



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN OVEN *SANDCORE PIPE* INTAKE EWO 21 PT. WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI

“Sub-Bagian: Perpindahan Panas Oven *Sandcore* dalam Pemanasan 6 *Pieces Sandcore*”

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Bernadus Adwitiya Darma

NIM. 1802311076

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2021**



KATA PERSEMBAHAN

“Tugas akhir ini kupersembahkan untuk kedua orang tua yang selalu percaya kepada ku, akan kubuktikan betapa bersyukurya aku memilikimu”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR


**RANCANG BANGUN OVEN *SANDCORE PIPE INTAKE* EWO 21 PT.
WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI**


“Sub-Bagian: Perpindahan Panas Oven *Sandcore* dalam Pemanasan 6 *Pieces Sandcore*”

Oleh:


Bernadus Adwitiya Darma
NIM. 1802311076

Laporan tugas akhir telah disetujui oleh pembimbing
Pembimbing 1 **POLITEKNIK** Pembimbing 2
NEGERI
JAKARTA


Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T,
NIP 1997707142008121005


Drs. Sidiq Ruswanto, S.T., M.Si.
NIP 196512131992031001

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin


Drs. Almahdi, M.T.
NIP 196001221987031002



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR
 RANCANG BANGUN OVEN *SANDCORE PIPE INTAKE* EWO 21 PT.
 WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI

“Sub-Bagian: Perpindahan Panas Oven *Sandcore* dalam Pemanasan 6 *Pieces Sandcore*”

Oleh:
 Bernadus Adwitiyda Darma
 NIM. 1802311076

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan dewan penguji pada tanggal 9 september 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada program studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

| No. | Nama | Posisi Penguji | Tanda Tangan | Tanggal |
|-----|---------------------------------------|----------------|--------------|----------|
| 1. | Dr. Belyamin, M.Sc.Eng., B.Eng (Hons) | Ketua | | 07-09-21 |
| 2. | Drs. Azwardi, M.Kom. | Anggota | | 07-09-21 |
| 3. | Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. | Anggota | | 07-09-21 |

Depok, 7 September 2021

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bernadus Adwitiya Darma

NIM : 1802311076

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 7 September 2021

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Bernadus Adwitiya Darma

NIM. 1802311076



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**RANCANG BANGUN OVEN SANDCORE PIPE INTAKE EWO 21 PT.
WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI**

“Sub-Bagian: Perpindahan Panas Oven *Sandcore* dalam Pemanasan 6 *Pieces Sandcore*”

Bernadus Adwitiya Darma¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: bernadus.adwitiyadarma.tm18@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Mesin oven *sandcore* merupakan alat pengering *sandcore* yang bekerja dengan memanfaatkan sistem perpindahan panas menggunakan elemen pemanas tubular *U-form*. Banyaknya produk *reject* pada aluminium *casting* membuat terhambatnya proses produksi di pabrik PPC PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi. *Reject* pada produk aluminium *casting* terjadi dikarenakan adanya uap air yang terjebak di dalam *sandcore* sehingga membuat hasil cetakan dari aluminium *casting* mengalami porositas. Salah satu cara menghilangkan porositas tersebut dengan membuat rancang bangun oven *sandcore* yang dapat menghilangkan kadar uap air yang terjebak pada *sandcore*. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi material pemanas dan isolator yang sesuai dengan kebutuhan dalam pemanasan 6 *pieces sandcore*. Analisa perpindahan panas yang terjadi pada proses pemanasan *sandcore* pada temperature 150 °C dengan waktu 30 menit, menghasilkan kebutuhan *heater* yang digunakan adalah 2 buah *heater* dengan daya masing-masing *heater* 1000W dan isolator yang digunakan adalah *fiber glass*. Dari hasil pengujian hasil oven *sandcore* yang telah dilakukan, efisiensi oven dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* sebesar 58,95%. Hasil uji coba tersebut membuktikan bahwa mesin oven *sandcore* berhasil sudah sesuai dengan kebutuhan pemanasan *sandcore* yang diinginkan oleh pabrik.

Kata kunci : oven *sandcore*, perpindahan panas, uap air, *reject*, porositas



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RANCANG BANGUN OVEN SANDCORE INTAKE EWO 21 PT. WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI

“Sub-Bagian: Perpindahan Panas Oven *Sandcore* Dalam Pemanasan 6 *Pieces Sandcore*”

Bernadus Adwitiya Darma¹⁾

¹⁾Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: bernadus.adwitiyadarma.tm18@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

A sandcore oven machine is a sandcore dryer that works by utilizing a heat system using a U-form tubular heating element. The number of reject products in aluminum casting has hampered the production process at the PPC factory of PT. Wijaya Karya Industry & Construction. Rejection in aluminum casting products occurs because of water vapor trapped in the sandcore so that the molds from aluminum casting experience porosity. One way to eliminate the porosity is to design a sandcore oven that can remove the moisture content trapped in the sandcore. The purpose of writing this final project is to obtain specifications for heating and insulating materials that meet the needs of heating 6 sandcores. Analysis of the heat that occurs in the sandcore heating process at a temperature of 150 C with a time of 30 minutes, resulting in the need for heaters used are 2 heaters with a power of 1000W each and the insulator used is fiber glass. From the results of testing the results of the sandcore oven that has been carried out, the efficiency of the oven in heating 6 pieces of sandcore is 58.95%. The test results prove that the sandcore oven machine is successful in meeting the sandcore heating requirements as desired by the factory.

Keyword : sandcore oven, heat transfer, water vapor, reject, porosity



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Oven Sandcore PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi diplomat III, program studi teknik mesin, jurusan teknik mesin, politeknik negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta sekaligus dosen pembimbing 1, bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T., yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan dukungan dan arahan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dosen pembimbing 2, bapak Drs. Sidiq Ruswanto, S.T., M.Si., yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan dukungan dan arahan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, bapak Drs. Almahdi, M.T.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, motivasi, dan bantuan secara finansial kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Yogi Gandha Purnama dan bapak Iqbal selaku karyawan di PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi yang telah membantu dan memberikan masukan dalam pembuatan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Prodi Diplomat III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
7. Teman-teman Program Studi Diplomat III Teknik Mesin 2018, yang telah berjuang bersama dalam masa-masa perkuliahan dan menyelesaikan penyusunan tugas akhir.



Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna, baik dalam teknik penulisan, stuktur bahasa, atau persepsi ilmiah. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Harapan penulis dari tugas akhir ini adalah tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi diri penulis khususnya, para pembaca dan terutama bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta maupun dari mahasiswa luar Politeknik Negeri Jakarta yang ingin mengembangkan pembuatan tugas akhir ini.

Depok, 7 September 2021


Bernadus Adwitiya Darma
NIM. 1802311076



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| RANCANG BANGUN OVEN <i>SANDCORE PIPE INTAKE</i> EWO21 PT. WIJAYA KARYA INDUSTRI & KONSTRUKSI..... | i |
| KATA PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS | v |
| ABSTRAK..... | vi |
| ABSTRAK..... | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penulisan | 2 |
| 1.3 Permasalahan..... | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Rancang Bangun | 3 |
| 1.6 Gambar Oven <i>Sandcore</i> | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Hukum Asas <i>Black</i> | 5 |
| 2.1.1 Laju Aliran Massa and Volume..... | 5 |
| 2.1.2 Kalor <i>Sensible (sensible heat)</i> | 6 |
| 2.1.3 Kalor Laten | 6 |
| 2.2 Perpindahan Panas..... | 7 |
| 2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi | 8 |
| 2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi | 9 |
| 2.3 Perpindahan Panas Gabungan | 14 |
| 2.4 Perhitungan Kecepatan dalam Cerobong..... | 15 |
| 2.5 Perhitungan Efisiensi oven | 16 |



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| | |
|--|----|
| BAB III METODOLOGI..... | 17 |
| 3.1 Diagram Alir | 17 |
| 3.2 Penjelasan Diagram Alir | 18 |
| 3.3 Metode Pemecahan Masalah | 20 |
| BAB IV PEMBAHASAN..... | 21 |
| 4.1 Perhitungan Elemen Pemanas | 21 |
| 4.1.1 Perhitungan koefisien konveksi natural pada permukaan luar <i>sandcore</i> | 22 |
| 4.1.2 Perhitungan Koefisien Konveksi pada Lubang <i>Sandcore</i> | 23 |
| 4.1.3 Perhitungan hambatan panas | 25 |
| 4.1.4 Perhitungan kalor yang dibutuhkan untuk menguapkan H ₂ O..... | 26 |
| 4.1.5 Perhitungan total hambatan panas | 26 |
| 4.2 Perhitungan Kerugian Panas (Q_{loss}) | 27 |
| 4.2.1 Gambar Skema Perpindahan Panas Oven <i>Sandcore</i> | 28 |
| 4.2.2 Perhitungan Koefisien Konveksi..... | 33 |
| 4.2.3 Perhitungan Kerugian Panas (Q_{loss})..... | 49 |
| 4.2.4 Jumlah Kerugian Panas (Q_{loss}) pada Oven <i>Sandcore</i> | 53 |
| 4.3 Perhitungan Kerugian Panas (Q_{loss}) Pada Ventilasi | 54 |
| 4.3.1 Perhitungan Kecepatan Udara (v) Melalui Ventilasi | 54 |
| 4.3.2 Perhitungan Kerugian Panas (Q_{loss}) Pada Ventilasi | 54 |
| 4.4 Perhitungan Panas yang Masuk Kedalam Pengering (Q_{in}) | 55 |
| 4.5 Perhitungan Efisiensi Oven Tanpa Ventilasi | 56 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 57 |
| 5.1. Kesimpulan | 57 |
| 5.2. Saran | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA | 58 |
| LAMPIRAN..... | 59 |



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1 Desain 3D oven <i>sandcore</i> | 4 |
| Gambar 2. 1 Perpindahan panas konduksi | 8 |
| Gambar 2. 2 Perpindahan panas konveksi | 9 |
| Gambar 2. 3 Perpindahan Panas Antara Konduksi Dan Konveksi | 14 |
| Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penulisan | 17 |
| Gambar 4. 1 Skema perpindahan panas <i>sandcore</i> | 21 |
| Gambar 4. 2 Skema komponen bagian atas | 28 |
| Gambar 4. 3 Skema perpindahan panas bagian bawah | 29 |
| Gambar 4. 4 Skema perpindahan panas bagian samping | 30 |
| Gambar 4. 5 Skema perpindahan panas bagian depan | 31 |
| Gambar 4. 6 Skema perpindahan panas bagian belakang | 32 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Data ukuran komponen oven <i>sandcore</i> | 27 |
| Tabel 4. 2 Data ketebalan bahan | 28 |
| Tabel 4. 3 Koefisien konveksi pada setiap komponen bagian | 48 |
| Tabel 4. 4 Kalor hambatan panas setiap komponen | 53 |



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Tabel sifat udara pada tekanan 1 atm | 60 |
| Lampiran 2 Tabel sifat air | 61 |
| Lampiran 3 Tabel sifat solid material | 62 |
| Lampiran 4 Tabel sifat alumunium | 63 |
| Lampiran 5 Tabel kataloge sifat <i>ceramic fiber</i> | 64 |
| Lampiran 6 Foto <i>temperature</i> oven bagian atas luar | 65 |
| Lampiran 7 Foto <i>temperature</i> oven bagian belakang luar | 66 |
| Lampiran 8 Uji coba tabung pitot | 67 |





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi merupakan sebuah perusahaan BUMN yang bergerak pada bidang manufaktur. PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi ini memiliki sebuah pabrik yang terletak di kawasan industri WIKA Jl. Narogong KM 26 Cileungsi, Kab. Bogor, Jawa Barat. Pada pabrik ini terdiri dari beberapa *plant* yaitu *Plastic*, *Pressing*, *Casting* dan *Anoda*. Dari beberapa *plant* tersebut, *plant casting* merupakan yang paling banyak memproduksi *spare part* otomotif. Karena banyaknya produk yang harus dihasilkan maka tingkat produk gagal atau *reject* harus ditekan sekecil mungkin.

Berdasarkan data dari divisi *Quality Control* (QC) indikator yang menentukan adanya produk *reject* adalah *misrun*, keperet, retak dan porositas. Dari beberapa indikator tersebut, porositas merupakan *reject* yang dominan terjadi pada hasil produk *aluminium casting*. Menurut (Firdaus, 2002) porositas oleh gas dalam bentuk cetakan panduan *aluminium casting* yang di campur dengan silikon akan mengakibatkan pengaruh yang buruk pada kesempurnaan dan kekuatan dari benda tuang tersebut. Cacat ini dapat dihindari dengan mengatur *temperature* bahan casting dan mengontrol jumlah gas yang dihasilkan oleh material (pengurangan unsur Si dan P akan sangat membantu). Dari analisa yang dilakukan oleh divisi *quality control* parameter porositas dapat diketahui dari proses *leaking test*.

Metode yang sudah dilakukan oleh divisi *engineering* untuk mengurangi produk *reject* akibat porositas dengan mengganti parameter proses seperti mengubah *temperature holding furnace* dan *mould*, mengubah takaran penggunaan *modifier* dan mempercepat waktu *tilting* mesin. Dari metode yang telah dilakukan tingkat keberhasilan belum maksimal dikarenakan masih adanya produk *aluminium casting* yang mengalami porositas.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Data hasil perubahan parameter proses yang kurang optimal dan masih jauh dari tingkat keberhasilan produk *aluminium casting* yang diinginkan membuat staff pabrik PPC melakukan analisa terhadap hasil cetakan dari *sandcore*. Hasil dari analisa adanya *aluminium* cair yang teroksidasi karena terjebaknya hidrogen pada logam akibat perbedaan *temperature* yang tinggi antara *sandcore* dengan *mould gravity casting*. Oleh karena itu dibuat tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Oven *Sandcore* Pipe Sub Assy Ewo 21 PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi”.

Salah satu tinjauan yang perlu diperhatikan dalam rancang bangun oven *sandcore* adalah perpindahan panas untuk mengukur kalor yang dibutuhkan dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga bertemperatur 150 °C dalam waktu 30 menit sesuai dengan permintaan PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi. Oleh karena itu dibuat sub-bagian dengan judul “Perpindahan Panas Mesin Oven *Sandcore* dalam Pemanasan 6 *Sandcore*”.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Menentukan kalor yang dibutuhkan dalam memanaskan 6 *pieces* oven *sandcore* hingga mencapai temperature 150 °C dalam waktu 30 menit.
- b. Menentukan kerugian panas yang dikeluarkan pada oven *sandcore* dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga mencapai temperature 150 °C dalam waktu 30 menit.
- c. Menentukan efesiensi oven *sandcore* dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga mencapai temperature 150 °C dalam waktu 30 menit.

1.3 Permasalahan

Permasalahan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan nilai perpindahan panas yang sesuai dengan kebutuhan pemanasan 6 *pieces sandcore* pada oven berdasarkan daya, hambatan panas, dan efesiensi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Batasan Masalah

Batas masalah penulisan tugas akhir perancangan dan proses pembuatan alat oven *sandcore* yang sesuai dengan kebutuhan dalam segi daya yang dibutuhkan, hambatan panas, dan efisiensi untuk memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga mencapai temperatur 150° C dalam 30 menit sesuai dengan kebutuhan PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi.

1.5 Manfaat Rancang Bangun

Adapun manfaat dari perencanaan dan pembuatan mesin oven *sandcore* dalam proyek tugas akhir ini adalah:

- a. Bagi Industri

Diharapkan dengan adanya mesin oven *sandcore* ini dapat membantu PT. Wijaya Karya Industri & Konstruksi dalam mengurangi reject produk *casting* sehingga dapat menurunkan cost produksi.
- b. Bagi Mahasiswa
 - 1) Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (D3) Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
 - 2) Sebagai suatu penerapan teori dan praktik kerja yang didapatkan selama dibangku kuliah.
 - 3) Menambah pengetahuan tentang cara merancang dan membuat suatu karya teknologi yang bermanfaat.
- c. Bagi Politeknik Negeri Jakarta
 - 1) Untuk menunjukkan kompetensi yang dimiliki mahasiswa.
 - 2) Sebagai bahan evaluasi atas standar kompetensi yang telah diterapkan kepada mahasiswa



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Gambar Oven *Sandcore*

Rancangan dibawah ini merupakan gambar dari mesin oven *sandcore* yang akan dibuat untuk tugas akhir rancang bangun mesin oven *sandcore*.



Gambar 1. 1 Desain 3D oven *sandcore*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

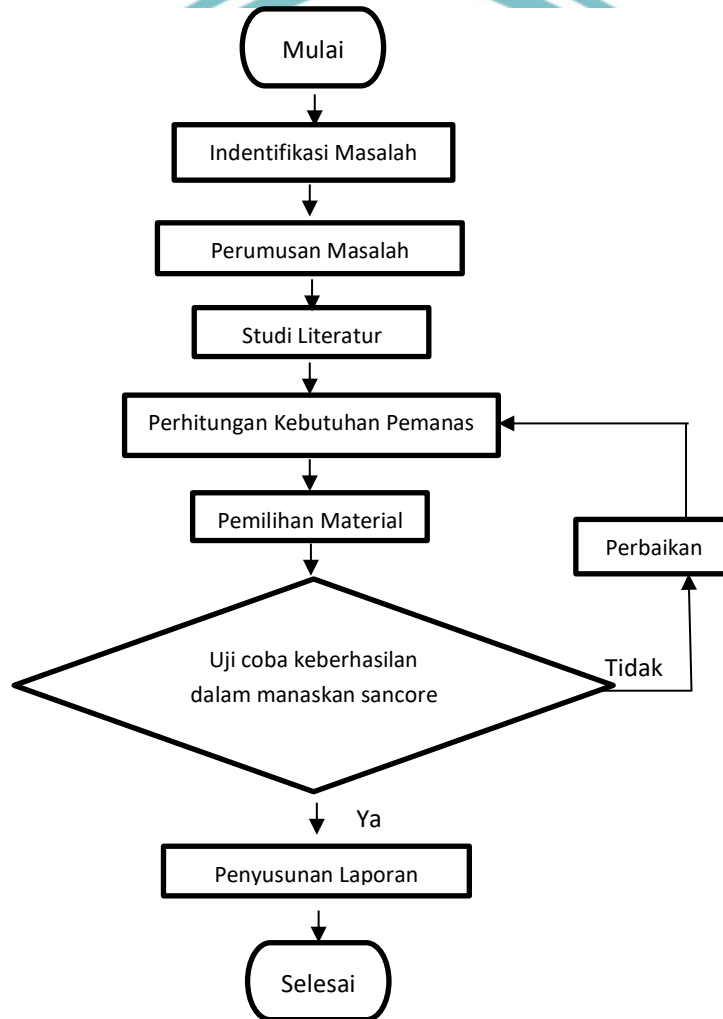
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Diagram alir proses rancang bangun oven *sandcore* seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penulisan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Penjelasan Diagram Alir

Metodologi rancang bangun merupakan cara langkah kerja yang akan dilakukan untuk melakukan proses rancang bangun. Diperlukan langkah kerja yang tersusun rapi agar setiap proses berjalan dengan sesuai dengan keinginan. Berikut ini merupakan penjelasan dari diagram alir rancang bangun yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir.

1. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah bertujuan untuk mencari penyebab dari permasalahan yang terjadi, dimana pada proses produksi alumunium casting mesin gravity *casting* sering terjadi porositas akibat ter terbaknya uap air pada *sandcore*. Sehingga diperlukan mesin pemanasan *sandcore* untuk menghilangkan uap air.

2. Perumusann masalah

Tahapan ini memiliki tujuan untuk menjabarkan permasalahan yang terjadi pada proses pemanasan 6 *pieces sandcore*. Adapun perumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini.

- a. Apa spesifikasi heater yang dibutuhkan untuk memanaskan 6 *pieces sandcore*?
- b. Berapa efesiensi oven *sandcore* dalam memanaskan 6 *pieces sandcore*?

3. Studi Literatur

Tahapan ini merupakan proses pengumpulan data dan teori yang relevan dari permasalahan yang diangkat dari berbagai sumber buku, jurnal, dan literatur lainnya. Teori yang berdasarkan studi litertur ini menjadi landasan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Studi literatur dapat berupa proses hasil diskusi dengan dosen pembimbing serta

beberapa pihak untuk menambah pengetahuan dalam penulisan tugas akhir ini.

4. Perhitungan kebutuhan pemanas

Tahapan ini merupakan proses perhitungan pemanas yang sesuai dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* dengan berdasarkan literatur atau buku pedoman yang relevan tentang materi permasalahan yang ada.

5. Pemilihan material

Tahapan ini merupakan tahapan lanjutan setelah melakukan perhitungan untuk menentukan material yang akan digunakan untuk alat yang dirancang sesuai dengan spesifikasi dan kemampuan alat.

6. Uji coba

Pengujian dilakukan supaya mengetahui tingkat keberhasilan oven dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* yang sesuai dengan kebutuhan pabrik. Kebutuhan pabrik yang diharapkan pada oven *sandcore* adalah dapat memanaskan *sandcore* dalam waktu 30 menit, kebutuhan daya yang sesuai, dan mesin yang aman dalam proses produksi berlangsung.

7. Penyusunan laporan

Tahapan ini merupakan proses penulisan dari hasil kegiatan menganalisa perpindahan panas oven *sandcore* dalam pemanasan 6 *pieces sandcore*. Sistematika penulisan tugas akhir ini berpedoman pada buku pedoman tugas akhir Politeknik Negeri Jakarta.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Metode Pemecahan Masalah

Pada metode pemecahan masalah akan dilakukan beberapa tahap proses hingga menemukan hasil yang sesuai dengan topik pembahasan tugas akhir, yaitu :

- a) Identifikasi masalah.
- b) Tinjauan pustaka.
- c) Observasi lapangan.
- d) Identifikasi kebutuhan.
- e) Pembuatan rancang bangun untuk mengimplementasikan analisa permasalahan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perpindahan panas oven sandcore dalam pemanasan 6 *pieces sandcore* dapat disimpulkan bahwa:

1. Kalor yang dibutuhkan dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga mencapai temperatur 150 °C dalam waktu 30 menit adalah 1856,3085 W, sedangkan oven *sandcore* memiliki 2 buah heater dengan kapasitas daya masing-masing 1000 W. Oleh karena itu pemanasan 6 *pieces sandcore* berlangsung secara optimal.
2. Kerugian Panas (Q_{loss}) yang dialami oleh oven berdasarkan jumlah kerugian panas pada tiap bagian komponen (bagian atas, bawah, depan, belakang, kanan, dan kiri) dan kerugian panas akibat ventilasi sebesar 3150,8534 W.
3. Efisiensi oven *sandcore* dalam memanaskan 6 *pieces sandcore* hingga mencapai temperatur 150 °C dalam waktu 30 menit sebesar 58,95%.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Jumlah *sandcore* yang dipanaskan tidak disarankan melebihi dari 6 *pieces*.
2. Peletakan *sandcore* disarankan dengan cara diberi *space* atau jarak sehingga *sandcore* tidak berhimpitan untuk menghindari pemanasan yang berlangsung tidak maksimal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Black, “Black’s experiments on Alkaline Substances,” 1761.
- [2] Y. A. Cengel, “Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer 2nd Edition,” *Ther. Hypothermia*, pp. 265–292, 2004.
- [3] A. A. Hamid, “Kalor dan Termodinamika,” *Diktat Kuliah Termodin.*, pp. 1–51, 2007.
- [4] Ghurri, “Dasar-Dasar Mekanika Fluida Ainul Ghurri Ph . D .,” *J. Dasar-Dasar Mek. Fluida*, pp. 1–73, 2014.
- [5] R. Endovani and A. Putra, “Analisis Konduktivitas Termal dan Porositas Sinter Silika Sumber Mata Air Panas di Sapan Maluluang , Kecamatan Alam Pauh Duo , Kabupaten Solok Selatan,” *Fis. Unand*, vol. 5, no. 1, pp. 65–72, 2016.
- [6] Ansyah, P. R., & Ramadhan, M. N. (2018). *Termodinamika Teknik I*. 66.
- [7] Mursadin, A., & Subagyo, R. (2016). *Perpindahan Panas I Hmkk 453. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*, 1–51.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LAMPIRAN

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 1. Tabel sifat udara pada tekanan 1 atm

| | | | | |
|--|--|-------------|---|-----------------------------------|
| | Cengel: Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, Second Edition | Back Matter | Appendix 1: Property Tables and Charts (SI Units) | © The McGraw-Hill Companies, 2008 |
|--|--|-------------|---|-----------------------------------|

798 | Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer

TABLE A-22

Properties of air at 1 atm pressure

| Temp. T, °C | Density ρ , kg/m ³ | Specific Heat c_p , J/kg · K | Thermal Conductivity k , W/m · K | Thermal Diffusivity α , m ² /s | Dynamic Viscosity μ , kg/m · s | Kinematic Viscosity ν , m ² /s | Prandtl Number Pr |
|-------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|---|-------------------|
| -150 | 2.866 | 983 | 0.01171 | 4.158×10^{-6} | 8.636×10^{-6} | 3.013×10^{-6} | 0.7246 |
| -100 | 2.038 | 966 | 0.01582 | 8.036×10^{-6} | 1.189×10^{-6} | 5.837×10^{-6} | 0.7263 |
| -50 | 1.582 | 999 | 0.01979 | 1.252×10^{-5} | 1.474×10^{-5} | 9.319×10^{-6} | 0.7440 |
| -40 | 1.514 | 1002 | 0.02057 | 1.356×10^{-5} | 1.527×10^{-5} | 1.008×10^{-5} | 0.7436 |
| -30 | 1.451 | 1004 | 0.02134 | 1.465×10^{-5} | 1.579×10^{-5} | 1.087×10^{-5} | 0.7425 |
| -20 | 1.394 | 1005 | 0.02211 | 1.578×10^{-5} | 1.630×10^{-5} | 1.169×10^{-5} | 0.7408 |
| -10 | 1.341 | 1006 | 0.02288 | 1.696×10^{-5} | 1.680×10^{-5} | 1.252×10^{-5} | 0.7387 |
| 0 | 1.292 | 1006 | 0.02364 | 1.818×10^{-5} | 1.729×10^{-5} | 1.338×10^{-5} | 0.7362 |
| 5 | 1.269 | 1006 | 0.02401 | 1.880×10^{-5} | 1.754×10^{-5} | 1.382×10^{-5} | 0.7350 |
| 10 | 1.246 | 1006 | 0.02439 | 1.944×10^{-5} | 1.778×10^{-5} | 1.426×10^{-5} | 0.7336 |
| 15 | 1.225 | 1007 | 0.02476 | 2.009×10^{-5} | 1.802×10^{-5} | 1.470×10^{-5} | 0.7323 |
| 20 | 1.204 | 1007 | 0.02514 | 2.074×10^{-5} | 1.825×10^{-5} | 1.516×10^{-5} | 0.7309 |
| 25 | 1.184 | 1007 | 0.02551 | 2.141×10^{-5} | 1.849×10^{-5} | 1.562×10^{-5} | 0.7296 |
| 30 | 1.164 | 1007 | 0.02588 | 2.208×10^{-5} | 1.872×10^{-5} | 1.608×10^{-5} | 0.7282 |
| 35 | 1.145 | 1007 | 0.02625 | 2.277×10^{-5} | 1.895×10^{-5} | 1.655×10^{-5} | 0.7268 |
| 40 | 1.127 | 1007 | 0.02662 | 2.346×10^{-5} | 1.918×10^{-5} | 1.702×10^{-5} | 0.7255 |
| 45 | 1.109 | 1007 | 0.02699 | 2.416×10^{-5} | 1.941×10^{-5} | 1.750×10^{-5} | 0.7241 |
| 50 | 1.092 | 1007 | 0.02735 | 2.487×10^{-5} | 1.963×10^{-5} | 1.798×10^{-5} | 0.7228 |
| 60 | 1.059 | 1007 | 0.02808 | 2.632×10^{-5} | 2.008×10^{-5} | 1.896×10^{-5} | 0.7202 |
| 70 | 1.028 | 1007 | 0.02881 | 2.780×10^{-5} | 2.052×10^{-5} | 1.995×10^{-5} | 0.7177 |
| 80 | 0.9994 | 1008 | 0.02953 | 2.931×10^{-5} | 2.096×10^{-5} | 2.097×10^{-5} | 0.7154 |
| 90 | 0.9718 | 1008 | 0.03024 | 3.086×10^{-5} | 2.139×10^{-5} | 2.201×10^{-5} | 0.7132 |
| 100 | 0.9458 | 1009 | 0.03095 | 3.243×10^{-5} | 2.181×10^{-5} | 2.306×10^{-5} | 0.7111 |
| 120 | 0.8977 | 1011 | 0.03235 | 3.565×10^{-5} | 2.264×10^{-5} | 2.522×10^{-5} | 0.7073 |
| 140 | 0.8542 | 1013 | 0.03374 | 3.898×10^{-5} | 2.345×10^{-5} | 2.745×10^{-5} | 0.7041 |
| 160 | 0.8148 | 1016 | 0.03511 | 4.241×10^{-5} | 2.420×10^{-5} | 2.975×10^{-5} | 0.7014 |
| 180 | 0.7788 | 1019 | 0.03646 | 4.593×10^{-5} | 2.504×10^{-5} | 3.212×10^{-5} | 0.6992 |
| 200 | 0.7459 | 1023 | 0.03779 | 4.954×10^{-5} | 2.577×10^{-5} | 3.455×10^{-5} | 0.6974 |
| 250 | 0.6746 | 1033 | 0.04104 | 5.890×10^{-5} | 2.760×10^{-5} | 4.091×10^{-5} | 0.6946 |
| 300 | 0.6158 | 1044 | 0.04418 | 6.871×10^{-5} | 2.934×10^{-5} | 4.765×10^{-5} | 0.6935 |
| 350 | 0.5664 | 1056 | 0.04721 | 7.892×10^{-5} | 3.101×10^{-5} | 5.475×10^{-5} | 0.6937 |
| 400 | 0.5243 | 1069 | 0.05015 | 8.951×10^{-5} | 3.261×10^{-5} | 6.219×10^{-5} | 0.6948 |
| 450 | 0.4880 | 1081 | 0.05298 | 1.004×10^{-4} | 3.415×10^{-5} | 6.997×10^{-5} | 0.6965 |
| 500 | 0.4565 | 1093 | 0.05572 | 1.117×10^{-4} | 3.563×10^{-5} | 7.806×10^{-5} | 0.6986 |
| 600 | 0.4042 | 1115 | 0.06093 | 1.352×10^{-4} | 3.846×10^{-5} | 9.515×10^{-5} | 0.7037 |
| 700 | 0.3627 | 1135 | 0.06581 | 1.598×10^{-4} | 4.111×10^{-5} | 1.133×10^{-4} | 0.7092 |
| 800 | 0.3289 | 1153 | 0.07037 | 1.855×10^{-4} | 4.362×10^{-5} | 1.326×10^{-4} | 0.7149 |
| 900 | 0.3008 | 1169 | 0.07465 | 2.122×10^{-4} | 4.600×10^{-5} | 1.529×10^{-4} | 0.7206 |
| 1000 | 0.2772 | 1184 | 0.07868 | 2.398×10^{-4} | 4.826×10^{-5} | 1.741×10^{-4} | 0.7260 |
| 1500 | 0.1990 | 1234 | 0.09599 | 3.908×10^{-4} | 5.817×10^{-5} | 2.922×10^{-4} | 0.7478 |
| 2000 | 0.1553 | 1264 | 0.11113 | 5.664×10^{-4} | 6.630×10^{-5} | 4.270×10^{-4} | 0.7539 |

Note: For ideal gases, the properties c_p , k , μ , and Pr are independent of pressure. The properties ρ , ν , and α at a pressure P (in atm) other than 1 atm are determined by multiplying the values of ρ at the given temperature by P and by dividing ν and α by P .

Source: Data generated from the EES software developed by S. A. Klein and F. L. Alvarado. Original sources: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 1984; and Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena, and P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.

(Sumber: *Thermodynamics and Heat Transfer*, Yunus A, Cengel)

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 2. Tabel sifat air

TABLE A-15

Properties of saturated water

| Temp. <i>T</i> , °C | Saturation Pressure <i>P</i> _{sat} , kPa | Density <i>ρ</i> , kg/m ³ | | Enthalpy of Vaporization <i>h</i> _{fg} , kJ/kg | Specific Heat <i>c</i> _p , J/kg · K | | Thermal Conductivity <i>k</i> , W/m · K | | Dynamic Viscosity <i>μ</i> , kg/m · s | | Prandtl Number <i>Pr</i> | | Volume Expansion Coefficient <i>β</i> , 1/K |
|------------------------|---|---|--------|--|--|--------|---|--------|--|--------------------------|--------------------------------|-------|--|
| | | Liquid | Vapor | | Liquid | Vapor | Liquid | Vapor | Liquid | Vapor | Liquid | Vapor | |
| 0.01 | 0.6113 | 999.8 | 0.0048 | 2501 | 4217 | 1854 | 0.561 | 0.0171 | 1.792 × 10 ⁻³ | 0.922 × 10 ⁻⁵ | 13.5 | 1.00 | -0.068 × 10 ⁻³ |
| 5 | 0.8721 | 999.9 | 0.0068 | 2490 | 4205 | 1857 | 0.571 | 0.0173 | 1.519 × 10 ⁻³ | 0.934 × 10 ⁻⁵ | 11.2 | 1.00 | 0.015 × 10 ⁻³ |
| 10 | 1.2276 | 999.7 | 0.0094 | 2478 | 4194 | 1862 | 0.580 | 0.0176 | 1.307 × 10 ⁻³ | 0.946 × 10 ⁻⁵ | 9.45 | 1.00 | 0.733 × 10 ⁻³ |
| 15 | 1.7051 | 999.1 | 0.0128 | 2466 | 4185 | 1863 | 0.589 | 0.0179 | 1.138 × 10 ⁻³ | 0.959 × 10 ⁻⁵ | 8.09 | 1.00 | 0.138 × 10 ⁻³ |
| 20 | 2.339 | 998.0 | 0.0173 | 2454 | 4182 | 1867 | 0.598 | 0.0182 | 1.002 × 10 ⁻³ | 0.973 × 10 ⁻⁵ | 7.01 | 1.00 | 0.195 × 10 ⁻³ |
| 25 | 3.169 | 997.0 | 0.0231 | 2442 | 4180 | 1870 | 0.607 | 0.0186 | 0.891 × 10 ⁻³ | 0.987 × 10 ⁻⁵ | 6.14 | 1.00 | 0.247 × 10 ⁻³ |
| 30 | 4.246 | 996.0 | 0.0304 | 2431 | 4178 | 1875 | 0.615 | 0.0189 | 0.798 × 10 ⁻³ | 1.001 × 10 ⁻⁵ | 5.42 | 1.00 | 0.294 × 10 ⁻³ |
| 35 | 5.628 | 994.0 | 0.0397 | 2419 | 4178 | 1880 | 0.623 | 0.0192 | 0.720 × 10 ⁻³ | 1.016 × 10 ⁻⁵ | 4.83 | 1.00 | 0.337 × 10 ⁻³ |
| 40 | 7.384 | 992.1 | 0.0512 | 2407 | 4179 | 1885 | 0.631 | 0.0196 | 0.653 × 10 ⁻³ | 1.031 × 10 ⁻⁵ | 4.32 | 1.00 | 0.377 × 10 ⁻³ |
| 45 | 9.593 | 990.1 | 0.0655 | 2395 | 4180 | 1892 | 0.637 | 0.0200 | 0.596 × 10 ⁻³ | 1.046 × 10 ⁻⁵ | 3.91 | 1.00 | 0.415 × 10 ⁻³ |
| 50 | 12.35 | 988.1 | 0.0831 | 2383 | 4181 | 1900 | 0.644 | 0.0204 | 0.547 × 10 ⁻³ | 1.062 × 10 ⁻⁵ | 3.55 | 1.00 | 0.451 × 10 ⁻³ |
| 55 | 15.76 | 985.2 | 0.1045 | 2371 | 4183 | 1908 | 0.649 | 0.0208 | 0.504 × 10 ⁻³ | 1.077 × 10 ⁻⁵ | 3.25 | 1.00 | 0.484 × 10 ⁻³ |
| 60 | 19.94 | 983.3 | 0.1304 | 2359 | 4185 | 1916 | 0.654 | 0.0212 | 0.467 × 10 ⁻³ | 1.093 × 10 ⁻⁵ | 2.99 | 1.00 | 0.517 × 10 ⁻³ |
| 65 | 25.03 | 980.4 | 0.1614 | 2346 | 4187 | 1926 | 0.659 | 0.0216 | 0.433 × 10 ⁻³ | 1.110 × 10 ⁻⁵ | 2.75 | 1.00 | 0.548 × 10 ⁻³ |
| 70 | 31.19 | 977.5 | 0.1983 | 2334 | 4190 | 1936 | 0.663 | 0.0221 | 0.404 × 10 ⁻³ | 1.126 × 10 ⁻⁵ | 2.55 | 1.00 | 0.578 × 10 ⁻³ |
| 75 | 38.58 | 974.7 | 0.2421 | 2321 | 4193 | 1948 | 0.667 | 0.0225 | 0.378 × 10 ⁻³ | 1.142 × 10 ⁻⁵ | 2.38 | 1.00 | 0.607 × 10 ⁻³ |
| 80 | 47.39 | 971.8 | 0.2935 | 2309 | 4197 | 1962 | 0.670 | 0.0230 | 0.355 × 10 ⁻³ | 1.159 × 10 ⁻⁵ | 2.22 | 1.00 | 0.653 × 10 ⁻³ |
| 85 | 57.83 | 968.1 | 0.3536 | 2296 | 4201 | 1977 | 0.673 | 0.0235 | 0.333 × 10 ⁻³ | 1.176 × 10 ⁻⁵ | 2.08 | 1.00 | 0.670 × 10 ⁻³ |
| 90 | 70.14 | 965.3 | 0.4235 | 2283 | 4206 | 1993 | 0.675 | 0.0240 | 0.315 × 10 ⁻³ | 1.193 × 10 ⁻⁵ | 1.96 | 1.00 | 0.702 × 10 ⁻³ |
| 95 | 84.55 | 961.5 | 0.5045 | 2270 | 4212 | 2010 | 0.677 | 0.0246 | 0.297 × 10 ⁻³ | 1.210 × 10 ⁻⁵ | 1.85 | 1.00 | 0.716 × 10 ⁻³ |
| 100 | 101.33 | 957.9 | 0.5978 | 2257 | 4217 | 2029 | 0.679 | 0.0251 | 0.282 × 10 ⁻³ | 1.227 × 10 ⁻⁵ | 1.75 | 1.00 | 0.750 × 10 ⁻³ |
| 110 | 143.27 | 950.6 | 0.8263 | 2230 | 4229 | 2071 | 0.682 | 0.0262 | 0.255 × 10 ⁻³ | 1.261 × 10 ⁻⁵ | 1.58 | 1.00 | 0.798 × 10 ⁻³ |
| 120 | 198.53 | 943.4 | 1.121 | 2203 | 4244 | 2120 | 0.683 | 0.0275 | 0.232 × 10 ⁻³ | 1.296 × 10 ⁻⁵ | 1.44 | 1.00 | 0.858 × 10 ⁻³ |
| 130 | 270.1 | 934.6 | 1.496 | 2174 | 4263 | 2177 | 0.684 | 0.0288 | 0.213 × 10 ⁻³ | 1.330 × 10 ⁻⁵ | 1.33 | 1.01 | 0.913 × 10 ⁻³ |
| 140 | 361.3 | 921.7 | 1.965 | 2145 | 4286 | 2244 | 0.683 | 0.0301 | 0.197 × 10 ⁻³ | 1.365 × 10 ⁻⁵ | 1.24 | 1.02 | 0.970 × 10 ⁻³ |
| 150 | 475.8 | 916.6 | 2.546 | 2114 | 4311 | 2314 | 0.682 | 0.0316 | 0.183 × 10 ⁻³ | 1.399 × 10 ⁻⁵ | 1.16 | 1.02 | 1.025 × 10 ⁻³ |
| 160 | 617.8 | 907.4 | 3.256 | 2083 | 4340 | 2420 | 0.680 | 0.0331 | 0.170 × 10 ⁻³ | 1.434 × 10 ⁻⁵ | 1.09 | 1.05 | 1.145 × 10 ⁻³ |
| 170 | 791.7 | 897.7 | 4.119 | 2050 | 4370 | 2490 | 0.677 | 0.0347 | 0.160 × 10 ⁻³ | 1.468 × 10 ⁻⁵ | 1.03 | 1.05 | 1.178 × 10 ⁻³ |
| 180 | 1,002.1 | 887.3 | 5.153 | 2015 | 4410 | 2590 | 0.673 | 0.0364 | 0.150 × 10 ⁻³ | 1.502 × 10 ⁻⁵ | 0.983 | 1.07 | 1.210 × 10 ⁻³ |
| 190 | 1,254.4 | 876.4 | 6.388 | 1979 | 4460 | 2710 | 0.669 | 0.0382 | 0.142 × 10 ⁻³ | 1.537 × 10 ⁻⁵ | 0.947 | 1.09 | 1.280 × 10 ⁻³ |
| 200 | 1,553.8 | 864.3 | 7.852 | 1941 | 4500 | 2840 | 0.663 | 0.0401 | 0.134 × 10 ⁻³ | 1.571 × 10 ⁻⁵ | 0.910 | 1.11 | 1.350 × 10 ⁻³ |
| 220 | 2,318 | 840.3 | 11.60 | 1859 | 4610 | 3110 | 0.650 | 0.0442 | 0.122 × 10 ⁻³ | 1.641 × 10 ⁻⁵ | 0.865 | 1.15 | 1.520 × 10 ⁻³ |
| 240 | 3,344 | 813.7 | 16.73 | 1767 | 4760 | 3520 | 0.632 | 0.0487 | 0.111 × 10 ⁻³ | 1.712 × 10 ⁻⁵ | 0.836 | 1.24 | 1.720 × 10 ⁻³ |
| 260 | 4,688 | 783.7 | 23.69 | 1663 | 4970 | 4070 | 0.609 | 0.0540 | 0.102 × 10 ⁻³ | 1.788 × 10 ⁻⁵ | 0.832 | 1.35 | 2.000 × 10 ⁻³ |
| 280 | 6,412 | 750.8 | 33.15 | 1544 | 5280 | 4835 | 0.581 | 0.0605 | 0.094 × 10 ⁻³ | 1.870 × 10 ⁻⁵ | 0.854 | 1.49 | 2.380 × 10 ⁻³ |
| 300 | 8,581 | 713.8 | 46.15 | 1405 | 5750 | 5980 | 0.548 | 0.0695 | 0.086 × 10 ⁻³ | 1.965 × 10 ⁻⁵ | 0.902 | 1.69 | 2.950 × 10 ⁻³ |
| 320 | 11,274 | 667.1 | 64.57 | 1239 | 6540 | 7900 | 0.509 | 0.0836 | 0.078 × 10 ⁻³ | 2.084 × 10 ⁻⁵ | 1.00 | 1.97 | — |
| 340 | 14,586 | 610.5 | 92.62 | 1028 | 8240 | 11,870 | 0.469 | 0.110 | 0.070 × 10 ⁻³ | 2.255 × 10 ⁻⁵ | 1.23 | 2.43 | — |
| 360 | 18,651 | 528.3 | 144.0 | 720 | 14,690 | 25,800 | 0.427 | 0.178 | 0.060 × 10 ⁻³ | 2.571 × 10 ⁻⁵ | 2.06 | 3.73 | — |
| 374.14 | 22,090 | 317.0 | 317.0 | 0 | — | — | — | — | 0.043 × 10 ⁻³ | 4.313 × 10 ⁻⁵ | — | — | — |

Note 1: Kinematic viscosity ν and thermal diffusivity α can be calculated from their definitions, $\nu = \mu/\rho$ and $\alpha = k/\rho c_p = \nu/Pr$. The temperatures 0.01°C, 100°C, and 374.14°C are the triple-, boiling-, and critical-point temperatures of water, respectively. The properties listed above (except the vapor density) can be used at any pressure with negligible error except at temperatures near the critical-point value.

Note 2: The unit kJ/kg · °C for specific heat is equivalent to kJ/kg · K, and the unit W/m · °C for thermal conductivity is equivalent to W/m · K.

Source: Viscosity and thermal conductivity data are from J. V. Sengers and J. T. R. Watson, *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 15 (1986), pp. 1291–1322. Other data are obtained from various sources or calculated.

(Sumber: *Thermodynamics and Heat Transfer*, Yunus A, Cengel)

Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Tabel sifat solid material

TABLE A-24

Properties of solid metals (Continued)

| Composition | Melting Point, K | Properties at 300 K | | | | Properties at Various Temperatures (K), k(W/m · K)/c _p (J/kg · K) | | | | | |
|---|------------------|------------------------|----------------------------|--------------|--|---|------|------|------|------|------|
| | | ρ kg/m ³ | c _p J/kg · K | k W/m · K | α × 10 ⁶ m ² /s | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Carbon–manganese–silicon (1% < Mn < 1.65% 0.1% < Si < 0.6%) | | 8131 | 434 | 41.0 | 11.6 | | | 42.2 | 39.7 | 35.0 | 27.6 |
| | | | | | | | | 487 | 559 | 685 | 1090 |
| Chromium (low) steels: ½ Cr–¼ Mo–Si (0.18% C, 0.65% Cr, 0.23% Mo, 0.6% Si) | | 7822 | 444 | 37.7 | 10.9 | | | 38.2 | 36.7 | 33.3 | 26.9 |
| | | | | | | | | 492 | 575 | 688 | 969 |
| 1 Cr–½ Mo (0.16% C, 1% Cr, 0.54% Mo, 0.39% Si) | | 7858 | 442 | 42.3 | 12.2 | | | 42.0 | 39.1 | 34.5 | 27.4 |
| | | | | | | | | 492 | 575 | 688 | 969 |
| 1 Cr–V (0.2% C, 1.02% Cr, 0.15% V) | | 7836 | 443 | 48.9 | 14.1 | | | 46.8 | 42.1 | 36.3 | 28.2 |
| | | | | | | | | 492 | 575 | 688 | 969 |
| Stainless steels: AISI 302 | | 8055 | 480 | 15.1 | 3.91 | | | 17.3 | 20.0 | 22.8 | 25.4 |
| | | | | | | | | 512 | 559 | 585 | 606 |
| AISI 304 | 1670 | 7900 | 477 | 14.9 | 3.95 | 9.2 | 12.6 | 16.6 | 19.8 | 22.6 | 25.4 |
| | | | | | | 272 | 402 | 515 | 557 | 582 | 611 |
| AISI 316 | | 8238 | 468 | 13.4 | 3.48 | | | 15.2 | 18.3 | 21.3 | 24.2 |
| | | | | | | | | 504 | 550 | 576 | 602 |
| AISI 347 | | 7978 | 480 | 14.2 | 3.71 | | | 15.8 | 18.9 | 21.9 | 24.7 |
| | | | | | | | | 513 | 559 | 585 | 606 |
| Lead | 601 | 11,340 | 129 | 35.3 | 24.1 | 39.7 | 36.7 | 34.0 | 31.4 | | |
| Magnesium | 923 | 1740 | 1024 | 156 | 87.6 | 118 | 125 | 132 | 142 | | |
| | | | | | | 169 | 159 | 153 | 149 | 146 | |
| Molybdenum | 2894 | 10,240 | 251 | 138 | 53.7 | 649 | 934 | 1074 | 1170 | 1267 | |
| | | | | | | 179 | 143 | 134 | 126 | 118 | 112 |
| Nickel: Pure | 1728 | 8900 | 444 | 90.7 | 23.0 | 141 | 224 | 261 | 275 | 285 | 295 |
| | | | | | | 164 | 107 | 80.2 | 65.6 | 67.6 | 71.8 |
| Nichrome (80% Ni, 20% Cr) | 1672 | 8400 | 420 | 12 | 3.4 | 232 | 383 | 485 | 592 | 530 | 562 |
| | | | | | | 14 | 16 | 21 | | | |
| Inconel X-750 (73% Ni, 15% Cr, 6.7% Fe) | 1665 | 8510 | 439 | 11.7 | 3.1 | 8.7 | 10.3 | 13.5 | 17.0 | 20.5 | 24.0 |
| | | | | | | — | 372 | 473 | 510 | 546 | 626 |
| Niobium | 2741 | 8570 | 265 | 53.7 | 23.6 | 55.2 | 52.6 | 55.2 | 58.2 | 61.3 | 64.4 |
| | | | | | | 188 | 249 | 274 | 283 | 292 | 301 |
| Palladium | 1827 | 12,020 | 244 | 71.8 | 24.5 | 76.5 | 71.6 | 73.6 | 79.7 | 86.9 | 94.2 |
| | | | | | | 168 | 227 | 251 | 261 | 271 | 281 |
| Platinum: Pure | 2045 | 21,450 | 133 | 71.6 | 25.1 | 77.5 | 72.6 | 71.8 | 73.2 | 75.6 | 78.7 |
| | | | | | | 100 | 125 | 136 | 141 | 146 | 152 |
| Alloy 60Pt–40Rh (60% Pt, 40% Rh) | 1800 | 16,630 | 162 | 47 | 17.4 | | | 52 | 59 | 65 | 69 |
| Rhenium | 3453 | 21,100 | 136 | 47.9 | 16.7 | 58.9 | 51.0 | 46.1 | 44.2 | 44.1 | 44.6 |
| | | | | | | 97 | 127 | 139 | 145 | 151 | 156 |
| Rhodium | 2236 | 12,450 | 243 | 150 | 49.6 | 186 | 154 | 146 | 136 | 127 | 121 |
| | | | | | | 147 | 220 | 253 | 274 | 293 | 311 |

(Continued)

(Sumber: *Thermodynamics and Heat Transfer*, Yunus A, Cengel)

Lampiran 5. Tabel kataloge sifat *ceramic fiber*

| Product | Brand/ Type | Classification Temperature | Bulk Density | Thermal Conductivity | | Shrinkage After 24h at | | Standart Size Thk x Width x Length | |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|---|------------------------|--|-------------------------------|
| | | (°C) | Kg/m ³ | 400°C | 800°C | °C | % | | |
| CERAMIC FIBER BLANKET  | CR 1260 | 1260 | 64 | 0.13 | 0.30 | 1100 | 2.2 | 13 x 610 x 7200 13 x 610 x 14400 25 x 610 x 7200 50 x 610 x 3600 | |
| | | | 96 | 0.12 | 0.25 | 1100 | 2.2 | | |
| | | | 128 | 0.07 | 0.16 | 1100 | 2.2 | | |
| | | | 160 | 0.06 | 0.14 | 1100 | 2.2 | | |
| | CR 1400 | 1400 | 96 | 0.12 | 0.26 | 1300 | 2.2 | | |
| | | | 128 | 0.07 | 0.2 | 1300 | 2.2 | | |
| | | | 160 | 0.06 | 0.19 | 1300 | 2.2 | | |
| | CR 1430 | 1430 | 96 | 0.12 | 0.25 | 1300 | 2.2 | | |
| | | | 128 | 0.07 | 0.16 | 1350 | 2.2 | | |
| | | | 160 | 0.06 | 0.14 | 1350 | 2.2 | | |
| CERAMIC FIBER BOARD  | CB 1260 | 1260 | 250~300 | 0.08 | 0.15 | 1260 | 3 | 10 x 500 x 1000 25 x 500 x 1000 50 x 500 x 1000 | |
| | CB 1400 | 1400 | 200~300 | 0.09 | 0.16 | 1300 | 3.7 | | |
| | CB 1430 | 1430 | 200~300 | 0.09 | 0.16 | 1430 | 3.7 | | |
| CERAMIC FIBER PAPER  | CP 1260 | 1260 | 210 | 0.09 | 0.2 | 1260 | 3.5 | 1 x 1220 x 30000 2 x 1220 x 30000 3 x 1000 x 20000 4 x 1000 x 15000 5 x 1000 x 15000 5 x 1220 x 10000 | |
| | CP 1400 | 1400 | 210 | 0.09 | 0.2 | 1400 | 3.3 | | |
| | CP 1600 | 1600 | 210 | - | 0.2 | 1500 | 3.5 | | |
| CERAMIC FIBER BULK  | CBK 1260 | 1260 | 40-190 (app.dens) | 0.09 | 0.17 | - | - | | In bags/box in sacchi/scatole |
| | CBK 1430 | 1400 | 40-190 (app.dens) | 0.09 | 0.17 | - | - | | |
| | CBK 1600 | 1600 | 40-190 (app.dens) | 0.09 | 0.17 | - | - | | |
| CERAMIC FIBER MODULES  | CM 1260 | 1260 | 160 | 0.11 | 0.31 | 1260 | 3 | 300x300x100 --?300 other size on request | |
| | | | 190 | 0.1 | 0.31 | 1260 | < 1 | | |
| | CM 1400 | 1400 | 160 | 0.11 | 0.25 | 1300 | < 1,5 | 300x300x100 --?300 other size on request | |
| | | | 190 | 0.1 | 0.2 | 1300 | < 1 | | |
| | CM 1430 | 1430 | 160 | 0.11 | 0.25 | 1350 | < 1,5 | 300x300x100 --?300 other size on request | |
| | | | 190 | 0.1 | 0.2 | 1350 | < 1 | | |
| | CM 1600 | 1600 | 130 | 0.1 | 0.2 | 1500 | 1 | 300x300x100 --?300 other size on request | |
| | CERAMIC FIBER TEXTILE  | Cloth | 650 | Ceramic fiber reinforced by SS wire | | | | Thick : 2 ~ 6 mm | |
| 1050 | | | Ceramic fiber reinforced by SS wire | | | | Width : 1000 ~ 1500 mm | | |
| Rope Twist | | 1050 | Ceramic fiber reinforced by SS wire | | | | Dia : 5 ~ 40 mm | | |
| Rope Square | | 1050 | Ceramic fiber reinforced by SS wire | | | | 5 x 5 ~ 50 x 50 mm | | |
| Tape | 1050 | Ceramic fiber reinforced by SS wire | | | | Thick : 2 ~ 6 mm Width : 10 ~ 150 mm | | | |

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6. Foto *temperature* oven bagian atas luar



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7. Foto temperature oven bagian belakang luar



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8. Uji coba tabung pitot



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta