SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** i
**HALAMAN PENGESAHAN** ii
**HALAMAN PERNYATAAN** iii
**NASKAH SOAL TUGAS AKHIR** iv
**HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN** v
**HALAMAN PERSEMBAHAN** vi
**INTISARI** vii
**KATA PENGANTAR** viii
**DAFTAR ISI** x
**DAFTAR GAMBAR** xii
**DAFTAR TABEL** xiv
**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN** xv

**BAB I PENDAHULUAN**
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Asumsi dan Batasan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Sistematika Penulisan 4
1.5. Manfaat Penelitian 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**
2.1. Tinjauan Pustaka 5
2.2. Dasar Teori 9
2.2.1. Gaya *Sentrifugal* 10
2.2.2. *Scrubber* pada PT Indonesia Power UBP Kamojang 12
2.2.3. *Steam properties* 14
2.2.4. *Solid properties* 15
2.2.5. Komputasi Numerik 19

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**
3.1. Alat dan Bahan 25
3.1.1. Alat 25
3.1.2. Bahan 25
3.2. Langkah Penelitian 27
3.2.1. *Flowchart* 27
3.2.2. *Parameter* yang digunakan 27
3.2.3. Jalannya *Simulasi* pada kecepatan v1 28
3.2.3. Jalannya *Simulasi* pada kecepatan v2 38
3.2.3. Jalannya *Simulasi* pada kecepatan v3 39
3.2.3. Jalannya *Simulasi* pada kecepatan v4 39

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
4.1. Hasil Perhitungan 41
4.1.1. Steam parameter 41

SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1.2. Solid parameter 42
4.2. Simulasi menggunakan Fluent 45
4.3. Hasil Simulasi menggunakan Fluent 47
4.3.1. Kontur *Dinamic Pressure* 47
4.3.2. Kontur *Static Pressure* 49
4.3.3. Kontur *Axial Velocity* 51
4.3.4. Kontur *Tangential Velocity* 54
4.3.5. Vektor Kecepatan 57
4.3.6. *Particle Track* 60
4.3.7. *Efisiensi* scrubber berdasarkan simulasi 64

**BAB V PENUTUP**
5.1. Kesimpulan 67
5.2. Saran 68

**DAFTAR PUSTAKA** 69

SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. *Scrubber* model *perry's* 5
Gambar 2. Kontur tekanan statik dan dinamik 6
Gambar 3. Grafik tekanan vs kecepatan 7
Gambar 3. Kontur kecepatan tangensial dan aksial 7
Gambar 4. Grafik kecepatan tangensial vs posisi 8
Gambar 5. Gambar aliran partikel berdasar ukuran diameter 8
Gambar 6. Grafik efisiensi vs kecepatan inlet 9
Gambar 7. Skema aliran steam pada PLTP 12
Gambar 8. Desain *scrubber* 14
Gambar 9. Gambar gaya yang terjadi pada partikel 16
Gambar 10. Grafik perbandingan diameter vs efisiensi *single particle* 18
Gambar 11. Gambar *scrubber* PLTP Indonesia Power UBP Kamojang Unit 2 dan3 25
Gambar 13. Gambar tabung *scrubber* *29*
Gambar 14. Gambar sudu pemisah aliran 30
Gambar 15. Gambar *scrubber* lengkap 30
Gambar 15. Gambar *scrubber* dalam gambit 31
Gambar 17. Bentuk *meshing face* *32*
Gambar 18. Bentuk *meshing volume* *33*
Gambar 19. Grafik Ns vs kecepatan *inlet* *43*
Gambar 20. Grafik $d_{pi}/D_{p,th}$ vs efisiensi partikel 44
Gambar 21. Kontur *dinamic pressure* di koordinat Y pada v1 47
Gambar 22. Kontur *dinamic pressure* di koordinat Y pada v2 47
Gambar 23. Kontur *dinamic pressure* di koordinat Y pada v3 48
Gambar 24. Kontur *dinamic pressure* di koordinat Y pada v4 48
Gambar 25. Kontur *Static Pressure* di koordinat Y pada v4 49
Gambar 26. Kontur *Static Pressure* di koordinat Y pada v4 49
Gambar 27. Kontur *Static Pressure* di koordinat Y pada v4 50
Gambar 28. Kontur *Static Pressure* di koordinat Y pada v4 50
Gambar 29. Kontur *Axial Velocity* koordinat Y pada v4 51
Gambar 30. Kontur *Axial Velocity* koordinat Y pada v4 52
Gambar 31. Kontur *Axial Velocity* koordinat Y pada v4 52
Gambar 32. Kontur *Axial Velocity* koordinat Y pada v4 53
Gambar 33. Kontur *Tangential Velocity* koordinat Y pada v1 54
Gambar 34. Kontur *Tangential Velocity* koordinat Y pada v2 54
Gambar 35. Kontur *Tangential Velocity* koordinat Y pada v3 55
Gambar 36. Kontur *Tangential Velocity* koordinat Y pada v4 55
Gambar 37. Grafik kecepatan tangensial vs jarak 57
Gambar 38. Vektor kecepatan pada gas *outlet* dengan fase gas 58
Gambar 39. Vektor kecepatan pada *solid outlet* dengan fase gas 58
Gambar 40. Vektor kecepatan pada koordinat z atas 59
Gambar 41. Vektor kecepatan pada koordinat z tengah 59

SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 42. Vektor kecepatan pada koordinat z bawah 60
Gambar 43. Lintasan partikel berdasarkan waktu pada v1 61
Gambar 44. Lintasan partikel berdasarkan waktu pada v2 61
Gambar 45. Lintasan partikel berdasarkan waktu pada v3 62
Gambar 46. Lintasan partikel berdasarkan waktu pada v4 62
Gambar 47. Lintasan partikel berdasarkan massa 63
Gambar 48. Grafik efisiensi vs kecepatan inlet hasil simulasi 66

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG**
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
**Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Dimensi *scrubber* dengan D=0,2m 6
Tabel 2. Dimensi dari *scrubber* unit 2 PLTP kamojang sebagai berikut 13
Tabel 3. Parameter inlet 42
Tabel 4. Efisiensi partikel hasil perhitungan 44
Tabel 5. Efisiensi partikel data Kamojang 45

SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

# DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | | |
|---|---|---|
| A | = | luas penampang ($m^2$) |
| D | = | diameter partikel (m) |
| $a_c$ | = | percepatan gaya *sentrifugal* ($m/s^2$) |
| r | = | jarak radial dari pusat rotasi (m) |
| ω | = | kecepatan sudut (rad/s) |
| $F_c$ | = | gaya *sentrifugal* (N) |
| M | = | massa (kg) |
| v | = | kecepatan *tangensial* (m/s) |
| r | = | jari-jari (m) |
| N | = | kecepatan rotasi (rpm) |
| Fg | = | gaya gravitasi (N) |
| g | = | percepatan gravitasi ($m/s^2$) |
| $D_{inlet}$ | = | diameter *inlet* (m) |
| $D_c$ | = | diameter *cyclone* (m) |
| $D_i$ | = | diameter gas *outlet* |
| $D_s$ | = | diameter *solid outlet* |
| L | = | panjang (m) |
| $H_{cyl}$ | = | tinggi *cyclone* (m) |
| $H_{tot}$ | = | tinggi total (m) |
| $TDS_{rh}$ | = | *Total disolved solid* pada *inlet* |
| $TDS_s$ | = | *Total disolved solid* pada *gas outlet* |
| T | = | Suhu ($^oC$) |
| P | = | Tekanan (Pa) |
| Q | = | Debit ($m^3/s$) |
| $\rho_s$ | = | massa jenis *solid* ($kg/m^3$) |
| $\rho_f$ | = | massa jenis gas ($kg/m^3$) |
| G | = | gaya berat *solid* (N) |
| $F_A$ | = | gaya *archimedes* (N) |

SIMULASI NUMERIK PEMISAHAN SOLID YANG TERDISPERSI DALAM GAS DI DALAM CYCLONE SCRUBBER DENGAN CFD
FLUENT STUDI KASUS PT. INDONESIA POWER UBP KAMOJANG
Agus Sulaiman Rasyd, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

| | | |
|---|---|---|
| $F_D$ | = | gaya gesek *fluida* terhadap *solid* (N) |
| $\mu$ | = | viskositas fluida (kg/ms) |
| $C_D$ | = | koefisien drag |
| Re | = | *Reynold Number* |
| Dp,th | = | diameter partikel terkecil yang dapat jatuh ke *dust collector* (m) |
| Be | = | lebar *inlet* (m) |
| Ns | = | jumlah putaran gas dalam *cyclone* |
| $\overline{\tau}$ | = | tensor tegangan |
| $I$ | = | tensor satuan |
| $\rho\vec{g}$ | = | gaya berat gravitasi (N) |
| $\vec{F}$ | = | gaya eksternal (N) |