

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERPINDAHAN PANAS ALAT PEMBALIK DAN PENGERING ABON ATAU SERUNDENG



Disusun Oleh :

NAMA : TRI NURHUDHA

NIM : 01.51.035.

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN DIII
2005**

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERHIMPATAN PANAS
ALAT PEMBAK DAN PENGERING ABON ATAU
SEBUNDENG

Disusun Oleh :

ANAK : TRI KURNIAH

NIM : 01.31.021

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK MESIN DIII
2002

LEMBAR PERSETUJUAN

DISUSUN DAN DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI
TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR AHLI MADYA

Disusun Oleh

Nama : Tri Nurhudha
Nim : 01.51.035.
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga
Fakultas : Teknologi Industri
Nilai : 85

Disetujui Oleh

Ketua
Jurusan Teknik Mesin D III


Ir. Teguh Rahardjo, MT
NIP : 131.991.184.



Dosen Pembimbing


Ir. Soeparno Djiwo, MT. Met
NIP : 101.8600.128.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawa Ini :

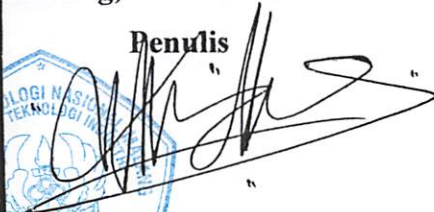
Nama : Tri Nurhudha
Tempat / Tanggal Lahir : Malang / 12 Februari 1983
Nim : 01.51.035.
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat Malang : RTP. PT.PINDAT (Persero)
Jl. Kawi No.12 Turen Malang.

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa Laporan Tugas Akhir, yang telah saya buat merupakan hasil kerja sendiri, dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya kerja orang lain, kecuali yang disebut sumbernya.



Malang, 29 Desember 2004

Penulis



Tri Nurhudha
NIM : 01.51.035.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Tri Nurhudha
 Nim : 01.51.035.
 Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga
 Fakultas : Teknologi Industri
 Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT. Met
 Judul : Perencanaan Perpindahan Panas Alat Pembalik dan Pengering Abon atau Serundeng

No	Judul Pembahasan	Tanggal	Tanda Tangan	Keterangan
1	Pengajuan Gambar alat	8-11-2004		Revisi
2	Pengajuan Gambar alat	10-11-2004		Revisi
3	Pengajuan Gambar alat	12-11-2004		ACC
4	Pengajuan Proposal	22-11-2004		ACC
5	Pengajuan Proposal	25-11-2004		ACC
6	BAB I	6-12-2004		ACC
7	BAB II	9-12-2004		ACC
8	BAB III	13-12-2004		ACC
9	BAB IV	15-12-2004		ACC
10	Gambar Tranmisi	28-12-2004		ACC
11	Gambar Alat	29-12-2004		ACC



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Tri Nurhudha
NIM / Nirm : 01.51.035.
Jurusan : Teknik Mesin DIII
Program Studi : Teknik Mesin Diploma Tiga (D III)
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN TRANSMISI DAN KONSTRUKSI ALAT PEMBALIK
DAN PENERING ABON ATAU SERUNDENG
Pengajuan Tugas Akhir : 10 November 2004
Selesai Menulis Tugas Akhir : 29 Desember 2004
Dosem Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT. Met.
Keterangan Nilai Bimbingan : 85 (Delapan Lima)

PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Malang: 26 Maret 2005

Dosen Pembimbing

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.: 101 8100 056

Ir. Soeparno Djiwo, MT Met
NIP. 101.8600.128.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Tri Nurhudha
NIM / Nirm : 01.51.035.
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III)
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Perpindahan Panas Alat Pembalik Dan Pengering Abon
Atau Serundeng.

**Dipertahankan dihadapan Team Penguji Ujian Tugas Akhir jenjang Program Diploma
Tiga (DIII) pada :**

Hari / Tanggal : Sabtu, 26 Maret 2005

Dengan Nilai / Hasil Ujian : 85.55 (Delapan Lima koma lima-lima).

PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.: 101 8100 056

Sekretaris

Ir. Teguh Raharjo, MT
NIP.: 131 991 184

ANGGOTA

Penguji I

Ir. Suryanto, MT.
NIP.

Penguji II

Ir. Lalu Mustiadi, MT.
NIP.

PERSEMBAHAN

ALHAMDULILAHIROBBIL'ALAMIN

PUJI SYUKUR SAYA PANJATKAN KEPADA ALLAH SWT YANG TELAH MEMBERIKAN BERKAT DAN KARUNIANNYA KEPADA HAMBAMU INI.

RASA TERIMA KASIH SAYA YANG TIDAK TERKIRANYA KEPADA ORANG TUA YANG SANGAT SAYA CINTAI IBU, BAPAK, DAN KELUARGA SAYA.

DAN JUGA ORANG PALING TERDEKAT YANG SAYA SAYANGI DAN CINTAI YANG SELALU MENDAMPINGI DAN MENSYUPORT AKU DALAM MENGERJAKAN TUGAS AKHIR INI, MAKASIH BANYAK ATAS SEMUANYA.

'NON TITIN INDRAWATI'

(YANG IMUT-IMUT DAN YANG PASTINYA TIDAK AMIT-AMIT)

MAKASIH BUAT TEMAN" MESIN D-III YANG SELAMA INI MEMBANTU SAYA ROYAN, DAVID, BATU, DAN LAIN-LAIN.....TERUTAMA ROYAN YANG TELAH MEMINJAMI KOMPUTER + PRINTERNYA, SEKARANG UDAH LAKU YA ??? (KATANYA MO DIJUAL)

KONCO - KONCO "TUGAS AKHIR"

ANGKATAN 1998, 1999, 2000 + 2001 SELAMAT ATAS KELULUSAN KALIAN SEMUA, SEMOGA KITA" KETEMU LAGI DAN BISA BERCAKUP SEPERTI DULU HE...HE...HE....

MOTTO

"DOA DAN USAHA ADALAH MODAL MENCAPAI KEBERHASILAN"

"BHOTI"
28112001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Perpindahan Panas Alat Pembalik dan Pengering Abon atau Serundeng, yang mana dalam penyusunan Tugas Akhir tersebut adalah dengan mengadakan pengamatan dilapangan, study pustaka dan pengumpulan data melalui interview. Dimana penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan syarat untuk menyelesaikan study di Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Mesin D III.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak banyaknya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MS EE. Selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin D-III.
3. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT. Met. Selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu perlu dilakukan pembenahan dan penambahan data yang akan dapat menyempurnakan Tugas Akhir tersebut.

Malang, 29 Desember 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR ASISTENSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Alasan Pemilihan Judul	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Metode Penulisan	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Mesin Pembalik dan Pengereng Abon atau Serundeng	5
2.1.1. Cara Kerja Mesin Pembalik dan Pengereng Abon	6
2.1.2. Bagian-Bagian Mesin Alat Pemanas Pada Mesin Pengereng ...	8
2.1.3. Pemeliharaan Mesin Pembalik dan Pengereng Abon	11
2.2. Pemilihan Bahan	12
2.3. Teori Dasar Proses Pengeringan	14
2.3.1. Proses Perpindahan Panas	15

2.3.2. Proses Perpindahan Massa	15
2.3.3. Proses-Proses Pengeringan	16
2.4. Cara-Cara Pengeringan	17
2.4.1. Pengeringan Secara Alami	17
2.4.2. Pengeringan Secara Buatan	18
2.5. Jenis-Jenis Pengeringan Buatan	18
2.5.1. Rumah Pengeringan	18
2.5.2. Pengering Energi Matahari	19
2.5.3. Pengering Tipe Sell	20
2.5.4. Pengering Tipe Bak	20
2.5.5. Pengering Tipe Rak	20
2.5.6. Pengering Hampa Udara	21
2.5.7. Pengering Beku	21
2.5.8. Pengering Menara	22
2.5.9. Pengering Model Terowongan	22
2.6. Pembagian Periode Pengeringan	23
2.6.1. Periode Pemanasan	24
2.6.2. Periode Laju Pengeringan Konstan	25
2.6.3. Periode Laju Pengeringan Menurun	25
2.7. Perpindahan Panas	26
2.8. Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas	28
2.8.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi	29
2.8.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi	30
2.8.3. Perpindahan Panas Secara Radiasi	32

BAB III PERHITUNGAN

3.1. Rancangan Alat	35
3.2. Perhitungan-Perhitungan	37
3.2.2. Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi	37
3.2.3. Perhitungan Perpindahan Panas Radiasi	40
3.2.4. Perhitungan Perpindahan Panas Konduksi	42
3.2.5. Perpindahan Panas Konveksi didalam Silinder Pengereng	44
3.3. Perpindahan Massa	47
3.4. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar (kbb)	49
3.4. Perhitungan Waktu yang Dibutuhkan	50

BAB IV PENUTUP

4.1. Kesimpulan	51
4.2. Saran-saran	42

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

2.1. Mesin Pembalik dan Pengereng Abon atau Serundeng	7
2.2. Tempat Pemasukan Bahan	8
2.3. Pelindung Api	8
2.4. Barner	9
2.5. Pipa Gas	9
2.6. Pengatur dan Pematik Gas	9
2.7. Tabung Gas	10
2.8. Tempat Pengeluaran	10
2.9. Poros Pembalik	11
2.10. Mata Pembalik	11
2.11. Kurva Pengeringan	23
2.12. Kurva Laju Pengeringan	24
2.13. Perpindahan Panas Konduksi	29
2.14. Perpindahan Panas Konveksi	31
2.15. Perpindahan Panas Radiasi	33
2.16. Jenis Refleksi	34
3.1. Mesin Pembalik dan Pengereng Abon atasu Srundeng	35
3.2. Skema Perpindahan Panas dalam Mesin	36

DAFTAR TABEL

Tabel. L_{1.1}. Perpindahan Panas Konveksi a

Tabel. L_{1.2}. Prpindahan Panas Radiasi a

Tabel. L_{1.3}. Perpindahan Panas Konduksi a

Tabel. L_{1.4}. Perpindahan Panas didalam Kotak Pengeringan b

Tabel. L_{1.5}. Perpindahan Massa b

Tabel. L_{1.6}. Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar dan Waktu c

Tabel. L_{1.7}. Faktor Konveksi antara Satuan Teknik A.S. dan Satuan SI d

Tabel. L_{1.8}. Faktor Konveksi e

Tabel. L_{1.9}. Sifat-Sifat Fisik Gas,Cairan dan Logam Cair f

Tabel. L_{1.10}. Konduktifitas Termal,Panas Jenis,Kerapatan g

Tabel. L_{1.11}. Emimtasi Uap Air h

Tabel. L_{1.12}. Difusivitas Massa Gas dan Cairan i

Tabel. L_{1.13}. Bahan-Bahan Pembakar j

Tabel. L_{1.14}. Nilai Kira-Kira Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh k

Tabel. L_{1.15}. Berat Jenis Bahan Pembakar l

Tabel. L_{1.16}. Bahan-Bahan Pembakar m

Tabel. L_{1.17}. Emisitas Total pada Penukaran Kalor n

Tabel. L_{1.18}. Tekanan Uap Jenuh o

Tabel L_{1.19}. Sifat-Sifat Air (Zat Cair Jenuh) p

Tabel. L_{1.20}. Sifat-Sifat Udara pada Tekanan Atmosfir q

Tabel. L_{1.21}. Komposisi Kimia dan Sifat Mekanik dari Baja Tahan Panas r

Tabel. L_{1.22}. Klasifikasi Besi Cor s

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada kehidupan dewasa ini, terlihat perkembangan dan serta kemajuan ekonomi dan dunai industri semakin besar dan cepat. Oleh karena itu harus juga di imbagi dengan adanya kemajuan teknologi, supaya kita tidak tertinggal dengan Negara lain yang mana dari segi kemajuan teknologinya lebih unggul dari kita. Oleh karena itu untuk menghujutkan itu semua marilah kita berkerja sama untuk membangun bangsa ini supaya kita mampuh bersaing dengan bangsa lain. Dalam hal ini kita harus meningkatkan sumber daya manusia yang terampil dan siap pakai dan siap untuk diterjukan di masyarakat atau lapangan.

Dalam hal ini saya akan membicarakan atau membahas kendala-kendala yang di alami oleh dunia industri kecil dan menengah yang ada disekitar kita. Yang mana kita katahui bahwa industri kecil dan menengah sering mengalami kesulitan-kesulitan baik secara tehnik maupun non tehnik contohnya dalam proses pembuatan abon, serundeng dan masih banyak lagi yang lain, yang mana kita katahui dalam proses pembuatan abon atau serundeng dalam proses pengeringan masih banyak yang melakukannya dengan cara manual atau menggunakan wajan atau kuali dan itu membutuhkan waktu dan tenaga yang tidaklah sedikit. Maka dari itu untuk mempermudah dalam proses pengeringan dan proses pencampuran bahan kita tidak lagi menggunakan tangan tetapi kita gunakan mesin supaya efisiensi kerja dan waktu yang di butukan bisa di atasi atau bisa di tekan.

Maka dari itu dalam pengajuan proposal ini kami akan membuat suatu alat supaya bisa mengatasi kendala-kendala tersebut dan untuk meningkatkan

produktivitas kerja dan efisiensi waktu dalam pembuatan abon dan serundeg untuk dunia industri kecil dan menengah, alat ini sangat mudah untuk di operasikan. Alat ini kami beri nama ***“Perencanaan Mesin Serbaguna Pembalik Dan Pengering Abon Atau Serundeng Untuk Usaha Kecil Dan Menengah “***.

Dan perencanaan ini akan dibahas mengenai komponen utama pada mesin tersebut sehingga dapat menghasilkan produksi yang di harapkan.

1.2. Alasan Pemilihan Judul

Pada era pembagunaan dan perkembangan teknologi pada masa sekarang ini dalam proses pembuatan abon atau serundeng untuk skala kecil ataupun menengah masih menggunakan tenaga manuasia dalam proses pengadukan (pembalik) dan juga dalam proses pengerigan masih bersifat manual dan membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Maka dari itu dengan menggunakan Mesin pembalik dan pengerigan akan mengurangi kedala-kendala yang ada.

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam perencanaan mesin pembalik dan pengering abon atau serundeng lebih jelas dan terarah pembahasanya, maka perlu di berikan batasan terhadap permasalahan yang akan di bahas. Adapun yang menjadi batasan masalah pada laporan ini adalah pemilihan bahan untuk tabung silinder pada mesin pembalik dan pengering abon atau srundeng meliputi:

1. Pemilihan bahan
2. Perhitungan Perpindahan panas pada tabung silinder
3. Perhitungan Waktu Yang Diperlukan

1.4. Metodologi Penulisan

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini kami menggunakan beberapa metode penyusunan yang sudah umum digunakan, yaitu:

1. Metode kepustakaan

Dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku referensi atau literature yang dapat di jadikan acuan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir.

2. Metode observasi

Dengan cara melakukan tinjauan khusus pada tempat-tempat yang terdapat objek yang berhubungan dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.

3. Metode bimbingan

Dalam Penulisan Laporan Tugas Akhir ini kami membutuhkan bantuan dari dosen pembimbing untuk mengevaluasi serta memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pembahasan setiap permasalahan yang akan kita temui dalam mengerjakan laporan.

1.5. Sistematika Penulisan

Adapun system penulisan atau sistematis penulisan dari Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, Rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan, dan Metodologi perencanaan.

BAB II. DASAR TEORI

Dalam bab ini kita membahas ladsan teori yang digunakan untuk perencanaan alat yang bersangkutan dengan sistem konstruksi, sistem transmisi dan perpindahan panas.

BAB III. ANALISA PERENCANAAN

Dalam analisa perhitungan kita akan membahas mengenai pemilihan bahan dan perpindahan.

BAB IV. PENUTUP

Berisikan data perencanaan dan data pengolahan

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan susunan daftar nama dari judul referensi yang berkaitan dengan perpindahan panas pada mesin pembalik dan pengering abon atau srundeng.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mesin Pembalik dan Pengereng Abon atau Serundeng.

Mesin pembalik dan pengereng abon atau serundeng suatu alat yang akan di terapkan atau digunakan di dunia usaha rumah makan (warung) dan dunia industri pembuatan abon. Yang mana seperti kita ketahui di dalam pembuatan abon atau serundeng masih banyak yang menggunakan sistem tradisional atau manual, maka alat ini sangat cocok bagi dunia usaha pembuatan abon atau serundeng untuk meningkatkan efisiensi kerja.

Mesin pembalik dan pengereng abon atau serundeng sangatlah sederhana baik dari segi konstruksi dan dalam pengoperasiannya sangatlah mudah maupun waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan tidaklah terlalu lama jadi dalam proses pengerengan kita tidak usah menunggu, karena kita menggunakan timer (pengatur waktu) jadi kita bisa melakukan kegiatan yang lain sambil menunggu itu selesai. mesin ini terdiri dari silinder penampungan bahan, poros pembalik yang mana terdiri dari empat sirip pembalik dan ditopang oleh dua bantalan, poros pembalik di hubungkan dengan pully sebagai penerus daya dari pully besar ke pully kecil di hubungkan oleh sabuk-V dan digerakan oleh motor listrik.

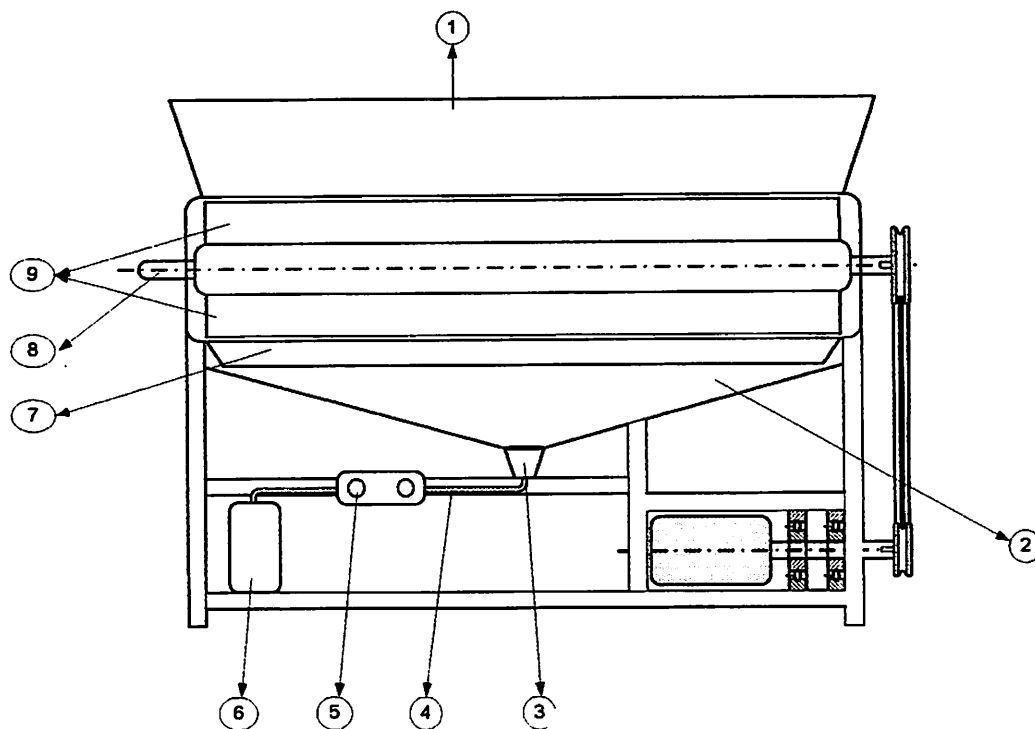
Sedangkan dalam proses pengeringan kita menggunakan kompor minyak tanah yang menggunakan tekanan angin yang dipompa didalam tabung minyak tanah, atau juga gas elpiji, tapi dalam hal ini kami menggunakan kompor minyak tanah karena mempunyai nilai ekonomis di bandingkan menggunakan gas elpiji. Mesin pembalik dan pengereng abon atau serundeng ini bisa menggunakan gas elpiji ataupun kompor minyak tanah.

2.1.1. Cara Kerja Mesin Pembalik dan Pengering Abon atau Serundeng

Dalam pegoperasiannya untuk melakukan proses pembalik dan pengeringan pertama-tama kita masukkan bahan mentah yang sudah dicampur satu dengan yang lainnya. Setelah bahan kita masukkan diteruskan proses pembalik atau pengadukan bahan atau pencampuran bahan satu dengan yang lainnya yang di lakukan oleh poros pembalik sampai berulang-ulang sehingga diperkirakan bahan sudah tercampur rata, poros pembalik ini digerakan oleh motor listrik sebagai motor penggerak. Setelah bahan sudah tercampur rata langkah selanjutnya diteruskan dengan proses pengeringan dengan suhu tertentu.

Poros pembalik pada proses pengeringan berperan sangat penting, yang mana poros pembalik terdiri dari empat mata pembalik yang menempel pada poros utama yang mana pada ujung sebelah kanan di berikan pully yang berfungsi untuk menghubungkan poros dengan motor penggerak dengan perantaraan sabuk-V. Sedangkan untuk kompor kami menggunakan minyak tanah atau gas elpiji yang mana untuk mata apinya kami menggunakan barner untuk memudahkan penyebaran api secara menyeluruh kepermukaan silinder atau tabung pembalik.

Untuk lebih jelasnya sistem pembalik dan pengering abon atau serundeng kita lihat (gambar 2.1).



Gambar 2.1.

Mesin Pembalik dan pengering abon atau serundeng

Keterangan Gambar:

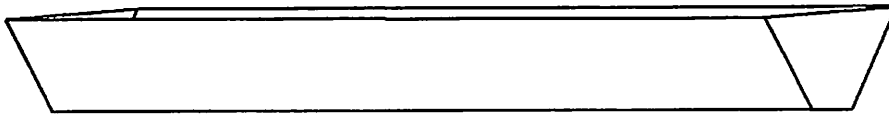
- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. Tempat Pemasukan | 2. Pelindung api |
| 3. Barner | 4. Pipa gas |
| 5. Pengatur dan pematik gas | 6. Tabung gas |
| 7. Tempat pengeluaran | 8. Poros pembalik |
| 9. Mata pembalik | |

2.1.2. Bagian-Bagian mesin alat pemanas pada mesin pengering abon dan srundeng.

Dalam hal ini bagian mesin alat pemanas pada pengering abon dan srundeng dapat dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah:

1.Tempat pemasukan

Tempat pemasukan berfungsi sebagai tempat pemasukan bahan atau kelapa yang sudah diselep. Tempat pemasukan bersifat paralel atau tetap. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.2).

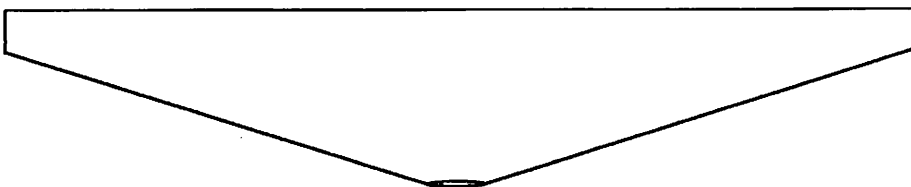


Gambar 2.2.

Tempat Masuk Bahan

2.Pelindung api

Pelindung api ini berfungsi sebagai alat untuk melindungi api dari tiupan angin. Disini dibuat alat alat pelindung api agar api tetap dengan keadaan nyala stabil. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.3).



Gambar 2.3.

Pelindung Api

3. Barner

Barner ini berfungsi sebagai alat keluarnya api. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.4).



Gambar 2.4.

Barner

4. Pipa gas

Pipa gas disini berfungsi sebagai alat penyalur gas atau minyak tanah untuk disalurkan kebarner dari tabung gas. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.5).



Gambar 2.5.

Pipa Gas

5. Pengatur dan pematik gas

Disini pengatur dan pematik gas berfungsi sebagai alat pengontrol besar kecilnya api dan untuk menghidupkan kompor atau gas. Untuk lebih jelasnya lihat (gambar 2.6).

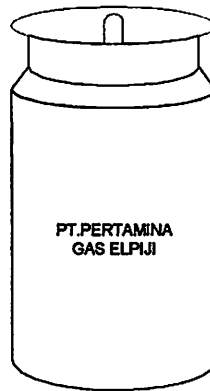


Gambar 2.6.

Pematik Gas dan Pengatur Pengeluaran Gas

6. Tabung gas

Tabung gas ini berfungsi sebagai alat penyimpanan gas atau minyak tanah. Tabung gas dapat diisi ulang jika habis. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.7).

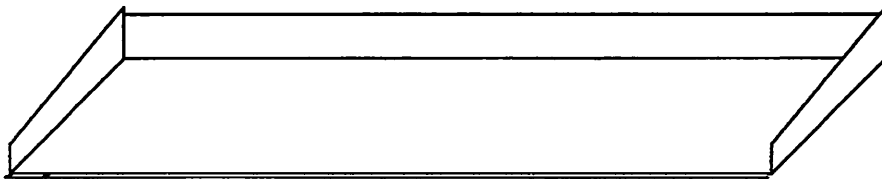


Gambar 2.7.

Tabung Gas

7. Tempat pengeluaran

Tempat pengeluaran berfungsi sebagai alat pengeluaran abon atau srundeng yang sudah matang. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.8).

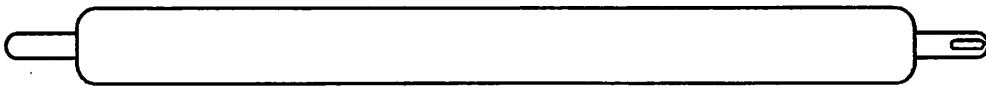


Gambar 2.8.

Tempat Pengeluaran Bahan

8. Poros pembalik

poros pembalik disini berfungsi sebagai alat untuk menggerakkan mata pembalik. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.9).

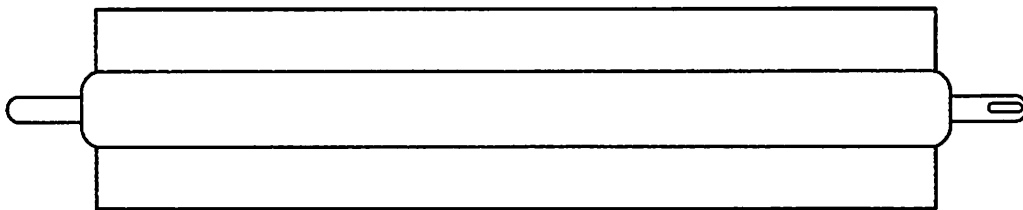


Gambar 2.9

Poros Pembalik

9. Mata pembalik

Mata pembalik disini berfungsi sebagai alat pembalik kelapa, abon dan serundeng agar tidak hangus dan hasil rata. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.10).



Gambar 2.10

Mata Pembalik

2.1.3. Pemeliharaan (Maintenance) Mesin Pembalik dan Pengering Abon atau Serundeng

Untuk pemeliharaan merupakan salah satu aspek terpenting dalam menjaga kondisi mesin atau peralatan agar selalu dalam keadaan baik supaya dalam megoperasikan tidak mendapatkan halagan.

Mesin pembalik dan pebgering abon atau serundeng ini merupakan suatau alay yang mempunyai bagian-bagian mesin yang terbuat dari logam, di mana

bahan logam itu sering terjadi keausan-keausan, korosi yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada bagian-bagian mesin.

Adapun kelalaian dalam pemeliharaan akan mengakibatkan:

1. Terjadinya gangguan kelancara aktivitas
2. Mempertinggi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja
3. Menghambat produktivitas

Macam-macam Pemeliharaan

a. Pemeliharaan harian yaitu: pengamatan-pengamatan pada bagian yang bergerak dan bergesekan, pemberian pelumas pada bagian yang bergesek seperti bantalan, poros dan bagian-bagian yang lain yang bergerak.

b. Pemeliharaan berkala yaitu: pemeliharaan yang di lakukan setahun sekali pada seluruh bagian peralatan yang meliputi motor penggerak, baut pengikat, bantalan, pully dan pengecatan ulang agar alat terhindar dari korosi.

c. Pemeliharaan overhaul yaitu: pemeliharaan atau pemeriksaan yang di lakukan secara teliti dan secara menyeluruh dari seluruh peralatan dan penggantian pada bagian-bagian yang aus dan tidak layak pakai atau jalan lagi serta telah melebihi jam kerja yang telah ditentukan.

2.2. Pemilihan Bahan

Dalam suatu perencanaan konstruksi yang perlu adalah faktor keamanan dan kekuatan dari konstruksi tersebut. Konstruksi kerangka merupakan rangkaian komponen untuk menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada rangkaian dari alat tersebut.

Semua komponen alat pengering ini bertumpu pada kerangka, oleh karena itu bahan harus sesuai dengan kebutuhan yang harus diperhatikan, misalnya kekuatan dan keamanan.

Selain itu juga pertimbangan-pertimbangan yang perlu dan harus diperhatikan antara lain sebagai berikut :

1. Pemilihan bahan harus disesuaikan dengan perencanaan konstruksi yang akan digunakan.
2. Bahan yang dipilih haruslah memiliki kekuatan konstruksi yang kuat.
3. Bahan harus mudah ditemukan dipasaran.
4. Harga relatif lebih murah dan ekonomis serta mudah di fabrikasi.

Menurut normalisasi perdagangan, bentuk dan ukuran plat bermacam-macam artinya bahwa suatu bentuk plat dan ukuran yang telah disepakati untuk diperdagangkan. Jadi dapat diterima oleh semua konsumen di dunia, hasil dari suatu pabrik karena mempunyai bentuk dan ukuran yang telah disesuaikan dengan standar-standar yang telah ada.

Pada tabung pengering yang akan dirancang, digunakan bahan dari plat. Dimana plat adalah sekelompok plat yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan.

Dengan penambahan unsur paduan ini, kekuatan plat dapat dinaikkan tanpa mengurangi keuletannya. Disamping itu sifat lainnya seperti, kekuatan fatik daya tahan terhadap korosi, terhadap panas juga menjadi lebih baik. Karena sifat inilah maka bahan ini cocok untuk digunakan pada perencanaan alat pengering ini.

Adapun jenis dari plat ini adalah plat tahan panas, dimana plat tahan panas adalah baja paduan yang kecuali tahan terhadap panas juga tahan terhadap asam dan mulur. Plat tahan panas yang terkenal adalah baja jenis Cr-Mo yang dapat tahan pada suhu 600 °C. (Jenis dan sifat serta komposisi berdasarkan klasifikasi JIS dapat dilihat dalam lampiran).

2.3. Teori Dasar Proses Pengeringan

Proses pengeringan adalah merupakan salah satu proses perpindahan panas dan perpindahan massa, perpindahan salah satu unsur fluida dari daerah yang konsentrasinya lebih tinggi ke daerah yang konsentrasinya lebih rendah dikatakan dengan perpindahan massa.

Pemahaman terhadap mekanisme perpindahan massa dapat dikatakan analogi terhadap perpindahan panas yaitu laju perpindahan panas maupun perpindahan massa tergantung pada potensial maupun penggerak dan tahanan.

Dalam operasi perpindahan panas harus diperhatikan panas tertentu yang terjadi bersamaan. Dalam kondisi ini panas berpindah dalam arah yang berlawanan dengan perpindahan massa.

Disamping itu letak perbedaan antara keduanya adalah perpindahan panas yang terjadi dalam arah yang mengurangi gradien suhu yang ada, sedangkan perpindahan massa terjadi dalam arah yang mengurangi gradien konsentrasi yang ada. Dan juga perpindahan panas akan terhenti bila gradien konsentrasi berkurang sampai menjadi nol.

Dalam fenomena yang ada, maka pengeringan adalah suatu proses perpindahan panas pada uap air disuatu bahan yang memerlukan energi untuk menguapkan kandungan air permukaan bahan yang akan dikeringkan oleh media pengering, biasanya berupa panas dan pengeringan pada dasarnya merupakan proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar tidak terjadi kerusakan pada bahan tersebut.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit sehingga terjadi penguapan.

Kemampuan udara membawa uap air akan bertambah besar jika kecepatan uap air disekitar bahan yang dikeringkan makin jenuh sehingga pengeringan makin lambat.

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses yaitu sebagai berikut :

2.3.1. Proses Perpindahan Panas

Yaitu proses menguapnya air dalam bahan atau proses perubahan bentuk fase cair ke bentuk fase gas.

2.3.2. Proses Perpindahan Massa

Yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Proses perpindahan panas terjadi karena suhu pada bahan lebih rendah dari suhu udara yang dialirkan disekelilingnya. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan yang akan menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan akan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa.

Sebelum proses pengeringan berlangsung, tekanan uap air di dalam bahan seimbang dengan tekanan udara disekelilingnya. Pada saat pengeringan dimulai, uap panas yang dialirkan melalui permukaan bahan yang akan menaikkan tekanan uap air terutama pada daerah permukaan yang besarnya sejalan dengan kenaikan suhu aliran udara panas tersebut.

Pada saat proses ini terjadi perpindahan massa dari bahan ke udara dalam bentuk uap air berlangsung dan terjadilah pengeringan. Pada permukaan bahan akan menurun setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian permukaan bahan, maka terjadilah pergerakan air secara difusi dari bahan ke permukaannya dan seterusnya, proses penguapan pada permukaan bahan diulang lagi, akhirnya setelah

kandungan air pada bahan berkurang, tekanan uap air pada bahan akan menurun sampai terjadi keseimbangan dengan udara sekelilingnya.

Makin tinggi suhu pengeringan makin besar pula energi yang dibawa sehingga semakin banyak jumlah massa cairan cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan sehingga laju pengeringan menjadi cepat, akan tetapi harus diperhatikan pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yaitu permukaan bahan akan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air pada bahan ke permukaan. Hal ini menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan (case hardening), sehingga air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhalang dan memungkinkan terjadinya bahan terbakar karena yang telah kering masih terus mendapatkan pemanasan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu :

- a. Faktor yang berhubungan dengan pengering meliputi :
 - Suhu pengeringan
 - Lama pengeringan
 - Kelembaban udara
- b. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang akan dikeringkan :
 - Ukuran bahan
 - Kadar air

2.3.3. Proses pengeringan terbagi menjadi tiga kategori yaitu sebagai berikut :

1. Pengeringan udara dan pengeringan berhubungan langsung dibawah pengaruh tekanan atmosfer. Dalam hal ini panas dipindahkan menembus bahan, baik dari udara maupun dari permukaan yang dipanaskan, uap air dipindahkan dengan udara.

2. Pengeringan hampa udara, keuntungan dalam pengeringan hampa udara didasarkan pada kenyataan bahwa penguapan air terjadi lebih cepat pada tekanan rendah dari pada tekanan tinggi. Panas yang dihasilkan dalam pengeringan hampa udara pada umumnya secara konduksi, kadang-kadang secara pemancaran.

3. Pengeringan beku. Pada pengeringan beku, uap air disublimasikan keluar dari bahan. Struktur bahan tetap dipertahankan dengan baik pada kondisi ini. Suhu dan tekanan yang sesuai harus dipersiapkan di dalam alat pengering untuk menjamin terjadinya proses sublimasi.

2.4. Cara Pengeringan

Secara garis besar pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut :

2.4.1. Pengeringan secara alami

Pengeringan secara alami dilakukan dengan cara menjemur dibawah sinar matahari. Pengeringan ini memang bisa efektif oleh karena suhu yang dicapai sekitar 35 °C sampai dengan 45 °C. Iklim di wilayah tropis merupakan sumber yang potensial, akan tetapi pengeringan dibawah sinar matahari dirasakan kurang efektif lagi, dikarenakan ada bahan tertentu yang kurang begitu baik jika terkena sinar matahari.

Pengeringan secara alami ini mempunyai beberapa kendala yaitu sebagai berikut :

- memerlukan waktu yang relatif lama
- tergantung pada cuaca
- kadar air dari bahan sukar di kontrol
- mudah terkontaminasi

2.4.2. Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan adalah dengan menggunakan alat mekanis yang dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki fungsi sebagai pengering. Adapun cara pengeringan buatan memberikan beberapa keuntungan yaitu sebagai berikut :

- Tidak tergantung pada cuaca
- Kondisi pengeringan dapat dikontrol
- Tidak memerlukan waktu yang lama
- Pengeringan yang dihasilkan merata

Pengeringan mekanis ini memerlukan energi untuk memanaskan alat pengering, mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat yang memanaskan bahan dan menguapkan air dari bahan.

2.5. Jenis-Jenis Pengering Buatan

2.5.1. Rumah Pengering

Jenis pengering buatan seperti ini, kebanyakan dalam prakteknya adalah untuk mengeringkan hasil-hasil perkebunan seperti tembakau, karet, jagung. Ukuran dari rumah pengering ini pun berbeda-beda disesuaikan dengan keperluan dan kebanyakan dibuat bertingkat lebih dari satu tingkat. Wadah bahan (yang dikeringkan di dalam rumah pengeringan) digunakan rak-rak, ataupun tempat-tempat gantungan yang disesuaikan dengan jenis bahan yang akan dikeringkan. Adapun sumber panasnya berasal dari pipa-pipa yang dialirkan menuju setiap tuang pengering. Media yang melewati pipa panas tersebut bisa berupa air, uap, maupun gas asap hasil dari pembakaran. Pipa-pipa pemanas dipakai untuk memindahkan panas dari dalam sebagian luar pipa guna memanaskan udara di dalam ruang pengering. Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi perpindahan

panas maka pada pipa pemanas diberikan gelang-gelang dari bahan yang bisa menghantarkan panas (memperbesar luasan kontak, pancar maupun konveksi).

Ketel uap maupun sumber pembangkit lainnya biasanya ditempatkan di dalam ruang terpisah dengan ruang pengering. Karena media atau udara panas berat jenisnya lebih ringan, maka kecenderungan gerakannya adalah dari bawah ke atas, sehingga pipa-pipa pemanas harus diletakkan di bagian bawah dan cerobong ditelakkan di bagian atas untuk menarik keluar udara maupun uap air. Supply udara baru dari bawah (untuk dipanaskan dengan media panas) harus diimbangi dengan penarikan oleh cerobong untuk mendapatkan pertukaran udara dengan baik sehingga mutu pengeringan dan prosesnya bisa berjalan dengan baik.

2.5.2. Pengeringan Energi Matahari

Dalam pengering jenis ini, energi surya untuk pengeringan berasal dari “pemanas udara radiasi matahari” yang mana udara panas yang dihasilkan lalu dialirkan ke dalam ruang pengering dengan bantuan blower. Pipa hisap blower untuk menghisap udara panas dari atas (heater) sedang pipa tekannya di supplykan di dalam pipa-pipa pemanas ruang (biasanya pipa-pipa pemanas berada dilantai ruang pengering). Panas matahari tidak langsung masuk memancar (radiasi), akan tetapi tertahan pada zona unit ruang absorpsi radiasi matahari terlebih dahulu. Pengering ini biasanya digunakan untuk mengeringkan gabah dimana suhunya tidak boleh lebih dari 45 °C.

2.5.3. Pengering Tipe Sell

Pada pengering tipe sell, kecepatan pengeringan tergantung dari kadar air pada bahan, kecepatan udara panas yang merayap pada permukaan bahan, kelembaban udara luar, serta jumlah luasan yang dilewati oleh gas atau udara panas. Pada dasarnya sell ini adalah merupakan kantong-kantong atau kotak-kotak yang terbuat dari bahan konduktor dan permibel terhadap udara panas. Kantong-kantong tadi disusun menjadi kisi-kisi kantong tegak dan sejajar. Alat pengering jenis ini biasanya digunakan untuk mengeringkan gabah.

2.5.4. Pengeringan Tipe Bak

Alat penegring jenis ini biasanya dipakai untuk mengeringkan hasil pertanian yang berupa biji-bijian. Bahan ditempatkan di dalam bak yang pada bagian dasarnya berlubang sebagai saluran udara panas. Untuk memudahkan gerakan pengadukan putar, bentuk bak kebanyakan berbentuk silindris. Pengadukan juga dalam kaitan peningkatan efektifitas serta efisiensi pengeringan. Kecepatan putar dari pengaduk di dalam bak diselaraskan dengan bentuk, ketebalan, kadar air awal bahan serta kondisi suhu udara atmosfer saat pengeringan. Udara panas di supply dari bagian bawah bak yang arah pergerakannya berlawanan arah dengan perputaran dari pengaduk.

2.5.5. Pengeringan Tipe Rak

Pengeringan jenis ini mempunyai bentuk persegi atau silindris dan didalamnya berisi rak-rak yang dipakai sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Bahan diletakkan diatas rak yang terbuat dari bahan yang konduktivitas panasnya bersifat baik dengan alas yang berlubang-lubang. Lubang tersebut dimaksudkan untuk memperbesar kemungkinan perpindahan panas udara dan uap air yang terjadi pada saat proses pengeringan.

Rak tersebut ditempatkan di dalam ruang tertutup (terbuat dari bahan konduktor), dan hanya disediakan lubang-lubang untuk saluran udara masuk, saluran udara keluar uap air yang ditekan dengan blower. Di dalam ruang mesin pengering tipe ini sekaligus terdapat unit pengeringnya (pemanas / heaternya) atau juga bisa berupa kompor untuk memanaskan udara segar dari luar sebelum di supply di daerah rak-rak. Pengering jenis ini biasanya digunakan untuk pengeringan atau pengawetan daun teh.

2.5.6. Pengering Hampa Udara

Pengering jenis ini dipergunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang sensitif terhadap perubahan suhu yang tinggi seperti sari buah, serta larutan pekat lainnya. Pengeringan dengan mesin pengering jenis ini terjadi pada suhu rendah dan berlangsung dengan cepat. Peningkatan suhu terjadi dengan cara menginjeksikan udara panas ke dalam ruang pengering melalui lubang-lubang yang menghubungkan daerah kontak panas pada rak. Sementara bahan di tebar atau di tata diatas rak-rak yang terletak diatas permukaan yang berlubang.

2.5.7. Pengering Beku

Prinsip dasar dari pengering jenis ini adalah menghentikan aktivitas pertumbuhan serta hidupnya mikro organisme pada suhu rendah sehingga bahan pangan menjadi awet atau tidak rusak. Perpindahan panas bisa terjadi secara gabungan yaitu konveksi, konduksi dan dariasi. Pengeringan beku dilakukan juga terhadap bahan-bahan yang sangat peka akan suhu tinggi diantaranya sayur-sayuran, buah-buahan, sari buah, obat-obatan, daging, ikan.

2.5.8. Pengering Menara

Pengering jenis ini pada umumnya dipakai untuk mengeringkan bahan-bahan seperti gabah, garam, bubukan atau tepung. Arah pengeringan pada pengering menara adalah dari atas ke bawah dan bersamaan dengan media pengeringan berupa udara atau uap panas adalah dari bawah ke atas. Pergerakan semacam ini untuk mendapatkan efisiensi perpindahan panas yang optimal. Selain dari pada itu optimalisasi perpindahan panas pada jenis pengering ini dapat dilakukan dengan memperbesar bidang kontak, alur pergerakan yang berbelok-belok sehingga udara panas yang lewat lebih lama tidak terlewatkan begitu saja. Selain itu alur pergerakan yang berbelok-belok tersebut untuk mengantisipasi polusi udara, asap. Optimalisasi pergerakan gas asap juga mempunyai kaitan dengan optimalisasi perpindahan panas maka gas asap ini ditarik dengan blower.

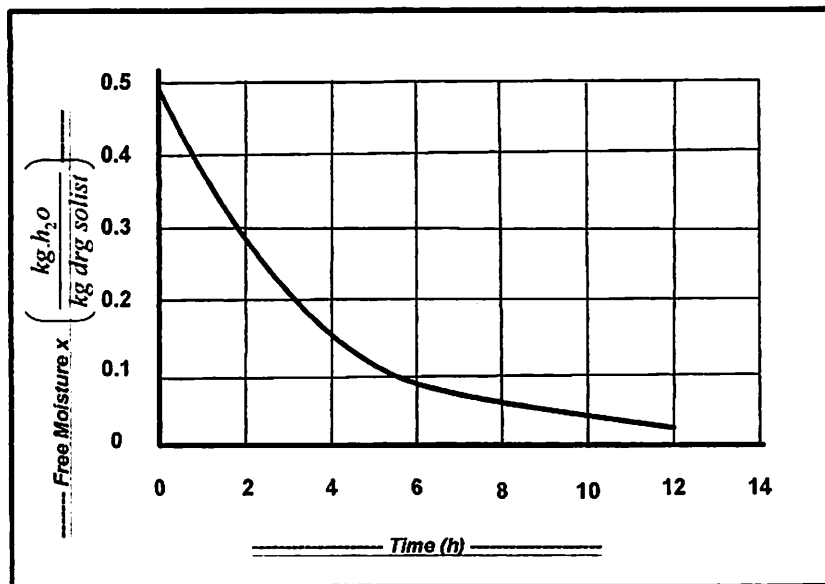
2.5.9. Pengering Model Terowongan

Pengering jenis ini biasanya dipakai untuk bahan yang ukurannya homogen, berbentuk butiran, irisan, serta bentuk padat. Bahan yang akan dikeringkan dihampar dengan tebal tertentu diatas baki, anyaman non logam ataupun lempengan logam. Baki-baki tersebut ditumpuk dalam sebuah rak atau lori atau truk, adapun jaraknya diatur sedemikian teratur hingga udara panas di dalam dan di sepanjang terowongan dengan bebas dapat melewati tiap baki dengan demikian mutu pengeringan dapat diharapkan merata dan seragam. Sumber panas bisa berupa heater listrik atau juga dengan uap panas yang dihasilkan oleh ketel uap.

2.5.10. Pengering dengan Sistem Semprot

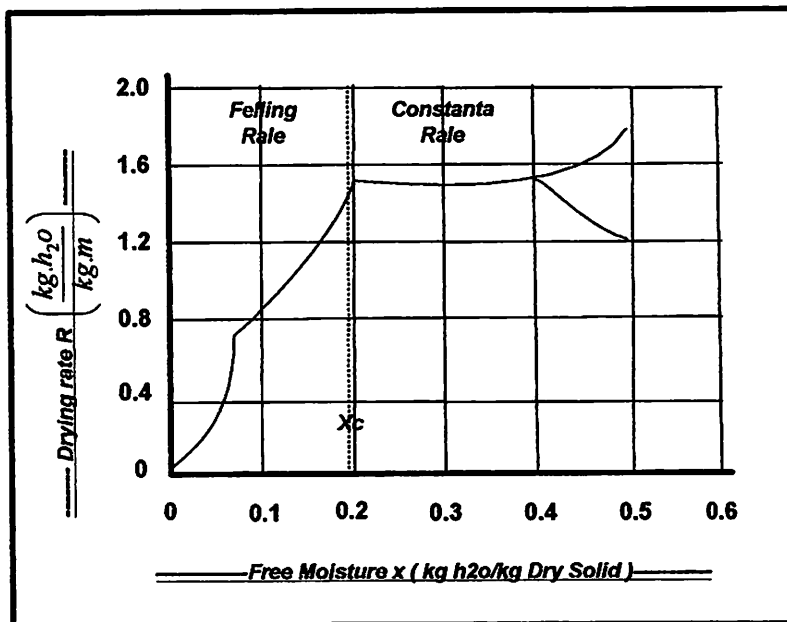
Pengering jenis ini dipakai untuk mengeringkan bahan yang berbentuk larutan kental serta berbentuk pasta, misalnya produk yang dihasilkan dari pengering jenis ini adalah pengolahan susu cair menjadi susu bubuk atau pengolahan telur menjadi tepung telur. Adapun prosesnya larutan dimasukkan ke dalam injektor pneumatis dan melalui lubang kecil (nozzle) larutan tersebut ditekan ke dalam ruang yang dipanaskan atau ruang pengering guna memperoleh pengkabutan. Sebagai media pemanas dapat digunakan uap panas ataupun dengan heater listrik.

2.6. Pembagian Periode Pengeringan



Gambar 2.11

Kurva Laju Pengeringan
(Kadar Moisture bebas terhadap waktu)



Gambar 2.12

Kurva Laju Pengeringan

(Kadar Pengeringan terhadap Moisture bebas)

Keterangan gambar :

A – B = Periode pemanasan

B – C = Periode Laju Pengeringan konstan

2.6.1. Periode Pemanasan

Periode pemanas juga dikatakan keadaan tetap, yang mana sangat sukar untuk diamati karena berlangsung sangat cepat. Setelah bahan kontak dengan gas selaku medium pengering, maka akan terjadi perubahan suhu pada bahan. Perubahan suhu ini berlangsung terus mencapai kondisi keadaan tetap. Pada gambar 2.3. dapat dilihat kurva akan naik dari A ke B apabila diketahui suhu awal bahan lebih rendah.

2.6.2. Periode Laju Pengeringan Konstan

Pada periode ini (B-C) gambar 2.2 permukaan bahan jenuh dengan uap air. Periode laju pengeringan konstan berjalan karena difusi uap pada permukaan yang jenuh dengan uap air. Uap air yang menguap sgr diganti oleh uap air yang berpindah dari bagian dalam bahan.

Kecepatan uap air yang mengalir dari bahan sama dengan kecepatan air yang diuapkan. Sehingga kondisi permukaan bahan yang jenuh tetap dapat dipertambahkan. Dan kecepatan dari laju pengeringan dikendalikan oleh kecepatan perpindahan panas ke permukaan penguapan kecepatan perpindahan massa sehingga temperatur permukaan bahan jenuh tersebut dapat konstan.

Laju pengeringan konstan tergantung dari empat hal, yaitu :

- a. Luas pengeringan permukaan
- b. Perbedaan kelembaban antara aliran udara pengering dengan permukaan basah bahan
- c. Koefisien perpindahan massa
- d. Kecepatan aliran udara

2.6.3. Periode Laju Pengeringan Menurun

Periode ini akan terjadi bila laju pengeringan konstan berakhir pada Critical Moisture Konstan (kadar air tidak terikat dari bahan sudah habis). Pada gambar 2.2 terlihat garis (C-D-E). Pada keadaan ini seluruh permukaan penguapan sudah tidak dapat lagi dipertahankan lagi kejenuhannya oleh aliran air dari dalam bahan. Oleh sebab itu akan terjadi keadaan dimana laju perpindahan uap air dari bagian dalam bahan akan lebih rendah dari pada uap air yang diuapkan.

Hal ini menyebabkan sebagian permukaan bahan mulai mengering. Laju poengeringan akan turun sampai akhirnya berhenti pada saat kesetimbangan antar bahan dan udara pengering (titik E).

Pada saat ini laju pengering berharga nol dan temperatur bahan akan sama dengan temperatur tabung kering dari udara pengering serta tekanan uap air di dalam sama dengan tekanan uap air dari udara pengering.

2.7. Perpindahan Panas

Perpindahan panas merupakan sebuah operasi yang sering terjadi berulang-ulang pada suatu industri. Pengetahuan prinsip-prinsip yang mengatur pengolahan dalam industri.

Perpindahan panas adalah proses yang dinamis yaitu panas dipindahkan secara spontan dari suatu bagian ke bagian yang lain yang lebih dingin. Kecepatan pindah panas tergantung pada perbedaan suhu antara kedua bagian, makin besar perbedaan, makin besar pula kecepatan pindah panas.

Perbedaan suhu antara sumber panas dan penerimaan panas merupakan daya tarik dalam perpindahan panas. Peningkatan perbedaan suhu akan meningkatkan kecepatan pindah panas. Panas yang melalui satu bagian dari bagian yang lain, pindah menembus beberapa perantara yang pada umumnya memberikan penahanan aliran panas. Kedua faktor ini yaitu perbedaan suhu dan penahanan aliran panas, mempengaruhi kecepatan perpindahan panas. Faktor-faktor tersebut dapat dihubungkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan Perpindahan Panas} = \text{Gaya Tarik} / \text{Penahanan}$$

Untuk perpindahan panas :

$$\text{Laju Pindah} = \text{Perbedaan Suhu} / \text{Penahanan Perantara Aliran Panas}$$

(Earle, Zein Nasution, Satuan Operasi dalam pengolahan pangan)

Selama pengolahan, suhu banyak berubah, sehingga laju perpindahan panas akan berubah. Hal ini disebut perpindahan panas tidak tetap, sebagai lawan perpindahan panas tetap, yaitu suhu selama proses tidak berubah. Contoh perpindahan panas yang tidak tetap adalah pemanasan dan pendinginan kaleng di dalam sebuah retort untuk mensterilkan isinya. Perpindahan panas tidak tetap jauh lebih kompleks, oleh karena penambahan variabel, waktu, masuk ke dalam persamaan kecepatan. Perpindahan panas dapat dilakukan dengan tiga cerita yaitu secara konduksi, secara konveksi dan secara radiasi.

Pada perpindahan panas secara konduksi, energi molekul langsung berubah dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin, molekul dengan energi yang lebih besar memindahkan sebagian energi ke molekul tetangganya yang berenergi lebih sedikit.

Perpindahan panas secara konveksi adalah cara perpindahan panas dengan pergerakan sekelompok molekul di dalam bahan cair. Kumpulan molekul tersebut makin bergerak akibat perubahan kerapatan atau akibat pergerakan bahan cair. Contoh dari perpindahan panas secara konveksi adalah memasak di dalam kuah

tertutup tanpa mengaduk, perubahan kerapatan menyebabkan perpindahan panas terjadi karena paksaan.

Sedangkan perpindahan panas secara radiasi adalah sama halnya dengan perpindahan panas secara pancaran yaitu pemindahan energi panas dengan gelombang elektromagnetik yang memindahkan energi panas dari satu bahan ke bahan yang lain dengan cara yang sama yaitu memindahkan energi cahaya dengan gelombang cahaya elektromagnetik.

Pada umumnya, perpindahan panas dalam bahan padat dengan cara konduksi, dalam bahan cair dengan cara konduksi dan konveksi. Pada prakteknya, ketiga cara perpindahan panas dapat berlangsung bersama-sama.

2.8. Prinsip-prinsip Perpindahan Panas

Perpindahan panas (heat transfer) merupakan energi yang bergerak atau berjalan dari suatu sistem ke sistem yang lainnya, karena adanya perbedaan temperaturant kedua sistem tersebut.

Panas yang dipindahkan tidak dapat diukur atau diamati secara langsung tetapi pengaruhnya dapat diukur. Arah dari perpindahan panas tersebut adalah sautu media yang mempunyai temperatur lebih tinggi ke arah yang bertemperatur yang lebih rendah.

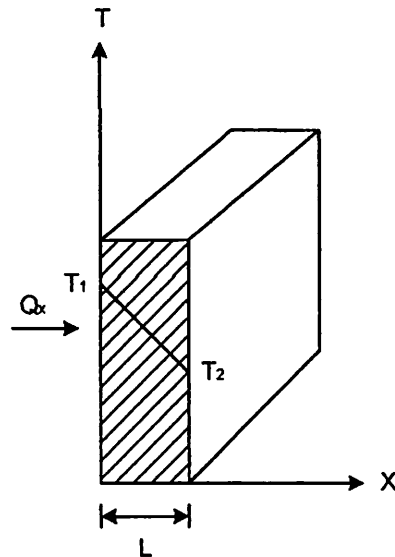
Berdasarkan cara perpindahannya, maka perpindahan panas dapat di bedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Perpindahan Panas secara Konduksi
2. Perpindahan Panas secara Konveksi
3. Perpindahan Panas secara Radiasi

Syarat terjadinya perpindahan energi ini ialah adanya beda temperatur antara bagian yang satu dengan yang lainnya.

2.8.1. Perpindahan Panas secara Konduksi

Berpindahnya panas secara konduksi (hantaran) adalah apabila ada suatu benda terdapat gradien temperatur. Pada saat ini akan terjadi perpindahan energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah dan laju perpindahan panas tersebut berbanding lurus dengan gradien bersuhu normal. Persamaan aliran panas konduksi dikenal sebagai *Hukum Fourier*. Dinding datar satu dimensi merupakan salah satu contoh *Hukum Fourier*. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.13).



Gambar 2.13

Perpindahan Poros Konduksi

Sumber : Earle, Zein Nasution, Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan
Laju perpindahan panas konduksi, dinyatakan dengan Hukum Fourier di rumuskan menurut Frank P. Incropera, Devit, Fundamentals of Heat and Mass Transfer (1981).

$$q_k = -k.A.\frac{dt}{dx}$$

Dimana :

q_k = laju perpindahan panas arah X per unit area (W/n)

k = konduksi thermal (W/m °C)

A = luas penampang (m²)

$\frac{dt}{dx}$ = gradien temperatur

Tanda minus menunjukkan konsekuensi dari menyatakan bahwa panas dalam arah penurunan temperatur, persamaan di atas dapat ditulis menjadi :

$$q_k = k.A.\frac{T_1 - T_2}{L}$$

Dimana :

T_1 = temperatur pada $x = 0$

T_2 = temperatur pada $x = L$

Daya hantar thermal dan laju perpindahan kalor konduksi oleh struktur molekul bahan. Semakin rapat dan tersusun rapinya molekul-molekul, yang umumnya terdapat pada logam, maka akan memindahkan energi yang semakin cepat dibandingkan dengan susunan yang acak atau jarang, yang umumnya terdapat pada bahan bukan logam.

2.8.2. Perpindahan Panas secara Konveksi

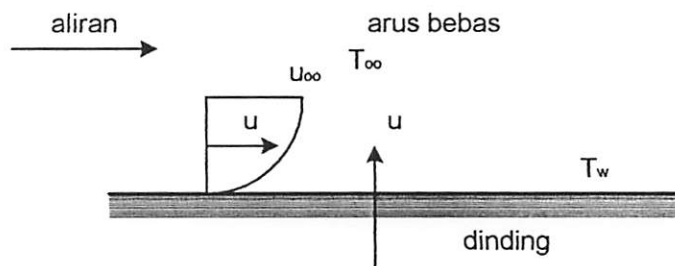
Konveksi adalah perpindahan panas pada fluida (zat cair) yang disertai dengan perpindahan massa fluida, oleh karena itu proses perpindahan panas ini dipengaruhi oleh sifat-sifat thermal dari zat tersebut, misalnya density, kekentalan, panas jenis, kecepatan aliran. Ada dua mekanisme perpindahan panas secara konveksi ini yaitu sebagai berikut :

1. Konveksi secara alamiah (Natural convection)

Bila gesekan molekul-molekul melayang-layang disebabkan oleh perbedaan temperatur di dalam fluida itu sendiri.

2. Konveksi paksa (Forced convection)

Bila gesekan molekul-molekul tersebut sebagai akibat adanya kekuatan mekanisme dari luar, misalnya karena disebabkan oleh hembusan pompa atau fan. Untuk lebih jelas lihat (gambar 2.14).



Gambar 2.14

Perpindahan Panas Konveksi

Sumber : J.P. Holman, Perpindahan Kalor, 1993, hal. 11

Keterangan gambar :

$u \rightarrow U_\infty$: kecepatan aliran

T_∞ : temperatur aliran

q : kalor yang di transfer

T_w : suhu plat

Perpindahan panas konveksi ini digambarkan bahwa dalam proses perpindahan panas kecepatan aliran (velocity distribution) adalah nol pada permukaan plat (heated surface) dan nilainya akan berangsur naik apabila semakin menjauh dari permukaan dinding. Sebaliknya dengan temperatur aliran

(temperatur distribution), nilainya akan semakin besar apabila dekat dengan permukaan dinding dan semakin kecil pada daerah yang menjauhi permukaan dinding. Yang mana proses tersebut disebabkan oleh aksi kental viskositas dan hambatan.

Laju persamaan perpindahan panas konveksi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = h.A. (t_w - t_{\infty})$$

Dimana :

Q = laju perpindahan panas konveksi (Kcal / det)

h = koefisien perpindahan panas konveksi (Kcal / m² det °C)

A = luas permukaan (m²)

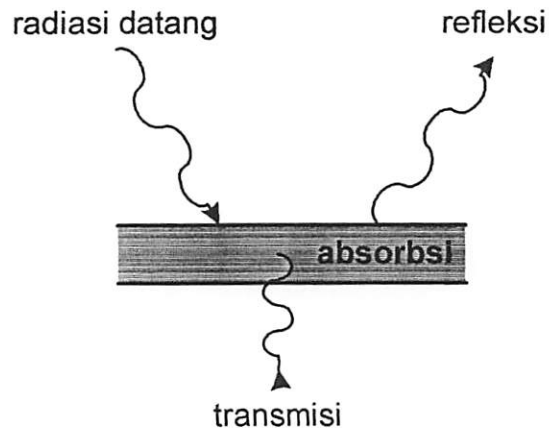
t_w = temperatur permukaan (°C)

t_{∞} = temperatur fluida (°C)

2.8.3. Perpindahan panas secara Radiasi

Radiasi thermal adalah energi yang diemisikan oleh benda yang berada temperatur tinggi hingga energi dari medan radiasi ditransformasikan oleh gelombang elektromagnetik. Lain halnya dengan konduksi dan konveksi bahwa perpindahan panas radiasi memerlukan media dan lebih biasa didalam ruang hampa.

Perpindahan panas radiasi diumpamakan selubung hitam (Surroundings) yang memancarkan kalor terhadap permukaan benda (Surface) dimana kalor tersebut akan dipantulkan kembali secara radiasi (q radiasi) maupun secara konveksi (q convection) dan selebihnya akan terserap oleh benda tersebut. Untuk lebih jelas lihat gambar (2.15).



Gambar 2.15

Perpindahan Panas Radiasi

Sumber : J.P. Holman, Perpindahan Kalor, 1993, hal 343

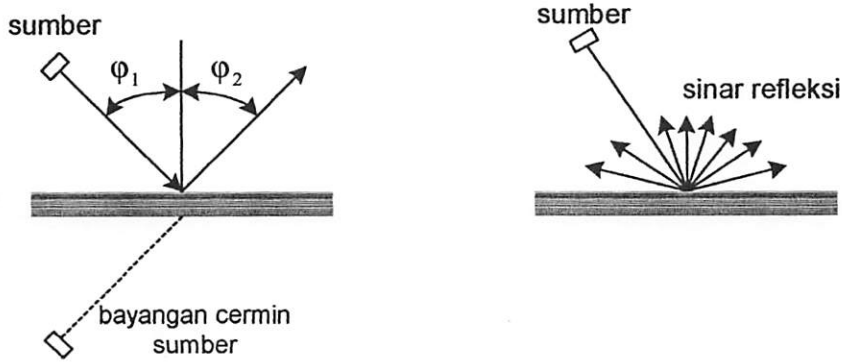
Bila energi radiasi menimpa permukaan suatu bahan, maka sebagian dari radiasi itu dipantulkan (refleksi), sebagian diserap (absorpsi), dan sebagian lagi diteruskan (transmisi). Yang dipantulkan dinamakan reflektivitas ρ , sedangkan yang diserap absorptivitas α , dan yang diteruskan transmissivitas τ . Maka menurut J.P. Holman, Perpindahan Kalor, hal 343 dituliskan sebagai berikut :

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

Tetapi kebanyakan benda padat tidak meneruskan radiasi thermal, sehingga untuk itu transmissivitas dapat dianggap nol, maka :

$$\rho + \alpha = 1$$

Ada dua fenomena refleksi yang dapat diamati bila radiasi menimpa suatu permukaan. Jika sudut jatuhnya sama dengan sudut refleksi, maka dikatakan refleksi itu *spekular*. Apabila berkas yang jatuh itu tersebar secara merata ke segala arah sesudah refleksi, maka refleksi itu disebut baur (*diffuse*). Kedua jenis refleksi ini digambarkan seperti dibawah ini.



Gambar 2.16

Jenis Refleksi

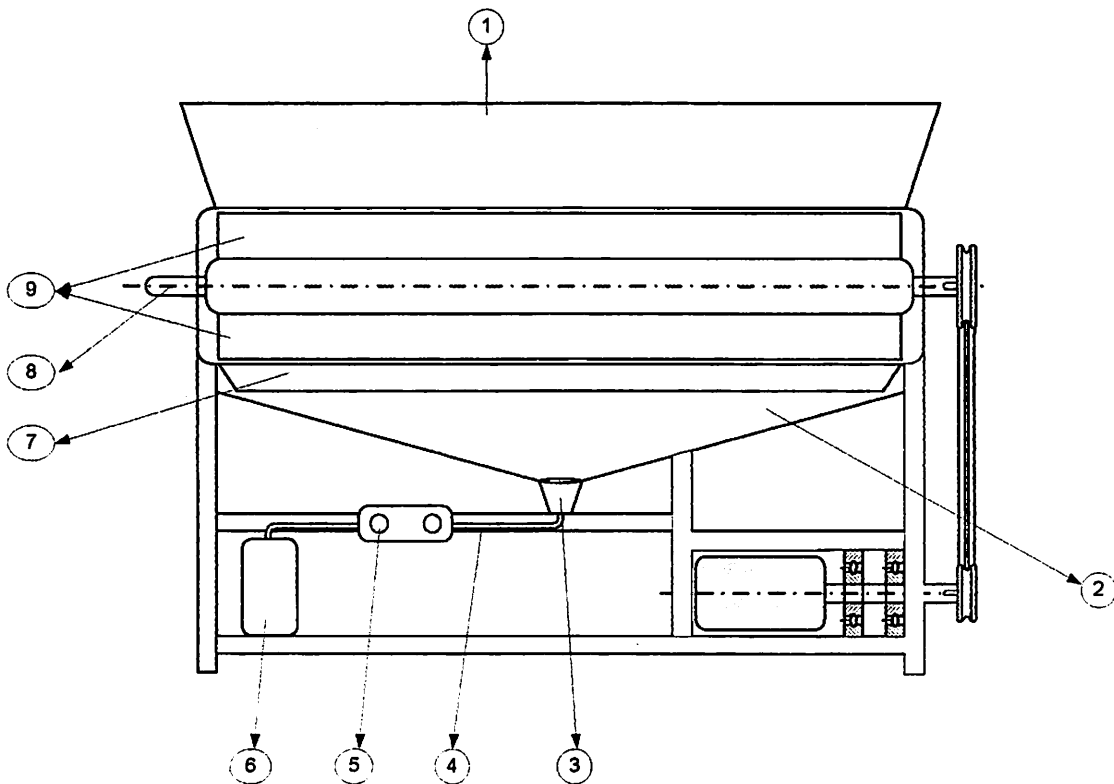
Sumber : J.P. Holman, Perpindahan Kalor, 1993, Hal 344

BAB III

PERHITUNGAN

3.1. Rancangan Alat

Rancangan alat yang dibuat oleh penulis dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.1.

Mesin Pembalik dan pengering abon atau serundeng

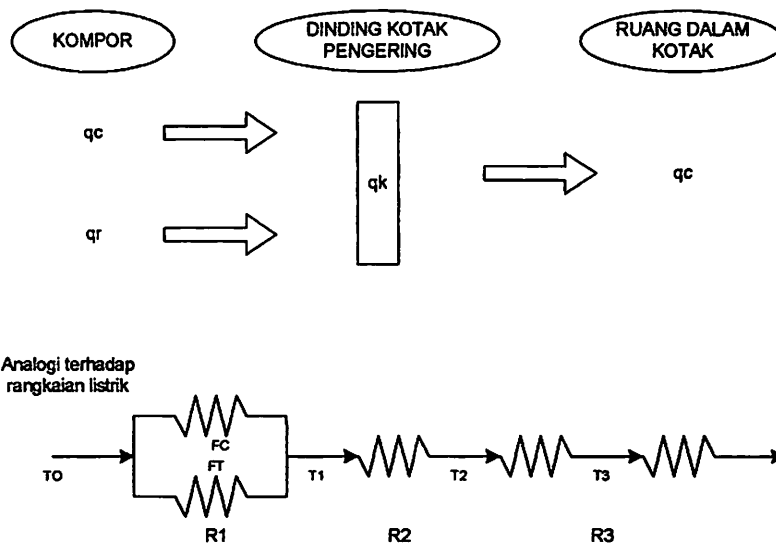
Keterangan Gambar:

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| 1. Tempat Pemasukan | 2. Pelindung api |
| 3. Barner | 4. Pipa gas |
| 5. Pengatur dan pematik gas | 6. Tabung gas |
| 7. Tempat pengeluaran | 8. Poros pembalik |
| 9. Mata pembalik | |

3.2. Perhitungan

Setelah diketahui hal-hal berkaitan dengan alat tersebut, maka akan dijabarkan perhitungan-perhitungan yang dipakai. Sedangkan data-data yang diketahui :

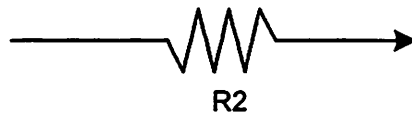
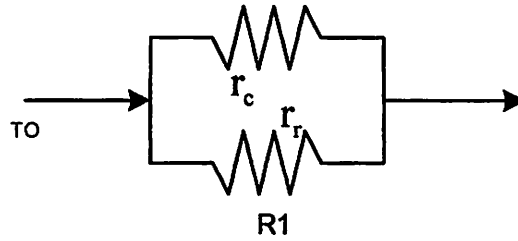
- ~ Suhu kompor = 300°F
- ~ Suhu pengeringan = 108°F
- ~ Kadar air awal = 82%
- ~ Kadar air akhir = $11,4\%$
- ~ Bentuk tabung = $D = 30\text{ cm} = 0,984\text{ ft}$
= $P = 100\text{ cm} = 3,3\text{ ft}$
- ~ Jarak nyala api permukaan bawah kotak = $0,23\text{ ft}$
- ~ Tebal plat = $5\text{ mm} = 0,016\text{ ft}$
- ~ Nilai kalor bahan bakar (minyak tanah) = 10.500 kcal/kg
= $18895,24\text{ Btu/lb}_m$



Gambar 3.2

Skema Perpindahan Panas dalam Mesin

Jika tiap-tiap bagian tersebut dipecah maka dihasilkan bentuk-bentuk seperti dibawah



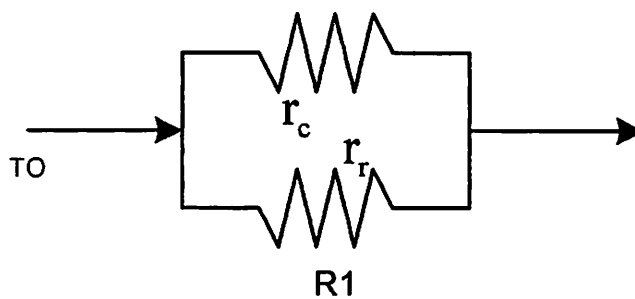
Dimana : r_c = tahanan pada keadaan konveksi

r_r = tahanan radiasi

Maka Konduksi Keseluruhan (UA)

$$UA = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

3.2.1. Perpindahan Panas Konveksi



- Menentukan Bilangan Reynolds

$$Re_L = \frac{U \chi \rho L}{\mu}$$

Dengan menggunakan sifat-sifat udara pada temperatur 300 °F (tabel) maka diketahui :

$$\rho = 0,052 \quad \text{lb}_m/\text{ft}^3$$

$$C_p = 0,243 \quad \text{Btu}/\text{lb}_m \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu = 1,610 \cdot 10^{-5} \quad \text{lb}_m/\text{fts}$$

$$\nu = 0,306 \cdot 10^2 \quad \text{ft}^2/\text{s}$$

$$k = 0,193 \quad \text{Btu}/\text{hft}^\circ\text{F}$$

$$\text{Pr} = 0,71$$

$$\alpha = 1,53 \quad \text{ft}^2/\text{h}$$

$$\beta = 1,32 \cdot 10^3 \quad 1/^\circ\text{F}$$

$$g\beta\rho^2\mu^2 = 0,444 \cdot 10^5 \quad 1/\text{Fft}^3$$

maka :

$$\text{Re}_L = \frac{0,306 \cdot 10^2 \cdot 0,052 \cdot 0,09843}{1,610 \cdot 10^{-5}} = 9,79 \cdot 10^4$$

Setelah dicocokkan dengan batas-batas yang telah ditulis di depan, bahwa:

$$\text{Re} < 2100 \quad = \text{aliran laminar}$$

$$2100 < \text{Re} < 10.000 \quad = \text{aliran peralihan}$$

$$\text{Re} > 10.000 \quad = \text{aliran turbulen}$$

maka alirannya berbentuk **Turbulen**

- Menentukan Bilangan Nusselt Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Nu}_L &= 0,664 \cdot \text{Pr}^{1/3} \cdot \text{Re}_L^{0,5} \\ &= 0,664 \cdot (0,71)^{1/3} \cdot (9,73 \cdot 10^4)^{0,5} \\ &= 185,34 \end{aligned}$$

Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi

$$\begin{aligned}\bar{h}_c &= Nu_L \cdot \frac{k}{x} \\ &= 185,34 \cdot \frac{0,193}{0,9843} \\ &= 36,36 \quad \text{Btu/hrft}^2 \text{ F}\end{aligned}$$

- *Laju perpindahan Panas Konveksi*

$$\begin{aligned}q_c &= \bar{h}_c \cdot A \cdot (T_0 - T_1) \\ &= 06,06 (3,25 \cdot 0,984) \cdot (300 - 200) \\ &= 11627,928 \quad \text{Btu/hr}\end{aligned}$$

- *Nilai Hambatan Thermal*

$$\begin{aligned}R_c &= \frac{1}{h_c \cdot A} \\ &= \frac{1}{11627,29 \cdot 3,25 \cdot 0,984} \\ &= 1,06 \cdot 10^{-4} \quad \text{ft.hr.F/Btu} \\ &= 1,86 \cdot 10^{-4}\end{aligned}$$

3.2.2. Perpindahan Panas Radiasi

Untuk menentukan laju aliran panas secara radiasi, kita menghitung dulu berkas efektifnya.

$$L = \frac{3,4 \cdot \text{Vol}}{\text{Luas permukaan}} \quad \text{ft}$$

$$= \frac{3,4 \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,984)^2 \right)}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,492)^2}$$

$$= 3,36 \text{ ft}$$

Hasil kali tekanan parsial dan L

$$pL = 0,05 \cdot 3,36$$

$$= 0,17 \text{ ft atm}$$

dari grafik pada lampiran 5 $pL = 0,17$ dan $T_G = 108^\circ\text{F}$, kita mendapat $\epsilon_G = 0,15$

- Menentukan Laju Aliran Panas Radiasi

$$q_r = \delta \cdot A \cdot \epsilon \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$

dimana : $\delta = \text{konstanta Stefan-Boltzman} = 0,171 \cdot 10^{-8} \quad \text{Btu/hr ft}^2 \text{R}^4$

$$q_r = 0,171 \cdot 10^{-8} \cdot 3,198 \cdot 0,15 \cdot (300^4 - 200^4)$$

$$= 5,33 \text{ Btu/hr}$$

- Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Radiasi

$$\bar{h}_r = \frac{2,68}{1,61 \cdot (300 - 200)} = \frac{5,33}{3,198(300 - 200)}$$

$$= 0,017 \quad \text{Btu/hr ft}^2 \text{F}$$

- Nilai Hambatan Thermal

$$R_r = \frac{T_1 - T_2}{\delta \cdot A \cdot \xi_{1-2} (T_1^4 - T_2^4)}$$

Dimana : δ = perbandingan tebal lapisan batas thermal terhadap tebal lapisan

$$\text{Batas hidrodinamik} = \frac{\delta y h}{\delta h}$$

karena :

$$\xi^3 = \frac{10}{10,75} \cdot \frac{a}{v}$$

Dengan menggunakan sifat-sifat fisik udara pada temperatur 300 °F (tabel) maka diketahui :

$$\rho = 0,052 \quad \text{lb}_m / \text{ft}^3$$

$$C_p = 0,243 \quad \text{Btu} / \text{lb}_m \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\mu = 1,610 \cdot 10^{-5} \quad \text{lb}_m / \text{ft} \cdot \text{s}$$

$$v = 0,306 \cdot 10^2 \quad \text{ft}^2 / \text{s}$$

$$k = 0,193 \quad \text{Btu} / \text{hft} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\text{Pr} = 0,71$$

$$a = 1,53 \quad \text{ft}^2 / \text{h}$$

$$\beta = 1,32 \cdot 10^3 \quad 1 / ^\circ\text{F}$$

$$g\beta\rho^2\mu^2 = 0,444 \cdot 10^5 \quad 1 / \text{Fft}^3$$

$$\begin{aligned}\xi &= \sqrt[3]{\frac{10}{10,75} \cdot \frac{1,53}{0,306 \cdot 10^2}} \\ &= \sqrt[3]{0,465} \\ &= 0,775\end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}R_r &= \frac{T_0 - T_1}{\delta A \cdot \xi_{1-2} (T_0^4 - T_1^4)} \\ &= \frac{300 - 200}{0,171 \cdot 10^{-8} \cdot 3,198 \cdot 0,075 (300^4 - 200^4)} \\ &= 3,76 \text{ hrF/Btu}\end{aligned}$$

3.2.3. Perpindahan Panas Konduksi



Perpindahan panas konduksi terjadi pada bagian bawah kotak pengering. Dan bahan yang digunakan adalah seng yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut (dari tabel lampiran 4) :

K	= 64	$Btu/hrftF$
C	= 0,091	$Btu/lb_m F$
ρ	= 446	lb_m/ft^3
a	= 1,60	ft^2/h

- Menentukan Laju perpindahan Panas Konduksi

$$\begin{aligned}
 q_k &= \frac{k.A.(T_1 - T_2)}{x} \\
 &= \frac{64.3.198.(200 - 108)}{0,016} \\
 &= 1.18.10^6 \text{ Btu/hr}
 \end{aligned}$$

- Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Konduksi

$$\begin{aligned}
 \bar{h}_k &= \frac{q_k \cdot x}{T_1 - T_2} \\
 &= \frac{1.18.10^6 \cdot 0,016}{200 - 108} \\
 &= 192,6 \text{ Btu/hrft}^2 \text{ F}
 \end{aligned}$$

Nilai Hambatan Thermal

$$\begin{aligned}
 R_k &= \frac{x}{k.A} \\
 &= \frac{0,003281}{64.1,61} = \frac{0,016}{64.3.198} \\
 &= 7,8.10^{-5} \text{ hrF/Btu}
 \end{aligned}$$

3.2.4. Perpindahan Panas Konveksi di dalam Kotak Pengering (Konveksi)



- Menentukan Bilangan Reynolds

$$Re_L = \frac{Ux\rho L}{\mu}$$

Dengan menggunakan sifat-sifat fisik udara pada temperatur 108 °F (tabel) maka diketahui :

$$\rho = 0,071 \quad lb_m/ft^3$$

$$C_p = 0,240 \quad Btu/lb_m F$$

$$\mu = 1,285 \cdot 10^{-5} \quad lb_m/fts$$

$$\nu = 0,180 \cdot 10^2 \quad ft^2/s$$

$$k = 0,0154 \quad Btu/hftF$$

$$Pr = 0,72$$

$$\alpha = 1,905 \quad ft^2/h$$

$$\beta = 1,79 \cdot 10^3 \quad 1/F$$

$$g\beta\rho^2\mu^2 = 0,76 \cdot 10^5 \quad 1/Fft^3$$

maka :

$$Re_L = \frac{0,180 \cdot 10^2 \cdot 0,71 \cdot 0,33}{1,285 \cdot 10^{-5}}$$

$$= - 3,28 \cdot 10^5$$

Setelah dicocokkan dengan batas-batas yang telah ditulis di depan, maka alirannya berbentuk **Turbulen**.

- *Menentukan Bilangan Nusselt Rata-Rata*

$$\begin{aligned} N_{uL} &= 0,664 \cdot Pr^{1/3} \cdot Re_L^{0,5} \\ &= 0,664 \cdot (0,72)^{1/3} \cdot (3,28 \cdot 10^4)^{0,5} \\ &= 342,25 \end{aligned}$$

- *Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Konveksi*

$$\begin{aligned} \bar{h}_c &= N_{uL} \cdot \frac{k}{x} \\ &= 342,25 \cdot \frac{0,0154}{0,33} = 15,9 \text{ Btu/hrft}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

- *Laju Perpindahan Panas Konveksi*

$$q_c = \bar{h}_c \cdot A \cdot (T_2 - T_3)$$

dimana : T_3 = temperatur kelapa sebelum dmasukkan kotak (diasumsikan)

$$\begin{aligned} &= 45 \text{ } ^\circ\text{F} \\ &= 15,9 \cdot 3,198 \cdot (108 - 45) \\ &= 3203,4 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

- *Nilai Hambatan Thermal*

$$\begin{aligned} R_c &= \frac{1}{h_c \cdot A} \\ &= \frac{1}{15,9 \cdot 3,198} \\ &= 0,0197 \text{ hrF/Btu} \end{aligned}$$

Laju Perpindahan Panas Total

$$q_{\text{tot}} = U A \Delta T$$

dimana : U = koefisien perpindahan panas keseluruhan

$$U A = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\begin{aligned} \text{Sedangkan } R_1 &= \frac{1}{(h_c + h_r).A} \\ &= \frac{1}{(15,9 + 0,017).3,198} \\ &= 196.10^{-2} \text{ hrF/Btu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jadi } UA &= \frac{1}{1,96.10^{-3} + 7,8.10^{-5} + 0,0197} \\ &= 25,64 \text{ Btu/hrF} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} q_{\text{tot}} &= U \cdot A \cdot \Delta T \\ &= 25,64 \cdot (T_{\text{kompore}} - T_{\text{kotakpengering}}) \\ &= 25,64 \cdot (300 - 108) \\ &= 4923.08 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai laju perpindahan panas total, maka dapat diketahui berupa lama waktu yang diperlukan untuk mengeringkan kelapa sebanyak 1 kg. Agar kelapa bisa disimpan dalam waktu yang lama ataupun bisa dipergunakan untuk keperluan lainnya maka kadar airnya $\pm 11,4$ %.

Kadar air yang dikandung kelapa diasumsikan : 0,82 Kg

Kadar air akhir pengeringan diasumsikan : 0,114 Kg

Banyaknya air yang diuapkan sebesar : $M_{\text{uap}} = 0,82 - 0,114 = 0,706$ Kg

Rata-rata nilai bakar

$$Q = Q_{\text{minyak tanah}} \cdot M_{\text{uap}}$$

$$= 18895,24 \cdot 0,706$$

$$= 13340,04 \text{ Btu.}$$

3.3. Perpindahan Massa.

- Menentukan bilangan reynolds

$$R_{el} = \frac{Ux\rho.L}{\mu}$$

dengan menggunakan sifat-sifat fisik udara pada temperatur 108 °F (tabel)

maka diketahui :

$$\rho = 0,071 \quad \text{lb}_m / \text{ft}^3$$

$$C_p = 0,240 \quad \text{Btu} / \text{lb}_m \text{F}$$

$$\mu = 1,285 \cdot 10^{-5} \quad \text{lb}_m / \text{ft s}$$

$$v = 0,180 \cdot 10^2 \quad \text{ft}^2 / \text{s}$$

$$k = 0,0154 \quad \text{Btu} / \text{hr ft F}$$

$$\text{Pr} = 0,72$$

$$A = 0,905 \quad \text{ft}^2 / \text{hari}$$

$$\beta = 1,79 \cdot 10^3 \quad 1 / \text{F}$$

$$g\beta\rho^2\mu^2 = 1,76 \cdot 10^2 \quad 1 / \text{F ft}^3$$

maka :

$$\text{Rel} = \frac{0,180 \cdot 10^2 \cdot 0,071 \cdot 0,0164}{1,285 \cdot 10^{-5}}$$

$$= 1631,07$$

setelah dicocokkan dengan batas-batas yang telah ditulis didepan, maka alirannya berbentuk **laminer**.

- Menentukan bilangan schmidt

$$Sc = \frac{\mu}{\rho \cdot D_v}$$

Dimana : D_v = difusivitas massa (ft^2/hr)

$$0,99 \quad \text{ft}^2/\text{hari (lampiran 6)}$$

maka :

$$\begin{aligned} sc &= \frac{1,285 \cdot 10^5}{0,071 \cdot 0,99} \\ &= 1,83 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

- Menentukan bilangan prandtl

$$\begin{aligned} Pr &= \frac{C_p \cdot \mu}{k} \\ &= \frac{0,240 \cdot 1,284 \cdot 10^{-5}}{0,0154} \\ &= 2,0 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

- Tekanan

Tekanan parsial uap air pada permukaan kelapa diasumsikan sama dengan tekana uap jenuh air pada 77 F. Maka dari itu, dari tabel tekanan uap $P_{at} = 0,031$ atm. Karena udara di puncak kotak tersebut kering $p_{a2} = 0$, dan konstanta gas $\mathfrak{R} = 0,730 \text{ ft}^3 \text{ atm/lb}_m \text{ mol R}$.

$$p_{B1} = P - p_{A1} = 0,969$$

$$p_{B2} = P - p_{A2} = 1,0$$

$$p_{Bm} = \frac{p_{B2} - p_{B1}}{\ln \frac{p_{B2}}{p_{B1}}}$$

$$= \frac{1 - 0,969}{\ln \frac{1}{0,969}}$$

$$= 0,983 \text{ atm}$$

- Koefisien Perpindahan Massa Fasa Gas

$$K_G = \frac{\bar{h}_c}{C_p \cdot \rho} \cdot \frac{P}{R \cdot T \cdot P_{Bm}}$$

Maka :

$$K_G = \frac{19,1}{0,240 \cdot 0,071} \cdot \frac{1}{0,730 \cdot 108 \cdot 0,983}$$

$$= 14,5 \text{ lb mole / h ft}^2 \text{ atm}$$

- Laju Perpindahan Massa

$$N_{air} = K_G \cdot a (p_{Ai} - p_{AG})$$

$$= 14,5 \cdot 1,61 (1 - 0,969)$$

$$= 0,724 \text{ lb mole / hr}$$

3.4. Perhitungan kebutuhan bahan bakar (kbb)

Direncanakan proses pengeringan abon atau serundeng ini menggunakan bahan bakar minyak tanah yang mempunyai nilai pembakaran (HHV) sebesar 10000 Kcal/kg. dengan efisiensi perpindahan panas tabung pengering sebesar 60%.

Maka kebutuhan bahan bakar dapat dihitung dengan cara sbb:

$$Kbb = \frac{Q \text{ Total Pengeringan}}{\text{Efisiensi Pembakaran}} \dots \text{Kg}$$

Dimana :

Efisiensi pembakaran (Ep) dapat dihitung dengan cara sbb:

$$Ep = HHV \times \text{Efisiensi perpindahan panas pada tabung} \dots (\text{Kcal/Kg})$$

$$= 10000 \times 0,6$$

$$= 6000 \text{ kcal/kg}$$

Sehingga :

$$4923,08 \times 3,96 = 19,495,39 \text{ kcal}$$

$$K_{bb} = \frac{19.495,39}{6000}$$

$$= 3,25 \text{ kg}$$

Jadi berat jenis (bj) dari minyak tanah adalah sebesar 0,82 kg/liter. Maka kebutuhan bahan bakar dalam satuan liter adalah sebesar 3,96 liter.

Jadi kebutuhan bahan bakar dalam proses pengeringan dengan jumlah kalor 19.495,39 Kcal adalah sebanyak 3,96 liter.

3.5. Perhitungan waktu yang dibutuhkan (T)

Suatu proses produksi membutuhkan waktu didalam mencapai hasil atau produk yang sesuai dengan tujuan. Adapun dalam proses pengeringan ini dapat dihitung lamanya proses untuk pengeringan dengan menggunakan persamaan sbb:

$$Q \text{ total} : A \cdot L \cdot \Delta t \cdot T$$

Dimana :

$$A = \text{Luas tabung pengeringan (m}^2\text{)}$$

$$K = \text{Kofisien perpindahan panas didalam tabung (kcal/m}^2\text{.jam}^0\text{C)}$$

$$\Delta t = \text{Perbedaan suhu (C}^0\text{)}$$

$$T = \text{Lamanya proses (jam)}$$

Maka :

$$19.495,39 = 0,071 \times 1500 \times 100 \times T$$

$$= \frac{19.495,39}{10650}$$

$$= 1,8 \text{ jam}$$

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Mesin pembalik dan pengering abon atau srundeng merupakan alat yang berfungsi untuk melakukan proses pembalikan dan pengeringan tanpa dilakukan secara manual karena poros pembalik yang digerakkan oleh motor penggerak.
2. Dalam operasionalnya untuk melakukan proses pembalik dan pengering abon atau srundeng ini menggunakan sistem transmisi sabuk-V pada poros pembalik dan alat ini cukup sederhana karena penggerak utamanya menggunakan motor listrik.
3. Dalam operasionalnya untuk melakukan proses pengeringan menggunakan kompor gas yang diletakkan tepat dibawah tabung pengeringan.
4. kompor gas adalah hal penting dari mesin ini.karena tugas utamanya adalah untuk mengeringkan abon atau srundeng yang ada pada tabung pengeringan.
5. Barner adalah alat keluarnya api.Barner haruslah mudah dibersihkan dan sering dibersihkan.
6. Dalam pemilihan bahan hendaknya harus tepat (baik kekuatan maupun harga) serta pengerjaan yang presisi agar dihasilkan mesin seperti yang diinginkan.
7. Hubungan antara perpindahan panas dengan perpindahan massa sangat berkaitan erat.Karena perpindahan panas nantinya dapat menyebabkan perpindahan massa akibat dari kalor yang dilepaskan.

8. Pemakaian suhu dalam pengeringan hendaknya dilakukan pada temperatur dibawah 75 C,karena apabila lebih dari itu dikhawatirkan bahan akan terbakar atau hangus.

4.2 Saran

1. Dalam pemilihan tugas akhir ini sebaiknya dipilih judul yang materinya kita kuasai dan literturnya mudah didapat.
2. Dalam penentuan faktor koreksi (fc) jangan terlalu besar atau terlalu kecil karena apabila terlalu besar maka harga jual alat akan menjadi mahal dan jika terlalu kecil maka peralatan akan cepat rusak.
3. Hendaknya buku-buku literature diperpustakaan ITN Malang dilengkapi,guna mempercepat laporan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. J.P. HOLMAN ,**Perpindahan Kalor**,ERLANGGA,JAKARTA,1995.
2. Earle,Zein Nasution,**Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan**,1967.
3. Frank Kreith,**Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas**,Erlangga,Jakarta,1994.
4. Robert M.Drake,**Analisis of Heat and Mass Transfer**,Tata Mc Graw-Hill,New Delhi,1974.
5. Ir.Basuki Widodo,**Materi Kuliah Ilmu logam dan Bahan I**,Institut Teknologi Nasional Malang,2001.
6. Frank P.Incropera,Devid P.Dewitt,**Introduction to Heat Transfer**,New york,1964.
7. Ir.Suharto,**Teknologi Pengawetan Pangan**,Rineka Cipta,Jakarta,1991.
8. Robert M. Drake,**Analysis of Heat and Transfer**,Tata Mc Graw-Hill,New Delhi,1974.

Tabel. L_{1.1}. Perpindahan Panas Konveksi

No	PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI	NOTASI	HASIL
1	Menentukan bilangan nusselt rata-rata	Nu_L	185,34
2	Menentukan koefisien perpindahan panas konveksi	$\bar{h}_c$	36,36 Btu/hrft ² f
3	Laju perpindahan panas konveksi	Q_c	11.627,928 Btu/hr
4	Nilai hambatan termal	R_c	$1,86 \cdot 10^{-4}$

Tabel. L_{1.2}. Perpindahan Panas Radiasi

No	PERPINDAHAN PANAS RADIASI	NOTASI	HASIL
1	Menentukan laju aliran panas radiasi	Q_r	5,33 Btu/hr
2	Menentukan koefisien perpindahan panas radiasi	$\bar{h}_r$	0,017 Btu /hr ft ² F
3	Nilai hambatan termal	R_r	3,76 hrF/Btu

Tabel. L_{1.3}. Perpindahan Panas Konduksi

No	PERPINDAHAN PANAS KONDUKSI	NOTASI	HASIL
1	Menentukan laju perpindahan panas konduksi	Q_k	$1,18 \cdot 10^6$ Btu/hr
2	Menentukan koefisien perpindahan panas konduksi	$\bar{h}_k$	192,6 Btu/hrft ² F
3	Nilai hambatan termal	R_k	$7,8 \cdot 10^{-5}$ hrf/Btu

Tabel. L_{1.4} Perpindahan Panas Konveksi Didalam Kotak Pengeringan

No	PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI DIDALAM KOTAK PENGERINGAN	NOTASI	HASIL
1	Menentukan bilangan Reynolds	Rel	$-3,28.10^5$
2	Menentukan bilangan nusselt rata-rata	Nul	342,25
3	Menentukan koefisien perpindahan panas konveksi	$\overline{hc}$	15,9 Btu/hrft ² F
4	Laju perpindahan panas konveksi	Qc	3203,4 Btu/hr
5	Nilai hambatan termal	Rc	0.0197 hrF/Btu
6	Laju perpindahan panas total	Q tot	4923,08 Btu/hr

Tabel. L_{1.5} Perpindahan Massa

No	PERPINDAHAN MASSA	NOTASI	HASIL
1	Menentukan bilangan reynolds	Rel	1631,07
2	Menentukan bilangan schimdt	Sc	$1,83.10^6$
3	Menentukan bilangan prandtl	Pr	$2,0.10^6$
4	Tekanan	Pbm	0,983 atm
5	Koefisien perpindahan massa fasa gas	KG	14,5 lbmole/hft ² atm
6	Laju perpindahan massa	Nair	0,724 lb mole/hr

Tabel. L_{1.6} Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar dan Waktu

No	PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN BAKAR DAN WAKTU	NOTASI	HASIL
1	Kebutuhan bahan bakar	kbb	3,96 liter
2	Perhitungan waktu yang dibutuhkan	T	1,8 jam

Tabel. L_{1.7}, Faktor Konveksi antara Satuan Teknik A.S. dan Satuan SI

Bestaran fisik	Satuan Teknik A.S.	Satuan SI	Konstanta Konversi
Panjang:	foot	m	1 ft = 0,3048 m
Luas:	ft ²	m ²	1 ft ² = 0,0929 m ²
Volume:	ft ³	m ³	1 ft ³ = 0,0283 m ³
	gallon		1 gallon = 0,004546 m ³
Massa:	lb _m	kg	1 lb _m = 0,4536 kg
Kerapatan:	lb _m /ft ³	kg m ⁻³	1 lb _m /ft ³ = 16,02 kg m ⁻³
Gaya:	lb _f	N	1 lb _f = 4,448 N
Tekanan:	psi	Nm ⁻²	1 psi = 6894,8 Nm ⁻²
	lb/ft ²		1 lb/ft ² = 47,88 Nm ⁻²
	Atmosphere		1 atm = 101.300 Nm ⁻²
Suhu:	derajat R	K	1° R = (5/9) K
	derajat F		t (°F) = (K - 273) 9/5 + 32
Energi:	Btu	J	1 Btu = 1055,1 J
	kalori		1 cal = 4,186 J
	ft-lbf		1 ft-lbf = 1,3558 J
Laju aliran panas:	Btu/h	W	1 Btu/h = 0,293 W
Daya:	HP	W	1 HP = 745,7 W
Fluks panas:	Btu/h ft ²	W m ⁻²	1 Btu/h ft ² = 3,152 W m ⁻²
Kapasitas panas spesifik:	Btu/lb F	J kg ⁻¹ K ⁻¹	1 Btu/lb F = 4,184 J kg ⁻¹ K ⁻¹
Konduktivitas termal:	Btu/h ft F	W m ⁻¹ K ⁻¹	1 Btu/h ft F = 1,731 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Koefisien perpindahan- panas	Btu/h ft ² F	Wm ⁻² K ⁻¹	1 Btu/h ft ² F = 5,67 Wm ⁻² K ⁻¹
Kecelakaan:	ft/s	m s ⁻¹	1 ft/s = 0,3048 ms ⁻¹
laju aliran masa	lb _m /h	kg s ⁻¹	1 lb _m /h = 0,000126 kg s ⁻¹
Viskositas:	lb _m /h ft	Ns/m ²	1 lb _m /h ft = 4,13 × 10 ⁻⁴ Ns/m ²
	lb _m /s ft		1 lb _m /s ft = 1,488 Ns/m ²
	ft ² /s	m ² s ⁻¹	1 ft ² /s = 0,0929 m ² s ⁻¹

Tabel. L_{1.8}. Faktor Konveksi

Panjang:	1 in. = 0,08333 ft 1 cm = 0,03281 ft 1 mile = 5280 ft
Massa:	1 μ (mikron) = $3,281 \times 10^{-6}$ ft 1 Å (angstrom) = 10^{-8} cm 1 kg (kilogram) = 2,205 lb _m 1 g (gram) = $2,205 \times 10^{-3}$ lb _m
Gaya:	1 slug = 32,1739 lb _m 1 poundal = 0,03108 lb _f 1 dyne = $2,248 \times 10^{-6}$ lb _f 1 kg = 2,205 lb _f
Energi:	1 ft-lb _f = 0,001285 Btu 1 kWh (kilowatt-jam) = 3413 Btu 1 hp (horsepower) = 2544 Btu/h 1 keal (kilokalori) = 3,968 Btu 1 joule = $9,478 \times 10^{-4}$ Btu
Laju aliran panas per luas: satuan:	1 cal/s cm ² = 13,272 Btu/h ft ² 1 watt/cm ² = 3171 Btu/h ft ²
Tekanan:	1 atm = 2116 psf 1 dyne/cm ² = 0,00209 psf 1 cm Hg = 27,85 psf 1 in. Hg = 70,73 psf 1 in. air = 5,20 psf 1 ft air = 62,43 psf
Kerapatan:	1 gm/cm ³ = 62,43 lb _m /ft ³ 1 lbm/gallo = 7,481 lb _m /ft ³ 1 lbm/inch ³ = 1728 lb _m /ft ³
Suhu:	1 R (derajat Rankine) = 1 F (derajat Fahrenheit) 1 C (derajat Celsius) = 1,8 F 1 K (derajat Kelvin) = 1,8 F
Energi spesifik per derajat:	1 cal/g C = Btu/lbm F
Konduktivitas termal:	1 cal/s cm ² (C/cm) = 241,9 Btu/h ft ² (F/ft) 1 watt/cm ² (C/cm) = 57,79 Btu/h ft ² (F/ft) 1 Btu/h ft ² (F/in.) = 0,08333 Btu/h ft ² (F/ft)
Konduktansi termal satuan:	1 cal/s cm ² C = 7373 Btu/h ft ² F 1 watt/cm ² C = 1761 Btu/h ft ² F 1 cal/h cm ² C = 2,048 Btu/h ft ² F
Viskositas:	1 cp (centipoise) = 0,000672 lb _m /s ft 1 cp = 2,42 lb _m /h ft 1 lb _m /s ft ² = 32,174 lbm/s ft
Volume:	1 gal (A.S.) = 0,1337 ft ³ 1 ft ³ = 28,32 liter

CATATAN: Untuk mengubah suatu besaran tertentu dari satu himpunan satuan ke himpunan satuan ke himpunan satuan lainnya:

1. Di belakang harga besaran tersebut tuliskanlah nama satuan dengan mana besaran tersebut diukur.
2. Gantilah tiap nama dengan padanannya dalam satuan yang baru, dan gabungkanlah semua bilangan dalam rumusan yang baru secara aritmetik.

Contohnya, untuk mengubah kerapatan air dari slug/ft³ ke lb_m/ft³, maka (dengan tiga angka)

$$\begin{aligned}\rho &= 1,94 \text{ slug/ft}^3 = (1,94 \text{ slug/ft}^3) (32,2 \text{ lb}_m/\text{slug}) \\ &= 1,94 \times 32,2 \text{ lb}_m/\text{ft}^3 = 62,4 \text{ lb}_m/\text{ft}^3\end{aligned}$$

Tabel. L_{1.9}. Sifat-Sifat Fisik Gas, Cairan dan Logam Cair

(semua sifat gas untuk tekanan atmosfer).

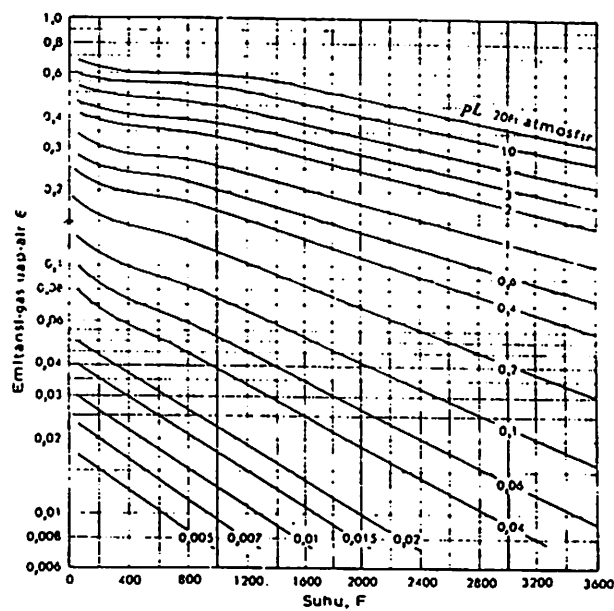
GAS									
T (F)	ρ (lb _m /ft ³)	c_p (Btu/ lb _m F)	$\mu \times 10^5$ (lb _m / ft s)	$\nu \times 10^2$ (ft ² / s)	k (Btu/ h ft F)	Pr	α (ft ² /h)	$\beta \times 10^3$ 1/F)	$g\beta\rho^2$ μ^2 (1/F ft ³)
Udara									
0	0,086	0,239	1,110	0,130	0,0133	0,73	0,646	2,18	$4,2 \times 10^3$
32	0,081	0,240	1,165	0,145	0,0140	0,72	0,720	2,03	3,16
100	0,071	0,240	1,285	0,180	0,0154	0,72	0,905	1,79	1,76
200	0,060	0,241	1,440	0,239	0,0174	0,72	1,20	1,52	0,850
300	0,052	0,243	1,610	0,306	0,0193	0,71	1,53	1,32	0,444
400	0,046	0,245	1,750	0,378	0,0212	0,689	1,88	1,16	0,258
500	0,0412	0,247	1,890	0,455	0,0231	0,683	2,27	1,04	0,159
600	0,0373	0,250	2,00	0,540	0,0250	0,685	2,86	0,943	0,106
700	0,0341	0,253	2,14	0,625	0,0268	0,690	3,10	0,862	$70,4 \times 10^3$
800	0,0314	0,256	2,25	0,717	0,0286	0,697	3,56	0,794	49,0
900	0,0291	0,259	2,36	0,815	0,033	0,705	4,02	0,735	36,0
1000	0,0271	0,262	2,47	0,917	0,0319	0,713	4,50	0,685	26,5
1500	0,0202	0,276	3,00	1,47	0,0400	0,739	7,19	0,510	7,45
2000	0,0161	0,286	3,45	2,14	0,0471	0,753	10,2	0,406	2,84
2500	0,0133	0,292	3,69	2,80	0,051	0,763	13,1	0,338	1,41
3000	0,0114	0,297	3,86	3,39	0,054	0,765	16,0	0,289	0,815
Uap-air									
212	0,0372	0,451	0,870	0,234	0,0145	0,96	0,864	1,49	$0,877 \times 10^3$
300	0,0328	0,456	1,000	0,303	0,0171	0,95	1,14	1,32	0,459
400	0,0288	0,462	1,130	0,395	0,0200	0,94	1,50	1,16	0,243
500	0,0258	0,470	1,265	0,490	0,0228	0,94	1,88	1,04	0,139
600	0,0233	0,477	1,420	0,610	0,0257	0,94	2,31	0,943	82×10^3
700	0,0213	0,485	1,555	0,725	0,0288	0,93	2,79	0,862	52,1
800	0,0196	0,494	1,700	0,855	0,0321	0,92	3,32	0,794	34,0
900	0,0181	0,50	1,810	0,987	0,0355	0,91	3,93	0,735	23,6
1000	0,0169	0,51	1,920	1,13	0,0388	0,91	4,50	0,685	17,1
1200	0,0149	0,53	2,14	1,44	0,0457	0,88	5,80	0,603	9,4
1400	0,0133	0,55	2,36	1,78	0,053	0,87	7,25	0,537	5,49
1600	0,0120	0,56	2,58	2,14	0,061	0,87	9,07	0,485	3,38
1800	0,0109	0,58	2,81	2,58	0,068	0,87	10,8	0,442	2,14
2000	0,0100	0,60	3,03	3,03	0,076	0,86	12,7	0,406	1,43
2500	0,0083	0,64	3,58	4,30	0,096	0,86	18,1	0,338	0,603
3000	0,0071	0,67	4,00	5,75	0,114	0,86	24,0	0,289	0,293
Oksigen									
0	0,0955	0,2185	1,215	0,127	0,0131	0,73	0,627	2,18	$4,33 \times 10^3$
100	0,0785	0,2200	1,420	0,181	0,0159	0,71	0,880	1,79	1,76
200	0,0666	0,2228	1,610	0,242	0,0179	0,722	1,20	1,52	0,84
400	0,0511	0,2305	1,955	0,382	0,0228	0,710	1,94	1,16	0,256
600	0,0415	0,2390	2,26	0,545	0,0277	0,704	2,70	0,943	0,103
800	0,0349	0,2465	2,53	0,725	0,0324	0,695	3,76	0,794	$48,5 \times 10^3$
1000	0,0301	0,2528	2,78	0,924	0,0366	0,690	4,80	0,685	25,8
1500	0,0224	0,2635	3,32	1,480	0,0465	0,677	7,88	0,510	7,50

Tabel. L_{1.10}. Konduktivitas Termal Panas Jenis Kerapatan

Bahan	k (Btu/hr ft F)				C (Btu/lb _m F)	P (lb/ft ³)	a (ft ² /h)
	32 F	212 F	572 F	932 F	32 F	32 F	32 F
Logam							
Almuniaum	177	199	133	155	0,208	169	3,33
Bismut	4,9	3,9			0,029	612	0,28
Tembaga Murni	224	218	212	207	0,091	558	4,42
Emas	169	170			0,030	1203	4,68
Besi Murni	35,8	36,6	18		0,104	491	0,70
Timbal	20,1	19,2			0,030	705	0,95
Magnesium	91	92			0,232	109	3,60
Air Raksa	4,8		32		0,033	849	0,17
Nikel	34,5	34			0,103	555	0,60
Perak	242	238	15		0,056	655	6,6
Tima	36	34			0,054	456	1,46
Seng	65	64	59		0,091	446	1,60
Paduan							
Logam Admiralti	65	64					
Kunigan 70% Cu 30% Zn	56	60	66		0,092	532	1,14
Perunggu 75% Cu 25% Zn	15				0,082	540	0,34
Besi Tuang							
Biasa	33	31,8	27,7	24,8	0,11	474	0,63
Paduan	30	28,3	27		0,10	455	0,66
Konstanta 60% Cu 40% Ni	12,4	12,8			0,10	557	0,22
Baja Tahan Karat 18-8							
Tipe 304	8,0	9,4	10,9	12,4	0,11	488	0,15
Tipe 347	8,0	9,3	11,0	12,8	0,11	488	0,15
Baja Lunak 1% C	26,5	26	25	22	0,11	490	0,49

Konduktivitas Termal *k*, Panas Jenis *c*, Kerapatan *p*, dan Difusivitas Termal *a* Untuk Logam dan Paduan

Tabel. L_{1.11}. Emimtasi Uap Air



Gambar 5-35. Emitansi uap-air untuk sistem hipotetik pada tekanan total 1 atmosfer dan tekanan parsial 0. (Dengan ijin dari H.C. Hottel dan R.S. Egbert, "Radiant Heat Vapor", *AIChE Trans.*, Tahun ke 38, 1942).

Tabel. L_{1.12} Difusivitas Massa Gas dan Cairan

GAS PADA 77 F. 1 ATM	
Sistem	Difusivitas (ft ² /h)
Amonia-udara.....	1,08
Uap air-udara.....	0,99
Etanol-udara.....	0,46
CO ₂ -udara.....	0,64
O ₂ -udara.....	0,80
H ₂ -udara.....	1,60
Benzena-udara.....	0,34
FASA CAIRAN PADA 68 F, LARUTAN ENGER	
Oksigen dalam air.....	7,0 x 10 ⁻⁴
Amonia dalam air.....	6,8 x 10 ⁻⁴
Etanol dalam air.....	3,8 x 10 ⁻⁴
CO ₂ dalam air.....	6,9 x 10 ⁻⁴
H ₂ dalam air.....	20,0 x 10 ⁻⁴
HCl dalam air.....	10,0 x 10 ⁻⁴
Sukrosa dalam air.....	1,8 x 10 ⁻⁴
NaCl dalam air.....	5,3 x 10 ⁻⁴
CO ₂ dalam etanol.....	13,2 x 10 ⁻⁴

Tabel. L1.13. Bahan-Bahan Pembakar

Bahan-bahan pembakar		
Nilai pembakaran terbawah (harga bakar) berbagai bahan dalam kalori.		
1 kg kayu	2.400—3.700	kcal
1 kg turf	2.000—4.200	kcal
1 kg batubara coklat	4.900—5.900	kcal
1 kg briket batubara coklat	4.400—5.200	kcal
1 kg batubara	5.000—8.100	kcal
1 kg kokas	5.500—7.200	kcal
1 kg antrasit	6.300—8.500	kcal
1 kg briket batubara	6.200—7.600	kcal
1 kg minyak kasar	10.000	kcal
1 kg bensin	10.200	kcal
1 kg minyak tanah	10.500	kcal
1 kg minyak gas	9.800	kcal
1 kg ter batubara	8.400	kcal
1 kg minyak ter	9.000	kcal
1 kg spiritus (95%)	5.800	kcal
1 m ³ gas cahaya	3.800	kcal
1 m ³ gas dapur kokas	4.000	kcal
1 m ³ asetelin (karbid)	13.600	kcal
1 m ³ gas air	2.600	kcal
1 m ³ gas generator dari batubara	1.100	kcal
1 m ³ gas generator dari kokas	900	kcal
1 m ³ gas generator dari batubara coklat, kayu	1.200	kcal

Tabel L.1.14. Nilai Kira-Kira Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh

Situasi fisik	U	
	Btu/h.ft ² .°F	W/m ² .°C
Dinding luar bata, bagian dalam plaster, tanpa isolasi	0.45	2.55
Dinding luar kerangka, bagian dalam plaster:		
Tanpa isolasi	0.25	1.42
Dengan isolasi wol batuan	0.07	0.4
Jendela kaca lempeng	1.10	6.2
Jendela kaca lempeng rangkap dua	0.40	2.3
Kondensor uap	200-1000	1100-5600
Pemanas air umpan	200-1500	1100-8500
Kondensor Freon 12 dengan mesin pendingin air	50-150	280-850
Penukar kalor air-ke-air	150-350	850-1700
Penukar kalor tabung bersirip, air di dalam tabung, udara melintas tabung	5-10	25-55
Penukar kalor air-ke-minyak	20-60	110-350
Uap ke minyak bakar ringan	30-60	170-340
Uap ke minyak bakar berat	10-30	56-170
Uap ke minyak tanah atau bensin	50-200	280-1140
Penukar kalor tabung bersirip, uap di dalam tabung, udara melintas tabung	5-50	28-280
Kondensor amonia, air di dalam tabung	150-250	850-1400
Kondensor alkohol, air di dalam tabung	45-120	255-680
Penukar kalor gas-ke-gas	2-6	10-40

Tabel. L_{1.15}. Berat Jenis Bahan Pembakar

Berat jenis bahan pembakar	
Bahan	B.J.
Kayu (kering)	0,5 – 1,0
Turf	0,64
Batubara coklat	1,2 – 1,5
Batubara	1,2 – 1,5
Antrasit	1,4 – 1,7
Kokas	1,4
Bensin	0,68 – 0,70
Minyak tanah	0,79 – 0,82
Ter batubara	1,20
Gas cahaya	0,45 – 0,54
Gas dapur kokas	0,34
Asetelin	0,91
Udara	0,00129 terhadap air

Tentang minyak bakar		
Jenis →	Minyak bakar kental	Minyak bakar encer
Pemakaian →	Ketel uap dan dapur (harus dipanasi dulu)	Ketel uap dapur pe- manas pusat
B.J. pada 15° C	ca. 0,95°	ca. 0,88°
Kekentalan 50° C	5 s/d 50° E	pada 20° C ca. 1,6° E
Kekentalan 38° C	12 s/d 120° E	
Kekentalan 20° C	37 s/d ∞° E	
Titik nyala ° C	ca. 100° C	ca. 80° C
Harga bakar	ca. 9.700 kcal	ca. 10.000 kcal
Nilai pembakaran tertinggi	ca. 10.400 kcal	ca. 10.700 kcal

Tabel L_{1.16} Bahan-Bahan Pembakar**Bahan-bahan pembakar**

Nilai pembakaran terbawah (harga bakar) berbagai bahan dalam kalori.

1 kg kayu	2.400—3.700	kcal
1 kg turf	2.000—4.200	kcal
1 kg batubara coklat	4.900—5.900	kcal
1 kg briket batubara coklat	4.400—5.200	kcal
1 kg batubara	5.000—8.100	kcal
1 kg kokas	5.500—7.200	kcal
1 kg antrasit	6.300—8.500	kcal
1 kg briket batubara	6.200—7.600	kcal
1 kg minyak kasar	10.000	kcal
1 kg bensin	10.200	kcal
1 kg minyak tanah	10.500	kcal
1 kg minyak gas	9.800	kcal
1 kg ter batubara	8.400	kcal
1 kg minyak ter	9.000	kcal
1 kg spiritus (95%)	5.800	kcal
1 m ³ gas cahaya	3.800	kcal
1 m ³ gas dapur kokas	4.000	kcal
1 m ³ asetelin (karbid)	13.600	kcal
1 m ³ gas air	2.600	kcal
1 m ³ gas generator dari batubara	1.100	kcal
1 m ³ gas generator dari kokas	900	kcal
1 m ³ gas generator dari batubara coklat, kayu	1.200	kcal

$$\text{Harga bakar} = \text{nilai pembakaran teratas} - \frac{V + 9 H}{100} \times 600$$

di rumus mana:

V = kadar basah dan H = kadar zat air.

Berat muat bahan pembakar

1 m ³ batubara coklat beratnya	650—780	kg
1 m ³ batubara beratnya	720—870	kg
1 m ³ gas kokas beratnya	360—470	kg
1 m ³ turf (kering) beratnya	325—410	kg
1 m ³ turf (basah) beratnya	550—650	kg
1 m ³ arang kayu beratnya	150—220	kg

Tabel. L_{1.17}. Emisitas Total pada Penukaran Kalor**Daftar A-10 Emisivitas Total Normal Berbagai Permukaan†**

<i>Permukaan</i>	<i>T, °F</i>	<i>Emisivitas ϵ</i>
<i>Logam dan oksida logam</i>		
Aluminium:		
Plat diupam mengkilap 99.3% murni	440-1070	0.039-0.057
Lembaran komersial	212	0.09
Sangat teroksidasi	299-940	0.20-0.31
Atap berpermukaan Al	100	0.216
Kuningan:		
Diupam (poles) mengkilap		
73.2% Cu, 26.7% Zn	476-674	0.028-0.031
62.4% Cu, 36.8% Zn, 0.4% Pb, 0.3% Al	494-710	0.033-0.037
82.9% Cu, 17.0% Zn	530	0.030
Diroll keras, diupam, tetapi arah upam kelihatan	70	0.036
Plat pudar	120-660	0.22
Krom (lihat paduan nikel untuk baja Ni-Cr, diupam)	100-2000	0.08-0.36
Tembaga:		
Diupam (poles)	242	0.023
	212	0.052
Plat, dipanaskan lama, tertutup lapisan tebal oksida	77	0.78
Emas, murni, diupam (poles) mengkilap	440-1160	0.018-0.035
Besi dan baja (kecuali tahan-karat):		
Baja, diupam	212	0.066
Besi, diupam	800-1880	0.14-0.38
Besi tuang, baru dibubut	72	0.44
dibubut dan dipanaskan	1620-1810	0.60-0.70
Baja lunak	450-1950	0.20-0.32
Permukaan teroksidasi:		
Plat besi, diasam, berkarat merah	68	0.61
Besi, permukaan abu-abu gelap	212	0.31
Besi batangan kasar	1700-2040	0.87-0.95
Baja lembaran dengan lapisan oksida kasar	75	0.80
Timbal:		
Tak teroksidasi, 99.96%, murni	260-440	0.057-0.075
Teroksidasi abu-abu	75	0.28
Teroksidasi pada 300°F	390	0.63
	530-1520	0.55-0.20
Magnesium, magnesium oksida		
Molibden:		
Filamen	1340-4700	0.096-0.202
Masif, diupam	212	0.071
Logam Monel, teroksidasi pada 1110°F	390-1110	0.41-0.46
Nikel:		
Diupam	212	0.072
Nikel oksida	1200-2290	0.59-0.86
Paduan nikel:		
Tembaga nikel, diupam	212	0.059
Kawat nikrom, cerah	120-1830	0.65-0.79
Kawat nikrom, teroksidasi	120-930	0.95-0.98
Platina, plat diupam, murni	440-1160	0.054-0.104
Perak:		
Diupam, murni	440-1160	0.020-0.032
Diupam	100-700	0.022-0.031

Daftar ini menggunakan satuan SI

Tabel. L1.18. Tekanan Uap Jenuh

TABEL A-1 Uap jenuh: tabel tekanan (satuan Inggris)*											
Volume spesifik ft ³ /lb			Enthalpi spesifik Btu/h			Entropi spesifik Btu/h °F			Tekanan, psia		
v_f	v_g	v_f	h_f	h_g	h_f	s_f	s_g	s_f	°F	Temperatur,	
3302.4	3302.4	2945.5	3.03	1073.8	1076.8	0.0061	2.1705	2.1766	0.10	35.023	0.15
2004.7	2004.7	1526.3	13.50	1067.9	1081.4	0.0271	2.1140	2.1411	0.20	45.453	0.30
1039.7	1039.7	792.0	32.54	1057.1	1089.7	0.0641	2.0168	2.0809	0.40	64.484	0.6
641.5	641.5	540.0	47.62	1048.6	1096.3	0.0925	1.9446	2.0370	0.5	79.586	0.7
466.94	466.94	411.67	58.10	1042.7	1100.8	0.3	1.8966	2.0083	0.8	94.38	0.9
368.43	368.43	333.60	66.24	1038.1	1104.3	0.1264	1.8606	1.9870	1.0	101.74	1.0
173.76	173.76	138.03	94.03	1022.1	1116.2	0.1750	1.7450	1.9200	2	126.07	1.0
118.73	118.73	90.64	109.42	1013.2	1127.3	0.2199	1.6854	1.8626	3.0	141.47	1.0
73.515	73.515	61.98	130.20	1000.9	1131.1	0.2349	1.6094	1.8443	5.0	162.24	1.0
42.385	42.385	38.404	156.30	985.1	1141.4	0.2760	1.5204	1.7964	8.0	188.27	1.0
33.634	33.634	33.65	144.83	992.1	1136.9	0.2581	1.5587	1.8168	7.0	176.84	1.0
61.967	61.967	53.65	138.03	996.2	1134.2	0.2474	1.5820	1.8294	6.0	170.05	1.0
0.01645	0.01645	0.01649	138.03	996.2	1134.2	0.2474	1.5820	1.8294	6.0	170.05	1.0
0.01653	0.01653	0.01656	150.87	988.5	1139.3	0.2676	1.5384	1.8060	8.0	182.86	1.0
0.01659	0.01659	0.01659	161.26	982.1	1143.3	0.2836	1.5043	1.7879	9.0	193.21	1.0
0.01672	0.01672	0.01672	180.17	970.3	1150.5	0.3121	1.4447	1.7568	14.696	212.00	1.0
0.016726	0.016726	0.016726	181.21	969.7	1150.9	0.3137	1.4415	1.7552	15.0	213.03	1.0
20.070	20.070	20.087	196.27	960.1	1156.3	0.3358	1.3962	1.7320	20.0	227.96	1.0

Tabel L_{1.19}. *Sifat-Sifat Air (Zat Cair Jenuh)*

Tabel A-9 Sifat-sifat Air (Zat-cair Jenuh)[†]

Catatan $Gr_x Pr = \left(\frac{g \beta \rho^2 c_p}{\mu k} \right) x^3 \Delta T$

°F	°C	c_p , kJ/kg · °C	ρ , kg/m ³	μ , kg/m · s	k , W/m · °C	Pr	$\frac{g \beta \rho^2 c_p}{\mu k}$, 1/m ³ · °C
32	0	4.225	999.8	1.79×10^{-3}	0.566	13.25	
40	4.44	4.208	999.8	1.55	0.575	11.35	1.91×10^6
50	10	4.195	999.2	1.31	0.585	9.40	6.34×10^6
60	15.56	4.186	998.6	1.12	0.595	7.88	1.08×10^{10}
70	21.11	4.179	997.4	9.8×10^{-4}	0.604	6.78	1.46×10^{10}
80	26.67	4.179	995.8	8.6	0.614	5.85	1.91×10^{10}
90	32.22	4.174	994.9	7.65	0.623	5.12	2.48×10^{10}
100	37.78	4.174	993.0	6.82	0.630	4.53	3.3×10^{10}
110	43.33	4.174	990.6	6.16	0.637	4.04	4.19×10^{10}
120	48.89	4.174	988.8	5.62	0.644	3.64	4.89×10^{10}
130	54.44	4.179	985.7	5.13	0.649	3.30	5.66×10^{10}
140	60	4.179	983.3	4.71	0.654	3.01	6.48×10^{10}
150	65.55	4.183	980.3	4.3	0.659	2.73	7.62×10^{10}
160	71.11	4.186	977.3	4.01	0.665	2.53	8.84×10^{10}
170	76.67	4.191	973.7	3.72	0.668	2.33	9.85×10^{10}
180	82.22	4.195	970.2	3.47	0.673	2.16	1.09×10^{11}
190	87.78	4.199	966.7	3.27	0.675	2.03	
200	93.33	4.204	963.2	3.06	0.678	1.90	
220	104.4	4.216	955.1	2.67	0.684	1.66	
240	115.6	4.229	946.7	2.44	0.685	1.51	
260	126.7	4.250	937.2	2.19	0.685	1.36	
280	137.8	4.271	928.1	1.98	0.685	1.24	
300	148.9	4.296	918.0	1.86	0.684	1.17	
350	176.7	4.371	890.4	1.57	0.677	1.02	
400	204.4	4.467	859.4	1.36	0.665	1.00	
450	232.2	4.585	825.7	1.20	0.646	0.85	
500	260	4.731	785.2	1.07	0.616	0.83	
550	287.7	5.024	735.5	9.51×10^{-3}			
600	315.6	5.703	678.7	8.68			

[†] Adaptasi dari A. I. Brown dan S. M. Marco, "Introduction to Heat Transfer," 3d ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1958.

Tabel. L_{1.20} Sifat-Sifat Udara pada Tekanan Atmosfir**Daftar A-5 Sifat-sifat Udara pada Tekanan Atmosfer†**

Nilai μ , k , ρ , dan Pr tidak terlalu bergantung pada tekanan dan dapat digunakan untuk rentang tekanan yang cukup luas.

T, K	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg · °C	μ kg/m · s $\times 10^{-4}$	ν m ² /s $\times 10^{-6}$	k W/m · °C	α m ² /s $\times 10^{-6}$	Pr
100	3.6010	1.0266	0.6924	1.923	0.009246	0.02501	0.770
150	2.3675	1.0099	1.0283	4.343	0.013735	0.05745	0.753
200	1.7684	1.0061	1.3289	7.490	0.01809	0.10165	0.739
250	1.4128	1.0053	1.5990	11.31	0.02227	0.15675	0.722
300	1.1774	1.0057	1.8462	15.69	0.02624	0.22160	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4222	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.34	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.680
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.262	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.609	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.5	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702
2100	0.1682	1.372	6.72	399.6	0.131	5.715	0.700
2200	0.1602	1.419	6.93	432.6	0.139	6.120	0.707
2300	0.1538	1.482	7.14	464.0	0.149	6.540	0.710
2400	0.1458	1.574	7.35	504.0	0.161	7.020	0.718
2500	0.1394	1.688	7.57	543.5	0.175	7.441	0.730

† Dari Natl. Bur. Stand (U. S.) Circ. 564, 1965

Tabel. L_{1.21}. Komposisi Kimia dan Sifat Mekanik dari Baja Tahan Panas**Komposisi kimia dan sifat Mekanik dari Baja Tahan Panas (JIS).**

Klasifikasi	Simbol (JIS)	Komposisi Kimia ¹⁾ (%)					Sifat Mekanis ²⁾		
		C	Si	Mn	Cr	Mo	KL (kg/mm ²)	KT (kg/mm ²)	P _p (%)
Baja Mo	STT38	0,10	0,10	0,30	—	0,10	≥ 21	≥ 38	≥ 30
	STB38	0,20	0,50	0,80	—	0,20	≥ 21	≥ 38	≥ 30
	STT39	—	—	—	—	0,45	≥ 21	≥ 39	≥ 30
	STB39	—	—	—	—	0,65	≥ 21	≥ 39	≥ 30
Baja 1Cr-1/2Mo	STT42B	0,10	0,10	0,30	0,80	0,20	≥ 21	≥ 42	≥ 30
	STB42B	0,20	0,50	0,60	1,20	0,45	≥ 18	≥ 42	≥ 30
	STC42B	—	—	—	—	—	—	—	—
	STT42C	≤ 0,15	—	—	—	0,45	≥ 21	≥ 42	≥ 30
	STB42C	—	—	—	—	0,65	≥ 18	≥ 42	≥ 30
Baja 2 1/4Cr-1Mo	STT42D	0,15	0,10	0,30	2,00	0,90	≥ 21	≥ 42	≥ 30
	STB42D	—	0,50	0,60	2,50	1,10	—	—	—
Baja 5Cr-1/2Mo	STT42E	≤ 0,15	—	0,30	4,00	0,45	≥ 21	≥ 42	≥ 30
	STC42E	—	0,75	6,00	6,00	0,65	—	—	—

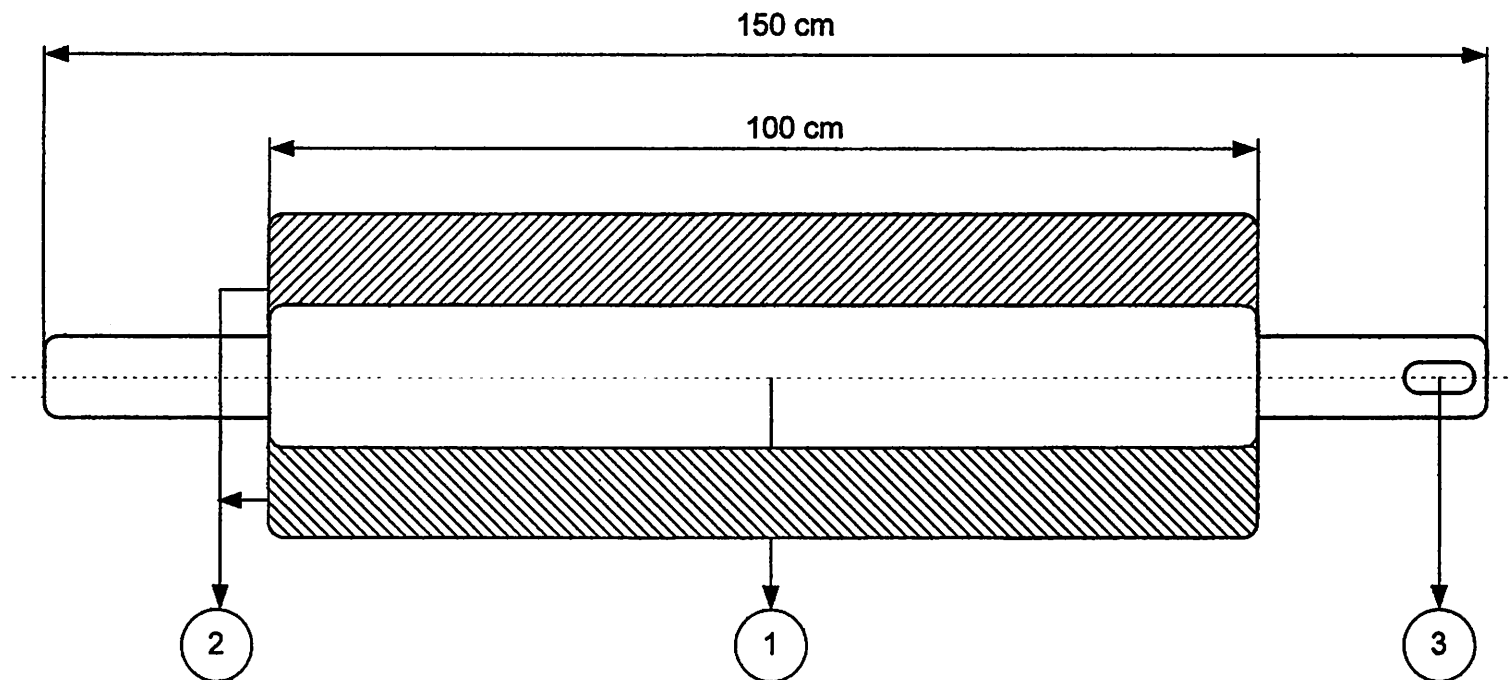
Catatan: 1) P ≤ 0,030, S ≤ 0,030.

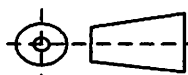
2) KL = Kekuatan luluh, KT = Kekuatan tarik P_p = Perpanjangan

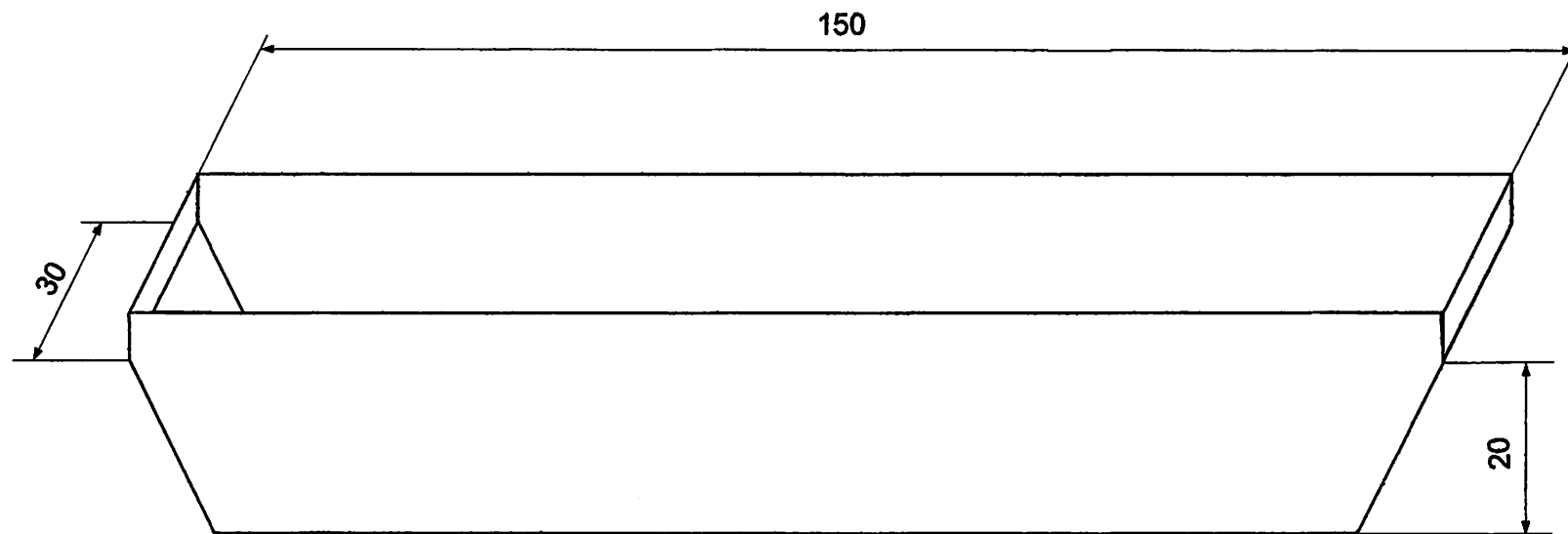
Tabel. L1.22. Klasifikasi Besi Cor

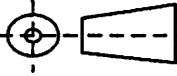
Jenis dan kelas		Simbol (JIS)	Komposisi Kimia (%)					Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Sifat mampu-las
			C	Si	Mn	P	S		
Besi cor kelabu	Kelas 1	FC 10	2,5-4,0	1,4-2,5	0,4-1,0	0,05-1,0	0,06-0,15	10 ≤	Sedang
	Kelas 2	FC 15						13 ≤	
	Kelas 3	FC 20						17 ≤	
	Kelas 4	FC 25						22 ≤	
	Kelas 5	FC 30						27 ≤	
	Kelas 6	FC 35						32 ≤	
Besi cor khusus	Besi cor perlit Lanz	—	3,0-3,3	0,6-1,1	0,5-1,0			28-35	Sedang
	Besi cor Emmel	—	2,5-3,0	2,0-2,5	0,8-1,1			30-35	
	Besi cor Piowalsky	—	2,7-3,0	1,6-2,7	—			30-40	
	Besi cor Mehanit	—	2,7-3,0	1,0-1,5	0,6-0,8			32-34	
Besi cor malabel (tungku putih)	Kelas 1	FCMW 34	2,6-3,2	0,6-1,1	<0,5	<0,2	<0,3	32-36	Sedang
	Kelas 2	FCMW 36						34-38	

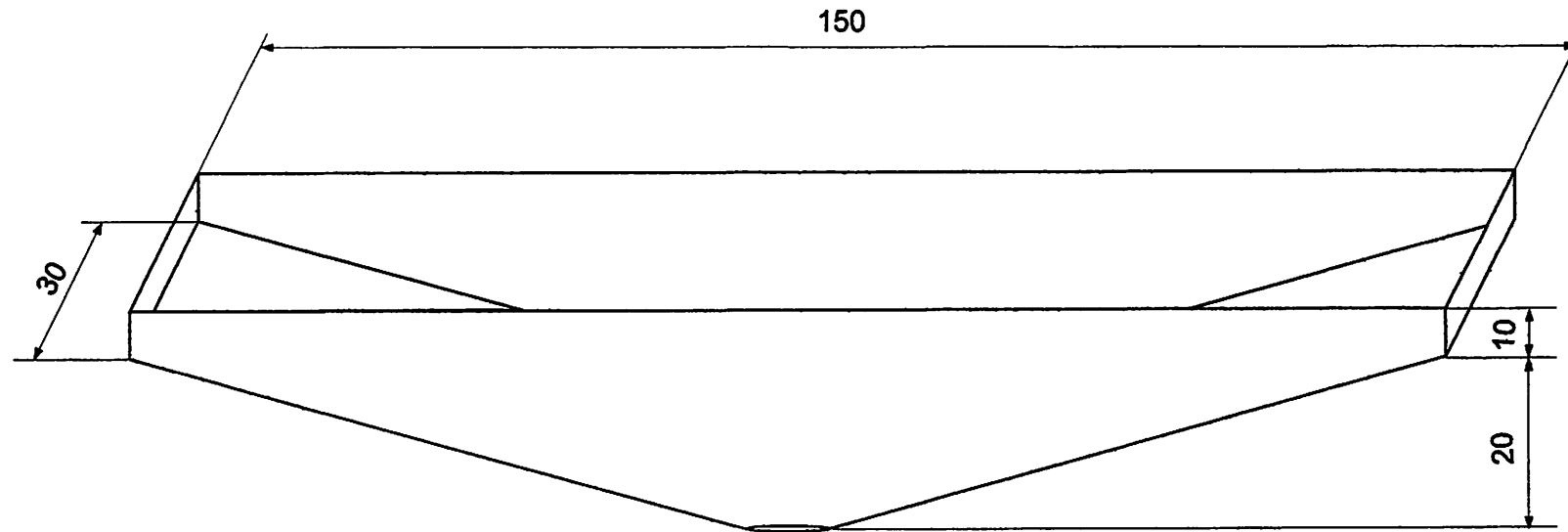
Jenis dan Kelas		Simbol (JIS)	Komposisi Kimia (%)					Kekuatan tarik (kg. mm ²)	Sifat mampu-las
			C	Si	Mn	P	S		
Besi cor malabel (tungku hitam)	Kelas 1	FCMB 28	2,0-3,0 3,0	0,8-1,5	<0,4	<0,15	<0,15	28 ≤	Sedang
	Kelas 2	FCMB 32						32 ≤	
	Kelas 3	FCMB 35						35 ≤	
	Kelas 4	FCMB 37						37 ≤	
Besi cor malabel	Kelas 1	FCD 40	3,3-3,9	2,2-2,9	0,2-0,6	0,02-0,1	<0,015	40 ≤	Baik
	Kelas 2	FCD 45						45 ≤	
	Kelas 3	FCD 55						55 ≤	
	Kelas 4	FCD 70						70 ≤	
Besi cor paduan		—			—				Tidak baik

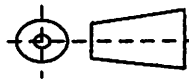


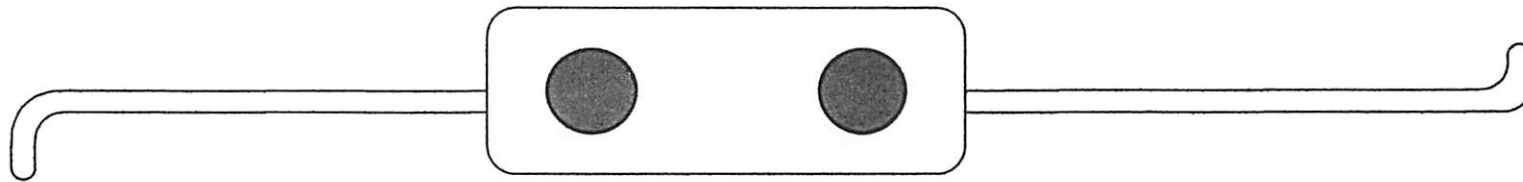
03	1	Pasak					
02	4	Mata Pembalik					
01	1	Poros Pembalik					
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran			
			SKALA : 1 : 1		KETERANGAN		
			DIGAMBAR : Tri Nurhuda				
			UKURAN : mm				
			NIM : 01.51.035.				
			TANGGAL : 2004		DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT		
ITN MALANG				POROS PEMBALIK		NO.1	A 4

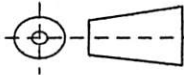


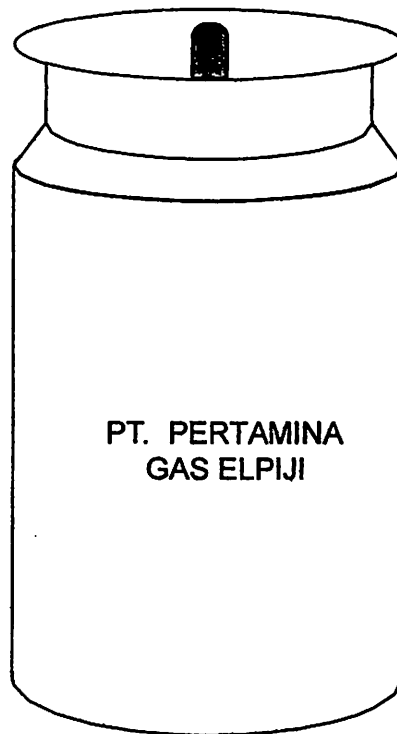
01	1	Tempat Pemasukan			
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	
			SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : Tri Nurhuda	KETERANGAN
			UKURAN : mm	NIM : 01.51.035.	
			TANGGAL : 2004	DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT	
ITN MALANG				TEMPAT PEMASUKAN BAHAN	NO.2 A 4

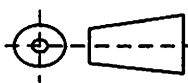


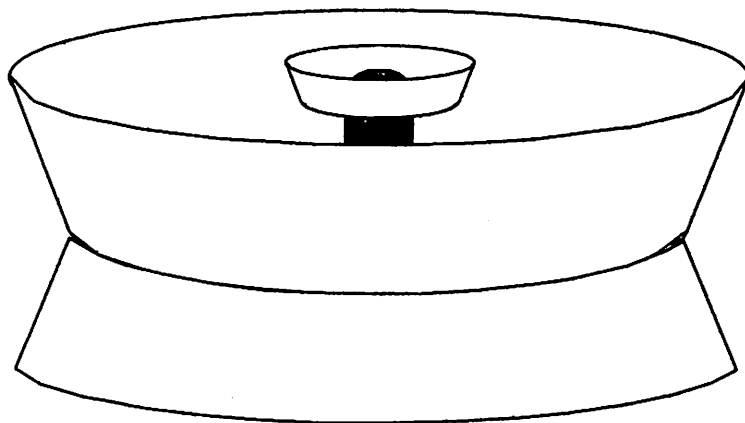
01	1	Pelindung Api			
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	
			SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : Tri Nurhuda	KETERANGAN
			UKURAN : mm	NIM : 01.51.035.	
			TANGGAL : 2004	DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT	
ITN MALANG				PELINDUNG API	NO.3 A 4

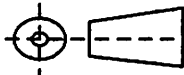


01	1	Pematik dan Pegatur Gas					
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran			
			SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : Tri Nurhuda		KETERANGAN	
			UKURAN : mm	NIM : 01.51.035.			
			TANGGAL : 2004	DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT			
ITN MALANG			PEMATIK DAN PENGATUR GAS			NO.4	A 4



01	1	Tabung Gas			
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	
			SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : Tri Nurhuda	KETERANGAN
			UKURAN : mm	NIM : 01.51.035.	
			TANGGAL : 2004	DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT	
ITN MALANG				TABUNG GAS	NO.5 A 4



01	1	Barner			
NO	JML	Nama Bagian	Bahan	Ukuran	
			SKALA : 1 : 1	DIGAMBAR : Tri Nurhuda	KETERANGAN
			UKURAN : mm	NIM : 01.51.035.	
			TANGGAL : 2004	DILIHAT : Ir. Soeparno Djiwo,MT	
ITN MALANG			BARNER		NO.6 A 4



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-1267/I.TA/8/04
Lampiran : -----
Perihal : *Bimbingan Tugas Akhir Program Khusus*

Malang, 29-11-2004

Kepada : Yth, Sdr/i. Ir. Socparno Djiwo, MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional
Di
Malang

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan **Tugas Akhir** untuk mahasiswa:

Nama : Tri Nurhuda
NIM : 0151035
Semester : VII (Tujuh)
Jurusan : Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III)
Fakultas : Teknologi Industri

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/i selama 1 (Satu) bulan, terhitung mulai tanggal, 29 Nov s/d 29 Des 2004.

Adapun tugas tersebut untuk memenuhi persyaratan di dalam menempuh Ujian Tugas Akhir Diploma Tiga.

Demikian agar maklum, dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.

Jurusan Teknik Mesin Diploma Tiga (D-III)

Ketua


Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP : 131 991 184

Tembusan kepada Yth:

1. Mahasiswa yang bersangkutan.
2. Arsip

