UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Unit Pengolahan Air Limpasan Tambang Silika-Batu Bara dan Simulasi Profil Kecepatan
Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics**
Keisha Amania Gayatri Wijayanto, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
INTISARI xi
ABSTRACT xii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Landasan Teori 4
2.1.1 Air limpasan tambang 4
2.1.2 Kolam pengendapan 5
2.1.3 *Computational Fluid Dynamics* (CFD) 9
2.2 Kriteria Desain 13
2.2.1 Waktu tinggal hidraulik atau *Hydraulic Retention Time* (HRT) 13
2.2.2 Kecepatan aliran (v_0) 14
2.2.3 Bilangan Reynolds (Re) 15
2.2.4 Gradien kecepatan (G) 15
2.2.5 Bilangan Camp (G.t) 16
2.2.6 Kecepatan gerus atau *scouring velocity* (v_{sc}) 17
2.2.7 Beban permukaan atau *surface loading* (v_{s0}) 18
2.2.8 Kecepatan pengendapan atau *settling velocity* (v_s) 18
2.2.9 Efisiensi penangkapan sedimen atau kinerja kolam (R) 19
2.3 Peraturan dan Spesifikasi Teknis 21
BAB 3 METODE DESAIN 22
3.1 Lokasi Perancangan 22
3.2 Prosedur Perancangan 22
3.3 Data Perancangan 26
3.4 Metode Analisis 27
3.4.1 Analisis pemenuhan target desain 27
3.4.2 Analisis hidraulika 28
3.4.3 Analisis biaya 29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Analisis Kebutuhan Zona Pengolahan Air Limpasan Tambang 30
4.2 Perhitungan Dimensi Unit Pengolahan 31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Unit Pengolahan Air Limpasan Tambang Silika-Batu Bara dan Simulasi Profil Kecepatan
Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics**
Keisha Amania Gayatri Wijayanto, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2.1 Perhitungan dimensi tiap zona 31
4.2.2 Perhitungan SP_D1 (zona ekualisasi dan prasedimentasi) 33
4.2.3 Perhitungan SP_D2 (zona ekualisasi dan prasedimentasi) 35
4.2.4 Perhitungan zona pengadukan cepat 38
4.2.5 Perhitungan SP_D3 hingga SP_D6 (zona koagulasi-flokulasi) 39
4.2.6 Perhitungan SP_D7 hingga SP_D9 (zona sedimentasi) 44
4.2.7 Evaluasi target desain 46
4.3 Desain Denah Unit Pengolahan 49
4.4 Perhitungan Variasi Debit Teoritis 50
4.4.1 Zona ekualisasi dan prasedimentasi (SP_D1 dan SP_D2) 51
4.4.2 Zona koagulasi-flokulasi (SP_D3 s.d. SP_D6) 52
4.4.3 Zona sedimentasi (SP_D7 s.d. SP_D9) 55
4.4.4 Penentuan rentang debit optimal 56
4.5 Simulasi CFD 57
4.5.1 Prosedur simulasi CFD 57
4.5.2 Hasil simulasi CFD 60
4.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) 66
4.6.1 Perhitungan volume perkejaan SP_D 66
4.6.2 Penentuan Harga Satuan Dasar (HSD) 67
4.6.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 69
4.6.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) SP_D 71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 73
5.1 Kesimpulan 73
5.2 Saran 73
DAFTAR PUSTAKA 75
LAMPIRAN 1
LAMPIRAN 2

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Unit Pengolahan Air Limpasan Tambang Silika-Batu Bara dan Simulasi Profil Kecepatan
Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics**
Keisha Amania Gayatri Wijayanto, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan jenis koagulan dalam pengolahan air limbah (Crittenden dkk., 2012; Gebbie, 2005; Septianto dkk., 2024). 7
Tabel 2.2 Perbandingan pengadukan mekanis dan hidraulis pada zona flokulasi (Schulz dan Okun, 1984; Metcalf & Eddy, 2014; McConnachie, 2000). 8
Tabel 2.3 Kriteria desain unit pengolahan. 13
Tabel 3.1 Data sekunder perancangan. 27
Tabel 3.2 Parameter kunci analisis hidraulika. 28
Tabel 4.1 Pembagian fungsi setiap zona pada unit pengolahan. 31
Tabel 4.2 Parameter acuan penentu dimensi awal. 32
Tabel 4.3 Rekapitulasi dimensi aktual unit pengolahan. 33
Tabel 4.4 Perhitungan pemenuhan parameter kunci SP_D1. 36
Tabel 4.5 Perhitungan pemenuhan parameter kunci SP_D2. 37
Tabel 4.6 Perhitungan pemenuhan parameter kunci SP_D3 hingga SP_D6. 42
Tabel 4.7 Perhitungan pemenuhan parameter kunci SP_7 hingga SP_D9. 45
Tabel 4.8 Rekapitulasi dimensi aktual unit pengolahan per kompartemen. 46
Tabel 4.9 Perhitungan efisiensi penangkapan sedimen setiap kompartemen. 47
Tabel 4.10 Neraca massa TSS pada setiap kompartemen pengolahan. 49
Tabel 4.11 Rentang pemenuhan kriteria tiap parameter. 56
Tabel 4.12 Kriteria konvergensi (ANSYS Inc., 2025). 60
Tabel 4.13 Rekapitulasi volume pekerjaan SP_D. 67
Tabel 4.14 Harga satuan dasar tenaga kerja. 68
Tabel 4.15 Harga satuan dasar material. 68
Tabel 4.16 Harga satuan dasar peralatan. 69
Tabel 4.17 Analisis harga satuan pekerjaan 1 m’ pemasangan bouwplank. 69
Tabel 4.18 Analisis harga satuan pekerjaan 1 m^3 galian tanah. 70
Tabel 4.19 Analisis harga satuan pekerjaan 1 m^3 pembuangan tanah. 70
Tabel 4.20 Analisis harga satuan pekerjaan 1 m’ pemancangan tiang dolken Ø 8-10 cm. 71
Tabel 4.21 Analisis harga satuan pekerjaan 1 m^3 pasangan batu belah dengan mortar. 71
Tabel 4.22 Rekapitulasi RAB SP_D 72

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Perancangan Unit Pengolahan Air Limpasan Tambang Silika-Batu Bara dan Simulasi Profil Kecepatan
Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics**
Keisha Amania Gayatri Wijayanto, Ir. Johan Syafri Mahathir Ahmad, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe sel 2D dan 3D (ANSYS Inc., 2025). 11
Gambar 2.2 Tipe *meshing*, (a) *structured mesh*, (b) *unstructured mesh*, (c) *hybrid mesh* (Luo dkk., 2026; Altair Engineering Inc., 2021; Banerjee dan Mazumdar, 2024)..... 11
Gambar 3.1 Peta lokasi unit pengolahan air limpasan tambang silika-batu bara. 22
Gambar 3.2 Diagram alir metode perancangan. 23
Gambar 4.1 Skema proses unit pengolahan. 34
Gambar 4.2 Tampak atas zona pengadukan cepat. 38
Gambar 4.3 Potongan A-A zona pengadukan cepat. 38
Gambar 4.4 Denah unit pengolahan air limpasan tambang silika-batu bara. 50
Gambar 4.5 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap HRT pada SP_D1.....51
Gambar 4.6 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap HRT pada SP_D2.....51
Gambar 4.7 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap v0 pada SP_D3 s.d. SP_D6. 52
Gambar 4.8 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap HRT pada SP_D3 s.d. SP_D6. 52
Gambar 4.9 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap v0:vsc pada SP_D3 s.d. SP_D6. 53
Gambar 4.10 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap G pada SP_D3 s.d. SP_D6. 53
Gambar 4.11 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap G.t pada SP_D3 s.d. SP_D6. 54
Gambar 4.12 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap HRT pada SP_D7 s.d. SP_D9. 55
Gambar 4.13 Grafik hubungan faktor perubahan debit terhadap vs0 pada SP_D7 s.d. SP_D9. 55
Gambar 4.14 Grafik hubungan faktor pembebanan debit terhadap vs:vs0 pada SP_D7 s.d. SP_D9 56
Gambar 4.15 Geometri tiga dimensi unit pengolahan. 57
Gambar 4.16 Geometri dua dimensi unit pengolahan. 58
Gambar 4.17 *Meshing* unit pengolahan pada ANSYS Meshing. 58
Gambar 4.18 *Meshing* setup unit pengolahan. 59
Gambar 4.19 Grafik residual simulasi CFD. 61
Gambar 4.20 Profil kecepatan unit pengolahan pada debit desain. 61
Gambar 4.21 Profil kecepatan SP_D1. 62
Gambar 4.22 Profil kecepatan SP_D2. 62
Gambar 4.23 Profil kecepatan zona pengadukan cepat. 63
Gambar 4.24 Profil kecepatan SP_D3 s.d. SP_D6. 64
Gambar 4.25 Profil kecepatan SP_D7 dan SP_D8. 65
Gambar 4.26 Profil kecepatan SP_D9. 65
Gambar 4.27 Profil kecepatan saluran penguhubung SP_D8 dan SP_D9. 66