TEORI ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA

Ir. Hendrik Pristianto, ST., MT., IPM

Tentang Penulis

Hendrik Pristianto. Lahir di Madiun pada tanggal 8 Desember 1978, anak dari Bapak Sujoto dan Ibu Purwandiyah. Menempuh pendidikan SD sampai SMA di Kota Madiun Propinsi Jawa Timur dan lulus SMA pada tahun 1996. Lulus Program Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2001.

Lulus Program Magister Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2010. Lulus Program Profesi Insinyur pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar tahun 2019. Saat ini sedang menempuh pendidikan S3 pada Program Doktor Teknik Sumber Daya Air Universitas Brawijaya Malang.

Pengalaman kerja di dunia pendidikan yaitu sebagai dosen tetap yayasan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong sejak tahun 2003 sampai sekarang, dengan mengajar mata kuliah Hidrolika, Teknik Irigasi, Drainase Perkotaan, Teknik Sungai, Teknik Pantai, dan Perencanaan Bangunan Air

eureka media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
KEMENTERIAN HUKUM & HAK ASASI MANUSIA R.I.
EC00202311339

ISBN 978-623-487-680-2
9 786234 876802

TEORI ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA

Ir. Hendrik Pristianto, ST., MT., IPM

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

TEORI ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA

Penulis : Ir. Hendrik Pristianto, ST., MT., IPM

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Siwi Rimayani Oktora

ISBN : 978-623-487-680-2

No. HKI : EC00202311339

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, FEBRUARI 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:
Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Isi dari tulisan ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian pertama adalah kompilasi teori Aliran Sedimen dalam. Sedangkan bagian kedua adalah merupakan tahapan menganalisa aliran sedimen dalam pipa. Keinginan belajar menulis ini khususnya terkait tema ini adalah karena minimnya literatur khususnya yang berbahasa Indonesia yang menjelaskan tentang Teori Aliran Sedimen dalam Pipa. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan buku ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca. Disadari, bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna maka oleh karenanya diharapkan masukkan dari berbagai pihak untuk lebih menyempurnakan tulisan ini. Terima kasih

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....iii
DAFTAR ISI..... iv
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR..... vi
BAB 1 TEORI ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA 1
A. Prinsip Dasar Transpor Sedimen.....1
B. Teori Transpor Sedimen Dalam Pipa 2
BAB 2 TAHAPAN MENGANALISA ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA 25
A. Sifat Sedimen.....25
B. Konsep Pengukuran Kecepatan Aliran dalam Pipa.....26
C. Pendekatan untuk Asumsi Aliran Sedimen dalam Pipa.....27
D. Contoh Analisa Berdasarkan model yang digunakan dan ilustrasi konsentrasi sedimen dalam pipa 32
E. Rangkuman 58
DAFTAR PUSTAKA.....61
TENTANG PENULIS.....63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Gradasi Butiran Sampel Pasir 25
Tabel 2.2. Sifat dan Karakteristik Sedimen..... 26
Tabel 2.3. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Fluidisasi (Model A)..... 39
Tabel 2.4. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Fluidisasi (Model B) 41
Tabel 2.5. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Fluidisasi (Model C) 43
Tabel 2.6. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Flushing (Model A) 45
Tabel 2.7. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Flushing (Model B) 46
Tabel 2.8. Deskripsi Pengaruh Ketinggian Sedimen Dalam Pipa (h_s) Terhadap Kebutuhan Tinggi Tekan Untuk Pengurasan Pipa Flushing (Model C)..... 47
Tabel 2.9. Perbandingan Nilai Gradien Tekanan Pada Pipa Horisontal (i_H) untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 58
Tabel 2.10. Perbandingan Nilai Gradien Tekanan Pada Pipa Vertikal (i_V) untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 58
Tabel 2.11. Rumusan Nilai Kebutuhan Tinggi Tekan Pada Pipa untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 59
Tabel 2.12. Perbandingan Nilai Koefisien Kecepatan Horisontal (C_{vH}) untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6..... 59
Tabel 2.13. Perbandingan durasi/waktu penggelontoran sedimen untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Cara Transpor Sedimen (Priyantoro, 1998) 2
Gambar 1.2. *Regime* Aliran Sedimen Dalam Pipa , a. Homogen, b. Heterogen, c. *Saltation* (Kuhail, 2001).....5
Gambar 1.3. Skema konsentrasi sedimen dan distribusi kecepatan dalam pipa untuk berbagai *regime* aliran (Herbich, 2000) 6
Gambar 1.4. *Regime* Aliran dan Distribusi Sedimen Dalam Pipa (Herbich, 2000) 6
Gambar 1.5. *Regime* Aliran Sedimen Dalam Pipa (Liu, 2003) 7
Gambar 1.6. Variasi gradien tekanan terhadap rerata kecepatan aliran pada konsentrasi sedimen yang berbeda (Liu, 2003) 9
Gambar 1.7. *Friction factor f*, sebagai fungsi angka Reynold untuk slurry (Nayyar, 2000).....12
Gambar 1.8. Batasan *deposit velocity* untuk ukuran partikel seragam (Liu, 2003).....15
Gambar 1.9. Batasan *deposit velocity* untuk ukuran partikel tidak seragam (Liu, 2003) 16
Gambar 1.10. Nilai Z pada kecepatan pengendapan (Nayyar, 2000) 18
Gambar 1.11. Nilai m pada kecepatan pengendapan (Nayyar, 2000) 18
Gambar 1.12. Nilai C_D pada kecepatan pengendapan (Nayyar, 2000) 19
Gambar 1.13. Sketsa definisi aliran vertikal (Graf, 1996) 22
Gambar 1.14. Pengaruh partikel licin dalam pipa vertical (Graf, 1996) 23
Gambar 2.1. Konsep pengukuran kecepatan dalam pipa dengan menggunakan tabung statis pitot 26
Gambar 2.2. Tahapan fluidisasi menurut Weisman–Lennon (Thaha, 2006) 28
Gambar 2.3. Skema penyebab tersumbatnya lubang perforasi (Thaha,2006) 29
Gambar 2.4. Ilustrasi pembacaan data 31

Gambar 2.5. Ilustrasi simulasi sedimen dalam pipa 32
Gambar 2.6. Hasil Klasifikasi Regim Aliran Sedimen Dalam Pipa (Model A) sesuai dengan persamaan (1) dan (2) 33
Gambar 2.7. Hasil Klasifikasi Regim Aliran Sedimen Dalam Pipa (Model B) sesuai dengan persamaan (1) dan (2) 34
Gambar 2.8. Hasil Klasifikasi Regim Aliran Sedimen Dalam Pipa (Model C) sesuai dengan persamaan (1) dan (2) 34
Gambar 2.9. Hubungan C_{vH} terhadap i_H pada Model A untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 38
Gambar 2.10. Hubungan C_{vH} terhadap i_H pada Model B untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 41
Gambar 2.11. Hubungan C_{vH} terhadap i_H pada Model C untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 43
Gambar 2.12. Hubungan C_{vV} terhadap i_V pada Model A untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 45
Gambar 2.13. Hubungan C_{vV} terhadap i_V pada Model B untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 46
Gambar 2.14. Hubungan C_{vV} terhadap i_V pada Model C untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 47
Gambar 2.15. Hubungan C_{vV} terhadap waktu pengurasan pada Model A untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 50
Gambar 2.16. Hubungan C_{vV} terhadap waktu pengurasan pada Model B untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 51
Gambar 2.17. Hubungan C_{vV} terhadap waktu pengurasan pada Model C untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6 53
Gambar 2.18. Ilustrasi sistem pengurasan untuk pembersihan pipa fluidisasi 54
Gambar 2.19. Hubungan C_{vV} terhadap Tinggi Angkat Sedimen (H) pada Model A, dibandingkan dengan tinggi pipa vertikal untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 55
Gambar 2.20. Hubungan C_{vV} terhadap Tinggi Angkat Sedimen (H) pada Model B, dibandingkan dengan tinggi pipa vertikal untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 56

Gambar 2.21. Hubungan CvV terhadap Tinggi Angkat Sedimen (H) pada Model C, dibandingkan dengan tinggi pipa vertikal untuk D_f/a = 0,06 dan H_p/L =0,6. 56
Gambar 2.22. Ilustrasi profil aliran pada pipa setelah melewati belokan.....57

BAB 1 TEORI ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA

A. Prinsip Dasar Transpor Sedimen

Transport sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen granuler (non kohesif) oleh air yang sedang mengalir, dan gerak umum sedimen adalah searah aliran air. Banyaknya sedimen yang ditranspor dapat ditentukan dari perpindahan tempat neto sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Dengan pengetahuan ini kita dapat mengetahui apakah pada keadaan tertentu akan terjadi keadaan seimbang (***equilibrium***), erosi (***erosion***) ataukah pengendapan (***deposition***), dan juga kita dapat mengetahui kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses ini (Mardjikoen, 1988). Faktor-faktor yang menentukan transpor sedimen adalah sebagai berikut :

1. Sifat-sifat aliran air (***flow characteristics***)
2. Sifat-sifat sedimen (***sediment characteristics***)
3. Pengaruh timbal balik antara sifat aliran air dan sedimen (***interaction***)

Masalah-masalah yang berkaitan dengan transpor sedimen adalah sebagai berikut :

- Kondisi alamiah, seperti erosi, perkiraan transpor sedimen di sungai, gerak sedimen di estuari, dan transpor sedimen sepanjang pantai.
- Gangguan alam oleh bangunan artifisial, seperti agradasi-degradasi pada bangunan air, pengendapan sedimen dalam waduk, dan lain-lain.

BAB 2

TAHAPAN MENGANALISA ALIRAN SEDIMEN DALAM PIPA

Pada bagian ini akan disajikan contoh tahapan analisa aliran sedimen dalam pipa berdasarkan teorinya telah di jelaskan pada Bab 1 sebelumnya. Maksud dari penjelasan pada bab ini, supaya bisa memberikan gambaran kepada pembaca tentang implementasi teori aliran sedimen dalam pipa pada kasus-kasus aplikasi di lapangan dengan pendekatan skala laboratorium.

A. Sifat Sedimen

Dalam contoh analisa ini, digunakan tiga sampel pasir dari tiga muara sungai yang berbeda. Ketiga sampel pasir tersebut kemudian diperiksa ukuran butiran dengan uji saringan dan gradasi ukuran butiran, dan missal hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Gradasi Butiran Sampel Pasir

Sampel Sedimen	Gradasi Butiran (mm)						
	d_{16}	d_{20}	d_{25}	d_{50}	d_{75}	d_{80}	d_{84}
1	0,340	0,360	0,380	0,430	0,495	0,510	0,550
2	0,180	0,190	0,205	0,280	0,400	0,430	0,480
3	0,175	0,180	0,195	0,253	0,320	0,340	0,380

DAFTAR PUSTAKA

Breusers. HNC. 1979. *Lecture Notes on Sediment Transport 1*. International Course in Hydraulic Engineering. DELFT

Chen, R.C. 1994. *Analysis of Homogeneous Slurry Pipe Flow*. Journal of Marine Science and Technology. Departement of Mechanical and Marine Engineering, National Taiwan Ocean University, Taiwan, Republic of China. (Online, http://www.jmst.org.tw/marine/2/37-45.pdf , *diakses 07 Agustus 2010)*

Graf, W.H. 1996. *Hydraulic of Sediment Transport (3rd Edition).* Water Resources Publications, LLC.Colorado, United State of America. (online, http://www.books.google.co.id , diakses 11 April 2010)

Herbich, J.B. 2000,. *Handbook of Dredging Engineering (Second Edition).* McGraw-Hill. New York, United State of America. (online, http://www.books.google.co.id , diakses 10 Maret 2010)

Kuhail, Z. 2001. *A Optimum Method for Dredging System.* An-Najah Univ, J. Res. Vol.15. (Online, http://www.najah.edu/researches/233.pdf, diakses 17 Januari 2010)

Liu, H. 2003. *Pipeline Engineering.* Lewis Publisher. Florida, United State of America. (online, http://www.books.google.co.id , diakses 10 Maret 2010)

Mardjikoen, P. 1988. *Transpor Sedimen*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Nayyar, M.L. 2000. *Piping Handbook (Seventh Edition).* McGraw-Hill. New York, United State of America. (File pdf).

Ota, J.J, dan Nalurri, C. (2000). *Graded Sediment Transport AT Limit Deposition in Clean Pipe Channel*. Department of Civil Engineering, University of Newcastle upon Tyne, UK. (online:

http://www.iahr.org/membersonly/grazproceedings99/pdf/B013.pdf , diakses tanggal 21 Agustus 2010)

Pristianto, H. 2010. *Sistem Pengurasan untuk Pembersihan Pipa Fluidisasi*. Universitas Hasanuddin Makassar.

Priyantoro, D. 1998. *Transpor Sedimen*. Diktat Kuliah Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya, Malang.

Stephenson, D. 1976,. *Pipeline Design for Water Engineer. Advisory Editor V.T. Chow.* Development In Water Science 6. Elsevier Scientific Publishing Company. New York, United State of America. (online, http://www.books.google.co.id , diakses 14 Juli 2010)

Thaha, M.A. 2006. *Sistem Fludisasi Untuk Rekayasa Pemeliharaan Alur*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

TENTANG PENULIS

Hendrik Pristianto. Lahir di Madiun pada tanggal 8 Desember 1978, anak dari Bapak Sujoto dan Ibu Purwandiyah. Menempuh pendidikan SD sampai SMA di Kota Madiun Propinsi Jawa Timur dan lulus SMA pada tahun 1996. Lulus Program Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2001. Lulus Program Magister Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2010. Lulus Program Profesi Insinyur pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar tahun 2019. Saat ini sedang menempuh pendidikan S3 pada Program Doktor Teknik Sumber Daya Air Universitas Brawijaya Malang. Pengalaman kerja di dunia pendidikan yaitu sebagai dosen tetap yayasan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong sejak tahun 2003 sampai sekarang, dengan mengajar mata kuliah Hidrolika, Teknik Irigasi, Drainase Perkotaan, Teknik Sungai, Teknik Pantai, dan Perencanaan Bangunan Air.

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN
CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC00202311339, 7 Februari 2023
Pencipta		
Nama	:	**Ir. Hendrik Pristianto, ST., MT., IPM**
Alamat	:	Jalan Ani Weho RT 3 RW 3 Kelurahan Matalamagi Distrik Sorong Utara Kota Sorong, Sorong, PAPUA BARAT, 98410
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**Ir. Hendrik Pristianto, ST., MT., IPM**
Alamat	:	Jalan Ani Weho RT 3 RW 3 Kelurahan Matalamagi Distrik Sorong Utara Kota Sorong, Sorong, PAPUA BARAT, 98410
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Buku**
Judul Ciptaan	:	**Teori Aliran Sedimen Dalam Pipa**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	1 Februari 2023, di Purbalingga
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	:	000444262

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.