

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
KECEPATAN JATUH PARTIKEL PADA AIR DIAM



POPI PAULINA
03011181419041

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
KECEPATAN JATUH PARTIKEL PADA AIR DIAM



POPI PAULINA
03011181419041

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
KECEPATAN JATUH PARTIKEL PADA AIR DIAM

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



POPI PAULINA
03011181419041

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP
KECEPATAN JATUH PARTIKEL PADA AIR DIAM**

SKRIPSI

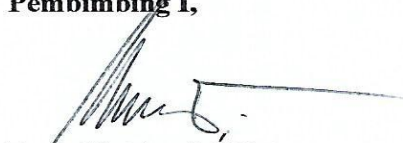
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

POPI PAULINA

03011181419041

Pembimbing I,



Ir. Arifin Daud, M.T.
NIP. 195502121979031001

Indralaya, Mei 2019

Pembimbing II,



Citra Indriyati, S.T., M.T.
NIP. 198101142009032004

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Ir. Helmi Haki, M. T.
NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Jatuh Partikel Pada Air Diam” yang disusun oleh Popi Paulina, NIM 03011181419041 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 23 Mei 2019.

Palembang, Mei 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. Arifin Daud, M.T.
NIP.195502121979031001

()

2. Citra Indriyati, S.T., M.T.
NIP.198101142009032004

()

Anggota:

3. Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

()

4. Dr. Edi Kadarsa, S.T., M.T.
NIP.197311032008121003

()

5. Ratna Dewi, S.T., M.T.
NIP. 197406152000032001

()

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan,




Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP.196107031991021001

Universitas Sriwijaya

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Popi Paulina

NIM : 03011181419041

Judul : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Jatuh Partikel Pada Air Diam

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, Mei 2019



Popi Paulina

NIM. 03011181419041

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur disampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penyusunan skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Jatuh Partikel Pada Air Diam” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini dapat berjalan lancar karena dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Helmi Haki, M. T., dan Bapak M. Baitullah Al Amin, S. T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Arifin Daud, M. T. dan Ibu Citra Indriyati, S. T., M. T., selaku dosen pembimbing yang dengan senang hati memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat.
3. Ibu Sakura Yulia Iryani, S. T., M. Eng selaku dosen pembimbing akademik.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu dalam melakukan perbaikan terhadap penyusunan skripsi ini. Penulis Berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis dan pembaca.

Indralaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya	4
2.2. Transportasi Sedimen	5
2.2.1. Karakteristik Air.....	6
2.2.2. Karakteristik Partikel Uji	9
2.3. Teori Perhitungan Kecepatan Jatuh (Hukum Stokes).....	11
Halaman	
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Umum	16
3.2. Tahapan Penelitian.....	17
3.2.1. Studi Literatur	17

3.2.2. Pembuatan Model Fisik	17
3.2.3. Pengumpulan Alat dan Material	18
3.2.4. Pengujian Partikel Uji.....	26
3.2.4.1. Pengukuran Partikel Uji	26
3.2.4.2. Pengujian Kecepatan Jatuh Partikel Uji	28

BAB 4. JADWAL PENELITIAN

4.1. Data Penelitian.....	34
4.1.1. Data Karakteristik Partikel Uji.....	34
4.1.2. Data Karakteristik Air	35
4.2. Analisis Kecepatan Rata-rata Partikel Uji	35
4.3. Analisis Kecepatan Jatuh Partikel Uji	50
4.3.1. Menentukan Bilangan Reynolds	50
4.3.2. Menentukan <i>Drag Coefficient</i> (C_D)	57
4.3.3. Menghitung Kecepatan Jatuh Hukum Stokes	70
4.4. Pembahasan	78

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	80

DAFTAR PUSTAKA	81
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Gaya-gaya yang bekerja pada partikel dalam air	11
2.2. Grafik hubungan C_D terhadap bilangan Reynolds.....	15
3.1. Diagram alir penelitian.....	16
3.2. Wadah kaca	17
3.3. Kran Pembuangan	18
3.4. Meja	18
3.5. Pemasangan meteran kain	19
3.6. Model fisik	19
3.7. Partikel uji	20
3.8. Es	20
3.9. Termometer zat cair	21
3.10. <i>Stopwatch digital</i>	22
3.11. Jangka sorong	22
3.12. Timbangan ohaus digital	23
3.13. Saringan Agregat	23
3.14. Gelas ukur	24
3.15. Alat penangkap partikel uji	24
3.16. Penggaris	25
3.17. Spidol	25
3.18. Formulir data penelitian	26
3.19. Pengukuran diameter partikel uji	26
3.20. Pengukuran massa partikel uji	27
3.21. Penyaringan partikel pasir	27
3.22. Pengukuran volume batu	28
3.23. Pengisian air	29
3.24. Pemecahan es	30
3.25. Memasukkan es batu ke dalam wadah kaca	30
3.26. Meletakkan termometer pada wadah kaca	31
3.27. Menjatuhkan partikel uji	31

Gambar	Halaman
3.28. Pengukuran waktu dengan <i>stopwatch</i>	32
3.29. Pengukuran tinggi partikel uji	32
3.30. Pengambilan partikel uji menggunakan saringan	33
4.1. Grafik hubungan nilai \bar{v} terhadap temperatur air	49
4.2. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 1	58
4.3. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 2	59
4.4. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 3	60
4.5. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 4	61
4.6. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 5	62
4.7. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 6	63
4.8. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada batu 7	64
4.9. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada kelereng 1	65
4.10. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada kelereng 2	66
4.11. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada kelereng 3	67
4.12. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada kelereng 4	68
4.13. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada pasir saringan no.8	69
4.14. Grafik hubungan nilai Re dan C_D pada pasir saringan no.16	70
4.15. Grafik hubungan nilai v_s terhadap temperatur air	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Karakteristik temperatur	9
2.2. Ukuran saringan standar ASTM	10
4.1. Data karakteristik partikel	34
4.2. Data karakteristik air	35
4.3. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 1	36
4.4. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 2	37
4.5. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 3	38
4.6. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 4	39
4.7. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 5	40
4.8. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 6	41
4.9. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian batu 7	42
4.10. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian kelereng 1	43
4.11. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian kelereng 2	44
4.12. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian kelereng 3	45
4.13. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian kelereng 4	46
4.14. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian pasir saringan no.8	47
4.15. Data hasil kecepatan rata-rata pengujian pasir saringan no.16	48
4.16. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 1	51
4.17. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 2	51
4.18. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 3	52
4.19. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 4	52
4.20. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 5	53
4.21. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 6	53
4.22. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada batu 7	54
4.23. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada kelereng 1	54
4.24. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada kelereng 2	55
4.25. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada kelereng 3	55
4.26. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada kelereng 4	56
4.27. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada pasir saringan no.8	56

Tabel	Halaman
4.28. Rekapitulasi perhitungan bilangan Reynolds pada pasir saringan no.16...	57
4.29. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 1	58
4.30. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 2	59
4.31. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 3	60
4.32. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 4	61
4.33. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 5	62
4.34. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 6	63
4.35. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D batu 7	64
4.36. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D kelereng 1	65
4.37. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D kelereng 2	66
4.38. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D kelereng 3	67
4.39. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D kelereng 4	68
4.40. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D pasir saringan no.8	69
4.41. Rekapitulasi perhitungan nilai C_D pasir saringan no.16	70
4.42. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 1	72
4.43. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 2	72
4.44. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 3	73
4.45. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 4	73
4.46. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 5	74
4.47. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 6	74
4.48. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh batu 7	75
4.49. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh kelereng 1	75
4.50. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh kelereng 2	76
4.51. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh kelereng 3	76
4.52. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh kelereng 4	77
4.53. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh pasir saringan no.8	77
4.54. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan jatuh pasir saringan no.16	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Data Penelitian

Lampiran 2 Grafik Hubungan Nilai C_D dan Re

Lampiran 3 Dokumentasi

Lampiran 4 Berita Acara Sidang Skripsi

Lampiran 5 Kartu Asistensi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kecepatan jatuh atau sering dikenal dengan kecepatan terminal merupakan kecepatan konstan yang dicapai oleh suatu partikel yang dijatuhkan secara bebas melalui fluida baik gas maupun cair. Kecepatan terminal dicapai ketika gerak jatuh suatu partikel tidak lagi mengalami percepatan maupun perlambatan. Pada fluida cair kecepatan jatuh partikel dipengaruhi oleh beberapa gaya di antaranya gaya hambat yang diakibatkan adanya gaya gesek antara permukaan zat padat dengan zat cair (Hukum Stokes), gaya berat, dan gaya tekan ke atas. Di bidang teknik sipil, pengukuran kecepatan jatuh partikel sering digunakan untuk memperoleh kecepatan pengendapan partikel dalam perhitungan transportasi sedimen. Proses transportasi sedimen biasa terjadi pada sungai, waduk maupun danau. Sedimentasi dapat menyebabkan pendangkalan, di mana pendangkalan ini dapat menurunkan kualitas perairan dan meningkatkan risiko banjir (Zulfahmi, 2016).

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai kecepatan jatuh partikel bola dan non bola yaitu dengan cara eksperimental. Metode secara eksperimental dilakukan dengan mengamati kecepatan jatuh partikel dalam air diam. Kecepatan jatuh partikel dalam air dipengaruhi oleh karakteristik partikel seperti ukuran, bentuk dan massa jenis partikel (Nakayama dan Boucher, 1995). Penelitian-penelitian yang telah dilakukan memiliki asumsi bahwa bentuk partikel sedimen adalah bulat, kenyataannya bentuk partikel sedimen sangat beragam dan tidak selalu bulat. Hal tersebut menghasilkan kecepatan endapan yang berbeda-beda. Selain itu, karakteristik air seperti massa jenis, viskositas dan temperatur juga mempengaruhi kecepatan jatuh partikel. Peningkatan temperatur fluida mengakibatkan penurunan nilai viskositas pada fluida tersebut. Hal ini menyebabkan berkurangnya kohesi antar molekul fluida sehingga gerak jatuh partikel menjadi lebih cepat (Olson. R, 1993).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan pengujian model fisik dengan variasi temperatur air untuk memperoleh kecepatan jatuh partikel. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur air terhadap

kecepatan jatuh partikel dan menghitung nilai kecepatan jatuh menggunakan persamaan Stokes dengan memperhatikan parameter-parameter seperti temperatur fluida, bentuk partikel dan ukuran partikel. Kecepatan jatuh partikel yang diperoleh dari hasil pengujian model fisik selanjutnya dibandingkan dengan kecepatan jatuh yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan Hukum Stokes.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, didapat beberapa rumusan masalah yang di bahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana pengaruh temperatur air terhadap kecepatan jatuh partikel?
2. Bagaimana perbandingan kecepatan jatuh partikel dengan variasi bentuk dan ukuran?

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh temperatur air terhadap kecepatan jatuh partikel.
2. Menganalisis perbandingan kecepatan jatuh partikel dengan variasi bentuk dan ukuran.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dalam penulisan proposal tugas akhir ini dibatasi pada analisa kecepatan jatuh partikel pada air diam dengan parameter yang digunakan sebagai berikut:

1. Model fisik memiliki dimensi 0,3 m x 0,3 m x 1,2 m dengan ketebalan 10 mm yang terbuat dari kaca.
2. Fluida berupa air dalam kondisi diam (kedalaman 1,1 m)
3. Pengujian dengan temperatur yang bervariasi (6°C, 8°C, 10°C, 13°C, 16°C, 18°C, 21°C, 24°C, 26°C, 29°C)
4. Partikel yang digunakan adalah agregat halus (pasir) lolos saringan ASTM nomor 8 dan 16, agregat kasar dengan diameter 0-2 cm, serta kelereng dengan diameter 1,5-2,54 cm.

5. Pengukuran kecepatan jatuh partikel uji dimulai ketika partikel telah pada kondisi konstan.
6. Partikel dijatuhkan pada bagian tengah wadah kaca dan dijatuhkan satu persatu
7. Kecepatan jatuh partikel tidak dipengaruhi kecepatan arus dan gesekan dinding kaca.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penyusunan proposal tugas akhir ini disajikan dalam empat bab yang tersusun dalam sistematika sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian mengenai teori maupun persamaan yang digunakan pada penelitian ini baik dari *text book*, *website*, maupun jurnal.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan penelitian, metode pengukuran dan metode analisis data.

BAB 4 JADWAL PENELITIAN

Bab ini berisi tentang waktu pelaksanaan penelitian dan jadwal kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi tentang kumpulan literatur yang digunakan dalam penulisan proposal tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Armanini, A. 2018. *Principles of River Hydraulics*, Springer International Publishing A.G, Italia.
- Brown, P. P., dan Lawyer, D.F. 2003. *Sphere Drag and Settling Velocity Revisited*. *Journal of Environmental Engineering*. Vol 129, No. 3.
- Cheng, N.S. 1997. *A Simplified Settling Velocity Formula for Sediment Particle*. *Journal of Hydraulic Engineering*. Vol 123, No, 2.
- Gogus, M., Ipekci, O.N. dan Kokpinar, M.A. 2001. *Effect of Particle Shape on Fall Velocity of Angular Particles*. *Journal of Hydraulic Engineering*. Vol. 127, No. 10.
- Hantoro, B.B. dan Suharno. 2014. *Menyelidiki Hubungan Kecepatan Terminal dan Viskositas Zat Cair dengan Video Analisis Tracker*. Jurnal Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan.
- Jones, G.F. 2002. *Determination of Viscosity from Terminal Velocity of a Falling Sphere*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Villanova.
- Metcalf dan Eddy, 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, Tata Mc. Graw-Hill, New York.
- Nakayama, Y. Dan Boucher, R.F. 2000. *Introduction Fluids Mechanic*, Butterworth Heinemann, Jepang.
- Olson, R. 1993. *Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik, Edisi Kelima*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Reynolds, Ton D. Dan Richards, Paul A. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd Edition*, PWS Publishing Company, Boston.s

Yang, C.T. 1996. *Sediment Transport Theory Ana Practice*. The Mc Graw-Hill Company, Singapura.

Triadmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika I*. Beta Offset, Yogyakarta.