STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TERMAL SISTEM SINGLE-PHASE IMMERSION COOLING UNTUK DATA CENTER DENGAN
VARIASI WORKLOAD KOMPONEN DAN LAJU ALIRAN FLUIDA
Daffa Raihan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL BAHASA INDONESIA**

**HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS**

**HALAMAN PENGESAHAN** **i**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI** **ii**

**PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI** **iii**

**NASKAH SOAL TUGAS AKHIR** **iv**

**LEMBAR PERSEMBAHAN** **v**

**KATA PENGANTAR** **vi**

**DAFTAR ISI** **viii**

**DAFTAR GAMBAR** **xii**

**DAFTAR TABEL** **xvi**

**DAFTAR LAMPIRAN** **xvii**

**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN** **xviii**

**INTISARI** **xx**

**ABSTRACT** **xxi**

**BAB I PENDAHULUAN** **1**

1.1. Pendahuluan 1

1.2. Rumusan Masalah 4

1.3. Tujuan Penelitian 4

1.4. Asumsi dan Batasan Masalah 5

1.5. Manfaat Penelitian 5

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** **7**

2.1. *Data Center Cooling System* (DCS) 7

2.2. *Active Design Cooling* Systems 9

STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TERMAL SISTEM SINGLE-PHASE IMMERSION COOLING UNTUK DATA CENTER DENGAN
VARIASI WORKLOAD KOMPONEN DAN LAJU ALIRAN FLUIDA
Daffa Raihan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.1. *Air Cooling* 9

2.2.2. *Free Cooling* 10

2.2.3. *Two-phase Cooling* 10

2.2.4. *Liquid Cooling* 11

2.3. *Immersion Cooling* 13

2.4. Perkembangan Studi *Immersion Cooling* 14

2.4.1. Studi Eksperimen *Immersion Cooling* Menggunakan PC sebagai *Data Center* 14

2.4.2. Studi Eksperimen *Immersion Cooling* Menggunakan *Demo Data Center* 17

2.4.3. Studi Eksperimen *Immersion Cooling* Menggunakan *Rack Server* sebagai *Data Center* 25

2.4.4. Studi Eksperimen *Immersion Cooling* Menggunakan *Data Center* di DTMI Universitas Gadjah Mada 31

2.5. Rangkuman Penelitian *Data Center Immersion Cooling* 33

**BAB III LANDASAN TEORI** **44**

3.1. *Data Center* 44

3.1.1. Kalor yang Dihasilkan *Data Center* 44

3.1.2. *Power Usage Effectiveness* (PUE) 44

3.2. Fluida Kerja 45

3.3. Metode Perpindahan Kalor 46

3.3.1. Perpindahan Kalor Konveksi 46

3.3.2. Perpindahan Kalor Konveksi Paksa 47

3.3.3. Perpindahan Kalor Konveksi Paksa Internal 47

3.3.4. Perpindahan Kalor Konveksi Paksa Eksternal 48

3.4. Parameter Perpindahan Kalor 48

UNIVERSITAS GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TERMAL SISTEM SINGLE-PHASE IMMERSION COOLING UNTUK DATA CENTER DENGAN
VARIASI WORKLOAD KOMPONEN DAN LAJU ALIRAN FLUIDA
Daffa Raihan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.1. Kecepatan dan Temperatur Rata-Rata Fluida 48
3.4.2. Kondisi Aliran 49
3.4.3. *Surface Heat Flux* 50
3.4.4. *Pressure Drop* 51
3.5. Bilangan Tak Berdimensi 52
3.5.1. Bilangan *Reynolds* 52
3.5.2. Bilangan *Prandtl* 52
3.5.3. Bilangan *Nusselt* 53
3.6. Analisis Perpindahan Kalor 53
3.6.1. *Thermal Resistance* 53
3.6.2. *Heat Loss* 53
3.6.3. *Cooling Performance Index* (CPI) 54
**BAB IV METODE PENELITIAN 55**
4.1. Lokasi Penelitian 55
4.2. Diagram Alir Penelitian 55
4.3. Fasilitas Penelitian 57
4.3.1. Skema Fasilitas Penelitian 57
4.3.2. Peralatan Penelitian 59
4.3.3. Perangkat Lunak Penelitian 66
4.4. Bahan Penelitian 69
4.4.1. Lenovo Thinksystem SR250 V2 69
4.4.2. *Graphic Processing Unit* 70
4.4.3. Fluida Kerja 71
4.5. Prosedur Penelitian 71
4.5.1. Variabel dan Matriks Penelitian 71

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TERMAL SISTEM SINGLE-PHASE IMMERSION COOLING UNTUK DATA CENTER DENGAN
VARIASI WORKLOAD KOMPONEN DAN LAJU ALIRAN FLUIDA
Daffa Raihan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.5.2. Kalibrasi Instrumen Penelitian 73
4.5.3. Pengujian Kebocoran Peralatan Penelitian 73
4.5.4. Pengambilan Data 74
4.5.5. Pengolahan dan Analisis Data 75
**BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 77**
5.1. *Immersion Cooling* 77
5.1.1. Karakteristik Peningkatan Temperatur CPU dan GPU 77
5.1.2. Pengaruh Laju Aliran Fluida 82
5.1.3. Perhitungan *Heat Transfer Coefficient* 84
5.1.4. Perhitungan Bilangan Tak Berdimensi 88
5.1.5. Perhitungan *Thermal Resistance* 91
5.1.6. Perhitungan *Absorbed Heat* dan *Heat Loss* 94
5.1.7. Perhitungan *Pressure Drop* 96
5.1.8. Perhitungan *Power Usage Effectiveness* (PUE) 97
5.1.9. Perhitungan *Cooling Performance Index* (CPI) 100
5.2. Perbandingan *Fan Cooling* dan *Immersion Cooling* 102
5.2.1. Temperatur CPU dan GPU 103
5.2.2. *Heat Transfer Coefficient* 105
5.2.3. *Thermal Resistance* 106
5.2.4. *Power Usage Effectiveness* 109
**BAB VI PENUTUP 111**
6.1. Kesimpulan 111
6.2. Saran 112
**DAFTAR PUSTAKA 113**
**LAMPIRAN 117**