekstraksi logam. Oleh karena itu, arang dapat digunakan untuk mereduksi bijih yang mengandung tembaga juga.

Sebagian besar arang yang digunakan dalam tanur tinggi terbuat dari jenis kayu keras (eucalyptus). Meskipun rang umumnya diakui sebagai, jika tidak lebih baik dari kokas, ada kesulitan praktis untuk mendapatkan pasokan arang yang memadai untuk memenuhi kapasitas besi dan baja besar yang dibutuhkan untuk mencapai harga baja yang kompetitif.

Hanya di negara-negara dengan hutan yang luas penggunaan arang untuk peleburan besi kemungkinan besar akan menguntungkan.

6.4 Arang Aktif

Penggunaan arang untuk menghasilkan karbon aktif tidak terlalu tua jika dibandingkan dengan pemanfaatannya di bidang metalurgi atau kimia. Pasar pertama kali berkembang dimulai sekitar awal abad ini di Eropa.

Istilah karbon aktif mengacu pada berbagai bentuk karbon yang telah mengalami lebih atau sedikit rumit perlakuan untuk meningkatkan sifat serap mereka.

Karbon aktif tersedia dalam bentuk bubuk dan granular (atau diekstrusi) dan digunakan dalam proses penyerapan fase cair dan gas. Dengan mempertimbangkan

karakteristik dasar sedang karbon aktif yang ditawarkan, ditemukan bahwa lebih dari tujuh puluh jenis saat ini mendominasi pasar.

Meskipun peningkatan luas permukaan dan kapasitas penyerapan semua karbon aktif saling terkait, ukuran luas permukaan satu-satunya faktor yang diperlukan untuk mengukur kapasitas penyerapan karbon tertentu untuk tujuan tertentu. Distribusi volume pori sebagai fungsi perbedaan ukuran pori juga penting. Efek sterik mengontrol akses partikel penyerap ke permukaan internal dan karena itu menyerap molekul dapat dikecualikan dalam satu kasus tetapi menjadi "cocok" untuk tingkat karbon aktif yang lain.

Dengan kata lain, karbon aktif dengan area permukaan total yang besar tetapi dengan pori-pori mikro mungkin efektif dalam menghilangkan kotoran kecil penyebab bau dari gas tetapi tidak efektif dalam menyerap senyawa pembentuk warna yang besar dari larutan. Ini dapat menjelaskan banyaknya jenis, kadar dan bentuk karbon aktif di pasaran (3).

Kapasitas produksi untuk karbon aktif (1979)

Amerika Utara	160.000 ton
Eropa Barat	105.000 ton
Eropa Timur	20.000 ton
Uni Soviet	70.000 ton
Jepang ^{x)}	35.000 ton

Padahal arang adalah yang pernah menjadi satu-satunya bahan baku karbon aktif, untuk sebagian digantikan oleh bahan karbon lainnya: batu bara, lignit, minyak bumi, kokas, gambut. Pertimbangan harga dan ketersediaan arang yang terbatas menjadi alasan utama untuk beralih ke sumber lain.

Pengalaman menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan mendasar dalam kualitas karbon aktif yang dibuat dari bahanbaku lainnya. Hanya di bidang aplikasi gas/uap, karbon aktif berbasis arang tetap memiliki kualitas unggul.

x) Beberapa produsen memiliki anak perusahaan di Filipina dan tidak memproduksi karbon aktif di Jepang.

Produksi karbon aktif untuk kasus proses dengan hasil rendah berhubungan dengan input bahan baku, apakah arang bahan dasarnya atau bukan. Sebagai aturan umum, faktor 1.3 dapat diterapkan untuk mendapatkan angka realistis untuk input yang diperlukan dari arang mentah.

6.4.1 Sinopsis Pasar Industri Karbon Aktif

Aplikasi fase cair

Pemurnian air minum, air limbah kota dan pabrik pengolahan air limbah industrial, kolam renang, pusat tropis, tangki ikan.

Pemurnian kadar, minyak, minuman, pemurnian air di tempat pembuatan bir, pembersihan botol dan tangki anggur, pembersihan tangki dalam operasi penyemprotan insektisida dan pestisida, pembersihan bak elektroplating, pembersihan kering. Menghilangkan warna larutan gula tebu dan bit, larutan vitamin dan obat-obatan, sirup jagung fruktosa tinggi.

Aplikasi fase Gas/Uap

Pemurnian emisi dan emisi gas buang. Pemurnian udara resirkulasi. Pemulihan pelarut dalam mesin cetak dan dalam proses dimana bahan mudah menguap tinggi terus-menerus dilepaskan. Pencegahan bau tak sedap.

Masker gas untuk keperluan militer dan sipil.

Aplikasi lain

Filter rokok, katalis untuk proses kimia, dukungan untuk katalis platinum dan paladium, aditif untuk makanan, depolarisasi dalam sel listrik oksigen udara. Aditif untuk ban karet, sistem kontrol penguapan otomotif.

Pasar karbon aktif telah dirangsang oleh undang-undang tentang pengendalian polusi air dan udara di negara-negara industri. Sejak tahun 1977, undang-undang yang baru diperkenalkan telah menyebabkan pertumbuhan pasar

yang cukup besar secara keseluruhan dan diharapkan dapat meningkatkan tingkat pertumbuhan di masa depan.

Spesifikasi

Kegunaan arang kayu tergantung pada kadar abunya yang rendah dan ketersediaannya dalam kualitas yang seragam dan tidak berubah. Karbon aktif yang sangat baik dapat dihasilkan dengan arang yang terbuat dari tempurung kelapa (4), jenis kayu keras, serbuk gergaji dan limbah kayu, kecuali kulit kayu.

Dalam setiap kasus, produsen karbon aktif menetapkan standar masing-masing dan ini ditentukan oleh proses produksinya. Persyaratan namun tidak akan banyak berbeda apakah produk akhir yang diaktifkan dibuat untuk fase cairan, gas/uap atau aplikasi lainnya.

Meskipun arang yang ditawarkan kepada produsen karbon aktif dapat memenuhi semua kriteria yang disebutkan, pembeli kemungkinan besar tidak akan menerimanya tanpa pengujian perilaku bahan di pabrik percontohan. Tes tersebut terdiri dari prosedur canggih untuk menentukan kapasitas penyerapan produk jadi pada model. Industri telah mengembangkan karakteristik seperti angka molase, nilai biru metilen dan isoterm benzena, dll. Namun, pemasok arang tidak perlu melibatkan dirinya dalam pengujian ini; sebenarnya, mereka biasanya kekurangan fasilitas dan staf yang kompeten.

Rata-rata persyaratan untuk arang yang dapat digunakan untuk produksi karbon aktif (2)

Karbon tetap	min. 82%
Abu	maks. 4%
Mudah menguap	10%
Kelembaban	4%
pH	4 - 10

pH mengacu pada uji keasaman ekstrak air dari arang.

6.5 Pasar Khusus untuk Arang

Hortikultura

Arang digunakan di kelas yang berbeda sebagai pembalut atas untuk perbaikan rumput lapangan dan bowling. Pembalut atas ini bertindak sebagai mulsa dan juga menyediakan elemen jejak yang berharga serta pemanis tanah.

Pigmen untuk pencetakan dan cat

Sayur hitam padat dan menunjukkan kekuatan yang besar.

Pakan unggas dan hewan

Pakan kadang-kadang dilengkapi dengan arang halus untuk mencegah penyakit tertentu.

Di atas pasar khusus yang terbatas. Mereka bisa, namun, memberikan dukungan yang baik untuk pembuat arang di negara berkembang juga, jika digunakan dengan benar.

6.6 Arang untuk Penghasil Minyak

Karena krisis energi dunia, aplikasi lain yang menarik banyak minat, yaitu pembangkitan minyak dari arang. Hasil minyak paling baik digunakan sebagai bahan bakar untuk mobil, truk, dan kendaraan pertanian pada khususnya, tetapi juga cocok untuk mesin minyak yang digunakan untuk pembangkitan listrik.

Hasil minyak yang terbuat dari arang bukanlah hal baru, itu umum digunakan selama perang terakhir di beberapa negara Eropa dimana ia mengisi kesenjangan pasokan bensin. Pada saat itu, kayu juga digunakan secara luas sebagai bahan bakar mesin mobil berbahan bakar minyak (5).

Jika dibandingkan dengan kayu, arang menampilkan beberapa keunggulan yang menjadikannya bahan bakar yang unggul:

- resistensi gesekan tinggi terhadap tekanan
- kepadatan energi tinggi 7.000 kkal/kg dibandingkan dengan 4.200 kkal/kg untuk kayu kering
- kadar air rendah 4-5% dibandingkan dengan 20% untuk kayu kering udara
- tidak perlu pra-pengeringan karena kadar airnya rendah
- wadah gasifier dan penyimpanan dapat dibuat kecil, dibandingkan dengan generator kayu.

Saat ini, tidak mungkin untuk memperkirakan pasar untuk arang penghasil minyak. Angka permintaan telah dipublikasikan secara sporadis dan jarang. Sepengetahuan penulis, minat terhadap negara berkembang cukup besar. Perkembangan progresif telah terjadi di Amerika Selatan dan dinegara-negara Afrika Timur. Semua proyek bertujuan untuk membuat kendaraan pertanian tidak tergantung pasokan bensin yang mahal. Tujuan lainnya adalah untuk listrik untuk penggergajian kayu atau desa-desa di daerah pedesaan.

Disarankan agar perencana proyek pembangkitan arang harus mencurahkan sebagian perhatiannya pada penggunaan arang sebagai penghasil minyak.

Dalam prakteknya, jumlah ekuivalen hasil minyak gas yang dapat diperoleh adalah:

1 kg kayu basah	= menghasilkan kira-kira 1,25 - 1,5 m ³ minyak
1 kg kayu kering	= menghasilkan kira-kira 1.9 - 2,2 m ³ minyak
1 kg arang	= menghasilkan kira-kira 4,25 - 4,75 m ³ minyak.

6.7 Pemanfaatan Produk Samping

Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar

Telah dibuktikan secara komersial bahwa minyak pirolisis dapat digunakan sebagai bahan bakar cair dan juga berpotensi sebagai bahan baku untuk produksi asam asetat, metanol, tar, kreosot, tar, dll. (6).

Minyak ini telah digunakan secara komersial sebagai bahan bakar dalam tanur semen, boiler uap, tanur batu bata dan kapur, dll. Potensinya sebagai bahan bakar

terletak pada kenyataan bahwa nilai kalor dapat signifikan (antara 3.000 dan 4.000 kkal/kg); keuntungan lainnya adalah bahwa viskositas dapat dikontrol dengan menambahkan air (sampai 25%) dan dapat diangkut dalam drum dan mobil tangki. Kelarutan tak terbatas dengan bahan bakar minyak No. 6 memungkinkan penggunaannya dalam campuran.

Aplikasi minyak pirolisis bermacam-macam dan dapat ditemukan di mana saja, terutama di industri. Di industri arang umumnya diyakini bahwa pemanfaatan minyak pirolisis akan tumbuh di masa depan karena peluang menjadi pengetahuan publik. Fakta ekonomi pabrik yang ada dengan pemulihan dan minyak pirolitik telah menunjukkan keunggulan proses ini dan membuktikannya sebagai investasi yang sangat baik bagi pemiliknya.

Pengalaman yang diperoleh dalam operasi komersial telah menghasilkan beberapa temuan penting:

- Minyak harus mengandung minimal 15% air dan maksimal 30%. Ini berfungsi untuk mengurangi viskositas dan mendorong atomisasi yang lebih baik. Juga, tampaknya meningkatkan pembakaran.
- Minyak harus dipanaskan hingga 75°C untuk mudah terbakar.
- Tindakan pencegahan harus dilakukan dalam sistem pemanas agar minyak tidak dapat dipanaskan secara tidak sengaja di atas 110°C.

Minyak pirolisis bersifat korosif terhadap baja ringan, tetapi laju korosi adalah sepersekian mil per tahun untuk tembaga dan baja tahan karat 304. Oleh karena itu, sebelum digunakan pada pembakar biasa yang ada, semua bagian yang terkena oli harus diganti dengan perangkat tahan korosi.

Karakteristik lainnya adalah:

- Minyak lebih berat dari air dan membentuk emulsi stabil dengan air.
- Viskositas minyak pada konsentrasi kelembaban 10 persen atau lebih rendah dari viskositas bahan bakar minyak No. 6.
- Titik nyalanya tinggi.

Minyak pirolisis sebagai bahan baku untuk industri

Kegiatan ekonomi dalam silvikimia menunjukkan tren yang berbeda sampai tahun 1970. Referensi dibuat semata-mata untuk penggunaan arang karbon aktif, toko angkatan laut, rosin, produk asam lemak tinggi minyak dari minyak pirolisis diabaikan.

Silvikimia pirolitik mengalami 9 periode puncak sebelum dan selama Perang Dunia I. Mereka menyediakan sebagian besar bahan mentah untuk industri kimia yang sedang berkembang. Setelah itu, produk sintetis berbahan mineral batubara, minyak mentah dan gas alam menjadi yang terdepan dan diproduksi dengan biaya rendah dalam jumlah yang sangat besar. Hanya selama sepuluh tahun terakhir industri kimia dan makanan mulai mengalihkan perhatian mereka kembali ke silvikimia pirolitik.

Meskipun fraksinasi dan ekstraksi minyak pirolisis bukanlah operasi yang sangat canggih, mereka membutuhkan tenaga kerja terampil. Pendekatan normal industri arang terhadap teknologi ini adalah pertama-tama memproduksi minyak pirolisis mentah. Investasi untuk ekspansi ini tidak besar dan bisa dilakukan secara bertahap sesuai permintaan pasar.

Jumlah dan hasil silvikimia yang dapat diperoleh sangat bervariasi sesuai dengan komposisi bahan bakunya. Tapi beberapa dari mereka dapat diekstraksi dari hampir semua minyak pirolisis dan mereka, oleh karena itu, dijelaskan secara singkat dibawah sini.

- Asam asetat: diperoleh kembali sebagai asam mentah, cairan kuning hingga coklat tua. Beberapa grade komersial dapat dibuat darinya - asam asetat teknis, cuka kayu untuk industri makanan, asam asetat glasial yang membeku pada 16,6°C. Spesifikasi untuk grading bervariasi dari satu negara ke negara lain.
- Metanol: dapat dipisahkan dengan rektifikasi dari asam asetat mentah; berwarna kuning tua dan mengandung sejumlah kecil asam asetat, butirrat, dan propionat. Nilai komersial adalah metanol murni (bahan bakar alternatif untuk mobil dan

kendaraan komersial), spiritus kayu untuk denaturasi, pelarut kimia, dan produk dasar untuk berbagai proses kimia (7).

- Tar pirolitik: dapat diperoleh dengan mengendap dari minyak pirolisis pekat dan diturunkan pada berbagai tahap proses pemurnian untuk asam asetat mentah dan metanol mentah. Nilai komersial tar pirolitik dibedakan oleh titik nyala (60 - 133°C), viskositas dan nilai kalori (5.800-7.600 kkal/kg). Mereka juga dibedakan oleh kelarutannya dalam air.
- Pyrolytic pitch: residu dari distilasi tar, berwarna coklat tua atau hitam. Pabrik arang biasanya memasok empat kelas berbeda yang ditandai dengan titik lunaknya.
- Minyak tar: diperoleh kembali pada berbagai tahap penyulingan tar dan selama pemurnian asam asetat mentah; warnanya berkisar dari transparan hingga coklat tua dan memiliki bau yang khas. Lebih dari 10 kelas komersial diketahui diklasifikasikan dan dibuat spesifik sesuai berat, spesifikasi, viskositas, nilai kalor dan diagram titik didih. Mereka banyak digunakan untuk pengawetan kayu dan dalam proses flotasi untuk pemisahan dan pemanfaatan bijih.
- Kreosot: kreosot pirolisis adalah campuran gualacol, kreosol, fenol, dan fenol eter; cairan bening berwarna kuning muda, tidak boleh menjadi gelap jika terkena sinar matahari langsung. Ini adalah produk dengan harga tinggi, dan spesifikasinya diatur oleh farmakope nasional.

Penggunaan untuk retort atau konverter minyak

Aplikasi untuk minyak sisa dari pabrik arang memiliki sejarah sejak pertengahan abad kesembilan belas. Saat itu, beberapa kota di Austria memanfaatkannya untuk penerangan umum.

Dalam penggunaan umum, kami hanya mempertimbangkan minyak buangan yang meninggalkan pipa knalpot pabrik setelah uap, yang membuat sampai

komposisi minyak pirolisis, telah diekstraksi darinya. Dengan kata lain, retort terdiri dari bagian-bagian yang tidak dapat dikondensasikan.

Operasi pengukuran dan pengamatan atau konverter minyak yang dilakukan pada tahun-tahun komersial menunjukkan bahwa komposisi rata-rata dari minyak sisa (mengggunakan kayu sebagai bahan baku) adalah: (6)

CO ₂	59,0 Vol. %
CO	33,0 Vol. %
Metana	3,5 Vol. %
Hidrogen	3,0 Vol. %
Uap, dll.	1,5 Vol. %

Namun, angka-angka ini akan menyimpang secara signifikan dari gas yang dihasilkan dalam operasi arang terus menerus. Dalam retort yang dioperasikan secara kelompok, gas awal terdiri dari udara dan air, diikuti oleh gas dengan kandungan CO₂ dan CO yang tinggi dan selama sepertiga terakhir dari siklus karbonisasi, gas tersebut mengandung hidrokarbon dan uap dan memiliki titik nyala yang rendah. Sebaliknya, sisa gas yang dikeluarkan dari operasi terus menerus adalah seragam dan mengandung zat mudah terbakar tergantung pada suhu gas dan kesesuaian bahan baku.

Dari apa yang dikatakan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak mungkin ada nilai kalor tunggal dari gas retort atau konverter. Faktanya, nilainya berkisar antara 850 kkal dan 1.600 kkal per m³ (pada 15°C).

Pertama-tama, gas digunakan di pabrik karbonisasi untuk memanaskan pengering bahan baku atau sebagai bahan bakar untuk pengering briket arang. Penggunaan lain yang sangat populera dalah membakarnya dalam ketel uap tambahan. Uap yang dihasilkan dijual ke industri lain.

6.8 Ringkasan Penggunaan Utama Arang dan Produk Samping (1)

Produk	Bahan baku	Aplikasi
Arang, bongkahan	Kayu keras, kayu lunak	Karbon aktif, ferro silikon, panggangan batubara, pekerjaan logam, sodium sianida, karbon disulfida, baja Swedia, silikon
Arang, granular	Arang, bongkahan	Karbon aktif, aditif makanan hewan, senyawa pengisi untuk gas botol, pengeras
Arang, debu	Arang, bongkahan	Karbon aktif, lapisan cetakan di pengecoran logam, produksi briket, granulasi sementasi, piroteknik
Minyak pirolitik	Kayu keras, kayu lunak, limbah pertanian	Bahan bakar untuk tungku ketel uap, bahan bakar padat, mesin berbahan bakar, metalurgi, pabrik bata api, dll., bahan baku untuk industri kimia
Gas kayu	Kayu keras, kayu lunak, limbah pertanian	Pemanasan gas untuk semua jenis operasi menggunakan bahan bakar padat atau cair, mesin gas
Cuka kayu	Kayu keras, kayu lunak	Industri pengawetan dan penyedap daging dan ikan asap, parfum dan aroma
Tar kayu	Kayu keras	Industri tali, kedokteran hewan, pitch, creosote
Metanol mentah	Alkohol kayu	Metil asetat

Produk	Bahan baku	Aplikasi
Pelarut	Alkohol kayu	Ester selulosa dan aglutinasi, sintetis, lak
Metil format	Cuka kayu mentah dan Metanol mentah	Ester selulosa dan aglutinasi, sintetis, lak
Metil asetat	Cuka kayu mentah dan Metanol mentah	Ester selulosa dan aglutinasi, sintetis, lak
Asam asetat	Asam asetat mentah	Kimia, farmasi, makanan, makanan ringan, rayon, industri tekstil dan film, cuka
Asam propionik	Asam asetat mentah	Obat-obatan, rasa dan wewangian
Asam butirat	Asam asetat mentah	Obat-obatan, rasa dan wewangian

6.9 Biaya Arang dan Harga Bahan Bakar

Calon pembuat arang sering ingin meminta persetujuan proyeknya dengan membandingkan biaya arang yang diharapkan dengan harga bahan bakar lain di pasar.

Proyek arang biasanya didasarkan pada satu atau lebih dari konsep berikut:

- Produksi arang sebagai satu-satunya bahan bakar.
- Produksi arang yang terkait dengan pemulihan produk sampingan.

- Produksi arang sebagai bahan bakar rumah tangga untuk digunakan di negara berkembang.
- Produksi arang untuk mendapatkan keuntungan di pasar domestik yang ada.
- Produksi arang untuk membuat keuntungan atau untuk mendapatkan mata uang asing di pasar ekspor.

Jelas bahwa masing-masing konsep ini, dengan sendirinya atau dalam kombinasi, akan membutuhkan alternatif dalam pemilihan bahan baku dan teknologi. Karena biaya arang universal tidak ada, maka perlu untuk melakukan studi kelayakan yang menyeluruh dari masing-masing proyek untuk melindungi investor dari kejutan yang tidak menyenangkan.

Perbandingan dengan bahan bakar lainnya - kayu bakar, arang kiln, minyak tanah, gas alam, batubara bituminous, dll. - bukanlah tugas yang mudah dan hanya dapat dicapai dengan mempertimbangkan nilai energi dari bahan bakar yang dibandingkan.

Untuk mendapatkan nilai yang dapat diandalkan dari bahan bakar untuk penggunaan rumah tangga, kondisi yang terbatas akan menjawab pertanyaan tes dengan baik. Terutama efisiensi bahan bakar memasak akan dipengaruhi oleh perangkat di mana mereka dibakar - bentuk, ukuran, konsep, dll.

Untuk membuat pernyataan definitif mengenai posisi arang dalam kelas bahan bakar yang mudah terbakar, evaluasi komparatif harus dilakukan. Di sinilah reklasifikasi biomassa dengan energi fosil untuk penggunaan utama menjadi penting dan analisis bahan bakar menjadi penting.

Tabel berikut menyajikan empat kelompok bahan bakar dari lumpur limbah kering hingga batubara bitumen:

Bahan bakar	Abu %	Kelembaban %	Nilai kalor yang lebih tinggi	
			KJ/kg	Kkal/kg
<u>Bahan bakar premium</u>				
batubara bitumen	4,1	2	31.300	7.500
kokas bitumen	1	-	26.700	6.400
arang, bongkahan	3	5	30.000	7.200
arang, briket	9	4	27.000	6.400
<u>Bahan bakar kayu</u>				
kayu keras, basah	1,5	37	10.500	2.500
kayu keras, kering	0,5	15	15.500	3.700
kulit pinus	2,9	3	20.000	4.800
serbuk gergaji, basah	1,8	45	9.600	2.300
serbuk gergaji, kering	0,8	14	14.600	3.500
<u>Bahan bakar berbasis limbah</u>				
tempurung kelapa	2,5	12	14.650	3.500
kotoran sapi	17,8	6	15.900	3.800
bagas, basah	1,3	45	8.350	2.000
bagas, kering	1,9	11	15.900	3.800
kulit kopi	1	65	6.550	1.550
sekam padi	15,5	6	15.000	3.600
jerami padi	19,2	6	14.800	3.550
lumpur pabrik kertas	10,2	10	12.100	2.900
lumpur limbah	17,4	12	4.700	1.120
<u>Bahan bakar dengan kandungan hidrogen tinggi</u>				
butana/propana	-	-	45.600	10.900
minyak tanah	-	-	44.300	10.600
minyak diesel	-	-	40.100	9.600

Berdasarkan tabel bahan bakar ini, pernyataan tertentu dapat dibuat mengenai hubungan arang dengan total keluarga bahan bakar yang mudah terbakar. Bahan bakar utama adalah bahan bakar dimana karbon dan hidrogen berkontribusi secara signifikan terhadap nilai energi. Bahan bakar kayu dapat dianggap sebagai bahan bakar transisi antara kategori "premium" dan "bahan bakar berbasis limbah".

Untuk pengembangan proyeksi biaya arang, penting untuk menentukan apakah arang menunjukkan kedekatan yang lebih dekat dengan kategori bahan bakar premium atau transisi.

Untuk memperbaiki posisi arang dalam kelompok bahan bakar premium, perlu melihat analisis potensi pencemaran. Secara tradisional, belerang dan abu dianggap sebagai pengotor utama dalam bahan bakar pembakaran. Belerang, pada pembakaran, membentuk SO_2 yang merupakan polutan. Itu juga dapat bergabung dengan hujan untuk membentuk asam belerang encer, atau dapat diubah menjadi senyawa berbahaya lainnya.

Ketika kriteria polusi ini diterapkan, nilai arang dapat dihargai, dan karenanya harus diklasifikasikan dibawah bahan bakar kelas atas yang ditunjukkan dalam tabel, jika dianggap semata-mata sebagai bahan bakar industri.

Tingkat harga saat ini untuk 1 juta kkal menguatkan pernyataan ini:

Arang:	U.S.A.	US\$	31.40
	Eropa	US\$	45.60
Minyak pemanas:	Eropa	US\$	34.70

Tingkat harga menarik yang dinikmati semua produk arang di negara-negara industri tidak mengizinkan penerapannya dalam proses di mana sifat produk dapat mendukung biaya bahan bakar yang mahal - misalnya, ekstraksi logam langka dari bijih atau untuk kualitas pengerasan bajanya dalam metalurgi.

Gambaran berubah ketika seseorang beralih ke pembuatan arang di negara berkembang. Jika kita mengasumsikan biaya produksi \$55 - \$100 per ton, harga pembelian 1 juta kkal energi arang adalah antara \$7,80 dan \$14,30. Jelas bahwa arang untuk keperluan rumah tangga bersaing dengan

hampir semua bahan bakar lain dari kelompok primer dan premium, meskipun harga bahan bakar dapat sangat bervariasi dari satu negara ke negara lain. Namun, harus diperhatikan bahwa ketika membandingkan harga arang dengan bahan bakar dari kelompok premium, kandungan karbon tetap arang harus dipertimbangkan, dan ini biasanya berfluktuasi antara 68% dan 85%. Koreksi yang diperlukan diberikan oleh rumus berikut:

Arang:	US\$ 55/ton	karbon tetap	= 70%
Arang untuk metalurgi:	US\$	karbon tetap	= 85 % (spek)
	$\frac{\text{US\$ } 55 \times 85}{70}$	= US\$ 66,79 per ton	

Berdasarkan biaya bahan bakar, penggunaan arang industri dapat direkomendasikan untuk pembuatan besi, logam nonferrous dan baja:

- ekstraksi besi dari bijih dalam tanur tinggi dan tanur listrik besi babi
- ekstraksi mangan dan ferro-silika dari bijih
- besi babi untuk pembuatan baja dan untuk pengecoran besi
- proses sintering
- pengerasan baja.

Arang memiliki kegunaan potensial lainnya di negara-negara yang terlibat dalam pembangunan industri kimia mereka sendiri yang sedang berkembang. Di sini penting untuk dicatat bahwa reaktivitas kimia arang telah terbukti secara komersial. Dalam aplikasi tersebut, penggunaan arang akan dinilai tidak hanya berdasarkan nilai bahan bakarnya saja, tetapi juga oleh sifat fisik dan kimia, seperti porositas, densitas, kesesuaian kadar abu, karakteristik hidrofilik dan hidrofobik.

6.10 Pengepakan dan Pengiriman untuk Strategi Ekspor/Pasar

Gaya pengepakan sangat penting untuk menarik pembeli dan untuk melindungi barang dagangan.

Dalam beberapa tahun terakhir, kantong kertas 3 kg atau 10 kg telah menjadi populer di negara-negara industri, sedangkan kantong goni umum di negara-negara berkembang. Kantong kertas memiliki bentuk persegi panjang dan bagian bawah rata yang memungkinkan kantong diletakkan dalam posisi tegak. Tas terbuat dari kertas dua lapis atau tiga lapis. Bagian luar biasanya dicetak tiga warna dan memuat nama merek, iklan, atau label peringatan khusus jika diwajibkan oleh undang-undang.

Untuk pengiriman; dua atau lebih tas yang dikemas bersama dalam satu bale (tumpukan). Tas baler terdiri dari kertas kerajinan kuat yang biasanya tidak dicetak dan berwarna alami. Untuk tujuan identifikasi, baler membawa denominasi isi pada slip yang ditempelkan di luar.

Pengepakan baler digunakan setiap kali arang "tumpukan mati" untuk transportasi. Alat transportasi yang paling sering diminta adalah "di atas palet". Karena dua atau lebih palet ditempatkan di atas satu sama lain, perawatan harus dilakukan untuk mencegah kantong arang dari kerusakan akibat pemindahan palet yang tidak dapat dihindari selama transportasi; ini adalah salah satu penyebab paling sering untuk klaim kerusakan. Metode yang paling terkenal saat ini adalah kotak karton yang ditempatkan di atas muatan palet, sehingga melindungi isinya.

Pengiriman luar negeri dibuat dengan sistem kontainer saja. Jenis Kargo Kering 40 kaki, wadah tertutup dengan satu bukaan besar di sisi depan, adalah ukuran yang lebih disukai.

Sekitar 70 persen dari semua arang untuk pasar industri diangkut dalam jumlah besar dengan truk, trailer atau kereta api. Pengiriman ini membutuhkan perlindungan terhadap cuaca yang baik (2).

Untuk pengangkutan serbuk arang, tersedia silo atau truk tangki khusus. Arang halus dan debu juga sering dikirim sebagai muatan dek terbuka. Tindakan hati-hati harus dilakukan untuk menjaga seluruh beban tetap basah, terutama untuk mencegah penyalaan sendiri tetapi juga untuk menghindari gangguan debu.

Biaya untuk kerusakan, biaya kelebihan waktu berlabuh yang disebabkan oleh ketidaksesuaian atau keterlambatan pengiriman biasanya diganti oleh pemasok arang dan menjadi tanggung jawabnya.

Arang yang baru diproduksi tidak siap untuk pengiriman massal segera karena kecenderungannya untuk menyerap oksigen yang sering kali menyebabkan

kebakaran. Waktu curing yang wajar adalah kebutuhan. Ekspediter biasanya tidak menerima pengiriman tanpa sertifikasi waktu curing yang memadai. Briket arang, arang bongkahan, arang halus dan bubuk tidak diklasifikasikan sebagai barang yang dapat menyala sendiri, tetapi termasuk dalam kategori ini. Itu berarti mereka dapat dikirim tanpa izin transportasi khusus, tetapi tidak boleh dibawa dalam kontak dengan barang yang mudah terbakar seperti produk kayu, dll.

Pemasaran dan strategi bisnis

Ketika seseorang mempertimbangkan keragaman dan urgensi tertentu dari pasar, menjadi jelas bahwa pendatang baru harus mengatasi banyak kesulitan untuk menemukan tempatnya. Bisnis arang bisa dianggap sebagai pasar biasa sebagai pasar pembeli.

Ada banyak perbedaan antara berbagai aplikasi dan kebutuhan konstan untuk pasokan yang dapat diandalkan dan kualitas seragam.

Tugas lainnya adalah menindaklanjuti tren perubahan teknis yang cepat berubah dalam proses; ini sering membutuhkan perubahan produk yang dapat memiliki dampak yang kuat pada biaya.

Amandemen legislatif untuk kewajiban perdagangan, transportasi dan produk menjadi perhatian lain.

Kontak pelanggan dan penataan harga pasar tahunan adalah masalah yang sangat sensitif dan ini harus ditangani secara pribadi, dalam suasana yang saling percaya.

Akhirnya, pendatang baru perlu menjadi akrab dengan sikap dan perilaku kliennya.

Semua fakta pasar yang terbukti ini mengarah pada waktu untuk mengejar pola pasar yang terbukti untuk menemukan cara optimal promosi produk. Oleh karena itu, pemasok arang yang tidak dapat mengandalkan keahlian atau tenaga penjualannya sendiri biasanya akan menggunakan jasa perwakilan atau agen yang dapat memberikan pengetahuan bisnis dan teknis. Layanan ini meliputi:

- Survei pasar.
- Tes bahan.

- Periklanan.
- Kontak klien.
- Penataan harga.
- Persiapan kontrak penjualan, Aplikasi untuk bea cukai, lisensi impor, dll.
- Memperoleh sertifikat penjualan yang menyatakan bahwa produk memenuhi persyaratan kesehatan dan keselamatan standar dan persyaratan undang-undang.
- Menangani keluhan pelanggan.
- Memperoleh persetujuan bank untuk jalur kredit pelanggan.

Karena agen atau perwakilan bertindak sebagai broker lokal, ia menerima komisi untuk mengganti pengeluarannya dan untuk remunerasi. Biaya didasarkan pada hasil penjualan dan ditetapkan dalam kontrak tahunan. Namun, akhirnya bisnis arang yang sukses akan tergantung pada fleksibilitas pemasok dan seberapa cepat dia dapat melayani kebutuhan pelanggan.

Terakhir, tetapi tidak kalah penting, kesuksesan akan terkait dengan kemampuan teknis fasilitas produksinya. Dengan kata lain, desain pabrik arang mungkin menjadi faktor pembatas.

6.11 Produksi Dunia

Di banyak negara, faktor utama yang ada dalam produk karbonisasi ini adalah perdagangan domestik. Karena produk mentah berada di negara-negara tersebut, produk mungkin dikirim tanpa perintah yang melelahkan, dan ini menjadikannya barang dagangan stabil

Produksi arang dunia tidak dapat dihitung dengan tepat, begitu pula jumlah produk sampingan arang yang diproduksi dan dikonsumsi tidak diketahui, hanya beberapa negara menyediakan sebagai data statistik.

Di negara berkembang, riset konsumen di pasar arang jarang dilakukan. Penyelidikan yang paling rumit tentang tingkat produksi arang di negara-negara berkembang dilakukan oleh FAO pada tahun 1980, dengan tujuan memberikan perkiraan terbaik kepada Konferensi PBB tentang Sumber Energi Baru dan

Terbarukan di Nairobi (1981). Data dikumpulkan melalui kuesioner dan dengan mencari laporan yang tersedia.

Meskipun banyak upaya yang dilakukan dalam survei, ditemukan bahwa untuk banyak negara terdapat kisaran perkiraan yang luas dan sangat sedikit negara-negara tersedia data yang dapat diandalkan. Selanjutnya, telah diputuskan untuk memperlakukan tersedianya perkiraan itu sebagai pengamatan acak.

Setelah terlibat selama lebih dari dua dekade dalam penelitian dan produksi pirolitik, penulis telah melakukan banyak riset pasar dan mengumpulkan hasil dan studi. Namun, survei ini lebih bersifat tepat waktu dari pada global dan hanya terkait dengan situasi di negara-negara tertentu.

Terlepas dari kekurangan ini, adalah mungkin untuk membangun gambaran yang lebih memuaskan tentang produksi arang saat ini dengan mempertimbangkan juga angka impor yang tersedia, bukti pengiriman arang, pengalaman pemasok peralatan,dll.

Perkiraan Produksi Arang Tahunan
(Data : 1981)

Area	.000 ton/tahun	Keterangan
<u>Africa</u>		
Negara-negara Afrika Timur, Madagaskar, Mauritius	150 - 170	
Afrika Selatan	85	Termasuk briket arang.
Negara-negara Afrika Barat	580 - 600	
<u>Amerika</u>		
Argentina, Brasil	4.900	Termasuk briket arang.
Kanada, Amerika Serikat	1.400	85% briket arang.
Amerika Tengah	25 - 30	
<u>Asia</u>		
Republik Rakyat Cina	200 - 450	
Filipina, India, Sri Lanka	100 - 140	Terutama arang tempurung kelapa, Termasuk briket arang.

Perkiraan Produksi Arang Tahunan
(Data : 1981)

Area	.000 ton/tahun	Keterangan
<u>Australia, Selandia Baru</u>	70 - 90	
<u>Eropa</u>		
Negara-negara Masyarakat Ekonomi Eropa	130	Termasuk briket arang.
Cekoslowakia, Hongaria	130	Termasuk briket arang.
Rumania, Yugoslavia, Skandinavia	30	Termasuk import dari Amerika Selatan
Polandia, Uni Soviet	250 - 300	Tidak termasuk wilayah Asia
<u>Cekungan Pasifik Selatan</u>	10 - 12	

Meskipun angka-angka dalam tabel sebagian berasal dari perkiraan, mereka menggambarkan situasi arang secara umum dan menunjukkan Amerika Selatan sebagai benua penghasil arang yang terbesar.

FAO mencoba meramalkan dalam studi yang disebutkan di atas dengan membandingkan angka produksi terbaru dengan tahun 1970. Hasilnya menunjukkan dengan jelas bahwa permintaan dan produksi arang telah meningkat di semua negara yang dicari. Faktanya, tidak ada penurunan produksi arang yang ditemukan antara tahun 1976 dan 1980.

Meskipun tidak ada cara untuk mengukur tren kenaikan produksi arang, jelas bahwa lonjakan komoditas pirolitik telah meningkat pesat sejak 1972, ketika krisis energi di seluruh dunia terlihat.

Selain itu, keinginan orang-orang di negara-negara industri untuk meningkatkan dan memperbaiki masakan arang, kebutuhan akan mesin penghasil gas dan pengakuan akan nilai minyak pirolisis sebagai pengganti bahan bakar minyak telah memberikan dorongan lebih lanjut untuk produksi arang.

Saat ini hanya beberapa negara berkembang yang melayani dengan ekspor mereka pasar negara-negara industri.

Tetapi ada kesadaran yang tumbuh di pemerintah dan perusahaan swasta tentang potensi untuk menghasilkan mata uang keras dengan perdagangan arang asing.

Di sisi lain industri arang, perdagangan arang dan perusahaan pelayaran dari negara-negara industri menjadi sangat jeli melihat peluang yang ada dengan mitra yang dapat diakses di sana.

Tren ini terlihat dalam membanjirnya permintaan yang mencapai meja semua orang yang terkait dengan bisnis.

Ekspor arang telah dibatasi di sebagian besar kasus oleh gagalnya memenuhi standar kualitas, karena kurangnya ketersediaan bahan pengepakan dan pasokan yang tidak dapat diandalkan dalam hal pertemuan tanggal pengiriman tetap.

Dapat dipahami dengan baik bahwa konsumsi arang akan meningkat di semua negara berkembang dengan perbaikan kondisi kehidupan karena arang adalah bahan bakar yang mudah digunakan untuk rumah tangga dan keuntungannya tidak boleh diulang di sini.

Namun, implikasi dari pertanyaan-pertanyaan penting yang berputar disekitar pasar domestik di negara-negara berkembang akan tetap tidak terjawab selama negara-negara ini kekurangan bahan statistik program arang nasional masing-masing.

Referensi

- (1) H. Messman, "What is Charcoal?", paper presented at 12th Biennial Conf. of the Institute for Briquetting and Agglomeration (IBA), USA, 1971.
- (2) W. Emrich, The Charcoal Markets in Industrialized Countries and the Impacts of Charcoal Exports in Developing Countries, FAO Report, Rome, 1981.
- (3) J. Hassler, Purification with Activated Carbon, Chem. Publ. Co., New York, U.S.A. 1974.
- (4) J. Woodroof, Coconuts: Production, Processing, Products, AVI Publ. Co., Inc., Westport, Conn., U.S.A. 1970.
- (5) L. Jaeger, Grundlagen der Holzgasanlagen fuer ortsfesten und fahrbaren Betrieb, Muenchen, F. R. G., 1935.
- (6) M. Klar, Technologie der Holzverkohlunng, Berlin, 1910.
- (7) E. Plassmann, On the Trail of New Fuels, VW Research Center, Wolfsburg, F.R.G, 1974.

Bab 7

PERENCANAAN USAHA ARANG DAN PEMILIHAN PERALATAN

Dalam dunia yang cepat berubah saat ini dengan kebutuhan yang besar untuk sumber energi terbarukan, sangat penting bahwa calon pembuat arang menyadari batas dan peluang teknologi dan pilihan peralatan yang tersedia baginya. Kriteria penting akan selalu adalah ketercapaian hasil energi dari bahan baku yang dipertimbangkan. Perbandingan hasil sulit dibuat; banyak pengalaman diperlukan, dan pengujian harus dilakukan pada parameter perusahaan. Ini adalah, antara lain, berat bahan kering, kandungan karbon tetap dan nilai kalor arang, dan nilai energi yang ditentukan dari produk sampingan cair dan gas, jika ada.

Juga diketahui di industri arang bahwa sangat sering angka hasil yang disajikan tidak cukup dapat diandalkan dan karenanya bisa sangat menyesatkan.

Pengalaman Eropa telah membuktikan bahwa, sebagai aturan umum, energi yang diperoleh dari bahan mentah tidak melebihi nilai-nilai berikut:

Tungku arang sederhana: lubang arang, tungku gundukan tanah	18-22%
Tungku batu bata dan logam	24-28%
Retort tanpa pemulihan produk samping	30-35%
Konverter biomassa dengan pemulihan produk sampingan	65-80%

Data ini diperoleh dari spesies kayu keras yang tidak umum di negara tropis. Juga mereka tidak dapat diterapkan pada varietas residu pertanian. Mereka harus melayani perencanaan kurang lebih sebagai pedoman kasar.

Namun, jelas bahwa teknologi modern menawarkan keuntungan ekonomi yang signifikan dari pemanfaatan bahan yang unggul dibandingkan dengan metode penghangusan tradisional. Manfaat pembuatan arang industri mencakup peningkatan keuntungan dari pemanfaatan hasil hutan secara lebih penuh serta penghematan biaya silvikultur dan sumber daya alam. Keuntungan dan imbalan tidak akan tergantung pada ukuran produksi arang, apakah itu pabrik skala kecil di penggajian kayu terpencil atau operasi besar di dalam kompleks. Mereka akan

lebih terkait dengan cara industri perencanaan, desain dan organisasi telah dilaksanakan.

Perencanaan Nasional

Di negara-negara berkembang, khususnya di mana arang akan menjadi bahan baku industri dasar dalam skala besar, perencanaan harus memastikan bahwa keinginan jangka panjang kemungkinan besar akan terpenuhi.

Tentu tidak perlu bagi pengusaha kecil, termasuk pembuat arang keliling, untuk khawatir tentang perencanaan jangka panjang, tetapi penting bahwa Perencanaan, Departemen Kehutanan Departemen Pertanian yang memasok bahan baku memastikan bahwa pabrik yang diusulkan akan bekerja untuk kemaslahatan negara. Pekerjaan perencanaan industri arang harus dilakukan pada dua tingkat:

1. Rencana nasional untuk industri arang yang harus sesuai dengan tujuan pembangunan negara.
2. Perencanaan untuk proyek-proyek tertentu yang harus sesuai dengan tujuan prinsip-prinsip perencanaan yang ditetapkan di atas. Perencanaan di tingkat nasional akan memperhitungkan peningkatan tahunan bahan baku yang dapat dengan aman diubah menjadi arang, minyak pirolisis, dan gas pemanas industri. Ini juga berfokus pada kemungkinan biaya produksi, transportasi dan organisasi pemasaran yang diperlukan. Oleh karena itu, penilaian penuh ini harus dilakukan oleh seorang ekonom, yang bekerja baik secara langsung diluar Departemen Perencanaan Nasional atau sebagai penghubung, mengoordinasikan kepentingan berbagai departemen.

Teknik yang terbukti secara komersial tersedia untuk mengkarbonisasi bahkan sejumlah kecil bahan baku secara ekonomis. Fakta ini tentunya akan menjadi sangat penting bagi para perencana dan pengusaha di negara-negara berkembang dengan limbah pertanian yang melimpah.

Tren lain, yang sudah terjadi di negara-negara industri, diperkirakan akan menyebar luas: ini adalah penggunaan pengencer (pengembang energi) dengan briket arang. Awalnya, pengencer dimaksudkan untuk meregangkan cadangan bahan baku yang berharga, dengan kata lain untuk mendapatkan lebih banyak manfaat dari lebih sedikit karbon. Tetapi pasar telah mengadaptasi bahan bakar memasak dan pelanggan tahu bagaimana menggunakannya untuk "mendukung anggaran keluarga". Kami yakin bahwa tren ini juga akan terjadi di negara-negara berkembang, segera setelah pemerintah menyadari bahwa sumber daya alam mereka dapat diperluas untuk melayani populasi yang lebih luas atau untuk meningkatkan ekspor.

Dampak terbesar dapat diharapkan dari pengembangan "Konsep Pembuatan Arang Terpadu". Dalam arti luas, istilah ini berlaku untuk proyek yang terkait dengan sistem industri yang ada atau yang masih ada di meja perencanaan.

Sedangkan sampai akhir Perang Dunia Kedua, operasi arang hanya didasarkan pada ketersediaan kayu, pabrik arang masa depan akan didirikan terutama untuk melayani tujuan yang telah ditentukan. Dengan kata lain, pabrik masa depan akan dirancang untuk membuat penggunaan terbaik cadangan bahan mentah dengan memasok berbagai produk. Kata kunci untuk pembangkit masa depan adalah kemampuan mereka yang saling terkait dengan industri lain dan konsumen energi, dan cocok dengan program pasokan rumah tangga di seluruh negara bagian.

7.1 Perencanaan Proyek

Sebuah Industri arang modern dapat dirancang untuk integrasi dalam proyek yang ada atau yang akan datang, misalnya, industri besi arang. Penilaian proyek perlu dilakukan untuk memastikan bahwa proyek tersebut sehat secara ekonomi dan sosial. Urutan tahapan yang umum diadopsi dalam penilaian proyek adalah sebagai berikut:

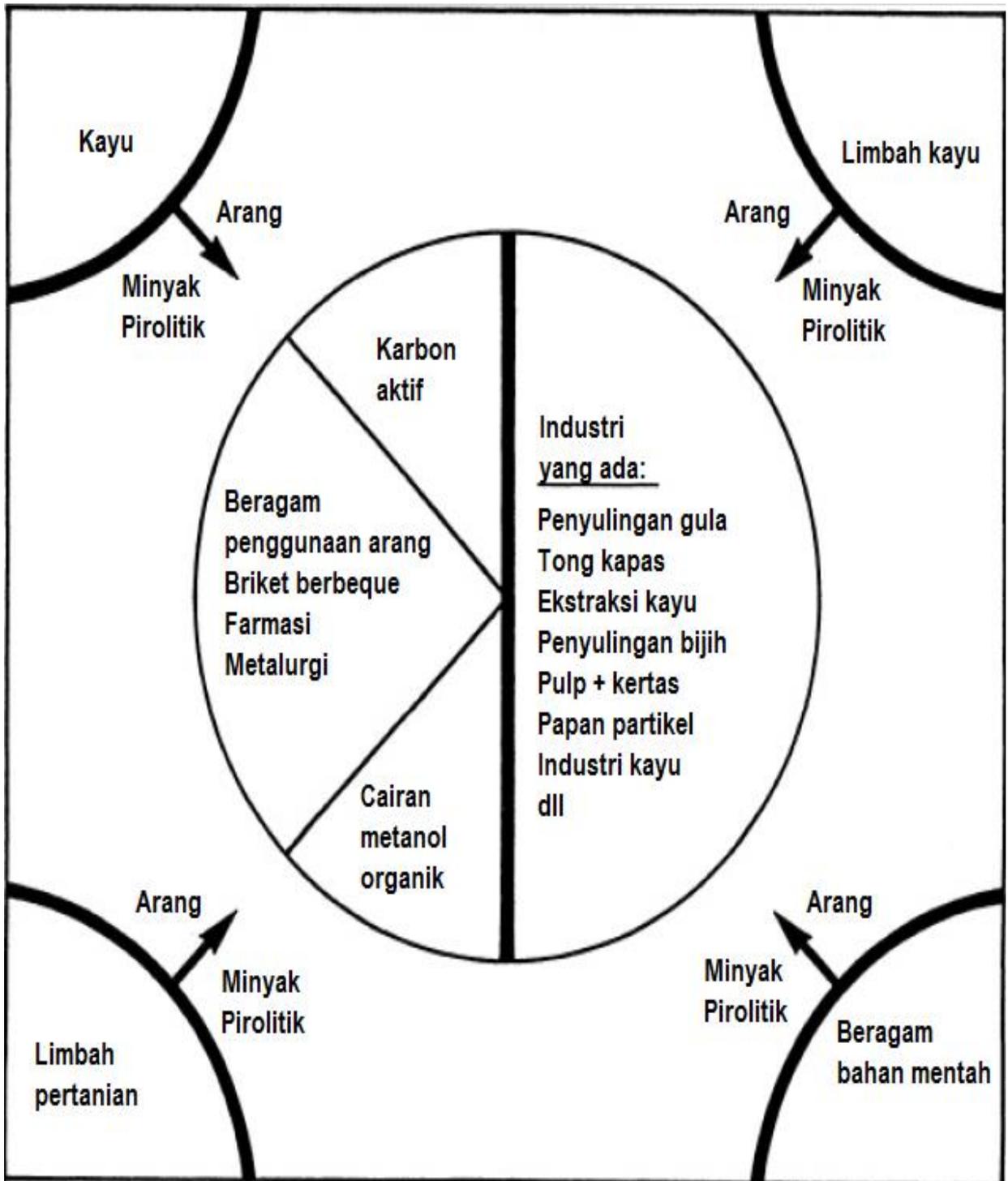
- Studi tujuan dan alternatif proyek.
- Penilaian teknologi yang disarankan dan buktinya.
- Analisis biaya/manfaat sosial.
- Analisis komersial dan keuangan (termasuk analisis sensitivitas dan risiko).
- Pertimbangan ekonomi lainnya.

Kesimpulan dan rekomendasi

Konsep Arang Terpadu tersebut di atas tergantung pada situasi lokal dan oleh karena itu Gambar 49 hanya dapat menyampaikan gagasan.

Pabrik arang dapat mengirimkan arangnya ke produsen karbon aktif, pabrik besi atau baja, atau membuat briket untuk pasar domestik dan ekspor, dll. Pada saat yang sama, ia dapat memasok minyak pirolisis sebagai bahan bakar untuk pabrik batu bata, pabrik papan partikel, penyulingan dan/atau boiler uap industri. Pilihannya sangat banyak dan tidak dapat dijelaskan secara rinci dalam buku pegangan ini.

Jika keputusan dibuat bahwa pembangunan industri arang atau perluasannya seperti membawa manfaat sosial-ekonomi untuk negara, sebuah departemen pemerintah, yang paling mungkin departemen perencanaan, harus menunjuk seorang koordinator dengan minat dibidang kehutanan, pertanian dan kimia untuk mengepalai bagian arang yang baru.



Gambar 49. Konsep karbonisasi terintegrasi dengan empat pembuat arang.

Bagian ini akan diberi tugas untuk memastikan bahwa upaya maksimal dilakukan dalam implementasi keputusan untuk melembagakan atau perluasan industri arang. Koordinator, jabatan yang disarankan adalah petugas pengembangan arang, akan memiliki tugas-tugas berikut:

- Investigasi semua kemungkinan sumber bahan baku.
- Survei pasar lokal dan ekspor.
- Merancang program riset.
- Pemilihan dan perekrutan jasa konsultan.

Petugas pengembangan arang juga akan memperhatikan pelatihan staf lokal. Sebuah program pelatihan akan terdiri dari:

- Penjelasan dasar prinsip karbonisasi.
- Hubungan antara jenis bahan baku, penyiapan dan pengeringan bahan baku dan efeknya atas hasil arang, minyak pirolisis dan energi gas.
- Demonstrasi praktis di pabrik percontohan (biasanya tidak tersedia di negara berkembang) atau pembangunan proyek percontohan semacam itu mungkin menjadi tujuan utama kursus.
- Tindakan pencegahan keselamatan dan pertolongan pertama.
- Biaya, pembukuan, dan pemasaran.

Setiap kursus harus diakhiri dengan ujian pada mana standar nilai untuk penghargaan harus ditetapkan cukup tinggi.

Keputusan untuk mendirikan industri arang yang terorganisir dengan baik harus dibuat sebelum pengorganisasian tim penelitian dan pengembangan arang. Informasi yang diperoleh dari penelitian dan pengembangan akan mengarah pada modifikasi beberapa proyek yang disarankan dan oleh karena itu konsultasi dekat dan berhubungan dengan Departemen Perencanaan adalah penting.

Saat ini penelitian kimia arang sedang berkonsentrasi pada identifikasi senyawa dalam minyak pirolitik dari semua bahan. Penelitian telah tidak aktif selama periode panjang minyak murah. Saat ini perhatian difokuskan pada kandungan minyak pirolitik sebagai bahan baku langka untuk industri kimia, farmasi dan kosmetik untuk menggantikan senyawa yang berasal dari sintesis turunan minyak bumi. Beberapa tujuan, bagaimanapun, adalah sebagai lebih jauh pencapaian. Ekstrak

minyak pirolisis dapat menjadi bahan bakar alternatif untuk mobil, truk, peralatan pertanian dan generator listrik, jika disiapkan dan digasifikasi dengan benar.

Kogenerasi energi kembali menjadi bagian penting dari industri arang. Banyak kombinasi yang mungkin dan dapat dikembangkan. Kredit yang diperoleh dari penjualan produk sampingan dapat mengurangi sebagian besar biaya operasional dan tampaknya kontribusi ini akan menjadi lebih menarik di masa depan.

Studi kasus yang diberikan dalam Lampiran 1 (pabrik CISR-Lambiotte dan instalasi Vertical Flow Converter (Tech-Air)) memunculkan karakteristik utama dari pabrik modern dan berikan wawasan tentang proses perencanaan.

7.2 Pemilihan Peralatan Arang

Inti dari pabrik arang adalah tungku, retort atau converter. Dalam arti yang ketat, tidak ada variasi yang terlihat antara retort dan konverter.

Bagaimanapun, hasil arang, keseragaman kualitasnya, kuantitas produk sampingan cair dan gas, keluaran dan keluaran pabrik akan ditentukan oleh peralatan konversi yang dipilih. Jika keputusan telah dibuat tentang jenis operasi, bagian lain dari pabrik harus disesuaikan dengannya.

Di sisi lain, jenis bahan baku kayu bulat panjang atau pendek, bahan halus atau kasar, pertanian atau non-pertanian akan mempengaruhi pilihan tungku, retort/konverter dan jenis operasi – secara berkelompok atau kontinyu.

Ditemukan sangat awal bahwa kebutuhan energi dari proses arang sangat erat kaitannya dengan kapasitas retort, jika operasi dilakukan secara kelompok. Namun, hasil arang dan produk sampingan sangat sedikit dipengaruhi oleh perubahan kapasitas retort. Fenomena yang sama dapat diamati dengan tungku gundukan tanah melingkar yang terisolasi dengan baik, meskipun pengukuran yang andal sangat sulit. Tabel yang diberikan dalam pendahuluan bab ini merangkum data yang dikumpulkan dari pabrik Eropa yang beroperasi dengan spesies kayu keras.

Kebutuhan energi dari proses pembuatan arang tidak hanya berkaitan dengan kapasitas retort dan kadar air dari bahan mentah, tetapi juga tergantung pada efisiensi pertukaran panas antara gas pemanas ambien dan permukaan bagian atau partikel bahan mentah. Dalam retort atau konverter yang dioperasikan secara

kelompok, bagian-bagian individual dari bahan mentah tetap hampir tidak bergerak, atau paling baik bergerak sangat lambat selama seluruh siklus karbonisasi selama berjam-jam atau berhari-hari. Dengan kondisi ini, akses ke permukaan bagian bahan baku akan menjadi lebih sulit. Beberapa bagian juga akan tetap berdekatan dan tidak akan cukup terkena gas pemanas. Efek ini sering teramati pada tungku pembakaran arang yang dioperasikan dengan buruk dan mengakibatkan pembuangan sebagian besar kayu gelondongan yang tidak terbakar atau setengah terbakar.

Efisiensi pertukaran panas juga merupakan alasan mengapa sebagian besar retort dan hampir semua tungku memerlukan, untuk pengisian yang tepat, dimensi khusus untuk diameter dan panjang kayu gelondongan. Jika tidak, penetrasi gas pemanas tidak akan cukup untuk memenuhi kecepatan pertukaran panas yang diperlukan karena densitas muatan yang tinggi.

Peningkatan yang cukup besar dari pertukaran panas dapat dicapai jika umpan disimpan dalam gerakan yang stabil, misalnya, di pabrik konverter yang dioperasikan secara terus-menerus. Efek hemat energi ini ditunjukkan dalam tabel berikut untuk retort SIFIC yang dioperasikan secara kontinyu dibandingkan dengan operasi kelompok dari retort Reichert. Dalam kedua kasus, ukuran log dan kadar air umpan adalah identik (1).

	<u>Retort SIFIC</u>	<u>Retort REICHERT</u>
<u>Hasil:</u>	kg/ton kayu kering	kg/ton kayu kering
Arang	330 - 350	330 - 350
Metanol	23	19 - 23
Asam asetat	77	66 - 70
Permintaan pemanasan	17 kkal/kg kayu kering	340 kkal/kg kayu kering
Permintaan listrik	15,6 KWh/ton kayu kering	21 KWh/ton kayu kering

Isolasi tungku, retort atau konverter menjadi masalah penting di semua negara dengan suhu musiman di bawah 15°C atau di lokasi di mana faktor angin dingin tinggi yang lazim. Kerugian berwujud panas biasanya diabaikan di iklim panas, bahkan di malam hari.

Ada perbedaan besar antara sistem yang memanaskan kayu dengan cara eksternal, menggunakan kayu, minyak, gas, dll., dan sistem yang memungkinkan pembakaran dalam skala terbatas untuk terjadi di dalam pembuat arang dengan membakar sebagian muatan kayu dan menggunakan panas ini untuk mengeringkan dan mengkarbonisasi sisanya. Metode yang terakhir harus menjadi yang paling efisien karena panas dihasilkan di tempat yang dibutuhkan, menggunakan bahan bakar kayu murah. Dalam prakteknya, sulit untuk mengontrol pembakaran dan beberapa kayu tambahan dibakar yang menurunkan hasil.

Keseragaman kualitas arang yang dihasilkan produk sampingan adalah sebuah pertimbangan penting untuk dan konsumen. Mengenai kandungan karbon tetap dari arang, ini terkait langsung ke suhu pembakaran, suhu terminal operasi berkelompok dan waktu tinggal bahan baku. Oleh karena itu, sumur retort atau konverter arang yang dirancang baik dapat dinilai dari instalasi kontrol suhu, fleksibilitas dan kepekaan terhadap perubahan.

Tungku sebagai sarana karbonisasi tradisional yang dipanaskan internal dan dikendalikan manual. Ada tiga kemungkinan ditemukan yaitu timbun, yang paling murah biayanya, batu bata atau pasangan bata dengan biaya menengah, dan baja yang paling mahal. Tungku baja dibagi lagi menjadi tipe portabel dan tipe tetap.

Tungku baja portabel memiliki dua keuntungan: mereka dapat dipindahkan dengan mudah, yang mungkin berguna, dan mereka mendingin dengan cepat, memungkinkan waktu siklus yang lebih pendek. Namun, portabilitas tidak selalu menguntungkan, karena menjadi sulit untuk mengatur dan mengawasi produksi secara efisien; Selain itu, tungku bata tetap dapat didinginkan cukup cepat dengan menyuntikkan air ke dalam tungku (dengan hati-hati!). Meskipun waktu siklus masih ada enam sampai delapan hari, dibandingkan dengan dua hari untuk tungku baja, volume yang lebih besar dan biaya tungku batu bata yang jauh lebih rendah membuatnya lebih disukai kecuali jika portabilitas sangat penting.

Tungku timbun dan lubang tanah, bahkan ketika dioperasikan secara efisien, pembakaran lambat dan pendinginan lambat dan mencemari arang dengan tanah. Namun, di mana modal terbatas atau tidak ada, mereka memiliki keuntungan nyata.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa jenis bahan mentah dan ukuran masing-masing bagian atau partikel mungkin memerlukan tungku, retort, atau konverter

tertentu. Sebagai aturan praktis, ukuran bahan baku yang tidak memiliki panjang 100 mm dan dengan diameter maksimum 25 mm tidak dapat dikonversi secara memuaskan dalam operasi berkelompok. Bahan mentah tersebut mungkin telah dibuang oleh pabrik penggergajian dalam bentuk serpih atau serbuk gergaji, atau oleh perkebunan dan pengolah hasil pertanian berupa cangkang, sekam, sekam, daun, ranting, pulpa dari kopi atau ampas tebu dari industri gula. Mereka mungkin juga telah diproduksi secara artifisial oleh pemotong kayu, penghancur pertanian, dll. Bagaimanapun, mereka cenderung menyebabkan muatan kepadatan tinggi (dalam beberapa kasus mereka harus dipadatkan terlebih dahulu) ketika dimasukkan ke dalam konverter, akibatnya berkurang. efisiensi pertukaran panas secara signifikan.

Oleh karena itu, pemasok peralatan berkewajiban untuk merancang dan pembuatan mesin khusus untuk produsen arang.

Daftar peralatan dasar

Penerimaan dan persiapan bahan baku: gergaji rantai, gergaji bundar, gergaji pita rol, *chipper, shredder, hammer mill*, rantai tarik, layar. Kelayakan harus dibuktikan dengan tes dalam setiap situasi khusus.

Pengering bahan baku: pengering pita, pengering sekrup, tunggal dan pengering putar multi-pass, pengering tipe khusus (Lambiot), pengering biji-bijian, pengering pneumatik, ban berjalan, lift, elektro-magnet untuk menghilangkan serpihan besi, silo. Tes pengeringan sangat disarankan di mana pengeringan matahari atau udara tidak cukup. Ketika kadar air pakan mentah kurang dari 20%, pengeringan biasanya tidak diperlukan.

Sistem gas sisa, pemulihan minyak pirolisis: *scrubber, water cooler, demister, draft fan, valves, temperature control, oil pump, piping, tubing, storage tank*. Bagian utama dari sistem gas sisa harus terbuat dari tembaga, baja tahan karat, keramik atau kayu. Ukuran *scrubber* dan permukaan area pendingin air harus ditentukan secara individual.

Tumpukan suar: cerobong asap, pembakar otomatis, pembakar. ruang, pengangkat untuk pasokan gas pemanas, kipas angin. Jika pembakaran gas berlebih diperlukan oleh undang-undang lingkungan, sebuah desain khusus diperlukan.

Tidak semua item dalam daftar di atas akan diperlukan pada pabrik tertentu. Karena pabrik arang industri dapat menggunakan mesin dari industri lain dengan sedikit perubahan, sudah menjadi praktik umum untuk menggunakan peralatan bekas sebanyak mungkin; ini dapat mengurangi biaya investasi awal secara signifikan.

Secara tradisional, warisan kearifan masyarakat pedesaan telah memainkan peran penting dalam pembuatan arang. Menggunakan metode mapan yang dikenal berhasil di suatu daerah adalah pilihan logis bagi mereka yang tidak mampu mengambil risiko karena situasi ekonomi yang genting. Dimana faktor sosial dominan, biasanya sangat sulit untuk memperkenalkan teknologi baru pembuatan arang kecuali jika faktor sosial diubah. Seringkali orang melihat upaya untuk memodifikasi teknologi pembuatan arang dengan memberikan bantuan: input seperti gaji rantai, tungku baru dan sebagainya. Ketika input ini tidak lagi tersedia, kebutuhan ekonomi memaksa produsen untuk kembali ke metode tradisional yang sukses dengan semua kesalahan teknis yang nyata. Oleh karena itu, metode karbonisasi tidak dapat dievaluasi hanya berdasarkan faktor teknis: faktor sosial sama pentingnya.

Namun teknologi yang baik penting dalam jangka panjang dalam memperbaiki kondisi sosial. Oleh karena itu, jika faktor izin sosial, metode yang memberikan hasil yang lebih tinggi dari arang kualitas yang lebih baik dengan biaya lebih rendah harus digunakan.

Peralatan teknis yang sesuai untuk produksi arang industri dalam skala kecil baru digunakan sejak tahun 1965. Sejak itu, perkembangan baru ini mengikuti tren yang terus meningkat, yang sebelumnya tidak diketahui dalam industri arang.

Mungkin investasi datang dengan biaya seperti yang mengejutkan bagi orang luar yang sering menjadi perhatian pengusaha karena kemampuan beradaptasi peralatan modern memungkinkan investor untuk mengurangi risikonya secara

signifikan dan untuk menambah peralatan modal baru setiap kali dananya mencukupi dan permintaan pasarnya.

7.3 Kesimpulan

Arang merupakan bahan bakar pertumbuhan yang termasuk dalam golongan sumber energi yang tumbuh pesat; yaitu, bahan bakar tambahan untuk rumah tangga dan industri. Itu pernah menjadibahan bakar pertama dan satu-satunya umat manusia untuk ekstraksi besi dan logam lain dari bijih mereka dan membuka jalan menuju pengembangan industri di seluruh dunia..

Arang dan turunannya memicu awal dan kebangkitan industri kimia seratus tahun yang lalu. Setelah itu, penggunaan arang menurun di negara-negara industri, dimana tersedia lebih banyak energi terkonsentrasi pada tingkat yang lebih rendah. Tapi itu tidak pernah berhenti menjadi penting sebagai bahan bakar industri dan rumah tangga di negara berkembang.

Arang dan produk sampingannya akan meningkat kontribusinya karena efek sinergis dari peningkatan teknologi arang dan praktik silvikultur yang maju.

Harus diakui bahwa pengeluaran modal untuk peralatan arang yang lebih baik, besar atau kecil, tampak pada pandangan pertama sebagai penghalang untuk penggunaannya di negara-negara berkembang. Namun, analisis dan perbandingan yang lebih dekat menunjukkan bahwa dalam hal biaya modal per ton arang yang diproduksi, selama umur pabrik yang bersangkutan, perbedaannya tidak begitu mencolok seperti yang sering dipikirkan.

Dimana pengeluaran modal untuk investasi tinggi, biasanya dikompensasikan dengan penghematan yang cukup besar dalam upah tenaga kerja, biaya yang lebih rendah untuk utilitas, dan profitabilitas yang lebih tinggi melalui peningkatan kualitas produk.

Sebagian besar sumberdaya limbah kehutanan dan residu pertanian yang melimpah saat ini belum dimanfaatkan, dibakar atau terbuang sia-sia karena kurangnya keahlian teknis dan dorongan ekonomi oleh pemerintah. Karena sumber energi ini adalah terbarukan dan karbonisasi mereka dapat membantu untuk mengoptimalkan pemanfaatan keseluruhan hutan dan tanaman pertanian, teknologi

arang baru memiliki arti khusus bagi semua negara-negara berkembang yang memegang cadangan besar ini dan membutuhkan dana tambahan untuk berlatih secara ekonomi.

Apa yang harus dilakukan pemerintah?

- Baik di dalam Departemen Perencanaan atau di Departemen Kehutanan, suatu bagian harus dibentuk berkaitan dengan promosi produksi arang industri yang terorganisir dengan baik.
- Pedoman atau langkah-langkah legislatif harus dikeluarkan untuk mendefinisikan dan memperjelas tempat industri arang dalam konsep energi yang ada.
- Karena teknologi arang modern memanfaatkan sumberdaya biomassa yang disediakan oleh hutan, industri dan pertanian, hambatan administratif antara lembaga yang bersaing harus dihilangkan untuk memberikan pandangan yang jelas kepada semua pihak tentang konsep nasional.
- Pada akhirnya, pemerintah memegang kunci keberhasilan atau kegagalan program pelestarian sumberdaya. Oleh karena itu, administrasi harus jelas prioritas negara untuk penggunaan cadangan negara dari mana bahan bakar untuk rumah tangga dan industri akan dibuat di masa depan.

Rekomendasi lebih lanjut adalah:

- Proyek percontohan harus dilaksanakan untuk menyelidiki validitas usaha yang direncanakan dan studi untuk karakteristik operasi.
- Program pelatihan harus dilakukan.
- Data harus dikumpulkan pada sumberdaya, pasar dan aplikasi industri untuk produk industri arang.
- Informasi harus disebarluaskan kepada kelompok yang berkepentingan, universitas, dan investor swasta.
- Sebuah studi harus dilakukan tentang kemungkinan pemasok peralatan lokal dan potensi mereka untuk menyediakan peralatan yang diperlukan dari toko pemeliharaan asli.

Industri pembuatan arang dan silvikultur bersama-sama tetap berjalan dan bisa secara instrumental dalam mencegah penipisan sumberdaya. Tetapi banyak pekerjaan tersisa yang harus dilakukan. Prioritas pertama adalah menyebarkan informasi tentang kemampuan pembuatan arang modern untuk memanfaatkan bahan limbah.

Referensi

- (1) H. Fluegge, Chemische Technologie des Holzes, (56, 57), Munich FRG, 1954.

Bab 8

BRIKET ARANG DAN PEMBUATAN ARANG AKTIF

Selalu ada kebutuhan untuk membuat arang lebih nyaman digunakan, dan aplikasi industri khusus memerlukan arang dalam bentuk aglomerasi. Untuk tujuan ini, beberapa teknik tersedia untuk produsen arang: ekstrusi, pembuatan pelet dan briket.

Yang terakhir sejauh ini merupakan metode yang paling umum. Unit briket dapat dipasang ke pabrik karbonisasi menggunakan gas pemanas berlebih untuk pengering briket. Mereka dapat dirancang secara ekonomis, mulai dari kapasitas beberapa ratus ton pertahun. Operasi briket terbesar yang diketahui menghasilkan antara 70.000 dan 80.000 ton per tahun, menggunakan peralatan otomatis untuk menekan, mengeringkan dan pengantongan

Istilah bahan "briket" biasanya digunakan untuk bahan yang diperoleh dengan mencampurkan arang bubuk secara menyeluruh dengan bahan pengikat. Ini adalah cairan kental yang terdiri dari pati, molase, tar, dll.

Aditif lebih lanjut adalah pengisi anorganik yang menunda pelepasan briket yang terbakar, dan pengapian. penambah panas (natrium nitrat) untuk membuat mereka "mudah menyala".

Bagaimanapun, briket arang tidak dapat dinyalakan hanya dengan memasang korek api. Bahan yang biasa digunakan adalah kertas atau penyala arang khusus (padat atau cairan) yang dijual di toko-toko.

8.1 Proses Pembuatan Briket (1)

Peralatan yang dijelaskan disini cocok untuk pabrik berukuran sedang dengan kapasitas pembuatan briket 1.000 hingga 5.000 ton/tahun.

Persiapan: Bahan baku diterima dalam gerbong dan pengumpan yang akurat mengumpulkan arang dan memasukkannya ke penyemprot. Total output pabrik dipusatkan di pengumpan dan penyemprot.

Penghancuran: Biasanya *hammer mill* dipasang untuk mengubah ukuran bahan yang diinginkan untuk analisis pengayak. Analisis pengayak akan sangat bergantung jenis briket yang akan diproduksi.

Pencampuran: Sebuah mixer yang memberikan waktu retensi ekstra untuk menjamin pencampuran lengkap dengan pengikat, pengisi, aditif, dll diperlukan. Pencampuran yang menyeluruh bisa juga sangat mengurangi jumlah bahan pengikat.

Pembentukan: Pengepres yang paling umum digunakan adalah jenis *roller* yang dapat disesuaikan dengan tekanan dan kecepatan yang berbeda. Foto 14 menunjukkan briket bantal yang dikeluarkan dengan *roller press* dan Foto 15 tampak briket dari dekat.

Pemilihan pengikat: Pengikat yang paling umum adalah pati jagung. Selain semua jenis pati, tetes tebu juga bisa diaplikasikan. Pengujian juga akan menunjukkan jenis pengikat yang cocok dan menentukan komposisi terbaik. Banyak perhatian harus diberikan untuk pertanyaan ini, karena biaya pengikat akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total biaya produksi briket. Briket harus menjalani uji pembakaran. Bau dan asap yang terlihat disebabkan oleh beberapa pengikat tidak diinginkan. Juga briket harus tahan setiap agresi fermentasi, setidaknya untuk hingga 18 bulan (2).

Pemilihan pengisi: Aditif ini terdiri dari mineral yang tidak mudah terbakar. Dalam kebanyakan kasus, batu kapur digunakan, tetapi bahan lain seperti cangkang tiram tanah sering ditemukan di briket. Ada juga penambahan filler melayani dua tujuan: perpanjangan waktu memasak dengan pelepasan panas lambat (efek panggangan oven); dan penurunan nilai kalor briket (efek hemat bahan bakar).

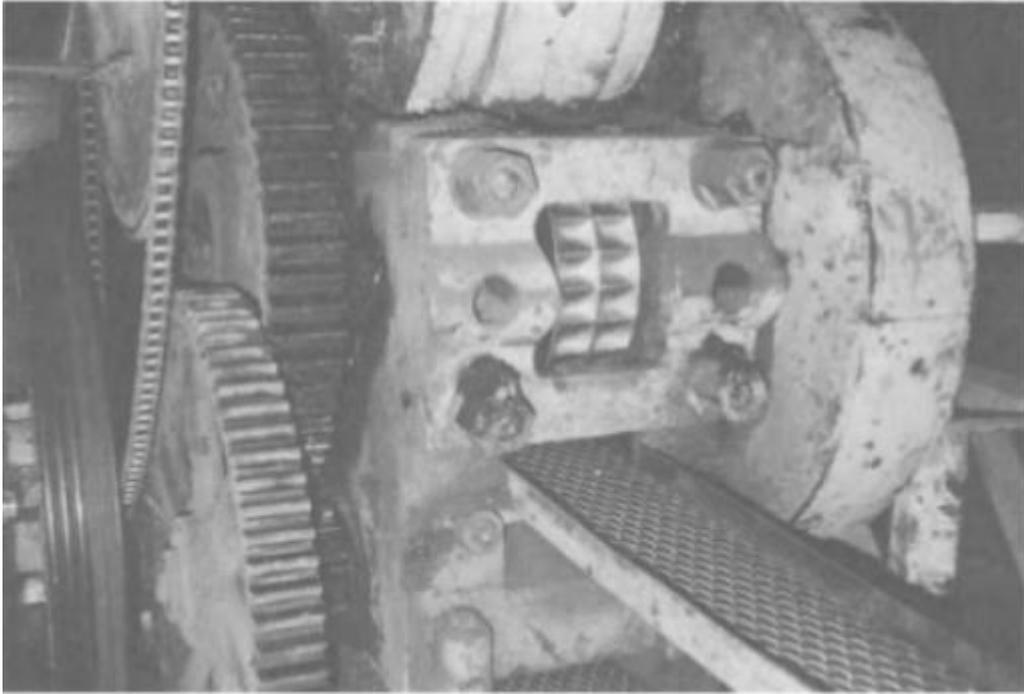


FOTO 14 Mesin briket arang. Dua baris cetakan dapat dilihat dan sabuk kawat.
(Foto W. Emrich)

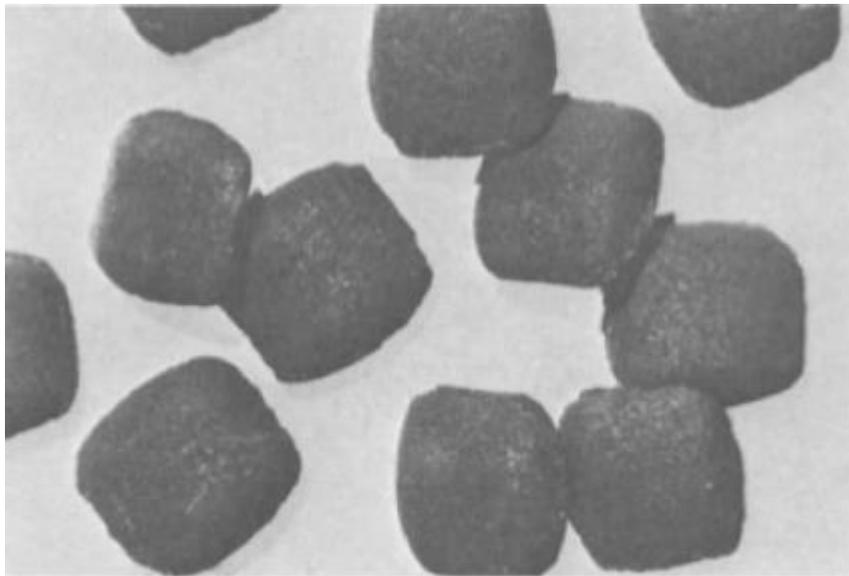
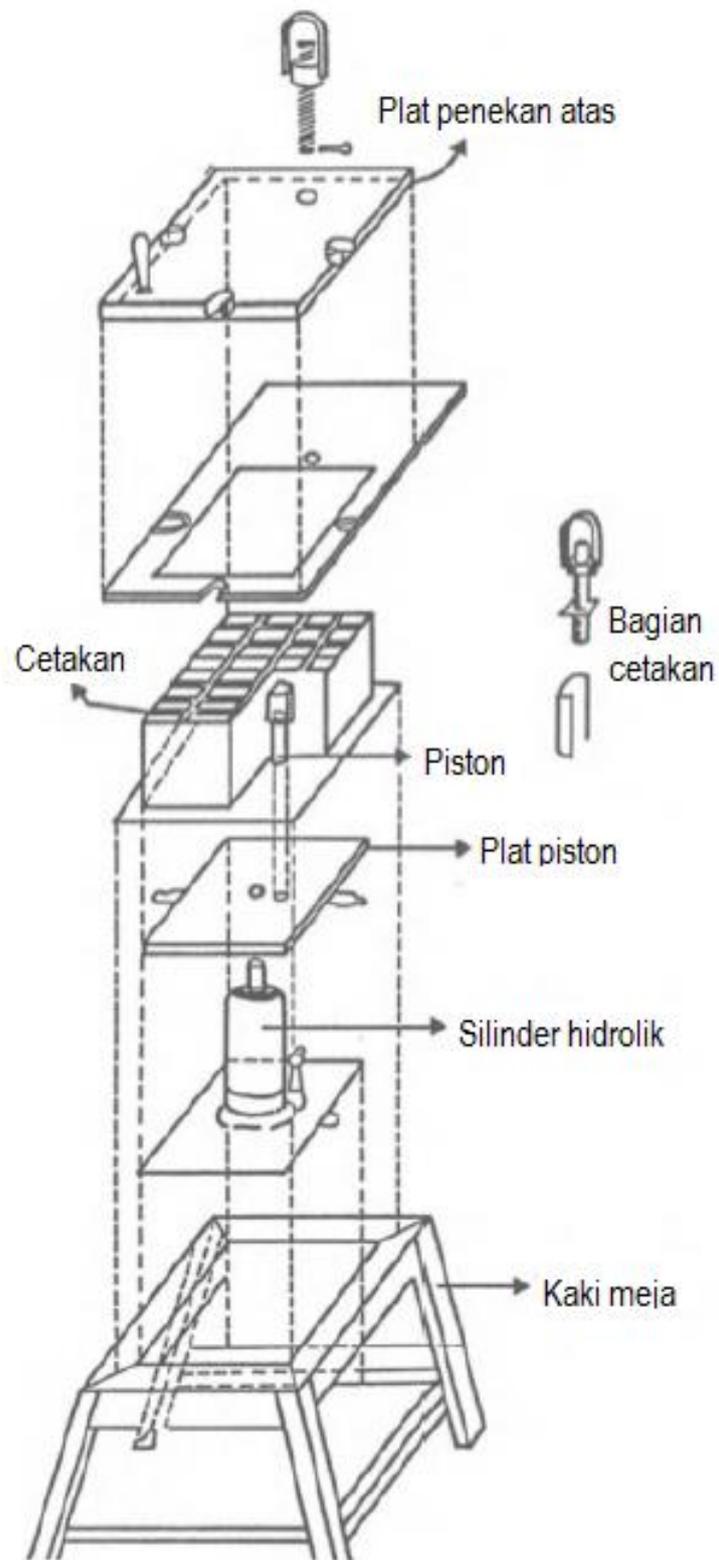


FOTO 15 Briket arang berbentuk bantal.
(Foto W. Emrich)



Gambar 50. Mesin Briket Arang Sederhana (Courtesy of Carbon International, Ltd., Neu-Isenburg, F.R.G.).

Komposisi briket yang seimbang akan menampilkan keunggulan karakteristik pembakaran, terutama waktu memasak, ketika dibandingkan dengan arang bongkahan.

Pasir dan pengisi yang mengandung silika tinggi tidak cocok sebagai pemanjang energi karena sifat abrasifnya; cetakan briket akan aus dalam waktu singkat.

Aditif: Industri briket telah menemukan banyak aditif selama 10 tahun terakhir yang akan meningkatkan karakteristik pengapian, mencegah fermentasi, atau percepatan proses kimia ketika arang terlibat. Aditif lainnya hanya berfungsi untuk tujuan dekoratif, yaitu untuk memberikan warna nyala tertentu.

8.1.1 Peralatan Briket Sederhana

Sering kebutuhan untuk peralatan biaya rendah muncul terutama dalam kelas operasi arang kecil dan dimana menghasilkan produk yang dilepas ke pasar briket arang yang tidak menuntut briket arang kualitas tinggi. Pada gilirannya pembuat arang suka semua peralatan untuk dirakit dengan mudah oleh bengkel lokal

Jika beban pengeluaran modal untuk tenaga kerja tidak terlalu besar pada ekonomi usaha mungkin lebih disukai peralatan dan perlengkapan yang dioperasikan secara manual juga.

Secara umum perakitan mesin harus menyerahkan kepada pembuat arang kemungkinan untuk menambah lebih banyak ketika produksinya membutuhkan ekspansi dan anggarannya mampu membelinya. Ini, tentu saja, menyiratkan gagasan untuk menggunakan mesin yang lebih kecil dan kelengkapan elemen-elemen penyusunnya ada saat dibutuhkan.

Pengepresan Briket

Yang dapat digunakan adalah semua jenis pengepresan yang memungkinkan pemadatan campuran yang memuaskan, yang biasanya dapat dicapai dengan tekanan yang dinaikkan. Bagaimanapun, pengujian akan memberikan jawaban yang benar.

Ada banyak jenis pengepres yang dimodifikasi oleh pembuat arang: pengepres piston, pengepres meja, pengepres tablet, pengepres sabun dan pengepres stempel.

Gambar 50 menampilkan desain yang umum digunakan dan dapat dipasangkan oleh bengkel mana pun yang dilengkapi dengan peralatan dasar. Ilustrasinya sudah cukup jelas. Sampai dengan jangkauan terbatas, bentuk aglomerat juga dapat diubah.

Peralatan pengeringan

Untuk pengeringan briket "basah" dua metode telah umum diadopsi: ruang pengering stasioner atau lemari dan baki atau rak pengeringan bergerak dengan kain kawat.

Cara pengeringan yang terakhir lebih populer dalam operasi arang berukuran sedang. Nampan dengan dikumpulkannya arang dan ditempatkan pada dudukan yang dapat didorong ke dalam tungku pengeringan, yang biasanya merupakan struktur pasangan bata.

Merupakan praktik normal untuk memanaskan tungku dengan gas panas yang diperoleh dari pembakaran gas arang di ruang api yang berdekatan.

8.2 Proses Arang Aktif

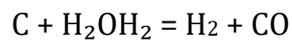
Meskipun arang yang tidak aktif sudah memiliki beberapa "sifat aktif", itu tidak akan memenuhi persyaratan saat ini. Untuk meningkatkan dan memperbesar permukaan aktif arang, biasanya digunakan dua proses: aktivasi gas (uap), dan aktivasi kimia (3).

Aktivasi Gas (Uap)

Di sini dimulai dari bahan pra-karbonisasi yang biasanya tidak diproduksi atau ditambang untuk tujuan aktivasi, misalnya arang kayu, arang kelapa, arang gambut, kokas batubara coklat, atau bahkan batu bara atau sejenisnya.

Bahan mentah, dalam bentuk gumpalan atau digiling halus, dikenai aksi gas seperti uap air, karbon dioksida, udara, atau campurannya, pada 700 – 1.000°C.

Oksigen hadir dalam keadaan bebas, atau bergabung dalam gas, membakar karbon dan menghasilkan pori-pori yang diinginkan. Juga karbon bubuk sering diekstrusi dalam pengepresan sebelum aktivasi, dengan bantuan pengikat kokas. Sebagai contoh, dalam produksi pelet, bubuk arang kayu dicampur erat dengan *pitch* tar batubara panas dan dengan akselerator aktivasi dan campuran diekstrusi melalui cetakan. Produk yang diekstrusi dikarbonisasi hanya pada suhu sedang. Butir yang dipanggang, dikurangi ukurannya dengan penanganan operasi, namun masih tidak aktif. Mereka akhirnya diaktifkan oleh uap air dalam tungku putar atau dalam alas terfluidisasi pada 700 - 900°C. Uap air menghilangkan karbon dari bagian dalam butiran sesuai dengan persamaan



dan dengan demikian menghasilkan struktur berpori yang diinginkan.

Tungku, tanur putar, dan tanur unggun terfluidisasi semuanya digunakan. Kemungkinan variasi dalam prosedur, yang diambil bersama dengan pilihan bahan baku, memberikan jumlah jenis karbon aktif yang hampir tidak terbatas yang memiliki sifat penyerapan yang berbeda. Seni prosesor terletak pada melakukan proses aktivasi sedemikian rupa sehingga pembakaran karbon tidak terjadi dari luar butir. Produk dengan kondisi sifat produksi yang konsisten dapat diproduksi hanya jika diketahui secara akurat dan dipatuhi secara ketat. Ini berlaku untuk semua proses aktivasi.

Gambar 51 menunjukkan pabrik aktivasi untuk produksi pelet karbon aktif (lihat juga Foto 12).

Jika tujuannya adalah untuk menghasilkan produk butiran atau bubuk, mesin atau peralatan yang dibutuhkan akan lebih sederhana.

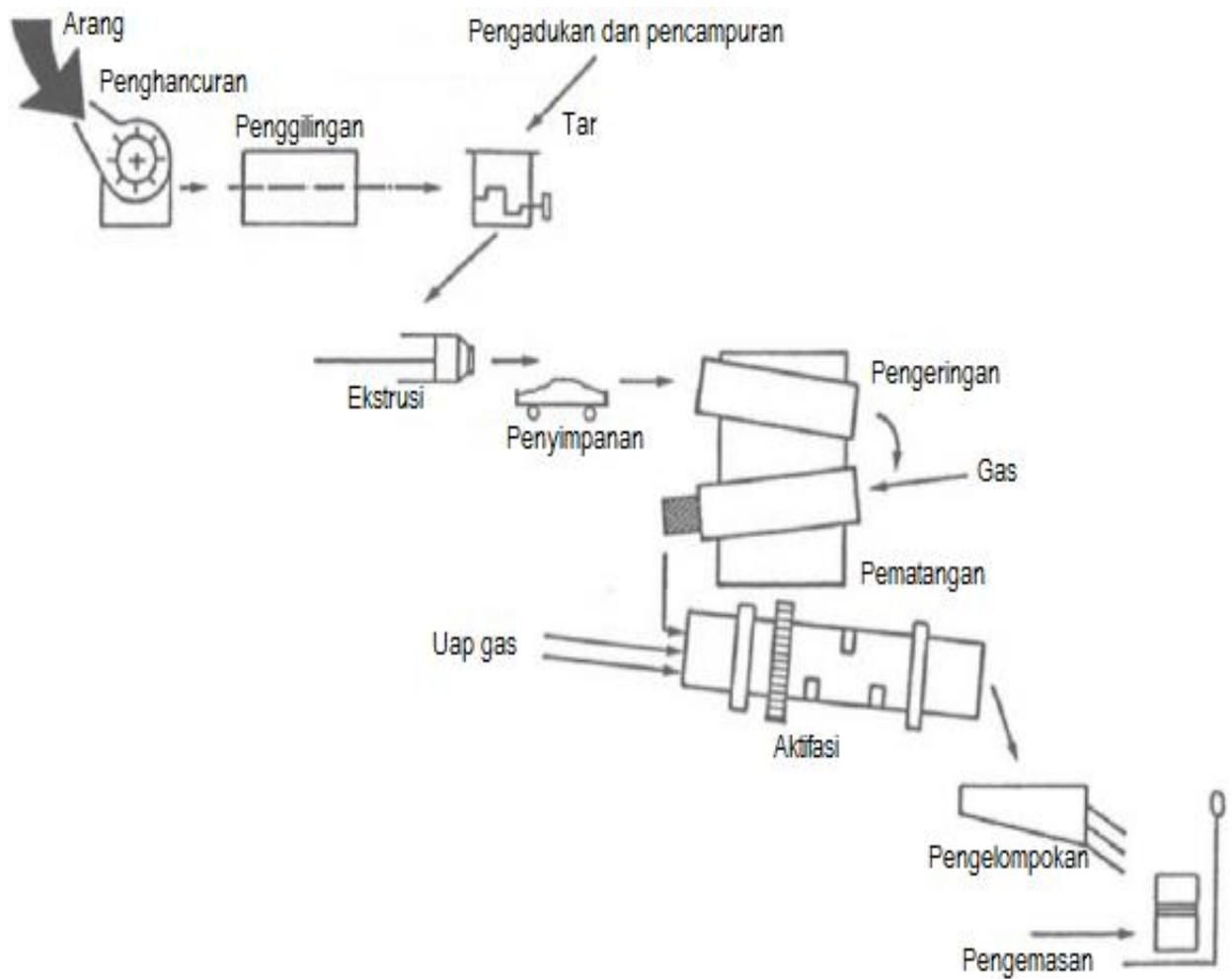
Aktivasi kimia

Aktivasi kimia umumnya dimulai dengan produk nabati yang tidak dikarbonisasi, seperti serbuk gergaji, gambut, dll. Ini diresapi dengan larutan seng

klorida atau asam fosfat, untuk menyebutkan bahan yang paling umum digunakan. Jika produk karbon akan berbentuk bubuk, itu dikalsinasi secara langsung, pada 400°C sampai 700°C, setelah pengeringan sebelumnya. Untuk karbon granular, seseorang dapat memulai dari bahan baku granular. Namun, produk teraktivasi yang lebih baik dengan hasil butiran yang lebih keras jika campuran "basah" dibuat dari bahan yang dibagi halus dan campuran diekstrusi untuk memberikan bentuk cetakan. Bentuk cetakan ini harus dikeringkan secara menyeluruh sebelum kalsinasi. Pada pemanasan (kalsinasi), bahan kimia yang ditambahkan menarik air keluar dari bahan baku dan menghasilkan struktur karbon berpori. Karbon dikeringkan setelah mencuci bahan kimia pengaktif. Dengan demikian, aditif kimia dipulihkan dan dikembalikan ke siklus.

Seperti dalam aktivasi gas, sejumlah besar jenis yang berbeda. karbon aktif dapat diproduksi dengan memvariasikan karakteristik campuran basah, dengan aditif khusus, dan dengan cara kalsinasi dilakukan.

Ada banyak proses yang dipatenkan untuk produksi karbon aktif, tetapi tidak ada yang diikuti secara kaku oleh produsen karbon saat ini. Faktanya, sebagian besar proses adalah teknik yang dikembangkan secara internal yang tidak dipatenkan. Sifat kompetitif industri karbon aktif telah mewajibkan produsen karbon untuk merahasiakan detail teknik pemrosesan mereka.



Gambar 51. Pabrik Karbon Aktif untuk Pembuatan Karbon Aktif Pelet atau Granular.

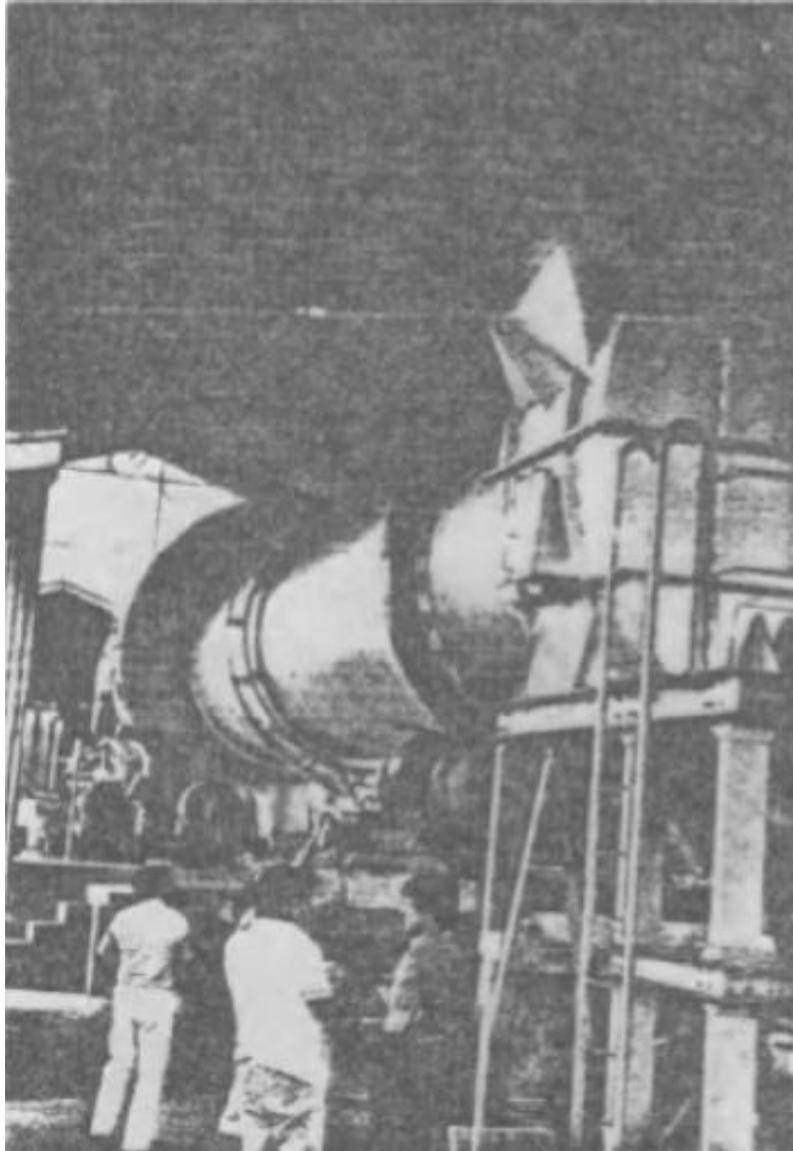


FOTO 16 Tungku rotari untuk aktivasi arang di Filipina.
(Foto W. Emrich)

Meski detailnya tidak tersedia, sudah pasti sebagian besar produsen akan mengikutinya metode aktivasi uap agak standar dengan kontrol yang sangat ketat. Variasi pemrosesan utama muncul dari adaptasi dengan sumber bahan yang berbeda dan dari perlakuan karbon pra-aktivasi dan pasca-aktivasi yang dirancang untuk menghasilkan sifat tertentu untuk aplikasi spesifik karbon yang sesuai (4).

Untuk melayani pasar karbon aktif secara memadai, persyaratan khusus harus dipenuhi. Untuk memungkinkan produsen arang memenuhi persyaratan ini, setiap proses produksi harus diselidiki untuk menentukan metode terbaik untuk membuat produk yang diinginkan.

Referensi

- (1) Y. Yoshida, Status of Hot Briquetting and Form Coke Technology in Japan, 1971.
- (2) IBA Proceedings, The Institute for Briquetting and Agglomeration, 14th Biennial Conf., Reno, Nevada, 1981.
- (3) M. Smísek, Active Carbon manufacture, Properties and Applications, Elsevier, Amsterdam, Netherlands 1970.
- (4) H. V. Kienle, Aktivkohle und ihre industrielle Anwendung, Stuttgart, FRG 1980

Bab 9

PENCEGAHAN KESELAMATAN DAN PERTIMBANGAN LINGKUNGAN

9.1 Keselamatan dalam Operasi Arang

Apakah arang dibuat dengan cara tradisional atau metode industri, dua bahaya selalu hadir: ledakan gas dan debu, dan kebakaran di penyimpanan arang.

Kecelakaan dapat sangat dikurangi dengan memanfaatkan fitur keselamatan dan menerapkan kebiasaan kerja yang aman. Di semua pabrik di mana kondisi operasi suhu tinggi ekstensif, kecerobohan atau keteledoran dapat menjadi merusak. Produksi bahaya meningkat, dan kondisi pembakaran tidak diinginkan atau berbahaya dapat muncul jika operator lalai untuk memperhatikan faktor-faktor operasional vital seperti suhu konverter, kondisi struktur tekanan produksi sebagai indikator, peralatan dan tempat penyimpanan. Ada banyak catatan kerusakan dan kehancuran tanaman yang disebabkan oleh kelalaian dan pengawasan tersebut.

Ledakan

Penyebab kecelakaan tersebut tidak dipahami dengan jelas. Mereka dianggap paling sering disebabkan oleh campuran gas retort atau konverter dengan udara.

Dalam operasi retort yang dioperasikan secara kelompok, jumlah gas terbesar ada di retort pada akhir waktu pembakaran, diperlukan untuk menjalankan sehingga proses masuk lebih dapat membentuk udara daripada campuran gas yang sangat mudah meledak. Dalam konverter yang terus berjalan, masuknya lebih banyak udara daripada yang dibutuhkan dapat menyebabkan suhu berlebih pada awalnya dan membentuk campuran yang mudah meledak dalam sistem gas sisa. Namun, menurut sumber-sumber Swedia, "kepulan" yang sering telah diamati selama tahap awal batubara, ketika volume air dan uap lain yang relatif besar dikondensasikan pada bahan baku yang relatif dingin. Gas-gas yang tidak dapat dikondensasikan, termasuk yang mampu meledak, dengan demikian bebas menghasilkan campuran kritis dengan udara.

Kebakaran

Ledakan adalah penyebab utama kebakaran. Sementara ledakan itu sendiri hanya dapat menyebabkan kerusakan kecil pada sistem, kebakaran dapat terjadi karena masuknya sejumlah besar udara ke retort, konverter atau sistem sisa gas melalui retakan.

Penyebab lain kebakaran adalah ketidaktahuan operator dengan prosedur pengoperasian yang benar dan kecerobohan. Dalam operasi suhu tinggi, selalu ada bahaya pemisahan dinding. Jika bukaan yang tidak disengaja terjadi dan tetap tidak diperhatikan, rembesan udara dalam jumlah berlebihan melaluinya dapat dengan mudah mengubah pola suhu. Hal ini dapat mengakibatkan ledakan suhu yang sangat tinggi secara bertahap, atau mungkin terjadi dengan sangat cepat, menciptakan kondisi kebakaran yang serius. Keakraban operator dengan peralatannya dan langkah-langkah yang diperlukan untuk tindakan balasan adalah asuransi terbaik untuk praktik yang aman dan produksi yang memuaskan. Kemapanan, inspeksi berkala pabrik pembuatan arang industri sering akan menunjukkan tindakan korektif yang diperlukan untuk pengendalian yang tepat dan mengurangi kemungkinan kebakaran yang merusak.

Juga yang paling penting adalah berkurangnya hasil dan hilangnya waktu pengoperasian yang disebabkan oleh penyegelan yang tidak tepat atau kebocoran struktural udara dalam wadah pendingin arang selama periode pendinginan. Kondisi seperti itu dapat terjadi bahkan ketika pola operasi yang terstandarisasi dengan baik telah ditetapkan. Pentingnya memeriksa dan memelihara nampun pendingin selama siklus pendinginan, mengendalikan kondisi operasional, dan menggunakan praktik yang aman tidak dapat terlalu ditekankan.

Iritasi kulit

Tar dan asap yang dihasilkan oleh karbonisasi, meskipun tidak secara langsung beracun, mungkin memiliki efek merusak jangka panjang pada sistem pernapasan.

Tar kayu dan asam pirolitik dapat mengiritasi kulit dan harus dilakukan untuk menghindari kontak kulit yang berkepanjangan dengan pakaian pelindung dan menerapkan prosedur yang menyediakan perawatan kerja yang meminimalkan paparan.

Bahaya bagi publik

Kebakaran, baik yang dikendalikan di dalam retort atau konverter yang tidak dikendalikan, merupakan potensi bahaya bagi orang atau publik. Orang yang tidak berwenang, termasuk masyarakat umum, tidak boleh masuk ke pabrik kecuali dipandu. Helm pengaman adalah kebutuhan bagi pekerja dan pengunjung. Pengangkutan kayu atau bahan mentah apa pun, penanganan arang, dan pekerjaan penting lainnya melibatkan bahaya. Oleh karena itu, langkah-langkah keselamatan dan kebiasaan kerja yang aman sangat penting.

9.2 Perangkat dan Peralatan Keselamatan

Pintu pelepas tekanan

Ledakan selalu merupakan potensi bahaya saat menangani material berdebu, atau yang mengandung uap gas. Oleh karena itu, tempat umpan dan penyimpanan dirancang dengan bagian atas pelepas ledakan yang terangkat untuk mengeluarkan gas ketika tekanan internal naik secara tidak normal, misalnya di atas 350 - 400 mm air. Selain itu, pintu pelepas bobot mati biasanya dipasang dibagian atas tempat sampah. Pintu-pintu ini harus terangkat pada tekanan internal yang lebih rendah.

Penutup suhu otomatis

Jika suhu di dalam retort, konverter, atau sistem sisa gas melebihi batas yang telah ditentukan, pasokan udara, kipas pemanas retort atau kipas sistem gas konverter dimatikan. Pada saat yang sama, suplai udara dari konverter yang beroperasi terus-menerus terputus dan konverter ditutup. Gas sisa dibuang melalui suar darurat.

Perangkat kegagalan daya listrik

Jika terjadi kegagalan daya total, pasokan udara dan kipas angin berhenti dan semua gerbang penutup tetap dalam kondisi pra-kegagalan. Ketika proses menjadi tidak aktif, sistem ditutup.

Indikasi dan kontrol suhu

Peralatan yang menunjukkan suhu operasi dan mengontrol perangkat keselamatan harus dipilih dengan sangat hati-hati. Pemeriksaan rutin dan perawatan yang tepat adalah sebuah kebutuhan.

9.3 Pengamanan Umum Pabrik Arang

Persediaan air

Pasokan air sangat penting untuk setiap pabrik arang. Selang dengan nosel harus tetap siap digunakan segera di titik-titik yang ditentukan di pabrik. Tas punggung untuk pompa air atau alat pemadam kebakaran berkapasitas besar memberikan beberapa ukuran proteksi kebakaran.

Deteksi gas beracun

Gas beracun (karbon monoksida) terdapat dalam retort yang baru saja didinginkan, atau dalam sistem sisa gas setelah dimatikan. Ada detektor portabel dipasaran yang menunjukkan konsentrasi gas yang terkandung dalam peralatan produksi.

Namun, pencegahan terbaik adalah memastikan ventilasi menyeluruh sebelum pekerja atau staf pemeliharaan memasuki tempat sampah atau retort dan juga selama mereka ditempati.

Panduan keselamatan

Semua instruksi keselamatan dan setiap perubahan di dalamnya harus diketahui oleh pekerja tanpa penundaan. Praktek yang dibuat dengan waktu yang terbukti di semua pabrik yang terorganisir dengan baik adalah bahwa setiap pekerja harus menghadiri pelajaran instruksi tambahan setiap kuartal, yang diberikan oleh insinyur pabrik. Tapi akal sehat tetap menjadi faktor terpenting dalam mencegah dan jika perlu mengatasi situasi berbahaya di pabrik.

Aksesoris pertolongan pertama

Persediaan pertolongan pertama yang memadai, termasuk masker debu dan gas (karbon monoksida), harus tersediadi titik pusat.

9.4 Tindakan Pencegahan untuk Penyimpanan Arang

Biasanya, permintaan arang bersifat musiman yang membuat perlu untuk menimbun persediaan yang cukup besar. Sangat hati-hati harus diambil dalam menyimpan arang yang baru diproduksi. Ia memiliki kecenderungan untuk menyerap oksigen dari udara sekitar. Penyerapan cepat, bagaimanapun, menghasilkan panas yang cukup besar yang membangun ke titik di mana arang yang ditimbun mulai terbakar.

Massa arang halus yang dikemas rapat dan arang dengan kandungan volatil yang tinggi lebih mudah terbakar secara spontan daripada arang gumpalan yang lebih besar. Penyalaan sendiri dapat terjadi jika arang telah disemprot air untuk pendinginan yang lebih baik.

Oleh karena itu, disarankan untuk menempatkan arang yang baru dikeluarkan di tempat terbuka, terpisah dari arang yang telah didinginkan dan dikondisikan sebelumnya, untuk waktu, arang harus setidaknya 24 jam. Selama ini terkena sirkulasi udara dan terlindung dari hujan dan angin, sebaiknya di gudang terbuka daripada di bawah terpal. Jika tidak ada bukti panas atau kebakaran aktif setelah periode 24 jam, arang dapat dianggap aman untuk pergudangan.

9.5 Pertimbangan Lingkungan untuk Pembuat Arang

Selama dua dekade terakhir, pengendalian lingkungan dan undang-undang terkait telah menjadi perhatian penting pembuat arang. Banyak kasus diketahui di mana pabrik yang beroperasi selama lebih dari setengah abad harus ditutup atau berubah secara radikal sebagai akibat dari tekanan legislatif ditekan. Pembuat arang potensial harus mempertimbangkan aspek ini sebelum menghabiskan uang dan mendirikan pabrik.

Untungnya, masukan umpan dari pabrik arang industri sebagian besar dihilangkan dalam aliran padat sebagai arang, dan gas buang yang dikeluarkan berkurang secara signifikan dengan penghilangan kondensat, yang juga menghasilkan aliran gas buangan yang jauh lebih bersih dibandingkan dengan pembuatan arang tradisional.

Gas mudah terbakar yang dihasilkan oleh sistem akan terbakar dengan bersih di tumpukan jika tidak digunakan.

Fitur lain yang menguntungkan dari pembuatan arang industri adalah kenyataan bahwa sistem ini mengeluarkan cairan minimal limbah. Air limbah biasanya tidak terjadi kecuali di pabrik di mana produk sampingan difraksinasi dari minyak pirolitik asli dengan distilasi.

Aspek lingkungan dari pembuatan arang industri akan sangat bergantung pada jenis bahan baku dan juga kapasitas produksi. Oleh karena itu, limbah komponen hanya dapat didiskusikan secara umum.

Persiapan bahan baku

Mesin belit biasanya menyebabkan tingkat kebisingan yang mungkin melebihi batas desibel lokal. Biasanya, kebisingan dibatasi dengan menutup mesin, dan di daerah pemukiman mesin tidak dioperasikan selama shift malam biasa.

Knalpot pengering bermuatan debu dan derajatnya terkait dengan ukuran umpan (halus). Peralatan siklon dipasang untuk menekan tingkat pembuangan debu dan pada saat yang sama berfungsi untuk mencegah kehilangan bahan mentah yang tidak diinginkan dengan mengambilnya.

Retort dan konverter

Uap atau debu buronan dari unit ini hanya terjadi saat dibuka. Dalam operasi berkelanjutan, retort atau konverter hanya akan dibuka selama periode *shutdown* dan oleh karena itu, tidak diperlukan tindakan pencegahan.

Penanganan arang

Konveyor sabuk biasanya tertutup. Pernafasan tempat arang dilewatkan melalui tas pengumpul untuk menahan debu arang. Debu yang ditangkap akan digetarkan secara berkala dari kantong dan dibiarkan mengendap di dalam tempat sampah.

Sistem *scrubbing* untuk minyak pirolitik

Setiap uap buangan dapat dikumpulkan di tudung ventilasi yang didraft. Mereka dibakar dalam perangkat pembakaran yang ada (cerobong asap).

Ventilasi darurat

Sistem dirancang sedemikian rupa sehingga jika terjadi kenaikan tekanan yang tidak biasa di dalam sistem atau kebakaran, uapnya dibuang ke atmosfer. Hal ini dilakukan untuk keselamatan personel dan peralatan. Berdasarkan pengalaman, dapat dinyatakan bahwa kejadian-kejadian seperti itu jarang terjadi, dan ketika terjadi, kejadian-kejadian itu hanya berlangsung beberapa detik. Karena sistem biasanya berada di luar instalasi, uap menyebar dengan cepat.

Air Limbah

Pabrik pembuatan arang industri membuang sangat sedikit air ke limbah. Air digunakan terutama untuk pendinginan dan disirkulasikan kembali dalam sistem loop tertutup. Air limbah utama berasal dari sistem distilasi untuk fraksinasi minyak

pirolitik. Dalam hal ini, air akan mengandung beberapa cairan organik dan harus dikirim ke tahap perawatan kimia setelahnya.

Tar dan cairan pyroligneous dapat mencemari sungai secara serius dan mempengaruhi pasokan air minum untuk manusia dan hewan. Ikan juga dapat terpengaruh. Limbah cair dan air limbah dari operasi arang skala menengah dan besar harus ditampung di kolam pengendapan besar dan dibiarkan menguap sehingga air ini tidak masuk ke sistem drainase lokal dan mencemari sungai.

Tungku dan lubang, berbeda dari retort dan sistem lainnya, biasanya tidak menghasilkan limbah cair karena produk sampingan sebagian besar tersebar ke udara sebagai uap.

Tindakan pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang terbawa udara lebih penting dalam kasus ini. Oleh karena itu, baterai kiln tidak boleh dipasang di lingkungan pemukiman karena emisi asapnya akan mengganggu. Emisi asap juga akan menjadi faktor pembatas jumlah kiln yang dipasang dalam baterai.

Bab 10

PEKERJAAN LABORATORIUM

Arang Sementara pembuat arang tradisional jarang melakukan pekerjaan analitis, produsen arang Industri tidak dapat melakukannya tanpanya. Komposisi bahan baku, kontrol kualitas, penyelidikan keluhan pelanggan, peraturan lingkungan dan keselamatan, dll. adalah masalah yang harus ditangani. Untungnya, prosedur analitis yang akan dilakukan tidak memerlukan peralatan yang sangat canggih dan mahal. Prosedur untuk analisis sama dengan yang digunakan. untuk standar batubara bituminus (misalnya, dan ini untuk Jerman ditetapkan relevan dalam standar nasional yang terkandung dalam DIN 51749). Biaya melengkapi laboratorium arang dengan persediaan dasar sekitar US \$ 8.000. Angka ini tidak termasuk penyediaan ruang dan furnitur.

Staf laboratorium harus memiliki tingkat keterampilan dan pelatihan tertentu. Di sebagian besar pabrik, satu atau dua teknisi dan dua asisten bertugas selama waktu operasional normal, yang berarti juga selama shift malam. Berikut ini adalah kompilasi dari pengujian yang paling umum dan prosedur analitis. Meskipun sebagian besar dikembangkan bertahun-tahun yang lalu, dan telah umum diadopsi oleh industri arang, beberapa pemasok masih menggunakan metode mereka sendiri. Oleh karena itu, dalam membandingkan hasil analisis, seseorang harus mengetahui prosedur yang digunakan untuk memperolehnya.

Apakah bahan mentah atau produk karbonisasi harus dianalisis atau diuji, pengambilan sampel itu penting dan harus dilakukan dengan hati-hati. Dalam kasus arang, sampel yang dikumpulkan dari batch atau truk yang siap dikirim paling baik dicampur dalam drum yang diisi hanya setengah kapasitasnya. Setelah memutar drum selama beberapa menit, sampel diambil dan digiling hingga ukuran mata jaring di bawah 1 mm.

Laboratorium mengambil 200 g sampel. Separuhnya diletakkan untuk disimpan dalam kaleng tertutup dan disegel. Segel ini berfungsi sebagai bukti untuk diskusi investigasi lebih lanjut, jika diperlukan (1).

10.1 Analisis

- dalam bahan baku:

Timbang secara akurat 100 sampel yang dihancurkan atau digiling dan keringkan dalam ruang pengering listrik pada suhu konstan atau 105°C. Timbang setelah 3 jam dan lanjutkan penimbangan dan pengeringan dengan interval 24 jam sampai kehilangan tidak lebih dari 0,25 % dalam waktu pengeringan hari. Penurunan berat dihitung sebagai persentase dari berat basah awal.

Dalam kasus kayu gelondongan, balok harus dipotong dengan ukuran perkiraan 5 x 5 x 6 cm. Prosedur pengeringan dan penentuan persentase kelembaban sama dengan bahan yang dihancurkan dan digiling.

- dalam arang dan briket arang:

Hancurkan sampel dalam mortar porselen dengan alu dan timbang akurat 3 g. Prosedur pengeringan dan penimbangan sama seperti di atas.

Abu:

- dalam bahan mentah:

Hancurkan atau giling sampel dan timbang secara akurat 3 g dalam wadah platinum atau porselen dengan penutup. Panaskan hingga 700 - 800°C dalam oven peredam listrik. Periksa dengan menimbang dan memanaskan secara berkala sampai penurunan berat di bawah 0,25% dari berat awal.

Selisih antara berat awal kering dan berat sampel setelah pembakaran semua bahan organik dinyatakan sebagai persentase berat awal, dan kandungan abu.

- dalam arang dan briket arang:

Siapkan sampel seperti di atas. Menurut perkiraan kandungan abu, timbang dengan akurat 3 sampai 5 g dalam wadah platinum atau porselen dengan penutup. Kemudian ikuti prosedur yang dijelaskan di atas.

Jika arang tidak terbakar sempurna, oleskan beberapa tetes hidrogen peroksida (larutan 3%) dan panaskan wadah, ditopang oleh segitiga kawat pada tripod, dengan nyala api pembakar bunsen.

Zat Terbang dan Karbon Terikat

Metode ini diterapkan pada semua produk arang: arang bongkahan, arang halus, granul, pelet dan briket arang. Dengan memanaskan arang di bawah pengecualian udara (oksigen), gas yang dibatasi dikeluarkan. Gas-gas ini biasanya disebut "zat terbang".

- persiapan sampel arang:

Penghancuran yang diperlukan harus dilakukan secara manual dalam mortar porselen dengan alu. Penggilingan paksa tidak dianjurkan karena panas yang dapat dihasilkan dan yang akan mengusir bagian dari zat terbang. Keringkan sampel. pada 105 ° C (tidak lebih tinggi!).

- penentuan zat terbang dan karbon terikat:

Timbang akurat 1 g sampel bubuk kering dalam wadah platinum (lebih disukai) atau porselen dengan penutup.

Dimensi wadah adalah: diameter bawah 22 mm, diameter atas 35 mm, tinggi tanpa tutup 40 mm. Tutupnya memiliki lubang jarum di tengah dengan diameter 1,5 mm (tidak lebih lebar!). Tepi tutupnya harus dengan nyaman menutupi pinggiran wadah untuk mencegah masuknya udara selama pemanasan.

Berdirikan wadah, dengan segitiga kawat, dengan kuat di atas tripod dan panaskan bagian bawah dengan lembut dengan nyala api yang bersinar. Jarak antara pembakar bunsen dan wadah tidak boleh kurang dari 6 cm. Setelah 2-3 menit, buka sekrup penyetel gas dan pengatur udara pembakar bunsen ke kapasitas penuh dan lanjutkan sampai nyala api kecil di atas lubang jarum tutupnya keluar. Ini menunjukkan semua bahan yang mudah menguap telah dihilangkan (1).

Masukkan krus panas ke dalam desikator dengan kalsium klorida di bagian bawah sebagai desikator dan biarkan sampai sampel mendingin. Timbang seperti biasa.

Selisih antara berat awal dan berat akhir adalah kandungan zat terbangnya.

Nilai untuk karbon terikat dihitung dengan rumus berikut:

$$C_{fix} = 100 \% - (\text{zat terbang} + \text{abu})$$

Sulfur

Ini biasanya dievaluasi di semua produk arang. Metode yang paling umum adalah pembakaran kalorimetri arang dengan penambahan natrium hidroksida encer. Pembentukan sulfat memungkinkan pengendapan dengan barium klorida sebagai barium sulfat.

Timbang akurat 1 g sampel bubuk kering dan masukkan ke dalam kalorimeter sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh pemasok peralatan. Pembakaran berlangsung di bawah kelebihan oksigen, dan tekanan dijaga pada 20 atm. Setelah penyalaan, kalorimeter harus dikocok selama sekitar setengah jam (1).

Kemudian lepaskan tekanan dan buang sisa pembakaran ke dalam gelas kimia dengan beberapa kali pembilasan dengan air (isi kalorimeter harus dipindahkan sepenuhnya).

Panaskan gelas kimia sampai titik didih dan tambahkan 10 cm³ larutan barium klorida (sekitar 250 g BaCl₂/1.000 cm³ air suling). Segera presipitasi putih barium sulfat akan muncul.

Setelah dingin, isi gelas kimia dituangkan melalui saringan kaca yang mengumpulkan endapan barium sulfat. Setelah beberapa kali dibilas dengan air

suling, filter dikeringkan dan ditimbang untuk menentukan kandungan barium sulfat. Ini adalah perbedaan antara berat saringan kosong dan berat saringan yang dikeringkan secara hati-hati dengan endapan dalam oven pengering (105°C). Gunakan rumus berikut untuk menghitung sulfur dalam sampel (akurat 1,0 g):

$$\% \text{ Sulfur} = \frac{\text{berat barium sulfat kering} \times 32 \times 100}{233,5}$$

Analisis Penyaringan

Arang halus dan bubuk arang diklasifikasikan berdasarkan distribusi persentase ukuran butir. Untuk analisis, digunakan satu set saringan standar yang terdiri dari beberapa saringan dengan ukuran mesh yang berbeda. Paling umum adalah set berikut: (2)

No.	<u>Ukuran mesh</u>	<u>Ketebalan kawat</u>
4	3,3 mm	1,0 mm
3	2,5 mm	1,0 mm
2	1,5 mm	1,0 mm
1	1,0 mm	0,65 mm

Pasang perangkat penyaringan secara berurutan, dengan nomor layar. 4 di atas dan nomor 1 di posisi paling bawah. Timbang dengan teliti 100 g sampel kering dan masukkan ke dalam saringan nomor 1.

Kocok seluruh set saringan selama 2 menit, lakukan dua gerakan bolak-balik per detik. Kemudian timbang sisa-sisa butiran halus yang tersisa pada masing-masing saringan. Catat dalam laporan Anda bobot yang berbeda sebagai persentase dari total berat awal dalam urutan berikut:

grain size	IV	=	3,3 mm	(saringan nomor 4)
“	“	III	= 2,5 – 3,3 mm	(saringan nomor 3)
“	“	II	= 1,5 – 2,5 mm	(saringan nomor 2)
“	“	I	= 1,0 – 1,5 mm	(saringan nomor 1)
“	“	0	= saringan transit	

Untuk klasifikasi arang bongkahan, ukuran mesh yang lebih besar diperlukan untuk mengevaluasi distribusi ukuran butir yang biasanya berkisar antara 10 dan 120 mm.

Uji kerapuhan

Uji kerapuhan adalah cara untuk mengukur kecenderungan arang untuk pecah ke tempat yang lebih kecil ketika mengalami penanganan berulang, dan dengan demikian menunjukkan sejauh mana ukuran batubara akan berkurang ukurannya selama pengangkutan, atau turun di dalam tanur tinggi.

Angka-angka dalam % menunjukkan pengurangan ukuran yang dialami arang selama pengujian. Oleh karena itu, semakin rendah angka %, semakin kuat arangnya.

- evaluasi kerapuhan dengan uji gelas

Ini dianggap yang paling penting dari uji kerapuhan. Ini berasal dari Rekomendasi R-556 pada indeks MICUM kokas dari Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO).

10 kg arang ditempatkan dalam drum uji baja panjang 1.000 m, diameter 1.000 mm, dipasang dengan empat sudut baja yang dipasang memanjang di dalam drum. Drum diputar pada 24 rpm selama satu jam (total 1.440 putaran).

Arang pertama kali diuji di bagian penerima pekerjaan. Batubara diayak dengan tangan dan hanya material yang lebih besar dari 31,75 mm yang diuji dengan gelas untuk menghindari kemungkinan ukuran halus yang melindungi potongan kasar dengan efek bantalannya terhadap guncangan dan abrasi.

Sebelum uji gelas, ukuran rata-rata baru arang harus dihitung pada hasil analisis penyaringan.

Kerapatan butiran halus arang

Ini menunjukkan berat butiran halus arang per satuan volume dan merupakan datum penting untuk pengiriman.

Tuangkan sampel arang, seperti yang diterima dari pabrik atau penyimpanan dalam tiga bagian terpisah ke dalam silinder yang dikalibrasi, satu per satu. Setelah mengisi setiap bagian sampel, stempel silinder dengan kuat pada papan kayu sampai stempel lebih lanjut tidak mengurangi volume isi silinder. Ketika tanda kalibrasi 100 cm³ tercapai, hentikan dan timbang arang halus.

Berat yang diperoleh dikalikan dengan 10 memberikan kerapatan curah per liter.

Prosedur ini dapat difasilitasi dengan menggunakan mesin pengocok.

Viskositas minyak pirolisis

Untuk pengukuran viskositas, beberapa peralatan standar tersedia di pasaran. Mereka semua beroperasi sesuai dengan prinsip umum perbandingan sampel dengan cairan yang viskositasnya diketahui.

Paling umum dalam industri arang adalah penentuan menurut skala Engler. Instruksi datang dengan peralatan.

Titik nyala minyak pirolisis

Ini adalah suhu terendah di mana bahan bakar dalam bejana terbuka mengeluarkan uap yang cukup mudah terbakar untuk menghasilkan kilatan atau kebakaran sesaat ketika nyala api kecil dilewatkan di dekat permukaannya. Peralatan khusus dapat dibeli.

Nilai Kalor

Ini adalah jumlah satuan panas yang diperoleh dari pembakaran sempurna arang, arang halus, briket arang, minyak pirolisis atau sisa gas. Untuk penentuan, diperlukan bom kalorimetri oksigen, yang dapat dibeli. Ikuti instruksi manual.

Pengambilan sampel gas

Untuk pengambilan sampel gas, beberapa aturan umum harus diterapkan untuk menghindari ketidakakuratan dan kesalahan. Sampel sisa gas harus segera diuji, jika tidak, perubahan komposisinya dapat terjadi. Jika pengujian tidak segera dilakukan, sampel gas dapat disimpan hanya dalam labu kaca atau wadah karet. Semua wadah harus ditutup rapat setelah pengambilan sampel.

Selain nilai kalorinya, komposisi gas juga penting untuk operasi pembangkit. Komposisi dapat ditentukan dengan pengisapan gas melalui zat penyerap khusus yang menahan satu komponen gas tetapi membiarkan yang lain lewat. Peralatan ini juga dapat dibeli.

Catatan Umum

Pencacahan prosedur analitis di atas masih jauh dari lengkap. Ada banyak operasi lain yang akan diperlukan hanya setahun sekali atau bahkan lebih jarang.

Beberapa item pekerjaan laboratorium yang dijelaskan dalam buku pegangan ini mungkin juga jarang diperlukan dalam praktik, khususnya di pabrik kecil yang menghasilkan dua produk komersial, seperti yang sering terjadi.

Faktor pembatas mungkin karena teknisi yang terampil tidak tersedia, atau peralatan laboratorium yang tepat tidak tersedia. Namun, selalu menjadi praktik produsen arang skala kecil untuk melibatkan bantuan laboratorium yang ada yang dapat berupa fasilitas universitas atau swasta. Biasanya, pemula arang dengan cepat mempelajari apa yang harus dia lakukan sendiri dan bagian mana dari pekerjaan laboratorium yang harus dikontrakkan.

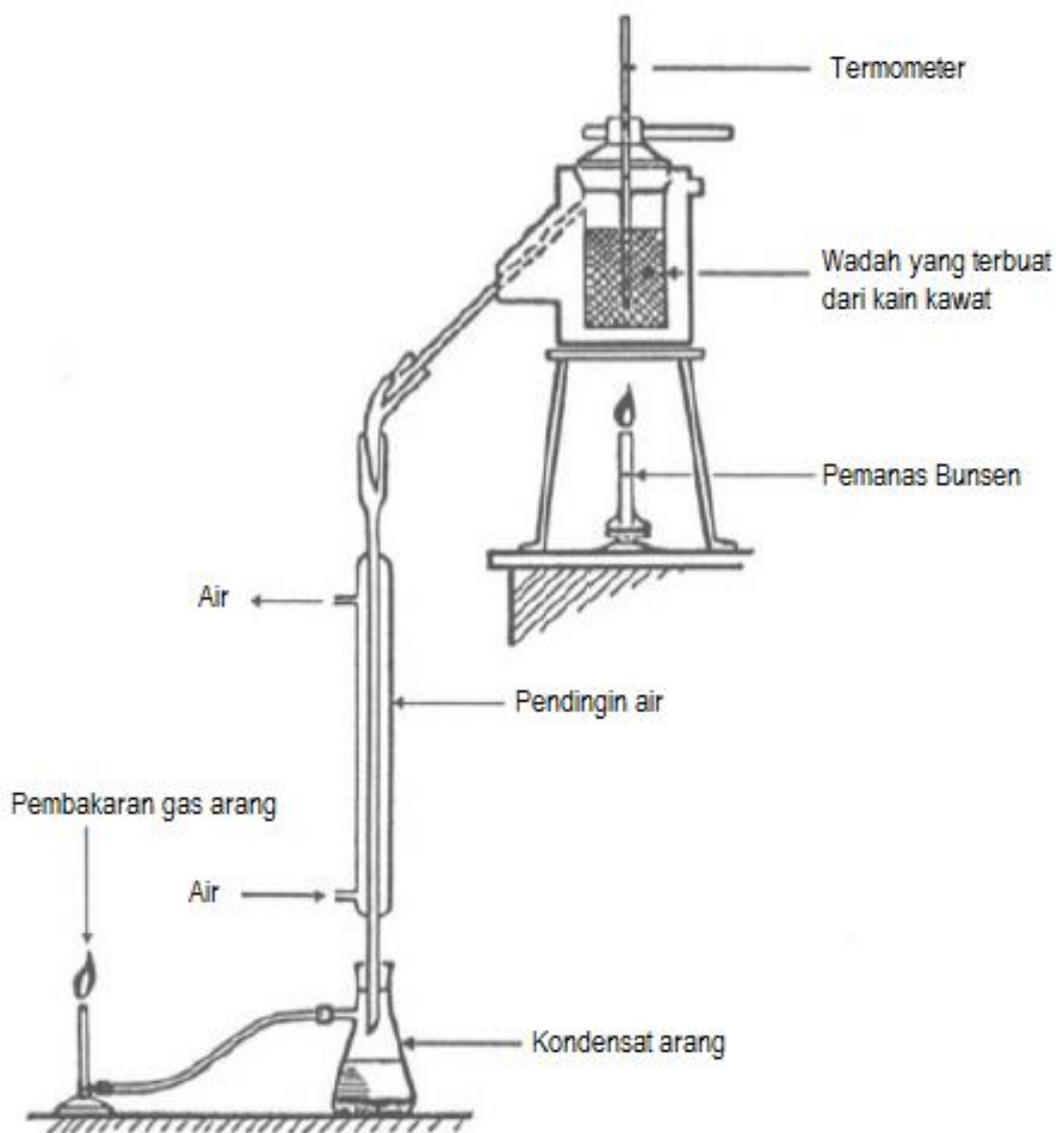
Dalam semua kasus yang diketahui penulis, pertanyaan personel telah diselesaikan dengan pelatihan langsung dari orang yang dapat beradaptasi.

Seorang pembuat arang yang bergerak dalam bisnis ekspor biasanya mengandalkan mitranya di luar negeri, yang harus diperlengkapi dengan baik dan memiliki staf yang cakap untuk menangani masalah yang muncul dan memberikan saran yang berguna kepada pemasok mereka.

10.2 Uji Karbonisasi Skala Bangku (Mini)

Untuk pengembang industri arang serta manajer pabrik, sangat penting untuk mengetahui cara melakukan uji karbonisasi. Dalam praktiknya, ada banyak alasan untuk: menyelidiki bahan baku baru, memeriksa efisiensi hasil dari pabrik arang yang ada, atau hanya untuk tujuan demonstrasi.

Bagian-bagian penting dari peralatan ditunjukkan pada Gambar 52 yang cukup jelas.



Gambar 52. Peralatan untuk distilasi kering skala bangku (mini).

Retort kecil memiliki kapasitas 1.000 cm dan dapat dibuat dari tembaga, aluminium atau baja anti karat. Termometer harus dikalibrasi di atas 550 ° C.

Retort harus diisi sekitar tiga perempat penuh dengan sampel bahan baku yang disiapkan dan tutupnya tertutup rapat. Pemanasan dengan api terbuka dari pembakar bunsen harus dimulai secara perlahan dan dilanjutkan sesuai dengan deskripsi di Bagian 10.1.

Setelah suhu terminal tercapai, produk yang diperoleh - arang dan minyak pirolisis - dapat ditimbang untuk menentukan hasil.

Dimungkinkan juga untuk memperoleh data untuk sisa gas dengan peralatan.

Harus diingat bahwa retort laboratorium ini menunjukkan data untuk proses karbonisasi berselang saja, dan data tersebut tidak dapat diterapkan pada proyek kontinyu dalam garis lurus. Tetapi hasilnya akan memberikan informasi dan wawasan yang berharga untuk perencanaan dan pengambilan keputusan.

Referensi

- (1) G. Bugge, Neue Untersuchungsmethoden fuer die Produkte der HIAG-Werke, 1947, (private paper).
- (2) SABS 1399 1983, SA Bureau of Standards, Pretoria, S.A.

LAMPIRAN

Lampiran 1 STUDI KASUS

Pabrik arang dengan Retort Lambiotte C.I.S.R.

Produksi tahunan arang bongkahan	2.200 ton
Kelebihan energi kalori yang dapat digunakan	36 x 10 ⁹ KJ

Bahan mentah : 10.000 ton kayu kering (kadar air 30%)

Pabrik arang dengan konverter aliran vertikal kontinyu (Tech-air)

Produksi tahunan briket arang	4.500 ton
Minyak pirolisis	2.800 ton

Kelebihan energi kalori yang digunakan untuk mengeringkan bahan baku

Bahan mentah : 12.000 ton (kering udara) limbah sawmill dan limbah pertanian

Catatan : Kapasitas kedua pabrik dapat beradaptasi dalam rentang yang luas dan dapat dimodifikasi

RETORT LAMBIOTTE CISR^{x)}

I. KAPASITAS PABRIK

Pabrik yang disarankan terdiri dari satu atau lebih C.I.S.R. LAMBIOTTE RETORTS, 2.200 ton arang per tahun per unit.

Kapasitas sedang ini telah dipilih untuk menghindari biaya transportasi yang tinggi untuk kayu tetapi pada saat yang sama, untuk mendapatkan keuntungan dari tingkat teknologi tinggi, yaitu output tinggi, produktivitas dan kualitas.

Konsumsi kayu tahunan per unit: 6.600 ton bahan kering – 10.000 ton kayu dengan kadar air 34%.

Produksi arang tahunan: 2.200 ton (350 hari kerja)

Keseimbangan energi dari proses:

a) Input (4.200 kcal/kg)	2,77 x 10 ¹⁰ kcal = 100%
b) Output 2.200 ton arang bongkahan (6.800 kcal/kg)	1,49 x 10 ¹⁰ kcal = 53,8%
c) Kerugian proses 3.400 ton kelembaban untuk diuapkan (1.000 kcal/kg)	0,34 x 10 ¹⁰ kcal = 12,3%
3% kehilangan panas melalui isolasi	0,8 x 10 ¹⁰ kcal = 3,0%
Energi yang tersisa	0,86 x 10 ¹⁰ kcal = 30,9%

^{x)} Informasi yang disediakan oleh produsen

Energi proses yang tersisa (energi berlebih) setara dengan nilai kalori 800 hingga 900 ton bahan bakar minyak per tahun.

II. PERHITUNGAN BIAYA

A. Dasar

- Bebas limbah penggergajian (slab) 10.000 ton per tahun pada kadar air 30%.
-
- Tenaga Kerja : 7 orang. Biaya rata-rata US\$ 7.000/tahun per orang.
-
- Harga jual arang: US\$ 0,25/kg^{x)}. 2.200 ton per tahun produksi.
-
- Modal: a) seluruhnya dipinjamkan (10% year)
b) sepenuhnya berlangganan
- Total investasi : US\$ 732.000.
- Amortisasi: 15 tahun, US\$ 48.800 per tahun.
- Pengiriman dan keterlambatan pemasangan: 6 bulan.

B. Perhitungan

Biaya tahunan:	Tenaga kerja	US\$ 49.000
	Lain-lain (air, listrik, kantong, perawatan, dll)	US\$ 47.000
Bunga pinjaman		US\$ 73.200
	subtotal	<hr/> US\$ 169.200
Amortisasi		US\$ 48.800
	Total	<hr/> <u>US\$ 218.000</u>

^{x)} Harga pasar rata-rata untuk arang bongkahan di pasar Eropa, 1981.

Rincian US\$ 47.000 biaya "lain-lain":

Gazoil, minyak	US\$	5.000
Listrik	US\$	12.000
Kantong (25 kg)	US\$	18.000
Suku cadang	US\$	6.000
Perawatan	US\$	6.000

Jika modal tidak dipinjamkan tetapi disetor seluruhnya, situasinya menjadi:

tahun pertama	penjualan	US\$	275.000
	biaya (tenaga kerja, lain-lain, amortisasi)	US\$	144.800
			<hr/>
	Keuntungan (termasuk pajak)	US\$	130.200
tahun kedua	penjualan	US\$	550.000
	biaya	US\$	144.800
			<hr/>
	Keuntungan	US\$	405.200
tahun ketiga	penjualan	US\$	550.000
	biaya	US\$	144.800
			<hr/>
	Keuntungan	US\$	405.200

Pada akhir tahun kedua, pengembalian modal adalah 50% per tahun sebelum pajak.

KONVERTER ALIRAN VERTIKAL (TECH-AIR)^{x)}

I. KAPASITAS PABRIK

Pabrik yang diusulkan terdiri dari satu konverter aliran vertikal (ukuran sedang) dengan unit pemulihan minyak pirolisis lengkap. Sebuah mesin briket, pengering briket dan peralatan bagging melekat pada produksi arang.

Kapasitas pabrik dapat disesuaikan dengan operasi kecil yang memanfaatkan limbah dari penggergajian kayu, pengolah kacang, pengering kopra, pabrik gula, dan perkebunan, dll.

Konsumsi bahan mentah

Jenis bahan baku: Limbah penggergajian kayu, residu dari hutan, sikat, daun, kulit kacang, batang kapas, ampas tebu, kulit kayu, ampas kopi (pulpa), sampah kota, dll.

Maks. panjang partikel 50 mm, diameter 7 mm.

Konsumsi tahunan 10.000 ton (bahan kering) = 11.000 ton (bahan kering udara)

Produksi tahunan

Pabrik dapat dijalankan dengan atau tanpa pemulihan minyak pirolisis. Jika tidak ada minyak pirolisis yang dihasilkan, hasil arang akan jauh lebih tinggi:

Briket arang	4.500 ton/tahun	atau	6.000 ton/tahun
Minyak pirolisis	2.800 ton/tahun	atau	tidak ada
gas pemanas	tidak ada		lihat keseimbangan energi

^{x)} Informasi yang disediakan oleh produsen

Keseimbangan energi dari proses:

a) Input

10.000 ton biomassa kering (4.200 kcal/kg) $4,20 \times 10^{10}$ kcal = 100%

b) Output

4.500 ton briket arang (6.000 kcal/kg) $2,70 \times 10^{10}$ kcal = 64,3%

2.800 ton minyak pirolisis (4.000 kcal/kg) $1,12 \times 10^{10}$ kcal = 26,7%

c) Kerugian proses

1.000 ton kelembaban untuk diuapkan
(1.000 kcal/kg) $0,10 \times 10^{10}$ kcal = 2,5%

3% kehilangan panas melalui isolasi $0,13 \times 10^{10}$ kcal = 3,0%

d) Pengering briket

450 ton kelembaban untuk diuapkan $0,04 \times 10^{10}$ kcal = 0,9%

Energi yang tidak terpakai $0,11 \times 10^{10}$ kcal = 2,6%

II. BIAYA INVESTASI

Persiapan kayu		US\$	40.000		
Unit pembuat arang dengan pemulihan minyak pirolisis dan cerobong asap (pabrik fob)		US\$	380.000		
Pabrik briket		US\$	400.000		
Peralatan transportasi		US\$	50.000		
Pengiriman, Asuransi	US\$	70.000			
Pemasangan, pembukaan	US\$	60.000			
Biaya umum, kontinjensi	US\$	15.000			
	US\$	145.000	US\$	1.015.000	
Lokasi pabrik, persiapan	US\$	77.000			
Pembukaan	US\$	13.000			
Modal kerja	US\$	250.000			
	US\$	340.000			
TOTAL INVESTASI			US\$	<u>1.355.000</u>	

Lokasi pabrik, Bangunan, Layanan Umum

Biaya

Lokasi pabrik: 8.000 m ² (termasuk persiapan, pagar)	US\$	10.000
Bangunan: 800 m ² (kantor, laboratorium, gudang, pemeliharaan)	US\$	40.000
Sambungan untuk air, listrik, saluran pembuangan	US\$	12.000
Pondasi	US\$	10.000
Pompa air, pipa, dll	US\$	5.000
	Total US\$	77.000

III. PERHITUNGAN BIAYA

A. Dasar

- Bebas bahan limbah
- Tenaga Kerja : 22 orang termasuk staf yang digaji, Biaya rata-rata US\$ 7.000/tahun per orang.
- Harga ex-pabrik untuk briket arang: \$0,28/kg.
- Harga ex-pabrik untuk minyak pirolisis (biasanya 50% minyak bakar no. 6) : US\$ 0,28/kg.
- Total investasi : US\$ 1.355.000.
- Waktu penyusutan 15 tahun: US\$ 90.000/tahun.
- Modal seluruhnya dipinjamkan (10% per tahun).
- Penundaan pembukaan: 6 bulan.

B. Perhitungan

Biaya tahunan:	Tenaga kerja	US\$ 154.000
	Utilitas, suku cadang, perawatan, pelumas	US\$ 45.000
	Binder, filler, aditif	US\$ 80.000
	Kantong	US\$ 36.000
	Bunga pinjaman	US\$ 110.000
		<hr/>
	subtotal	US\$ 425.000
Depresiasi		US\$ 90.000
		<hr/>
	Total biaya	US\$ 515.000

IV. EKONOMI PROYEK

<u>Penjualan tahunan:</u>	Briket arang	
	4.500.000 kg x US\$ 0,28	US\$ 1.260.000
	Minyak pirolisis	
	2.800.000 kg x US\$ 0,12	US\$ 366.000
		<hr/>
	Total penjualan	US\$ 1.626.000

Operasi tahun pertama (6 bulan)

	Penjualan	US\$ 813.000
Jumlah ini cukup untuk menutupi biaya operasional dan bunga, yang mengakibatkan arus kas berlebih sebesar:		US\$ 388.000

Operasi tahun kedua (kapasitas penuh)

Penjualan	US\$ 1.626.000
Biaya operasional	US\$ 425.000
	<hr/>
Kelebihan arus kas	US\$ 1.201.000
Kelebihan arus kas tahun pertama	US\$ 388.000
Akumulasi arus kas	US\$ 1.589.000

Hal ini memungkinkan pemilik untuk membayar kembali modal pinjaman dan masih memiliki kelebihan arus kas US\$ 224.000

Operasi tahun ketiga (kapasitas penuh)

Penjualan	US\$ 1.626.000
Biaya operasional (tanpa bunga)	US\$ 315.000
	<hr/>
Kelebihan arus kas	US\$ 1.311.000
Kelebihan arus kas tahun pertama	US\$ 224.000
Akumulasi arus kas	US\$ 1.535.000

Diperkirakan pada akhir tahun ketiga pengembalian modal yang diinvestasikan akan lebih tinggi dari 80%

Lampiran 2 DIAGRAM DISTRIBUSI ENERGI

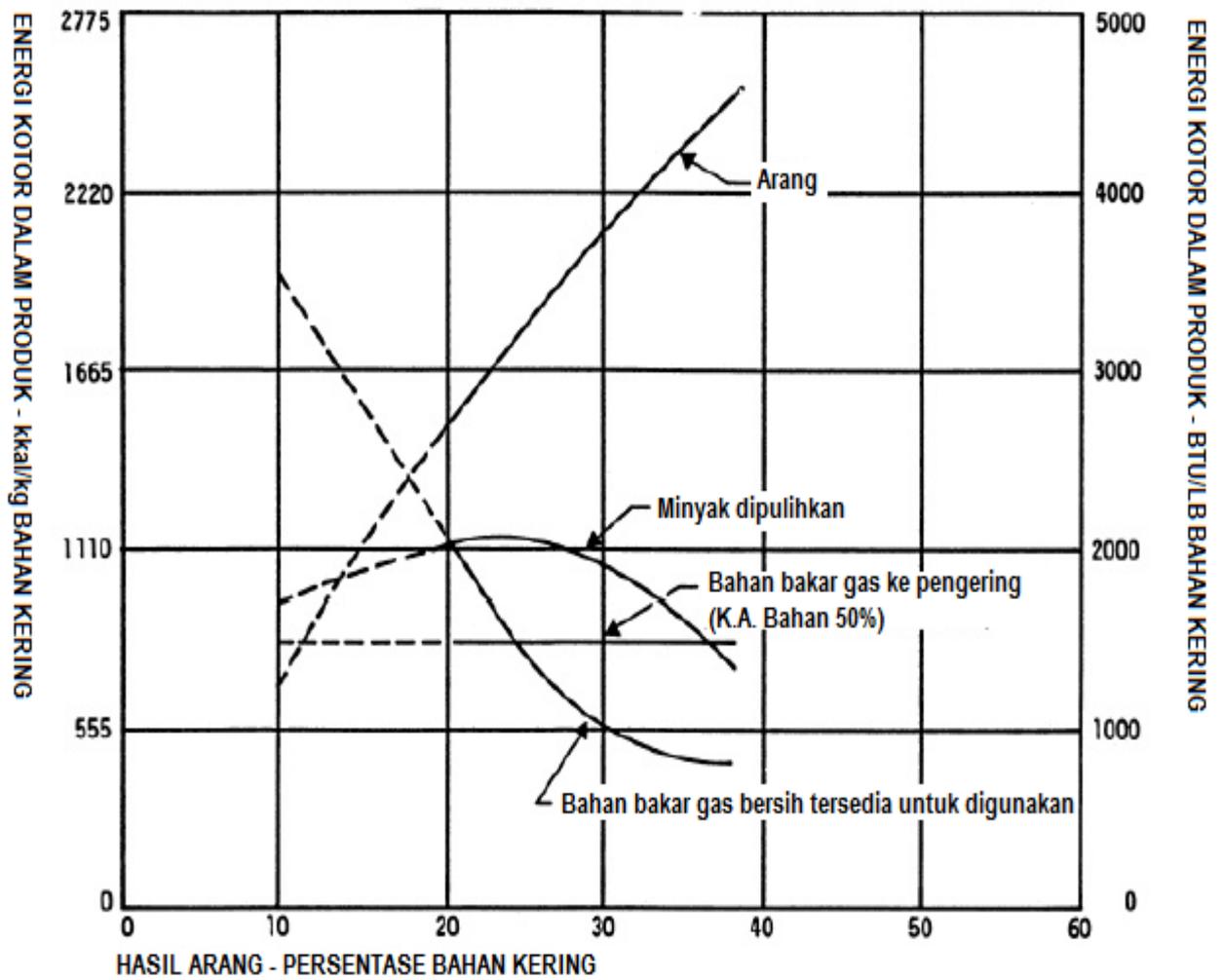
Diagram ini sangat membantu dalam memilih teknologi karbonisasi yang paling tepat.

Karena energi yang terkandung dalam bahan pakan dapat didistribusikan ke arang produk akhir, uji minyak pirolisis, uji pabrik percontohan gas dan/atau pengujian dengan peralatan skala mini harus dilakukan.

Distribusi energi akan tergantung pada berbagai faktor, dan khususnya, jenis pakan. Oleh karena itu, hanya hasil pengujian yang dilakukan secara efisien yang akan memberikan perkiraan yang andal.

Dengan menggunakan diagram pada halaman berikut peneliti akan mampu merumuskan keputusannya dalam waktu yang relatif singkat. Data dasar yang diperlukan sebagai masukan untuk diagram harus diturunkan dari uji coba berdasarkan sampel produk tertentu yang cukup besar dan representatif. Data tersebut adalah:

- Berat hasil arang (% bahan kering).
- Hasil berat produk pirolitik terkondensasi (% bahan kering).
- Nilai kalori (kg/kal atau kg/KJ) dari kedua hal di atas.
- Nilai kalori bahan kering (satuan yang sama).



Gambar 53. Diagram distribusi energi. (Courtesy of Carbon International, Ltd., Neu - Isenburg, F.R.G.)

Distribusi energi dari setiap proses karbonisasi padat, cair, gas diatur oleh spesifikasi bahan baku murni, atau campuran bahan baku. Tidak mungkin untuk meramalkan parameter ini dengan spekulasi; namun, ketika salah satu dari banyak parameter yang mungkin telah ditetapkan, dan karena fakta bahwa ada hukum alam dari distribusi energi di pembangkit listrik, parameter yang tersisa yang diperlukan untuk desain pembangkit yang efisien dapat diturunkan dari diagram.

Jelaslah bahwa pembuat arang kecil tidak perlu melakukan prosedur pengujian yang begitu mahal.

Lampiran 3

ALAMAT KONSULTAN, LEMBAGA, DAN PEMASOK PERALATAN

Catatan Daftar-daftar ini disusun sejauh pengetahuan penulis, dan semua nama dan alamat diberikan sebagaimana diketahui pada saat penulisan. Tidak adanya daftar tidak boleh ditafsirkan sebagai peringkat yang tidak menguntungkan karena dalam beberapa kasus penerbit tidak dapat memperoleh informasi. Entri terdaftar dalam urutan abjad.

PERUSAHAAN DAN LEMBAGA KONSULTASI
YANG MENYEDIAKAN JASA INDUSTRI ARANG

1. ALDRED PROCESS PLANT LIMITED Oakwood Chemical Works, Sandy Lane Worksop, Notts S80 3EY United Kingdom Primary representative: Phone: 0909 476861 Telex: 54625
2. CARBON INTERNATIONAL, LTD. Buchenring 7 D-6078 Neu-Isenburg 4 Federal Republic of Germany Primary representative: Dr. Walter Emrich Phone: 069 - 693201 Telex: 4 189671 carb d
3. CENTRE NATIONAL D'ETUDES ET D'EXPERIMENTATION (CEMAGREE) ONEEMA Parc de Tourvoie France 92180 Antony Primary representative: Phone: 666.21.09 Telex: 204585
4. CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL 45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle 94130 Nogent-sur-Marne France Primary representative: Jaqueline Doat Phone: 873 32 95 FOX CONSTRUCTORS & ENGINEERS. P.O. Box 1528

5. Dothan, Alabama 36302 USA Primary representative: H. E. Sprenger Phone: 205-794-0701
6. FUNDACAO TROPICAL PESQUISAS E TECNOLOGIA 13.000 Campinas - SP Rua Latino Coelho n.o. 1.301 Brazil Primary representative: Dora Lange Phone: 41-7822
7. C. Harris Consultant 5 Duncraig Road Applecross Western Australia Primary representative: A. C. Harris
8. LAMBIOTTE ET Cie. S.A. Avenue Brugmann, 290 8.1180 Bruxelles Primary representative: Andre Lecocq Phone: (02) 343.01.46 Telex: 61588 elleco b Belgium
9. TROPICAL PRODUCTS INSTITUTE Culham. Abingdon, Oxfordshire, Ox 14 3DA United Kingdom Phone: 086-730-7551

PEMASOK MESIN DAN PERALATAN

1. AEROGlide CORPORATION P. O. Box Aeroglide Raleigh, N. Carolina 27611 USA Phone: 919-851-2000

Bidang kegiatan: Pengering kayu, pembuatan briket arang.

2. ALDRED PROCESS PLANT LIMITED Oakwood Chemical Works, Sandy Lane Workshop, Notts S80 34Y United Kingdom Phone: 0909 476861 Telex: 54625

Bidang kegiatan: Tungku logam portabel, unit karbonisasi vertikal dan horizontal.

3. BEPEX, GmbH Daimlerstrasse 9 0-7105 Leingarten Federal Republic of Germany
Phone: 07131-40082 Telex: 7 28 738

Bidang kegiatan: Briket arang

4. BIO-CARBON, GmbH Soecking 26 D-8254 Isen/OBB Federal Republic of Germany
Telex: 526 043 Phone: 08083-624

Bidang kegiatan: Pabrik karbonisasi tradisional dan industri, pabrik karbon aktif, program pelatihan, pembuatan briket

5. CARBONERA DOCK 80 D Enrique Marengo 830 San Andres, Prov. Bueno Aires
Argentina

Bidang kegiatan: Briket arang

6. CeCo Co CHUO BOEKE GOSHI KAISHA P.O. Box 8 Ibaraki City, Csaka Prefecture
567 Japan Calbe address: Cecoco Ibaraki, Japan

Bidang kegiatan: Tungku skala kecil Cecoco, pembuatan briket

7. C. DEILMANN AG-GROUP P.O.Box 75 D-4444 Bad Bentheim Phone: 05922-72-0
F.R.G. Telex: 098 833

Bidang kegiatan: Pirolisis, gasifikasi dan aktivasi biomassa

8. ENERCO INCORPORATED 8. Old Oxford Valley Road #1 P. O. Box 139 A
Langhorne, Pennsylvania 19047 USA Phone: 215-493-6565

Bidang kegiatan: Sistem konverter pirolitik ENERCO untuk konversi biomassa

9. ENVIROTECH BSP One Davis Drive Belmont, California 94002 USA Phone: 415-592-4060 Telex: 34-5586

Bidang kegiatan: Beberapa tungku perapian, produksi arang skala besar

10. ERCO ENERGY RESOURCES COMPANY A.G. CH-8008 Zürich Switzerland Zollikofer Strasse 228 Telex: 57 229 Phone: 01-551010

Bidang aktivitas: ERCO Pembuat fluida dasar arang

11. LAMBIOTTE ET Cie S.A. Avenue Brugmann, 290 8-1180 Bruxelles Belgium Phone: (02) 343.01.46 Telex: 61588

Bidang kegiatan: C.I.S.R. Lamiotte membalas

12. LURGI KOHLE & MINERALOELTECHNIK Bockenheimer Landstrasse 42 D-6000 Frankfurt/M. 1 Federal Republic of Germany Phone: 069-71191 Telex: 4 12360

Bidang kegiatan: CK-Process (Reichert retort)

13. NICHOLS ENGINEERING & RESEARCH CORP. Homestead and Willow Roads Belle Mead, New Jersey 08502 USA

Bidang kegiatan: Beberapa tungku perapian, produksi arang skala besar

14. PROCTOR SCHWARTZ, INC. 7th Street and Tabor Road Philadelphia, Pennsylvania 1920 USA Phone: 215-329-6400

Bidang kegiatan: Pengereng briket arang

15. PROTRAN INC. P.O. Box 10764 Raleigh, North Carolina 27605 USA Phone: 919-781-4148

Bidang aktivitas: Pembuat fluida dasar arang

16. LA STE CARBOLISI Via E. Fermi Martara, PV Italy

Bidang kegiatan: Pabrik arang

17. LA STE LAMBIOTTE - POUR Tour Manhattan 6, place de l'Iris. 92400 Courbevoie France

Bidang kegiatan: Pengering kayu, pabrik arang

Lampiran 4 TABEL KONVERSI

SATUAN PANJANG

1 mil	= 1.760 kaki	= 5.280 kaki
1 kilometer	= 1.000 meter	= 0,6214
1 mil	= 1,607 kilometer	
1 kaki	= 0,3048 meter	= 30,5 centimeter
1 meter	= 3,2808 kaki	= 39,37 inci
1 inci	= 2,54 centimeter	
1 centimeter	= 0,3937 inci	

SATUAN LUAS

1 mil persegi	= 640 are	= 2,5899 kilometer persegi
1 kilometer persegi	= 1.000.000 meter persegi	= 0,3861 mil persegi
1 are	= 43.560 kaki persegi	
1 kaki persegi	= 144 inci persegi	= 0,0929 meter persegi
1 inci persegi	= 6,452 centimeter persegi	
1 meter persegi	= 10,764 kaki persegi	
1 centimeter persegi	= 0,155 inci persegi	

SATUAN VOLUME

1 kaki kubik	= 1.728 inci kubik	= 7,48 galon USA
1 galon Imperial Inggris	= 1,2 galon USA	
1 meter kubik	= 35,314 kaki kubik	= 264,2 galon USA
1 liter	= 1.000 centimeter kubik	= 0,2542 galon USA
1 barel USA	= 42 galon USA	= 34,97 galon Imperial Inggris
		= 0,158 meter kubik

SATUAN BERAT

1 metrik ton	=	1.000 kilogram	=	2.204,6 pound (lb)
1 kilogram (kg)	=	1.000 gram (g)	=	2,2046 pound (lb)
1 ton pendek	=	2.000 pound		

SATUAN TEKANAN

1 pound per inci persegi (psi)	=	144 pound per kaki persegi
1 pound per inci persegi (psi)	=	27,7 inci air*
1 pound per inci persegi (psi)	=	2,31 kaki air*
1 pound per inci persegi (psi)	=	2,042 inci raksa*
1 atmosfer	=	14,7 pound per inci persegi (psi)
1 atmosfer	=	33,95 kaki air*
1 kaki air = 0,422 psi	=	62.355 pound per kaki persegi
1 kilogram per centimeter persegi	=	14.223 pound per inci persegi
1 pound per inci persegi	=	0,0703 kilogram/centimeter persegi

SATUAN TENAGA DAN ENERGI

1 tenaga kuda (Inggris)	=	746 watt = 0,746 kilowatt (kw)
1 tenaga kuda (Inggris)	=	550 kaki pound per detik
1 tenaga kuda (Inggris)	=	33.000 kaki pound per menit
1 kilowatt (kw) = 1.000 watt	=	1,34 tenaga kuda (Inggris)
1 tenaga kuda (Inggris)	=	1,0139 metrik tenaga kuda (cheval-vapeur)

*) pada suhu 62 derajat Fahrenheit (16,6 derajat Celcius)

SATUAN TENAGA DAN ENERGI

1 metrik tenaga kuda	= 75 meter x kilogram/detik
1 metrik tenaga kuda	= 0,736 kilowatt = 736 watt
1 kilowatt jam	= 3,412 British Termal Unit (BTU)
	= 1,34 tenaga kuda jam
	= 3.600 kilojoule
	= 3,6 megajoule
1 British Termal Unit (BTU)	= 1.055,2 Joule (J)
	= 0,252 kilo kalori (kkal)

KONVERSI BAHAN BAKAR

(a) 1 quad	= 1 x 10 ¹⁵ BTU (quadriliun BTU)
1 quad	= 40 x 10 ⁶ ton aspal bitumen
	= 50 x 10 ⁶ ton sub aspal bitumen
	= 62,5 x 10 ⁶ ton batubara muda
1 quad	= 172,4 x 10 ⁶ barel minyak
1 quad	= 1 x 10 ¹² ft ³ gas alam
1 quad	= 62,5 x 10 ⁶ ton kayu (kering oven)
1 quad	= 96,2 x 10 ⁶ ton kayu (berat basah)
1 quad	= 105 x 10 ⁶ ton sampah kota
1 quad	= 293 x 10 ⁹ KWh terkirim
(b) 1 ton aspal bitumen	= 25 x 10 ⁶ BTU
(c) 1 barel minyak	= 5,8 x 10 ⁶ BTU
(d) 1 ft ³ gas alam	= 1.000 BTU
(e) 1 ton kayu (kering oven)	= 16 x 10 ⁶ BTU*)
1 ton kayu (berat basah)	= 10,5 x 10 ⁶ BTU*)
(f) 1 ton sampah kota	= 9,5 x 10 ⁶ BTU*)
(g) 1 KWh (terkirim)	= 3.412 BTU
1 tenaga kuda (Inggris)	= 550 kaki pound per detik
1 tenaga kuda (Inggris)	= 33.000 kaki pound per menit
1 kilowatt (kw) = 1.000 watt	= 1,34 tenaga kuda (Inggris)
1 tenaga kuda (Inggris)	= 1,0139 metrik tenaga kuda (cheval-vapeur)

*) Nilai rata-rata, tergantung pada variasi yang luas

KONVERSI KAYU

- (a) 1 kaki kubik = 30,0 lb^{**)}
- (b) 1 ikat = 3,62 m³ = 1,25 ton
- (c) 1 bd kaki = 2,5 lb⁺⁺⁾
- (d) 1 stere = 1 meter kubik (kubus dengan panjang rusuk 1 m)
= 510 kg untuk tiang pancang (kayu keras Eropa)^{+))}

**) 1 kaki kubik kayu lunak = 27 lb dan 1 kaki kubik kayu keras = 32 lb rata-rata.

+) Satu ikat USA didefinisikan sebagai kayu yang ditumpuk dalam tumpukan berukuran 4 x 4 x 8 kaki. Ada banyak variasi dalam satuan ukuran ini. Karena kepadatan kayu, ruang kosong di dalam kubus yang terbuat dari kayu tumpuk, beratnya dapat bervariasi.

++) Nilai perkiraan