

**PENGARUH DISTRIBUSI MATERIAL SEDIMEN
PADA HEC-RAS**

Digunakan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
Di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Bachtiar Yusuf Ramadhan Putra
20150110109**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bachtiar Yusuf Ramadhan Putra
NIM : 20150110109
Judul : Pengaruh Distribusi Material Sedimen pada
HEC-RAS

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 24 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Bachtiar Yusuf Ramadhan Putra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabil'alamin atas rahmat, karunia dan hidayah yang Engkau berikan akhirnya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang telah mendukung dan mendokan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terimakasih kepada teman-teman yang sudah mendukung dan membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Terimakasih kepada Dosen Pembimbing Bapak Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D yang telah membimbing sehingga Tugas Akhir ini selesai dengan baik.

PRAKATA



Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi morfologi dasar Sungai Winongo.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D sebagai Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Dr.Ir. Surya Budi Lesmana, S.T., M.T sebagai Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Orang tua yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan selama saya menjalani perkuliahan.
5. Irfan Maulana Ibrahim yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
6. Bayu Krisna sebagai Asisten Ir. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D yang telah membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 24 Oktober 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a long horizontal stroke extending to the right.

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| PRAKATA | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG..... | xvi |
| DAFTAR SINGKATAN | xvii |
| DAFTAR ISTILAH | xviii |
| ABSTRAK | xix |
| <i>ABSTRACT</i> | xx |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.1.1 Penelitian Terdahulu | 4 |
| 2.1.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu | 9 |
| 2.2 Dasar Teori | 10 |
| 2.2.1 Sungai..... | 10 |
| 2.2.2 Sungai Winongo..... | 11 |
| 2.2.3 Sedimentasi Sungai | 11 |
| 2.2.4 Erosi Tanah | 12 |
| 2.2.5 Gunung Merapi | 12 |
| 2.2.6 Program Aplikasi HEC-RAS | 13 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1 Bagan Alir Penelitian | 14 |
| 3.2 Lokasi Penelitian | 15 |
| 3.3 Data Penelitian | 16 |
| 3.3.1 Data Cross Section | 16 |

| | | |
|---|---|-----|
| 3.3.2 | Data Debit | 19 |
| 3.3.3 | Data Bendung dan Groundsil | 44 |
| 3.3.4 | Data Sedimen | 45 |
| 3.4 | Alat Penelitian | 49 |
| 3.4.1 | Alat Pengambilan Sedimen dan Pengukuran Bangunan Air | 49 |
| 3.4.2 | Alat Pengujian Gradasi Butiran Sedimen | 49 |
| 3.4.3 | Software | 49 |
| 3.5 | Tahapan Pemodelan | 50 |
| 3.5.1 | Pembuatan Alur Sungai Winongo..... | 50 |
| 3.5.2 | Pembuatan Penampang Sungai Winongo | 50 |
| 3.5.3 | Permodelan Anak Sungai Winongo | 52 |
| 3.5.4 | Permodelan Bangunan Air | 54 |
| 3.5.5 | Pemodelan Debit Aliran..... | 55 |
| 3.5.6 | Analisis Sedimen..... | 57 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | | 59 |
| 4.1 | Simulasi Software HEC-RAS | 59 |
| 4.2 | Perbandingan Hasil Running HEC-RAS D50 dan Gradasi Sedimen..... | 67 |
| 4.2.1 | Kondisi Pada Bagian Hilir | 68 |
| 4.2.1.1 | Agradasi | 68 |
| 4.2.1.2 | Degradasi | 72 |
| 4.2.1.3 | Bangunan Air | 77 |
| 4.2.2 | Kondisi Pada Bagian Tengah..... | 80 |
| 4.2.2.1 | Agradasi | 80 |
| 4.2.2.2 | Degradasi | 84 |
| 4.2.2.3 | Bangunan Air | 86 |
| 4.2.3 | Kondisi Pada Bagian Hulu | 91 |
| 4.2.3.1 | Agradasi | 91 |
| 4.2.3.2 | Degradasi | 96 |
| 4.2.3.3 | Bangunan Air | 100 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 104 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 104 |
| 5.2 | Saran | 105 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 106 |
| LAMPIRAN..... | | 108 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Winongo | 20 |
| Tabel 3.2 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Winongo | 21 |
| Tabel 3.3 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Winongo | 22 |
| Tabel 3.4 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Winongo | 23 |
| Tabel 3.5 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Ngentiran | 24 |
| Tabel 3.6 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Ngentiran | 25 |
| Tabel 3.7 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Ngentiran | 26 |
| Tabel 3.8 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Ngentiran | 27 |
| Tabel 3.9 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Gembeng..... | 28 |
| Tabel 3.10 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Gembeng..... | 29 |
| Tabel 3.11 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Gembeng..... | 30 |
| Tabel 3.12 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Gembeng..... | 31 |
| Tabel 3.13 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Denggung | 32 |
| Tabel 3.14 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Denggung | 33 |
| Tabel 3.15 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Denggung | 34 |
| Tabel 3.16 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Denggung | 35 |
| Tabel 3.17 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Buntung | 36 |
| Tabel 3.18 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Buntung | 37 |
| Tabel 3.19 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Buntung | 38 |
| Tabel 3.20 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Buntung | 39 |
| Tabel 3.21 Debit Kala Ulang 2 Tahun Sungai Banci..... | 40 |
| Tabel 3.22 Debit Kala Ulang 10 Tahun Sungai Banci..... | 41 |
| Tabel 3.23 Debit Kala Ulang 25 Tahun Sungai Banci..... | 42 |
| Tabel 3.24 Debit Kala Ulang 50 Tahun Sungai Banci..... | 43 |
| Tabel 3.25 Dimensi Groundsil dan Bendung..... | 44 |
| Tabel 3.26 Gradasi Butiran Sedimen Sungai Winongo Hilir..... | 47 |
| Tabel 3.27 Gradasi Butiran Sedimen Sungai Winongo Tengah | 47 |
| Tabel 3.28 Gradasi Butiran Sedimen Sungai Winongo Hulu | 48 |
| Tabel 4.1 Kondisi Sungai Bagian Hilir Gradasi Sedimen..... | 63 |
| Tabel 4.2 Kondisi Sungai Bagian Tengah Gradasi Sedimen | 63 |
| Tabel 4.3 Kondisi Sungai Bagian Tengah Gradasi Sedimen (lanjutan)..... | 64 |
| Tabel 4.4 Kondisi Sungai Bagian Hulu Gradasi Sedimen | 64 |
| Tabel 4.5 Kondisi Sungai Bagian Hulu Gradasi Sedimen (lanjutan)..... | 65 |
| Tabel 4.6 Kondisi Sungai Bagian Hilir Sedimen D50 | 65 |
| Tabel 4.7 Kondisi Sungai Bagian Hilir Sedimen D50 (lanjutan)..... | 66 |
| Tabel 4.8 Kondisi Sungai Bagian Tengah Sedimen D50..... | 66 |
| Tabel 4.9 Kondisi Sungai Bagian Hulu Sedimen D50..... | 67 |
| Tabel 4.10 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 1 (Gradasi sedimen) | 68 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4.11 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 1 (D50) | 69 |
| Tabel 4.12 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 121(D50) | 70 |
| Tabel 4.13 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 183 (D50) | 71 |
| Tabel 4.14 Perbedaan elevasi <i>cross section</i> 12 (Gradasi sedimen)..... | 72 |
| Tabel 4.15 Perbedaan elevasi <i>cross section</i> 1 (D50)..... | 73 |
| Tabel 4.16 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 12 (D50) | 74 |
| Tabel 4.17 Perbedaan <i>cross section</i> 142 (D50)..... | 75 |
| Tabel 4.18 Perbedaan elevasi <i>cross section</i> 214 (D50)..... | 76 |
| Tabel 4.19 Perubahan elevasi bendung <i>cross section</i> 210,6 (Gradasi Sedimen).. | 77 |
| Tabel 4.15 Perubahan elevasi bendung <i>cross section</i> 210,6 (D50)..... | 78 |
| Tabel 4.16 Perbedaan elevasi <i>cross section</i> 363 (Gradasi sedimen)..... | 80 |
| Tabel 4.17 Perbedaan elevasi <i>cross section</i> 376 (Gradasi sedimen)..... | 81 |
| Tabel 4.18 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 442 (Gradasi sedimen) | 82 |
| Tabel 4.19 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 501(Gradasi sedimen) | 83 |
| Tabel 4.20 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 259 (Gradasi sedimen) | 84 |
| Tabel 4.21 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 259 (D50) | 85 |
| Tabel 4.22 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 337.7 (Gradasi sedimen) | 86 |
| Tabel 4.23 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 337.7 (D50) | 87 |
| Tabel 4.24 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 423.6 (D50) | 88 |
| Tabel 4.25 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 459.9 (D50) | 89 |
| Tabel 4.26 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 581 (Gradasi sedimen) | 91 |
| Tabel 4.27 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 760..... | 92 |
| Tabel 4.28 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 559 (D50) | 93 |
| Tabel 4.29 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 674 (D50) | 94 |
| Tabel 4.30 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 760 (D50) | 95 |
| Tabel 4.30 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 616 (Gradasi sedimen) | 96 |
| Tabel 4.31 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 738 (Gradasi sedimen) | 97 |
| Tabel 4.33 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 748 (Gradasi sedimen) | 98 |
| Tabel 4.34 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 738 (D50) | 99 |
| Tabel 4.35 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 582.3 (Gradasi sedimen) | 100 |
| Tabel 4.36 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 516.3 (D50) | 101 |
| Tabel 4.37 Perubahan elevasi <i>cross section</i> 582.3 (D50) | 102 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... | 14 |
| Gambar 3.2 Diagram alir penelitian (lanjutan) | 15 |
| Gambar 3.3 Lokasi Penelitian | 16 |
| Gambar 3.4 Lokasi Sub-DAS Winongo..... | 16 |
| Gambar 3.5 Peta ikhtisar Sungai Winongo STA 1-STA 302..... | 17 |
| Gambar 3.7 Peta ikhtisar Sungai Winongo STA 517-STA 797..... | 18 |
| Gambar 3.8 Skema data debit banjir Sungai Winongo | 19 |
| Gambar 3.9 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Winongo | 20 |
| Gambar 3.10 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Winongo | 21 |
| Gambar 3.11 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Winongo | 22 |
| Gambar 3.12 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Winongo | 23 |
| Gambar 3.13 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Ngentiran | 24 |
| Gambar 3.14 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Ngentiran | 25 |
| Gambar 3.15 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Ngentiran | 26 |
| Gambar 3.16 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Ngentiran | 27 |
| Gambar 3.17 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Gembeng | 28 |
| Gambar 3.18 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Gembeng | 29 |
| Gambar 3.19 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Gembeng | 30 |
| Gambar 3.20 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Gembeng | 31 |
| Gambar 3.21 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Denggung | 32 |
| Gambar 3.22 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Denggung | 33 |
| Gambar 3.23 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Denggung | 34 |
| Gambar 3.24 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Denggung..... | 35 |
| Gambar 3.25 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Buntung | 36 |
| Gambar 3.26 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Buntung | 37 |
| Gambar 3.27 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Buntung | 38 |
| Gambar 3.28 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Buntung | 39 |
| Gambar 3.29 Grafik Hidrograf Kala Ulang 2 Tahun Sungai Banci..... | 40 |
| Gambar 3.30 Grafik Hidrograf Kala Ulang 10 Tahun Sungai Banci..... | 41 |
| Gambar 3.31 Grafik Hidrograf Kala Ulang 25 Tahun Sungai Banci..... | 42 |
| Gambar 3.32 Grafik Hidrograf Kala Ulang 50 Tahun Sungai Banci..... | 43 |
| Gambar 3.33 Lokasi Pengambilan Sedimen dari Stasiun 1-32..... | 45 |
| Gambar 3.34 Lokasi Pengambilan Sedimen dari Stasiun 32-45..... | 46 |
| Gambar 3.35 Lokasi Pengambilan Sedimen dari Stasiun 45-71 | 46 |
| Gambar 3.37 Pemodelan Alur Sungai Winongo pada Aplikasi HEC-RAS 5.0.7. | 50 |
| Gambar 3.38 <i>Cross Section</i> 769 (hulu) | 51 |
| Gambar 3.39 <i>Cross Section</i> 384 (tengah) | 51 |
| Gambar 3.49 Data <i>Unsteady Flow</i> | 56 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 3.50 Running Unsteady Flow..... | 56 |
| Gambar 3.52 Quasi Unsteady Flow | 58 |
| Gambar 4.11 Tampilan elevasi cross section 1 (D50) | 73 |
| Gambar 4.12 Tampilan elevasi cross section 12 (D50) | 74 |
| Gambar 4.13 Tampilan elevasi cross section 142 (D50) | 75 |
| Gambar 4.14 Tampilan elevasi cross section 214 (D50) | 76 |
| Gambar 4.15 Tampilan bendung pada cross section 210,6 (Gradasi sedimen) | 77 |
| Gambar 4.11 Tampilan bendung pada cross section 210,6 (D50) | 78 |
| Gambar 4.13 Tampilan elevasi cross section 376 (Gradasi sedimen) | 81 |
| Gambar 4.14 Tampilan elevasi cross section 442 (Gradasi sedimen) | 82 |
| Gambar 4.15 Tampilan elevasi cross section 501 (Gradasi sedimen) | 83 |
| Gambar 4.16 Tampilan elevasi cross section 259 (Gradasi sedimen) | 84 |
| Gambar 4.17 Tampilan elevasi cross section 259 (D50) | 85 |
| Gambar 4.19 Tampilan elevasi cross section 337.7 (D50) | 87 |
| Gambar 4.20 Tampilan elevasi cross section 423.6 (D50) | 88 |
| Gambar 4.21 Tampilan elevasi cross section 459.9 (D50) | 89 |
| Gambar 4.23 Tampilan elevasi cross section 760 (Gradasi sedimen) | 92 |
| Gambar 4.24 Tampilan elevasi cross section 559 (D50) | 93 |
| Gambar 4.25 Tampilan elevasi cross section 674 (D50) | 94 |
| Gambar 4.26 Tampilan elevasi cross section 760 (D50) | 95 |
| Gambar 4.28 Tampilan elevasi cross section 738 (Gradasi sedimen) | 97 |
| Gambar 4.29 Tampilan elevasi cross section 748 (Gradasi sedimen) | 98 |
| Gambar 4.30 Tampilan elevasi cross section 738 (D50) | 99 |
| Gambar 4.32 Tampilan elevasi cross section 516.3 (Gradasi sedimen) | 101 |
| Gambar 4.33 Tampilan elevasi cross section 582.3 (D50) | 102 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. <i>Cross Section 1</i> | 108 |
| Lampiran 2. <i>Cross Section 12</i> | 111 |
| Lampiran 3. <i>Cross Section 25</i> | 114 |
| Lampiran 4. <i>Cross Section 36</i> | 117 |
| Lampiran 5. <i>Cross Section 47</i> | 120 |
| Lampiran 6. <i>Cross Section 59</i> | 123 |
| Lampiran 7. <i>Cross Section 68</i> | 126 |
| Lampiran 8. <i>Cross Section 78</i> | 129 |
| Lampiran 9. <i>Cross Section 89</i> | 132 |
| Lampiran 10. <i>Cross Section 99</i> | 135 |
| Lampiran 11. <i>Cross Section 110</i> | 138 |
| Lampiran 12. <i>Cross Section 121</i> | 141 |
| Lampiran 13. <i>Cross Section 133</i> | 144 |
| Lampiran 14. <i>Cross Section 142</i> | 147 |
| Lampiran 15. <i>Cross Section 153</i> | 150 |
| Lampiran 16. <i>Cross Section 163</i> | 153 |
| Lampiran 17. <i>Cross Section 173</i> | 156 |
| Lampiran 18. <i>Cross Section 183</i> | 159 |
| Lampiran 19. <i>Cross Section 194</i> | 162 |
| Lampiran 20. <i>Cross Section 204</i> | 165 |
| Lampiran 21. <i>Cross section 214</i> | 168 |
| Lampiran 22. <i>Cross Section 225</i> | 171 |
| Lampiran 23. <i>Cross Section 236</i> | 174 |
| Lampiran 24. <i>Cross Section 249</i> | 177 |
| Lampiran 25. <i>Cross Section 259</i> | 180 |
| Lampiran 26. <i>Cross Section 272</i> | 183 |
| Lampiran 27. <i>Cross Section 285</i> | 186 |
| Lampiran 28. <i>Cross Section 296</i> | 189 |
| Lampiran 29. <i>Cross Section 307</i> | 192 |
| Lampiran 30. <i>Cross Section 318</i> | 195 |
| Lampiran 31. <i>Cross Section 329</i> | 198 |
| Lampiran 32. <i>Cross Section 340</i> | 201 |
| Lampiran 33. <i>Cross Section 351</i> | 204 |
| Lampiran 34. <i>Cross Section 363</i> | 207 |
| Lampiran 35. <i>Cross Section 376</i> | 210 |
| Lampiran 36. <i>Cross Section 385</i> | 213 |
| Lampiran 37. <i>Cross Section 398</i> | 216 |
| Lampiran 38. <i>Cross Section 409</i> | 219 |

| | |
|---|-----|
| Lampiran 39. <i>Cross Section</i> 422 | 222 |
| Lampiran 40. <i>Cross Section</i> 433 | 225 |
| Lampiran 41. <i>Cross Section</i> 442 | 228 |
| Lampiran 42. <i>Cross Section</i> 454 | 231 |
| Lampiran 43. <i>Cross Section</i> 464 | 234 |
| Lampiran 44. <i>Cross Section</i> 476 | 237 |
| Lampiran 45. <i>Cross Section</i> 488 | 240 |
| Lampiran 46. <i>Cross Section</i> 501 | 243 |
| Lampiran 47. <i>Cross Section</i> 512 | 246 |
| Lampiran 48. <i>Cross Section</i> 523 | 249 |
| Lampiran 49. <i>Cross Section</i> 535 | 252 |
| Lampiran 50. <i>Cross Section</i> 547 | 255 |
| Lampiran 51. <i>Cross Section</i> 559 | 258 |
| Lampiran 52. <i>Cross Section</i> 570 | 261 |
| Lampiran 53. <i>Cross Section</i> 581 | 264 |
| Lampiran 54. <i>Cross Section</i> 593 | 267 |
| Lampiran 55. <i>Cross Section</i> 604 | 270 |
| Lampiran 56. <i>Cross Section</i> 616 | 273 |
| Lampiran 57. <i>Cross Section</i> 630 | 276 |
| Lampiran 58. <i>Cross Section</i> 641 | 279 |
| Lampiran 59. <i>Cross Section</i> 652 | 282 |
| Lampiran 60. <i>Cross Section</i> 662 | 285 |
| Lampiran 61. <i>Cross Section</i> 674 | 288 |
| Lampiran 62. <i>Cross Section</i> 688 | 291 |
| Lampiran 63. <i>Cross Section</i> 702 | 294 |
| Lampiran 64. <i>Cross Section</i> 715 | 297 |
| Lampiran 65. <i>Cross Section</i> 726 | 300 |
| Lampiran 66. <i>Cross Section</i> 738 | 303 |
| Lampiran 67. <i>Cross Section</i> 748 | 306 |
| Lampiran 68. <i>Cross Section</i> 760 | 309 |
| Lampiran 69. <i>Cross Section</i> 774 | 312 |
| Lampiran 70. <i>Cross Section</i> 786 | 315 |
| Lampiran 71. <i>Cross Section</i> 796 | 318 |

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

| Simbol | Dimensi | Keterangan |
|----------|-----------|---------------------------|
| Q_2 | $[m^3/s]$ | Debit kala ulang 2 tahun |
| Q_{10} | $[m^3/s]$ | Debit kala ulang 10 tahun |
| Q_{25} | $[m^3/s]$ | Debit kala ulang 25 tahun |
| Q_{50} | $[m^3/s]$ | Debit kala ulang 50 tahun |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|---------|--|
| DAS | : Daerah Aliran Sungai |
| DIY | : Daerah Istimewa Yogyakarta |
| BBWSSO | : Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak |
| HEC-RAS | : <i>Hydrologic Engineering Center – River Analysis System</i> |
| BSTEM | : <i>Bank Stability and Toe Brosion Model</i> |

DAFTAR ISTILAH

1. *Cross Section*

Penampang melintang untuk memperlihatkan bentuk topografi pada sebuah titik atau segmen