Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR TABEL xxiv
DAFTAR LAMPIRAN xxvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xxvii
INTISARI xxxi
ABSTRACT xxxii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah 5
1.4. Tujuan Penelitian 6
1.5. Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1. Karakteristik Aliran Udara dan Evaluasi Kenyamanan Termal dengan Studi Simulasi Numerik pada Kabin Kereta Cepat 8

UNIVERSITAS GADJAH MADA
**Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)**
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2. Studi Simulasi Numerik Pengaruh *Ceiling* terhadap Distribusi Aliran Udara pada Kabin Kereta 12

2.3. Pengaruh Konfigurasi *Outlet* Udara terhadap Distribusi Aliran dan Kenyamanan Termal Kabin 19

2.4. Pengaruh Resirkulasi Udara terhadap Kenyamanan Termal dan Kualitas Udara Kabin 22

2.5. Pengaruh *Air Barrier* terhadap Distribusi Temperatur dan Kecepatan Udara dalam Kabin Kereta Cepat 25

2.6. Posisi dan Kontribusi Penelitian Lain dalam Ranah Penelitian Sebidang 28

BAB III DASAR TEORI **31**

3.1. *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) 31

3.1.1. Definisi Sistem HVAC 31

3.1.2. Prinsip Kerja Sistem HVAC 31

3.1.3. Jenis Sistem HVAC 32

3.2. Kenyamanan Termal 33

3.2.1. Standar ASHRAE *Handbook* 2019 34

3.2.2. SNI-03-6572 Tahun 2001 36

3.2.3. Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 7 Tahun 2022 36

3.3. *Ducting* 37

3.4. Boussinesq *Equation* 39

3.5. Analisis Termodinamika 40

3.5.1. Hukum Termodinamika I 40

3.5.2. Hukum Termodinamika II 41

3.6. Klasifikasi Aliran Fluida 42

3.6.1. Aliran *Steady* dan *Unsteady* 42

Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.6.2. Aliran Laminar dan Turbulen 42

3.6.3. Aliran Natural dan *Forced* 43

3.7. *Relative Humidity* 44

3.8. Perpindahan Massa Uap Air 45

3.9. *Mass Flowrate* 45

3.10. *Non Slip Condition* 46

3.11. Bilangan Reynolds 47

3.12. Perpindahan Kalor 47

3.12.1. Konduksi 48

3.12.2. Konveksi 48

3.12.3. Radiasi 49

3.13. Bilangan Prandlt 49

3.14. Bilangan Grashof 49

3.15. Bilangan Rayleigh 50

3.16. Bilangan Nusselt 50

3.17. Transmintasi Termal 52

3.18. *Governing Equation* 53

3.18.1. Persamaan Konservasi Massa 54

3.18.2. Persamaan Konservasi Momentum 54

3.18.3. Persamaan Konservasi Energi 55

3.19. *Computational Fluid Dynamics* (CFD) 56

3.19.1. Pembuatan Domain Geometri 56

3.19.2. *Meshing* 57

3.19.3. Pengaturan Model Turbulensi 61

3.19.4. *Solver Formulation* 63

Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.19.5. *Solution Control* 64

3.20. *Mesh Independence Test* 65

3.21. Konvergensi 66

3.22. Parameter Evaluasi 67

3.22.1. Indeks Kenyamanan Termal 67

3.22.2. Indeks Keseragaman 67

BAB IV METODE PENELITIAN **69**

4.1. Bahan Penelitian 69

4.2. Alat Penelitian 73

4.3. Variabel Penelitian 80

4.3.1. Variabel Bebas 80

4.3.2. Variabel Terikat 80

4.3.3. Variabel Kontrol 81

4.4. Variasi Penelitian 81

4.5. Diagram Alir Skema Penelitian 86

4.6. Diagram Alir Prosedur Simulasi 87

4.7. Prosedur Penelitian 88

4.7.1. Studi Literatur dan Perhitungan Data 88

4.7.2. Pembuatan Model Geometri Menggunakan Perangkat Lunak CAD 103

4.7.3. Pendefinisian Domain Geometri 105

4.7.4. Pembuatan *Meshing* 106

4.7.5. Pengaturan *Set-up* 110

4.7.6. *Post-Processing* 120

4.7.7. Analisis Data 121

Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN **124**

5.1. Tinjauan Keakuratan Hasil Simulasi 124

5.1.1. Pengujian *Mesh Independence* 124

5.1.2. Konvergensi Hasil Simulasi 130

5.1.3. Kesetimbangan Massa dan Energi 132

5.2. Simulasi *Cross-Sectional Area Inlet Return Duct* 134

5.2.1. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan *Relative Humidity* Tiap Seksi *Plane* Zona Masinis 144

5.2.2. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan *Relative Humidity* Tiap Seksi *Plane* Zona *Sleeper* 150

5.2.3. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona Eksekutif 157

5.3. Simulasi *Elbow* Transisi *Return Duct* 165

5.3.1. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Tiap Seksi *Plane* Zona Masinis 174

5.3.2. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona *Sleeper* 178

5.3.3. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona Eksekutif 184

5.4. Simulasi *Cross-Sectional Area Main Return Duct* 191

5.4.1. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona Masinis 201

5.4.2. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona *Sleeper* 205

5.4.3. Peninjauan Temperatur, Kecepatan, dan Kelembapan Relatif Tiap Seksi *Plane* Zona Eksekutif 212

Simulasi Numerik Pengaruh Variasi Luas Penampang Inlet, Saluran Utama, dan Tipe Elbow Return Duct
Terhadap Kenyamanan Termal di dalam Kabin Kereta Cepat Merah Putih (KCMP)
Muhammad Falih Addaffa, Ir. Fauzun, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.5. Pembahasan Lanjut dan Pemilihan Konfigurasi Terbaik Keseluruhan 219

5.5.1. Bentuk Keunggulan Variasi 5 terhadap Ketiga Konfigurasi Terpilih Lainnya 220

5.5.2. Mekanisme Aliran di Balik Keunggulan Variasi 5 221

5.5.3. Lokasi Ketidaksesuaian dan Variabel yang Mengendalikannya 223

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN **226**

6.1. Kesimpulan 226

6.2. Saran 228

DAFTAR PUSTAKA **230**

LAMPIRAN **235**