UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN STUDI EKSPERIMENTAL TANGKI PENYIMPAN ENERGI TERMAL STRATIFIKASI DENGAN VARIASI DIAMETER KEPALA TANGKI DAN DEBIT ALIRAN
Raden Muhammad Zaky Rayyadi, Ir. Joko Waluyo, MT., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

SKRIPSI i
UNDERGRADUATED THESIS ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
LEMBAR PENGESAHAN iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xx
INTISARI xxii
ABSTRACT xxiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Pengaruh Geometri Tangki terhadap Stratifikasi Termal 7
2.2 Pengaruh Debit Aliran terhadap Stratifikasi Termal 10
2.3 Pengaruh Desain Inlet dan Distribusi Aliran 14
2.4 Parameter Evaluasi Unjuk Kerja Tangki PET Stratifikasi 16
BAB III LANDASAN TEORI 19
3.1 *Thermal Energy Storage* (TES) 19
3.2 Tangki Penyimpanan Energi Termal (PET) Stratifikasi 20
3.3 Distribusi Temperatur Tangki PET 22
3.4 Perancangan Tangki PET 24
3.4.1 Geometri dan Kapasitas Tangki 24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN STUDI EKSPERIMENTAL TANGKI PENYIMPAN ENERGI TERMAL STRATIFIKASI DENGAN VARIASI DIAMETER KEPALA TANGKI DAN DEBIT ALIRAN
Raden Muhammad Zaky Rayyadi, Ir. Joko Waluyo, MT., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.2 Massa Air dan Massa Tangki 25
3.4.3 Tekanan Hidrostatis 26
3.4.4 Tegangan Lingkar (*Hoop Stress*) 26
3.4.5 Tegangan Longitudinal 27
3.4.6 Tegangan Ijin Material 27
3.4.7 Ketebalan Minimum Dinding Tangki 28
3.5 Perancangan Sistem Perpipaan Tangki PET 29
3.5.1 Kecepatan Aliran di Dalam Pipa 29
3.5.2 Bilangan Reynolds 29
3.5.3 Koefisien Gesek (*Friction Factor*) 30
3.5.4 *Pressure drop Mayor* 31
3.5.5 Pressure Drop Minor 32
3.5.6 Pressure Drop Elevasi 32
3.5.7 Pressure Drop Total 33
3.5.8 *Head Loss* Sistem 33
3.5.9 Nusselt Number 34
3.5.10 Resistansi Termal 35
3.5.11 *Heat Loss* pada Pipa 37
3.6 Analisis Distribusi Temperatur 38
3.6.1 *Four Parameter Sigmoid* (FPS) 41
3.6.2 *Sigmoid Dose Response* (SDR) 42
3.6.3 Perbandingan Fungsi FPS dan Fungsi SDR 42
3.7 Parameter Evaluasi Unjuk Kerja Tangki PET 44
3.7.1 Ketebalan Termoklin (WTC) 44
3.7.2 Energi Tersimpan Kumulatif ($Qcum$) 48
3.7.3 Half-cycle Figure of Merit (FOM½) 49
3.8 Regresi *Non-Linear* 52
3.9 Kalibrasi dan Pengukuran 54
BAB IV METODE PENELITIAN 56
4.1 Lokasi Penelitian 56
4.2 Diagram Alir Penelitian 56
4.3 Variabel Penelitian 57
4.3.1 Variabel Bebas 57
4.3.2 Variabel Terikat 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN STUDI EKSPERIMENTAL TANGKI PENYIMPAN ENERGI TERMAL STRATIFIKASI DENGAN VARIASI DIAMETER KEPALA TANGKI DAN DEBIT ALIRAN
Raden Muhammad Zaky Rayyadi, Ir. Joko Waluyo, MT., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.3 Variabel Kontrol 58
4.4 Prosedur Perancangan 59
4.5 Prosedur Eksperimen 59
4.6 Instrumen & Alat Penelitian 61
4.6.1 Tanki PET 61
4.6.2 *Diffuser* 62
4.6.3 Pompa 62
4.6.4 Pemanas Air Elektrik 63
4.6.5 Alat Kontrol Temperatur Elektronik (*Thermostat*) 64
4.6.6 *Ball Valve* 64
4.6.7 *Gate Valve* 65
4.6.8 *Flowmeter* 65
4.6.9 *Dimmer* 66
4.6.10 *Thermocouple* 66
4.6.11 *Data Logger* 67
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 68
5.1 Perancangan Tangki 68
5.1.1 Data Perancangan Tangki PET 68
5.1.2 Perhitungan Volume Air pada Tangki 69
5.1.3 Massa Air 70
5.1.4 Tekanan Hidrostatis 70
5.1.5 Perhitungan Tebal Minimum Akrilik 71
5.1.6 Tegangan Lingkar (*Hoop Stress*) 72
5.1.7 Tegangan Longitudinal 72
5.1.8 Data Hasil Perancangan Tangki 73
5.2 Perancangan Sistem Perpipaan 74
5.2.1 Data Perancangan Sistem Perpipaan 74
5.2.2 Kecepatan Aliran Dalam Pipa 77
5.2.3 *Reynolds Number* 77
5.2.4 *Pressure Drop Mayor* 78
5.2.5 *Pressure Drop Minor* 79
5.2.6 *Pressure Drop* Elevasi 80
5.2.7 *Pressure Drop* Total 81
5.2.8 *Head Loss* Sistem 82

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN DAN STUDI EKSPERIMENTAL TANGKI PENYIMPAN ENERGI TERMAL STRATIFIKASI DENGAN VARIASI DIAMETER KEPALA TANGKI DAN DEBIT ALIRAN
Raden Muhammad Zaky Rayyadi, Ir. Joko Waluyo, MT., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.9 Koefisien Perpindahan Panas 82
5.2.10 Resistansi Termal 85
5.2.11 *Heat Loss* Sistem 87
5.2.12 Data Hasil Perancangan Sistem Perpipaan 89
5.3 Kalibrasi Pengukuran *Thermocouple* 91
5.4 Debit Pengisian Air Panas 94
5.5 Karakterisasi Profil Distribusi Temperatur Menggunakan Fungsi FPS 95
5.5.1 Karakterisasi Profil Distribusi Temperatur Kepala Tangki 12 cm 95
5.5.2 Karakterisasi Profil Distribusi Temperatur Kepala Tangki 16 cm 100
5.5.3 Karakterisasi Profil Distribusi Temperatur Kepala Tangki 20 cm 104
5.6 Perbandingan Fungsi SDR dan Fungsi FPS 109
5.6.1 Perbandingan Fungsi SDR dan FPS pada Kepala tangki 12 cm 109
5.6.2 Perbandingan Fungsi SDR dan FPS pada Kepala tangki 16 cm 112
5.6.3 Perbandingan Fungsi SDR dan FPS pada Kepala tangki 20 cm 114
5.7 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi Temperatur 117
5.7.1 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi pada Kepala tangki 12 cm 117
5.7.2 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi pada Kepala tangki 16 cm 118
5.7.3 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi pada Kepala tangki 20 cm 120
5.8 Perbandingan Ketebalan Thermocline dengan FPS dan Metode Visualisasi 121
5.8.1 Perbandingan Ketebalan Thermocline dengan FPS dan Metode Visualisasi pada Kepala Tangki 12 cm 121
5.8.2 Perbandingan Ketebalan *Thermocline* dengan FPS dan Metode Visualisasi pada Kepala Tangki 16 cm 124
5.8.3 Perbandingan Ketebalan *Thermocline* dengan FPS dan Metode Visualisasi pada Kepala Tangki 20 cm 126
5.9 Perbandingan Unjuk Kerja Tangki PET Berdasarkan Variasi Kepala Tangki 128
5.10 Perbandingan Unjuk Kerja Tangki PET Berdasarkan Variasi Debit Aliran 133
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 139
6.1 Kesimpulan 139
6.2 Saran 140
DAFTAR PUSTAKA 141
LAMPIRAN 143