

TUGAS AKHIR
PEMODELAN PERSAMAAN MATEMATIS DARI GRAFIK C_0 , C_1 , DAN C_2
BENDUNG UNTUK MERCU BULAT



FEBRIA HENDRA LESTARIA

NPM : 22.11.0019

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu
syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

oleh :

FEBRIA HENDRA LESTARIA
NPM : 22.11.0019

Tanggal Ujian : 24 Juni 2025

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Soebagio, M.T.
NIK : 94249-ET

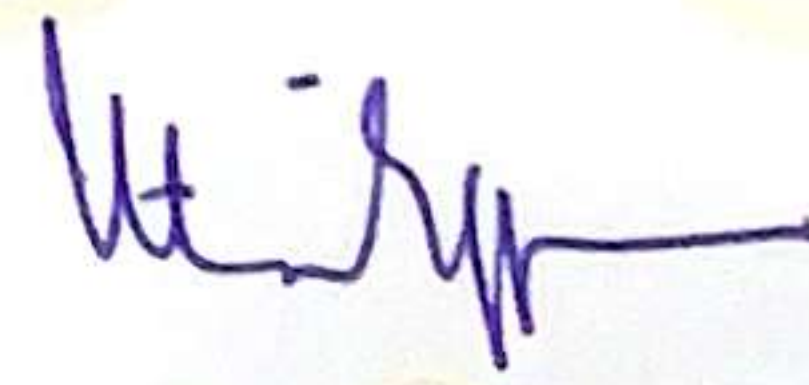
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Johan Pang Heru Waskito, S.T., M.T.

NIP : 196903102005011002

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190-E

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Pemodelan Persamaan Matematis Dari Grafik C_0 , C_1 , Dan C_2 Bendung Untuk
Mercu Bulat

Nama : Febria Hendra Lestaria

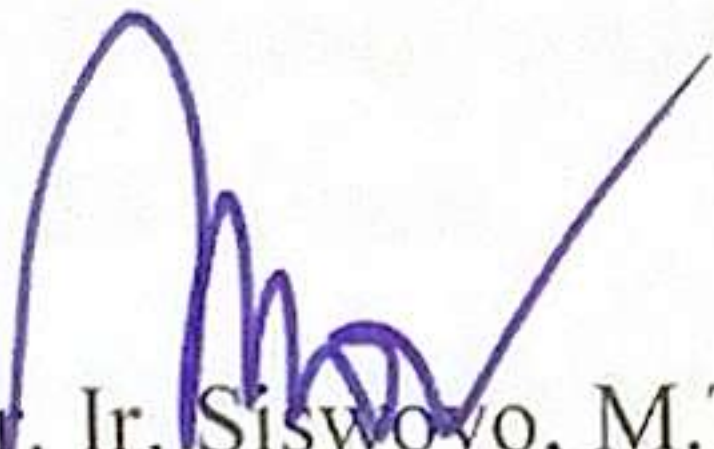
NPM : 22.11.0019

Tanggal Ujian : 24 Juni 2025

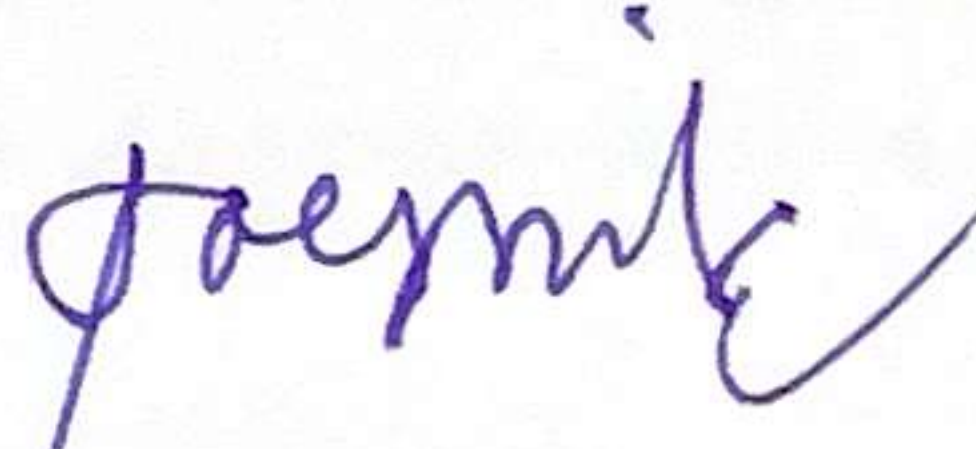
Disetujui oleh,

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Dr. Ir. Siswoyo, M.T.
NIK: 92177-ET



Ir. Soepriyono, M.T.
NIK:

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Soebagio, M.T.
NIK: 94249-ET

PEMODELAN PERSAMAAAN MATEMATIS DARI GRAFIK C_0 , C_1 , DAN C_2 BENDUNG UNTUK MERCU BULAT

Abstrak

Bendung memiliki peran penting dalam pengelolaan aliran air, dan mercu sebagai komponen utamanya memengaruhi karakteristik aliran. Pada mercu dengan bentuk bulat, penentuan koefisien debit C_d umumnya dilakukan dengan pendekatan grafik melalui tiga tahap nilai C_0 , C_1 , dan C_2 . Metode tersebut bersifat manual, membutuhkan waktu lama, dan rawan kesalahan karena menggunakan *trial and error*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh persamaan matematis yang dapat memodelkan hubungan C_0 terhadap H_1/r serta C_1 dan C_2 terhadap p/H_1 , menilai keakuratannya melalui nilai determinasi (R^2), dan membandingkan hasil debitnya dengan metode grafik.

Metode yang digunakan meliputi studi literatur, plotting grafik di Excel, dan analisis statistik untuk menentukan bentuk persamaan terbaik menggunakan trendline. Pendekatan dilakukan secara iteratif hingga diperoleh model yang paling mendekati grafik acuan. Setiap persamaan kemudian dievaluasi dengan nilai R^2 dan dibandingkan hasil perhitungan debitnya dengan metode grafik manual.

Hasil menunjukkan bahwa persamaan yang diperoleh memiliki nilai R^2 tinggi dan mampu menggantikan pembacaan grafik manual dengan lebih efisien dan akurat. Metode ini dapat mempercepat proses perhitungan debit pada mercu bendung bulat serta mengurangi potensi kesalahan dalam analisis hidraulik.

Kata Kunci : Persamaan Matematis, Koefisien Debit (C_d), Mercu Bendung

MATHEMATICAL MODELING OF C_0 , C_1 , AND C_2 GRAPHS FOR ROUND-CRESTED WEIRS

Abstract

Weirs serve a fundamental function in regulating open-channel flow, with the crest being a critical structural component that governs hydraulic performance. In the case of round-crested weirs, the discharge coefficient (C_d) is conventionally determined through graphical methods that involve a three-step approach using coefficients C_0 , C_1 , and C_2 . This procedure is inherently manual, time-intensive, and susceptible to human error due to its trial-and-error nature. The objective of this study is to formulate mathematical equations that accurately model the relationship between C_0 and H_1/r , as well as C_1 and C_2 with p/H_1 , to evaluate their precision using the coefficient of determination (R^2), and to compare the resulting discharge computations with those derived from conventional graphical techniques.

The research methodology includes a comprehensive literature review, graphical data processing using Microsoft Excel, and statistical regression analysis to identify the most suitable mathematical models through trendline fitting. An iterative process is employed to achieve optimal alignment with standard reference curves. Each resulting equation is then assessed based on its R^2 value and applied in discharge calculations for comparative analysis. The findings demonstrate that the proposed mathematical models exhibit high determination coefficients, indicating strong reliability and accuracy. These models offer a practical alternative to traditional graphical methods, enhancing the efficiency and precision of discharge estimation for round-crested weirs while minimizing potential errors in hydraulic evaluations.

Keyword: Mathematical Equation, Discharge Coefficient (C_d), Weir Crest

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang memberikan rahmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pemodelan Persamaan Matematis Dari Grafik C_0 , C_1 , Dan C_2 Bendung Untuk Mercu Bulat”

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat lulus dalam Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini penyusun menyadari banyak sekali kekurangan dan hambatan yang dihadapi, akan tetapi berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, proses penyusunan Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT.
2. Bapak Johan Paing Heru Waskito, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
3. Dr.Ir.Utari Khatulistiani, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
4. Bapak Dr. Ir. Soebagio, M.T. selaku Dosen Pembimbing pada Tugas Akhir di Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
5. Dr. Ir. Siswoyo, M.T. selaku Ketua Dosen Penguji pada Tugas Akhir di Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
6. Ir. Soepriyono, M.T. selaku Anggota Dosen Penguji pada Tugas Akhir di Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
7. Keluarga saya tercinta khususnya Orang Tua saya yang selalu mendukung dan membimbing saya.
8. Teman-teman program studi teknik sipil yang tidak disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan mengingatkan saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini

Akhir kata saya mohon maaf apabila di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, ditemui banyak kesalahan dan kekurangannya terutama dalam penyampaian susunannya. Penulis sangat menyadari bahwasanya tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan patut untuk dikembangkan kembali. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan dan keahlian penyusun ke depannya. Sekian dari saya Semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi semua pihak

Surabaya, 24 Juni 2025

Febria Hendra Lestaria

NPM : 22110019

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	III
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR ISTILAH (GLOSSARY)	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Analisa Perencanaan Bendung	6
2.3 Perencanaan Mercu Bendung	6
2.3.1 Analisis Hidrolis Bendung	7
2.4 Batas Minimum Tinggi Air Hilir.....	12
2.5 Uji Koefisien Determinasi (R^2)	13
2.6 Grafik Fungsi Eksponensial.....	14
2.7 Grafik Fungsi Linier	15
2.8 Mononom dan Polinom	17
2.8.1 Mononom	18
2.8.2 Polinom	20
2.9 Grafik Fungsi Michael Menten	23
2.10 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Umum	30
3.2 Studi Literatur.....	30

3.3 Membuat Plotting Grafik.....	31
3.3.1 Pembuatan Model <i>Trendline</i> Persamaan Grafik C_0 , C_1 , dan C_2	31
3.3.2 Nilai Determinasi R^2	31
3.4 Perhitungan Debit Menggunakan Nilai C_d	32
3.4.1 Manual Grafik	32
3.4.2 Persamaan Matematis.....	32
3.5 Penilaian Efektivitas	33
3.6 Kesimpulan Dan Saran	33
3.7 Bagan Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Analisa Grafik C_0 , C_1 , C_2	36
4.2 Plotting Grafik	37
4.2.1 Plotting Grafik C_0	37
4.2.2 Plotting Grafik C_1	43
4.2.3 Plotting Grafik C_2	49
4.3 Pembuatan Model <i>Trendline</i> Persamaan Grafik.....	62
4.4 Pembuatan Grafik	62
4.5 Nilai Determinasi R^2	68
4.6 Perhitungan Koefisien Debit	87
4.6.1 Perhitungan Manual	88
4.6.2 Perhitungan Menggunakan Persamaan Matematis	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	118
5.1 Kesimpulan.....	118
5.2 Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk Mercu	7
Gambar 2. 2 Lebar Efektif Mercu	8
Gambar 2. 3 Tekanan pada Mercu Bendung Bulat sebagai Fungsi Perbandingan H_1/r	10
Gambar 2. 4 Harga-Harga Koefisien C_0 untuk Bendung Ambang Bulat Sebagai Fungsi	11
Gambar 2. 5 Koefisien C_1 sebagai Fungsi Perbandingan P/H_1	11
Gambar 2. 6 Harga-Harga Koefisien C_2 untuk Bendung Mercu Tipe Ogee dengan Muka Hulu Melengkung (Menurut USBR, 1960)	12
Gambar 2. 7 Batas Minimum Tinggi Air Hilir.....	13
Gambar 2. 8 Gambar Grafik Eksponensial.....	15
Gambar 2. 9 Gambar Fungsi Tetapan (Konstan).....	16
Gambar 2. 10 Empat Contoh Kurva Garis Lurus $y = mx$	16
Gambar 2. 11 Garis Lurus Melalui Titik $[0,2]$, Kemiringan 2	17
Gambar 2. 12 Garis Lurus Melalui Titik $[1,0]$	17
Gambar 2. 13 Gambar Kurva fungsi $y=kx^2$ dengan k positif.....	18
Gambar 2. 14 Gambar Kurva fungsi $y=kx^2$ dengan k negatif.....	19
Gambar 2. 15 Gambar Pergeseran Kurva Mononom Pangkat Dua.....	19
Gambar 2. 16 Gambar Kurva Masing-masing Mononom Dari Fungsi Kuadrat.....	20
Gambar 2. 17 Penjumlahan $y_1 = 2x^2$, $y_2 = 15x$, dan $y_3 = 13$	21
Gambar 2. 18 Pergeseran kurva $y = ax^2$ sejajar sumbu- x ke kiri sejauh $-b/2a$ kemudian tergeser lagi sejajar sumbu-y ke bawah sejauh $-(b^2-4ac)/4a$	22
Gambar 2. 19 Skala Fungsi Michaelis Menten	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Grafik C_0 Bendung Mercu Tipe Bulat	36
Gambar 4. 2 Grafik C_1 Bendung Mercu Tipe Bulat.....	36
Gambar 4. 3 Grafik C_2 Bendung Mercu Tipe Bulat.....	37
Gambar 4. 4 <i>Input</i> Gambar Grafik C_0	38
Gambar 4. 5 Kalibrasi Gambar Grafik C_0	38
Gambar 4. 6 Penentuan Titik pada Gambar Grafik C_0	39
Gambar 4. 7 <i>Input</i> Gambar Grafik C_1	43
Gambar 4. 8 Kalibrasi Gambar Grafik C_1	44

Gambar 4. 9 Penentuan Titik pada Gambar Grafik C_1	44
Gambar 4. 10 <i>Input</i> Gambar Grafik C_2	49
Gambar 4. 11 Kalibrasi Gambar Grafik C_2	50
Gambar 4. 12 Penentuan Titik pada Gambar Grafik C_2 Kemiringan (1:1)	50
Gambar 4. 13 Penentuan Titik pada Gambar Grafik C_2 Kemiringan (1:0,67)	51
Gambar 4. 14 Penentuan Titik pada Gambar Grafik C_2 Kemiringan (1:0,33)	51
Gambar 4. 15 Perbandingan Grafik C_0	63
Gambar 4. 16 Perbandingan Grafik C_1	64
Gambar 4. 17 Perbandingan Grafik C_2	66
Gambar 4. 18 Mercu Bulat Kemiringan 1:0,67	89
Gambar 4. 19 Harga Koefisien C_0 Data Pertama Percobaan Ke-1	90
Gambar 4. 20 Harga Koefisien C_1 Data Pertama Percobaan Ke-1	90
Gambar 4. 21 Harga Koefisien C_2 Data Pertama Percobaan Ke-1	91
Gambar 4. 22 Harga Koefisien C_0 Data Pertama Percobaan Ke-2	92
Gambar 4. 23 Harga Koefisien C_1 Data Pertama Percobaan Ke-2	92
Gambar 4. 24 Harga Koefisien C_2 Data Pertama Percobaan Ke-2	93
Gambar 4. 25 Harga Koefisien C_0 Data Pertama Percobaan Ke-3	94
Gambar 4. 26 Harga Koefisien C_1 Data Pertama Percobaan Ke-3	94
Gambar 4. 27 Harga Koefisien C_2 Data Pertama Percobaan Ke-3	95
Gambar 4. 28 Mercu Bulat Kemiringan 1:0,33	96
Gambar 4. 29 Harga Koefisien C_0 Data Kedua Percobaan Ke-1	97
Gambar 4. 30 Harga Koefisien C_1 Data Kedua Percobaan Ke-1	97
Gambar 4. 31 Harga Koefisien C_2 Data Kedua Percobaan Ke-1	98
Gambar 4. 32 Harga Koefisien C_0 Data Kedua Percobaan Ke-2	99
Gambar 4. 33 Harga Koefisien C_1 Data Kedua Percobaan Ke-2	99
Gambar 4. 34 Harga Koefisien C_2 Data Kedua Percobaan Ke-2	100
Gambar 4. 35 Harga Koefisien C_0 Data Kedua Percobaan Ke-3	101
Gambar 4. 36 Harga Koefisien C_1 Data Kedua Percobaan Ke-3	101
Gambar 4. 37 Harga Koefisien C_2 Data Kedua Percobaan Ke-3	102
Gambar 4. 38 Mercu Bulat Kemiringan 1:1	103
Gambar 4. 39 Harga Koefisien C_0 Data Ketiga Percobaan Ke-1	104
Gambar 4. 40 Harga Koefisien C_1 Data Ketiga Percobaan Ke-1	104
Gambar 4. 41 Harga Koefisien C_2 Data Ketiga Percobaan Ke-1	105

Gambar 4. 42 Harga Koefisien C_0 Data Ketiga Percobaan Ke-2.....	106
Gambar 4. 43 Harga Koefisien C_1 Data Ketiga Percobaan Ke-2	106
Gambar 4. 44 Harga Koefisien C_2 Data Ketiga Percobaan Ke-2	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Menentukan Elevasi Mercu Bendung	8
Tabel 2. 2 Harga-harga Koefisien Konstraksi Pilar (Kp)	9
Tabel 2. 3 Harga-harga Koefisien Konstraksi Pangkal Bendung (Ka).....	9
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 4. 1 Titik Koordinat Grafik C_0	39
Tabel 4. 2 Titik Koordinat Grafik C_1	45
Tabel 4. 3 Titik Koordinat Grafik C_2 Kemiringan (1:1)	52
Tabel 4. 4 Titik Koordinat Grafik C_2 Kemiringan (1:0,67)	55
Tabel 4. 5 Titik Koordinat Grafik C_2 Kemiringan (1:0,33)	59
Tabel 4. 6 Uji Koefisien R^2 Grafik C_0	69
Tabel 4. 7 Uji Koefisien R^2 Grafik C_1	72
Tabel 4. 8 Uji Koefisien R^2 Grafik C_2 Kemiringan (1:1)	76
Tabel 4. 9 Uji Koefisien R^2 Grafik C_2 Kemiringan (1:0,67)	80
Tabel 4. 10 Uji Koefisien R^2 Grafik C_2 Kemiringan (1:0,33)	84
Tabel 4. 11 Perhitungan H_1 Data Pertama Dengan Persamaan Matematis	108
Tabel 4. 12 Perhitungan C_d Data Pertama Dengan Persamaan Matematis.....	109
Tabel 4. 13 Perhitungan H_1 Data Kedua Dengan Persamaan Matematis.....	111
Tabel 4. 14 Perhitungan C_d Data Kedua Dengan Persamaan Matematis	112
Tabel 4. 15 Perhitungan H_1 Data Ketiga Dengan Persamaan Matematis.....	114
Tabel 4. 16 Perhitungan C_d Data Ketiga Dengan Persamaan Matematis	115