

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| NASKAH SOAL TUGAS AKHIR | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| DAFTAR NOTASI | xvi |
| INTISARI | xviii |
| <i>ABSTRACT</i> | xx |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| | |
| BAB III LANDASAN TEORI | 13 |
| 3.1 <i>Thermal Energy Storage</i> | 13 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2 | <i>Latent Heat Thermal Energy Storage</i> | 14 |
| 3.3 | <i>Phase Change Material</i> | 14 |
| 3.3.1 | <i>Paraffin</i> | 15 |
| 3.3.2 | <i>Zeolit</i> | 15 |
| 3.3.3 | <i>Requirements PCM</i> | 16 |
| 3.3.4 | <i>Karakterisasi PCM</i> | 16 |
| 3.3.5 | <i>Kriteria Termodinamik</i> | 17 |
| 3.4 | <i>Alat Penukar Kalor</i> | 17 |
| 3.5 | <i>Alat Penukar Kalor Shell and Tube</i> | 20 |
| 3.6 | <i>Perhitungan pada Alat Penukar Kalor Shell and Tube</i> | 23 |
| 3.6.1 | <i>Laju Perpindahan Kalor</i> | 23 |
| 3.6.2 | <i>Jumlah Kalor Masuk</i> | 24 |
| 3.6.3 | <i>Jumlah Kalor yang Disimpan oleh PCM</i> | 24 |
| 3.6.4 | <i>Log Mean Temperature Difference (LMTD)</i> | 25 |
| 3.6.5 | <i>Penentuan Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh</i> | 26 |
| 3.6.6 | <i>Luas Permukaan Perpindahan Kalor</i> | 26 |
| 3.6.7 | <i>Perhitungan Jumlah Tube yang Dibutuhkan</i> | 27 |
| 3.6.8 | <i>Diameter Ekuivalen Shell</i> | 28 |
| 3.6.9 | <i>Efisiensi pada Proses Charging</i> | 29 |
| 3.6.10 | <i>Kecepatan Alir dalam Shell</i> | 30 |
| 3.6.11 | <i>Laju Flux Massa dalam Shell</i> | 30 |
| 3.6.12 | <i>Bilangan Reynolds</i> | 31 |
| 3.6.13 | <i>Bilangan Prandtl</i> | 32 |
| 3.6.14 | <i>Bilangan Nusselt</i> | 32 |
| 3.6.15 | <i>Koefisien Konveksi di Shell</i> | 32 |
| 3.6.16 | <i>Pressure Drop</i> | 33 |
| 3.7 | <i>Konduksi</i> | 33 |
| 3.8 | <i>Konveksi Alami</i> | 34 |

BAB IV METODE PENELITIAN 35

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| 4.1 | <i>Diagram Alir Penelitian</i> | 35 |
|-----|--------------------------------|----|

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.2 | Alat Penelitian | 36 |
| 4.2.1 | <i>Hardware</i> | 36 |
| 4.2.2 | <i>Software</i> | 36 |
| 4.2.3 | <i>Autodesk Inventor Professional</i> | 37 |
| 4.3 | Objek Penelitian | 38 |
| 4.4 | Variabel Penelitian | 39 |
| 4.4.1 | Variabel Dependen | 39 |
| 4.4.2 | Variabel Independen | 39 |
| 4.5 | Alur Prosedur Perhitungan <i>Heat Exchanger</i> | 39 |
| BAB V | HASIL DAN PEMBAHASAN | 41 |
| 5.1 | Perhitungan Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i> untuk <i>Latent Heat Storage System</i> | 41 |
| 5.1.1 | Laju Perpindahan Kalor | 41 |
| 5.1.2 | Perhitungan Jumlah Kalor Masuk Selama Proses <i>Charging</i> | 42 |
| 5.1.3 | Perhitungan Massa <i>Phase Change Material</i> yang Dibutuhkan | 42 |
| 5.1.4 | Perhitungan LMTD | 42 |
| 5.1.5 | Perhitungan Luas Perpindahan Kalor | 43 |
| 5.1.6 | Penentuan <i>Layout</i> Susunan <i>Tube</i> , Diameter Luar <i>Tube</i> , Jarak <i>Pitch</i> antar <i>Tube</i> , dan Panjang <i>Tube</i> | 43 |
| 5.1.7 | Perhitungan Jumlah <i>Tube</i> | 43 |
| 5.1.8 | Koreksi Nilai A dan U | 43 |
| 5.1.9 | Perhitungan Diameter Ekuivalen <i>Shell</i> | 44 |
| 5.1.10 | Perhitungan Kalor yang Diserap oleh PCM | 44 |
| 5.1.11 | Perhitungan Efisiensi dari <i>Latent Heat Storage</i> | 45 |
| 5.1.12 | Perhitungan Laju Aliran di dalam <i>Shell</i> | 45 |
| 5.1.13 | Perhitungan Bilangan Reynolds <i>Shell</i> | 46 |
| 5.1.14 | Perhitungan Bilangan Prandtl | 46 |
| 5.1.15 | Bilangan Nusselt <i>Shell</i> | 46 |

| | |
|---|--------|
| 5.1.16 Perhitungan Koefisien Konveksi di <i>Shell</i> | 46 |
| 5.1.17 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> di <i>Shell</i> | 47 |
| 5.2 Variasi Laju Aliran | 47 |
| 5.3 Variasi Temperatur Inlet | 52 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 56 |
| 6.1 Kesimpulan | 56 |
| 6.2 Saran | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA | 58 |
| LAMPIRAN | 62 |