

TUGAS AKHIR
PENGARUH BENTUK PILAR TERHADAP POLA ARUS PADA MODEL
PILAR JEMBATAN

**(Studi kasus bentuk tampang Ellips, Ellips Trapezoid, Trapezoid ellips,
Trapezoid, Lingkaran, Persegi panjang, dan Kotak)**



Disusun oleh :
HABIBIE HASAN
20020110058

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2006

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH BENTUK PILAR TERHADAP POLA ARUS PADA MODEL
PILAR JEMBATAN**

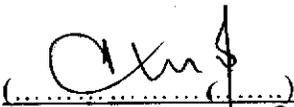
(Studi kasus bentuk tampang Ellips, Ellips trapezoid, Trapezoid ellips, Trapezoid,
Lingkaran, Persegi panjang, dan Kotak)

Disusun oleh :
HABIBIE HASAN
20020110058

Telah disetujui dan disahkan oleh:
Tim Penguji,

Jazaul Ikhsan, ST, MT.

Dosen Pembimbing I/Ketua Tim Penguji


Tanggal... 09.01.07

Ir. Anita Widianti, MT.

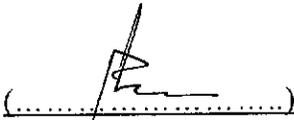
Dosen Pembimbing II/Anggota Tim Penguji



Tanggal... 9 - 1 - 2007

Ir.H. Purwanto, MT.

Anggota Tim Penguji


Tanggal... 09.01.07

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur dan sembah sujud kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah dan kasih sayang-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul Pengaruh Bentuk Pilar Terhadap Pola Arus Pada Model Pilar Jembatan (Studi kasus ellips, ellips trapezoid, trapezoid ellips, trapezoid, lingkaran, persegi panjang, kotak) dapat terselesaikan. Shalawat dan salam untuk junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa nikmat Islam bagi sekalian alam.

Penulis menyadari dengan sepenuh hati bahwa penelitian ini tidak akan bisa berjalan tanpa adanya pihak – pihak yang sangat membantu, memberi dukungan, dorongan, serta sumbangsih pemikiran, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua hambatan dan rintangan yang terjadi hingga dapat terselesaikannya skripsi ini. Maka dari itu dengan rasa hormat dan rendah hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Wahyu Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Gendut Hantoro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Jazaul Ikhsan, ST, MT., selaku dosen pembimbing utama Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ir. Anita Widianti, MT., selaku dosen pembimbing kedua Tugas Akhir ini.
5. Ibu Baiq Dian Zoeleha, ST, MT, Eng., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini.
6. Ir. H. Purwanto, MT., selaku dosen penguji dalam Tugas Akhir ini.

7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Bapak, Ibu, Saudara-saudara dan seluruh keluarga atas segala dukungan yang telah diberikan kepada penyusun.
9. Tim kerja Tugas Akhir Putri Kurniawati, Arif Iskandar, Aziz Arifin, Arsyandi serta teman – teman yang tidak bisa saya sebutkan satu – persatu atas segala bantuan, komentar, kritik, dan masukan.

Penyusun berharap amal baik yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Disadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, sehingga masih perlu akan adanya perbaikan dan saran dari pembaca. Penyusun juga berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi kita semua. Amin Ya Robbal Alamien.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| INTISARI | xvii |

BAB I. PENDAHULUAN

| | |
|------------------------------------|---|
| A. Latar Belakang Penelitian | 1 |
| B. Tujuan Penelitian | 2 |
| C. Manfaat Penelitian | 3 |
| D. Batasan Masalah | 3 |
| E. Keaslian Penelitian | 4 |

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|---|----|
| A. Kecepatan Aliran | 5 |
| B. Gerusan | 6 |
| C. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Gerusan | 8 |
| D. Sifat Alami Gerusan dan Pola Aliran di sekitar Pilar | 10 |
| E. Studi Model | 11 |

BAB III. LANDASAN TEORI

| | |
|---|----|
| A. Karakteristik Aliran..... | 12 |
| B. Prediksi Gerusan Lokal di Sekitar Pilar..... | 15 |
| C. Pola Kecepatan Aliran di Sekitar Pilar..... | 17 |
| D. <i>Software "Surface Water Modelling System"</i> | 18 |
| a. Persamaan Kontinuitas..... | 19 |
| b. Persamaan Momentum..... | 20 |

BAB IV . METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| A. Data Input Model Matematik..... | 23 |
| B. Posisi Penempatan Penampang Pilar..... | 24 |
| C. Penerapan Model Matematik..... | 25 |
| 1. Pre Processing Unit..... | 25 |
| a. Data Geometri..... | 25 |
| b. Data Kondisi Batas..... | 27 |
| 2. Eksekusi Program..... | 28 |
| 3. Post Process..... | 29 |
| D. Bagan Alir Metode Penelitian..... | 31 |

BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| A. Menentukan Karakteristik Aliran..... | 33 |
| B. Kecepatan Aliran Pada Berbagai Bentuk Pilar..... | 33 |
| 1. Penentuan Titik Kecepatan..... | 33 |
| 2. Kecepatan Aliran Sebelum ada Pilar..... | 34 |
| 3. Kecepatan Setelah ada Pilar..... | 35 |
| 4. Selisih Penurunan Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Pilar..... | 35 |

| | |
|--|----|
| C. Pola Aliran Setelah Penempatan Pilar..... | 38 |
| D. Verivikasi Model Matematik..... | 42 |

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|--------------------|----|
| A. KESIMPULAN..... | 45 |
| B. SARAN..... | 46 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 47 |
|----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|--|
| LAMPIRAN..... | |
|----------------------|--|

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Penampang Jembatan Penyeberangan Saluran Terbuka, Ilustrasi Saluran Terbuka, Ilustrasi Terminologi Gerusan... | 8 |
| Gambar 3.1 | Horses Vortex (Pusaran Tapal Kuda) di Sekitar Pilar..... | 18 |
| Gambar 3.2 | Sistem Koordinat, Arah Aliran dan Kecepatan Rata – rata Kedalaman | 20 |
| Gambar 3.3 | Berbagai Bentuk Elemen Pada Metode Elemen Hingga..... | 22 |
| Gambar 4.1 | Posisi Penempatan Penampang Pilar..... | 25 |
| Gambar 4.2 | Node – node Batas..... | 26 |
| Gambar 4.3 | Node – node yang Dihubungkan Oleh Elemen..... | 26 |
| Gambar 4.4 | Kondisi Batas Dari Suatu Model..... | 27 |
| Gambar 4.5 | Bagan Alir Metode Penelitian..... | 31 |
| Gambar 4.6 | Bagan Alir Program SMS..... | 32 |
| Gambar 5.1 | Peninjauan Titik kecepatan Pada Pilar Trapezoid..... | 34 |
| Gambar 5.2 | Hubungan Antara Jarak Terhadap Pilar dengan Kecepatan Sebelum Melewati Pilar Pada Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 36 |
| Gambar 5.3 | Hubungan Antara Jarak Terhadap Pilar dengan Kecepatan Sebelum Melewati Pilar Pada Debit $572,67 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 36 |
| Gambar 5.4 | Hubungan Antara Jarak Terhadap Pilar dengan Kecepatan Sebelum Melewati Pilar Pada Debit $455,11 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 36 |
| Gambar 5.5 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Tanpa Pilar Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 39 |
| Gambar 5.6 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Kotak Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 39 |
| Gambar 5.7 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Trapezoid Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 40 |
| Gambar 5.8 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Ellips Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 40 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 5.9 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Trapezoid Ellips Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 40 |
| Gambar 5.10 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Ellips Trapezoid Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 41 |
| Gambar 5.11 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Lingkaran Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 41 |
| Gambar 5.12 | Pola Kecepatan Aliran Pada Saluran Pilar Persegi Panjang Untuk Debit $646,86 \text{ cm}^3/\text{dtk}$ | 41 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 3.1 | Angka Manning Saluran..... | 21 |
| Tabel 3.2 | Nilai Koefisien Kekasaran | 21 |
| Tabel 4.1 | Data Model Matematik..... | 23 |
| Tabel 5.1 | Perhitungan Karakteristik Aliran..... | 33 |
| Tabel 5.2 | Kecepatan Aliran Debit 646,86 cm ³ /dtk..... | 34 |
| Tabel 5.3 | Kecepatan Aliran Debit 572,67 cm ³ /dtk..... | 35 |
| Tabel 5.4 | Kecepatan Aliran Debit 455,11 cm ³ /dtk..... | 35 |
| Tabel 5.5 | Selisih Kecepatan Aliran Rata – rata Sebelum dan Sesudah ada Pilar Untuk Debit 646,86 cm ³ /dtk..... | 37 |
| Tabel 5.6 | Selisih Kecepatan Aliran Rata – rata Sebelum dan Sesudah ada Pilar Untuk Debit 572,67 cm ³ /dtk..... | 37 |
| Tabel 5.7 | Selisih Kecepatan Aliran Rata – rata Sebelum dan Sesudah ada Pilar Untuk Debit 455,11 cm ³ /dtk..... | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Penempatan Model Pilar Pada Debit 646,86 cm ³ /dtk..... | 48 |
| Lampiran 2. Penempatan Model Pilar Pada Debit 572,67 cm ³ /dtk..... | 49 |
| Lampiran 3. Penempatan Model Pilar Pada Debit 455,11 cm ³ /dtk..... | 50 |
| Lampiran 4. Analisis Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Ada Pilar untuk Debit 646,86 cm ³ /dtk..... | 51 |
| Lampiran 5. Analisis Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Ada Pilar untuk Debit 572,67 cm ³ /dtk..... | 54 |
| Lampiran 6. Analisis Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Ada Pilar untuk Debit 455,11 cm ³ /dtk..... | 57 |
| Lampiran 7. Analisis Persamaan Kontinuitas Pada Model Laboratorium dan Model Software SMS untuk Debit 455,11 cm ³ /dtk..... | 60 |
| Lampiran 8. Analisis Persamaan Kontinuitas Pada Model Laboratorium dan Model Software SMS untuk Debit 572,67 cm ³ /dtk..... | 61 |
| Lampiran 9. Analisis Persamaan Kontinuitas Pada Model Laboratorium dan Model Software SMS untuk Debit 646,86 cm ³ /dtk..... | 62 |

Intisari

Sungai merupakan daerah aliran air yang memisahkan daerah satu dengan daerah lainnya. Sebagian jembatan menggunakan pilar sebagai tumpuan beban, tetapi keberadaan pilar sebagai tumpuan beban dapat menyebabkan perubahan pola aliran sungai. Perubahan pola aliran sungai tersebut berupa terbentuknya down flow (aliran ke bawah) dan horseshoe vortex (pusaran tapal kuda) di sekitar pilar yang sangat berpotensi untuk terjadinya angkutan sedimen dan seterusnya mengakibatkan terjadinya gerusan lokal. Gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar menyebabkan dasar sungai di sekitar pilar terangkut aliran air sehingga terbentuk lubang gerusan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik aliran dengan menggunakan angka Froude, menganalisis nilai penurunan kecepatan aliran pada berbagai bentuk pilar yang dimodelkan, sehingga didapat bentuk pilar yang memiliki nilai penurunan kecepatan terkecil yang merupakan bentuk pilar terbaik dari beberapa pilar yang dimodelkan, memprediksi pola aliran setelah atau sebelum penempatan pilar dan memverifikasi model matematik yang dibuat.

Pada penelitian ini dilakukan uji model menggunakan software SMS (Surfacewater Modelling System) yang berfungsi untuk menginput dan menampilkan hasil simulasi suatu model aliran permukaan air. Data yang digunakan adalah data sekunder yaitu debit aliran, kedalaman aliran, dan dimensi pilar dengan studi kasus bentuk pilar tampang persegi panjang, kotak, lingkaran, ellips, ellips Trapezoid, Trapezoid ellips, Trapezoid.

Dari kekritikan aliran didapatkan angka Froude (Fr) $< 1,0$ kondisi ini disebut dengan aliran subkritik, artinya dalam keadaan ini peranan gaya tarik bumi lebih menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan rendah dan sering dikatakan tenang. Pilar kotak merupakan bentuk pilar yang paling baik digunakan sebagai pilar jembatan karena memiliki nilai penurunan kecepatan terkecil. Setelah ditematkannya pilar jembatan, pola aliran cenderung mengikuti bentuk geometri dari tiap – tiap jenis pilar. Penurunan kecepatan aliran terjadi di belakang pilar dikarenakan aliran terhalang oleh pilar. Verifikasi model matematik dengan cara analisis hukum kontinuitas menunjukkan Persentase kesalahan persamaan kontinuitas yang dilakukan memiliki nilai yang sangat kecil antara 0,016% sampai 0,1743%, maka bisa disimpulkan bahwa model matematik yang dibuat dapat menggambarkan model fisik.