



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERENCANAAN BENDUNGAN PAMUTIH
KECAMATAN KAJEN KABUPATEN PEKALONGAN
(*Design of Pamutih Dam at Kajen Subdistrict Pekalongan Regency*)**

ALIF REZA ADAMI

L2A 005 019

ANDIKA PUTRA PS

L2A 005 899

Semarang, Juni 2011

Disetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Abdul Kadir, Dipl.HE.,MT

NIP. 195005311985031001

Dyah Ari Wulandari,ST.,MT

NIP. 197012121998022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 195409301980032001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**PERENCANAAN BENDUNGAN PAMUTIH
KECAMATAN KAJEN KABUPATEN PEKALONGAN**
(Design of Pamutih Dam at Kajen Subdistrict Pekalongan Regency)

**Tugas akhir ini adalah hasil karya kami sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah kami nyatakan dengan benar.**

NAMA : ALIF REZA ADAMI
NIM : L2A 005 019
Tanda tangan :
Tanggal : JUNI 2011

NAMA : ANDIKA PUTRA PS
NIM : L2A 005 899
Tanda tangan :
Tanggal : JUNI 2011

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

1. NAMA : ALIF REZA ADAMI
NIM : L2A 005 019
2. NAMA : ANDIKA PUTRA PS
NIM : L2A 005 899
- Jurusan : Teknik Sipil
- Judul Tugas Akhir: PERENCANAAN BENDUNGAN PAMUTIH
KECAMATAN KAJEN KABUPATEN PEKALONGAN
(*Design of Pamutih Dam at Kajen Subdistrict
Pekalongan Regency*)

telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

- Penguji I : Ir. Abdul Kadir, Dipl.HE, MT. ()
- Penguji II : Dyah Ari Wulandari, ST, MT. ()
- Penguji III : Ir. Salamun, MS. ()

Semarang, Juni 2011
Jurusan Teknik Sipil
Ketua,

Ir. Sri Sangkawati, MS.
NIP. 195409301980032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

| | | | | | |
|-------------|---|-----------------|-----|---|-------------|
| Nama | : | Alif Reza Adami | NIM | : | L2A 005 019 |
| Nama | : | Andika Putra PS | NIM | : | L2A 005 899 |
| Jurusan | : | Teknik Sipil | | | |
| Fakultas | : | Fakultas Teknik | | | |
| Jenis karya | : | Tugas Akhir | | | |

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas tugas akhir kami yang berjudul :

PERENCANAAN BENDUNGAN PAMUTIH KECAMATAN KAJEN KABUPATEN PEKALONGAN (*Design of Pamutih Dam at Kajen Subdistrict Pekalongan Regency*)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir kami selama tetap mencantumkan Nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada tanggal : Juni 2011

Yang menyatakan,

Alif Reza Adami
L2A 005 019

Andika Putra PS
L2A 005 899

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala berkah, rahmat karunia, dan juga kekuatan yang diberikan-Nya, kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul “ Perencanaan Bendungan Pamutih Kecamatan Kajen Kabupaten Pekalongan“, sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam waktu kurang lebih selama tujuh bulan, kami telah berusaha menyelesaikan tugas akhir ini, dimulai dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan, mencari literatur-literatur yang berkaitan sebagai bahan penyusunan teori dan studi pustaka, menganalisa data, dan kemudian membuat perencanaan bangunan bendungan sampai dengan tahap siap untuk ditenderkan disertai dengan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan. Oleh karena itu dengan adanya penyusunan tugas akhir ini, maka kami berharap dapat menerapkannya jika pada suatu saat nanti menjadi praktisi dalam bidang ini dan semoga menjadi bekal yang bermanfaat bagi kami di kemudian hari.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, kami tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari banyak pihak, maka melalui kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Sri Sangkawati, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Ir. M. Agung Wibowo, MM., Msc, Ph.D., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Ir. Arif Hidayat, CES., MT., selaku Koordinator Bidang Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Ir. Abdul Kadir, Dipl. HE.MT., selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa membantu serta meluangkan waktu dan tenaga guna membimbing kami demi terselesaikannya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Dyah Ari Wulandari, ST.MT., selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa membantu serta meluangkan waktu dan tenaga guna membimbing kami demi terselesaikannya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

6. Ir. Slamet Hargono, Dipl.Ing, selaku Dosen Wali 2158.
7. Dr. Ir. Sri Tudjono, MS., selaku Dosen Wali 2162.
8. Seluruh Dosen Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
9. Seluruh Staf Administrasi dan Tata Usaha Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
10. Kedua orang tua kami, yang tiada lelah memberikan kekuatan doa, dukungan, serta semangat demi terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.
11. Seluruh teman-teman Sipil angkatan 2005, yang senantiasa membantu, berbagi rasa dan pikiran, serta memberi semangat dan dorongan demi terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu kami dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam menyusun Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi pembahasan, segi pengkajian maupun cara penyusunan, hal tersebut karena keterbatasan kemampuan kami sebagai manusia biasa. Untuk dari itu kami mengharapkan adanya pendapat, saran, serta kritik yang membangun demi penyusunan pada masa yang akan datang.

Akhir harapan kami, semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan terutama bagi penyusun sendiri untuk pedoman dan bekal kami melakukan tugas.

Semarang, Juni 2011

1. Alif Reza Adami
2. Andika Putra PS

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR GAMBAR | xxv |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---|---|
| 1.1. Tinjauan Umum..... | 1 |
| 1.2. Uraian Singkat Calon Bendungan Pamutih..... | 1 |
| 1.2.1. Latar belakang | 1 |
| 1.2.2. Lokasi Calon Bendungan Pamutih di DAS Sragi..... | 2 |
| 1.2.3. Kondisi Calon Bendungan Pamutih Saat Ini | 3 |
| 1.3. Ruang Lingkup Permasalahan..... | 4 |
| 1.4. Maksud dan Tujuan | 4 |
| 1.5. Sistematika Penulisan Laporan..... | 5 |

BAB II STUDI PUSTAKA

| | |
|---|----|
| 2.1 Tinjauan Umum..... | 7 |
| 2.2 Hidrologi..... | 7 |
| 2.2.1 Daerah Aliran Sungai | 8 |
| 2.2.2 Curah Hujan Rencana..... | 11 |
| 2.2.3 Analisis Frekuensi | 16 |
| 2.2.4 Intensitas Curah Hujan | 37 |
| 2.2.5 Hujan Berpeluang Maksimum(<i>Probable Maximum Precipitation</i> ,PMP) | 39 |
| 2.2.6 Banjir Berpeluang Maksimum (<i>Probable Maximum Flood</i> , PMF) | 42 |
| 2.2.7 Debit Banjir Rencana..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 2.2.7.1 Metode Der Weduwen..... | 42 |
| 2.2.7.2 Metode Haspers | 43 |
| 2.2.7.3 Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I | 45 |
| 2.2.8 Analisa Debit Andalan | 51 |
| 2.2.9 Analisis Sedimen | 53 |
| 2.2.9.1 Tinjauan Umum..... | 53 |
| 2.2.9.2 Laju Erosi dan <i>Sediment Yield</i> Metode <i>USLE</i> | 53 |
| 2.3 Analisis Kebutuhan Air Baku..... | 60 |
| 2.3.1 Standar Kebutuhan Air Baku | 60 |
| 2.3.2 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih..... | 62 |
| 2.4 Neraca Air | 63 |
| 2.5 Penelusuran Banjir (<i>Flood Routing</i>)..... | 64 |
| 2.5.1 Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah | 65 |
| 2.6 Perhitungan Volume Tampungan Bendungan..... | 66 |
| 2.6.1 Volume Tampungan Hidup Untuk Melayani Kebutuhan | 66 |
| 2.6.2 Volume Air oleh Penguapan | 66 |
| 2.6.3 Volume Resapan Bendungan | 67 |
| 2.7 Bendungan | 67 |
| 2.7.1 Pemilihan Lokasi Bendungan..... | 67 |
| 2.7.2 Tipe Bendungan..... | 68 |
| 2.7.3 Rencana Teknis Pondasi..... | 72 |
| 2.7.4 Perencanaan Tubuh Bendungan | 74 |
| 2.7.5 Stabilitas Lereng Bendungan..... | 80 |
| 2.7.6 Rencana Teknis Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)..... | 96 |

BAB III METODOLOGI

| | |
|--|-----|
| 3.1 Tinjauan Umum..... | 116 |
| 3.2 Pengumpulan Data..... | 116 |
| 3.3 Metode Perencanaan Bendungan | 118 |
| 3.4 Bagan Alir Tugas Akhir | 119 |

BAB IV ANALISIS HIDROLOGI

| | |
|------------------------|-----|
| 4.1 Tinjauan Umum..... | 124 |
|------------------------|-----|

| | |
|---|-----|
| 4.2 Penentuan Daerah Aliran Sungai..... | 125 |
| 4.3 Analisa Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata Daerah | 126 |
| 4.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana..... | 128 |
| 4.4.1 Pengukuran Dispersi..... | 128 |
| 4.4.2 Pemilihan Jenis Sebaran | 131 |
| 4.4.3 Uji Kecocokan Sebaran Chi-Kuadrat (Chi-Square Test) | 131 |
| 4.4.3.1 Uji Kecocokan Sebaran Gumbel I | 132 |
| 4.4.3.2 Uji Kecocokan Log Pearson Tipe III | 134 |
| 4.4.4 Analisis Curah Hujan Rencana Metode Terpilih (Gumbel Type I) | 136 |
| 4.5 Hujan Berpeluang Maksimum (<i>Probable Maximum Precipitation</i> ,PMP) | 137 |
| 4.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana | 138 |
| 4.7 Perhitungan Debit Banjir Rencana | 138 |
| 4.7.1 Metode Der Weduwen..... | 139 |
| 4.7.2 Metode <i>Haspers</i> | 140 |
| 4.7.3 Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I..... | 142 |
| 4.7.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana Dengan Metode <i>Passing Capacity</i> | 160 |
| 4.8 Perhitungan Debit Andalan | 162 |
| 4.8.1 Perhitungan Curah Hujan | 162 |
| 4.8.2 Evapotranspirasi | 162 |
| 4.8.3 Keseimbangan Air pada Permukaan Tanah | 163 |
| 4.8.4 Limpasan (Run Off) dan Tampungan Air Tanah | 163 |
| 4.8.5 Aliran Sungai | 164 |
| 4.9 Analisis Hubungan Elevasi dengan Volume Bendungan..... | 195 |
| 4.9.1 Lokasi Bendung | 195 |
| 4.9.2 Perhitungan Elevasi terhadap Volume Bendungan..... | 196 |
| 4.10 Perhitungan Volume Tampungan Bendungan | 202 |
| 4.10.1 Analisa Sektor Domestik | 202 |
| 4.10.2 Analisa Sektor Non Domestik..... | 204 |
| 4.10.3 Volume Resapan Bendungan | 207 |
| 4.10.4 Volume yang disediakan untuk Angkutan Sedimen..... | 208 |
| 4.10.5 Kehilangan Air Karena Penguapan..... | 211 |
| 4.11 Penentuan Elevasi Mercu, Lebar Mercu dan Tinggi Mercu (<i>Spillway</i>)..... | 214 |
| 4.12 Neraca Air | 214 |

| | |
|--|-----|
| 4.13 Pehitungan Penelusuran Banjir Melalui Pelimpah..... | 218 |
|--|-----|

BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI

| | |
|---|-----|
| 5.1 Tinjauan Umum..... | 221 |
| 5.2 Pemilihan Tipe Bendungan | 221 |
| 5.3 Dimensi Bendungan | 221 |
| 5.3.1 Kemiringan Lereng (<i>slope gradient</i>)..... | 221 |
| 5.3.2 Tinggi Bendungan..... | 222 |
| 5.3.3.1 Penentuan Tinggi Jagaan | 222 |
| 5.3.3.2 Tinggi Puncak Bendungan | 231 |
| 5.4 Lebar Mercu Bendungan | 232 |
| 5.5 Panjang Bendungan | 232 |
| 5.6 Penimbunan Ekstra | 232 |
| 5.7 Perhitungan Stabilitas Bendungan..... | 233 |
| 5.7.1 Stabilitas Bendungan Terhadap Aliran Filtrasi | 233 |
| 5.7.2 Stabilitas Bendungan Terhadap Aliran Longsor | 237 |
| 5.8 Fasilitas Keamanan Bendungan (Bdsf) | 250 |
| 5.9 Material Konstruksi | 250 |
| 5.9.1 Lapisan Kedap Air (<i>Impervious Zone</i>)..... | 250 |
| 5.9.2 Perlindungan Lereng..... | 251 |
| 5.10 Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)..... | 253 |
| 5.10.1 Data Teknis Perencanaan..... | 253 |
| 5.10.2 Lebar Efektif <i>Spillway</i> | 254 |
| 5.10.3 Tinggi Air Banjir di Atas Mercu <i>Spillway</i> | 254 |
| 5.10.4 Saluran Pengatur Aliran Bangunan Pelimpah | 255 |
| 5.10.5.1 Ambang Penyadap..... | 255 |
| 5.10.5.2 Saluran Peluncur..... | 258 |
| 5.10.5 Rencana Teknis Hidrolis | 262 |
| 5.10.6 Perencanaan Peredam Energi | 267 |
| 5.11 Tinjauan Terjadinya Scouring..... | 271 |
| 5.12 Analisis Stabilitas Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)..... | 273 |
| 5.12.1 Beban yang Bekerja pada <i>Spillway</i> Ketika Kondisi Muka | |

| | |
|--|-----|
| Air Normal | 273 |
| 5.12.2 Cek Stabilitas <i>Spillway</i> Ketika Kondisi Muka Air Normal | 281 |
| 5.12.3 Beban yang Bekerja pada <i>Spillway</i> ketika Kondisi Muka Air Banjir | 284 |
| 5.12.4 Cek Stabilitas <i>Spillway</i> Ketika Kondisi Muka Air Banjir..... | 291 |
| 5.13 Perencanaan Bangunan Pengelak..... | 294 |
| 5.13.1 Perencanaan Dimensi Terowongan Pengelak..... | 294 |
| 5.13.2 Analisa Hidrolika pada Terowongan | 294 |
| 5.13.3 Kondisi Aliran Bebas..... | 294 |
| 5.13.4 Dimensi Bendungan Pengelak..... | 300 |
| 5.13.5 Perhitungan Lebar Puncak Bendung Pengelak..... | 300 |
| 5.13.6 Perhitungan Penulangan Saluran Pengelak | 301 |
| 5.14 Bangunan Penyadap..... | 307 |
| 5.14.1 Konstruksi dan Pondasi Bangunan Penyadap Menara | 308 |
| 5.14.2 Pipa Penyalur..... | 308 |
| 5.14.3 Perhitungan Dimensi Pipa Pengambilan | 311 |

BAB VI RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

| | |
|---|-----|
| 6.1 Syarat-syarat Umum dan Administrasi..... | 312 |
| 6.1.1 Ketentuan dan Persyaratan Umum | 312 |
| 6.1.2 Ketentuan dan Persyaratan Administrasi..... | 321 |
| 6.2 Syarat-syarat Teknis | 338 |

BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA

| | |
|--|-----|
| 7.1 Tinjauan Umum..... | 364 |
| 7.1.1 Pekerjaan persiapan | 365 |
| 7.1.2 Pekerjaan Prasarana..... | 365 |
| 7.1.3 Pekerjaan Pokok | 365 |
| 7.1.3.1 Pekerjaan pegelakan Sungai | 366 |
| 7.1.3.2 Pekerjaan bendungan pengelak dan bendungan utama | 366 |
| 7.1.3.3 Pekerjaan bangunan pelimpah..... | 366 |
| 7.1.3.4 Penutupan saluran pengelak | 366 |
| 7.1.3.5 Pekerjaan prasarana jalan dan jembatan..... | 367 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 7.1.3.6 | Pengadaan, pemasangan peralatan dan instrumentasi | 367 |
| 7.1.3.7 | Pekerjaan <i>landscape</i> | 367 |
| 7.1.3.8 | Jadwal pelaksanaan | 367 |
| 7.2 | Rencana Anggaran Biaya | 368 |
| 7.2.1 | Perhitungan Volume Pekerjaan | 368 |
| 7.2.2 | Analisa Harga Satuan Biaya | 370 |
| 7.2.3 | Analisa Harga Satuan Pekerjaan | 374 |
| 7.3 | Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Bendungan Pamutih | 384 |
| 7.4 | Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja (<i>Man Power</i>) | 386 |
| 7.5 | Jadwal Waktu Pelaksanaan (<i>Time Schedule</i>) | 387 |
| 7.6 | <i>Network Planning</i> | 388 |

BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|------------------|-----|
| 8.1 | Kesimpulan | 391 |
| 8.2 | Saran | 392 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 2.1 | Tabel Pedoman Pemilihan Sebaran..... | 21 |
| Tabel 2.2 | Reduced mean (Y_n) untuk Metode Sebaran Gumbel Tipe 1 | 23 |
| Tabel 2.3 | Reduced Standard Deviation (S_n) Metode sebaran Gumbel tipe I..... | 23 |
| Tabel 2.4 | Reduced Variate (Y_T) untuk Metode sebaran Gumbel tipe I | 24 |
| Tabel 2.5 | Harga K untuk Metode Sebaran Log Pearson III..... | 27 |
| Tabel 2.6 | Wilayah Luas Di bawah Kurva Normal..... | 29 |
| Tabel 2.7 | <i>Standard Variable</i> (Kt) untuk Metode Sebaran Log Normal..... | 32 |
| Tabel 2.8 | Nilai χ^2 kritis untuk uji kecocokan Chi-square | 36 |
| Tabel 2.9 | Kategori Kebutuhan Air domestik | 61 |
| Tabel 2.10 | Kebutuhan air non domestik kota kategori I,II,III, dan IV | 61 |
| Tabel 2.11 | Kebutuhan air bersih non domestik kategori V..... | 62 |
| Tabel 2.12 | Kebutuhan air bersih non domestik kategori lain | 62 |
| Tabel 2.13 | Tinggi Jagaan Bendungan Urugan | 77 |
| Tabel 2.14 | Lebar Puncak Bendungan yang Dianjurkan..... | 78 |
| Tabel 2.15 | Kemiringan Lereng Urugan | 79 |
| Tabel 2.16 | Angka aman Minimum Dalam Tinjauan Stabilitas Lereng Sebagai fungsi dari tegangan geser | 83 |
| Tabel 2.17 | Angka aman Minimum Untuk Analisis Stabilitas Lereng | 83 |
| Tabel 2.18 | Percepatan gempa horisontal..... | 87 |
| Tabel 2.19 | Harga-harga koefisien kontraksi pilar (Kp) | 99 |
| Tabel 2.20 | Harga-harga koefisien kontraksi pangkal bendung (Ka)..... | 99 |
| Tabel 4.1 | Luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Pekiringan | 127 |
| Tabel 4.2 | Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Harian Maksimum | |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| | dengan Metode Thiessen | 127 |
| Tabel 4.3 | Parameter Statistik Curah Hujan | 129 |
| Tabel 4.4 | Parameter logaritmik Curah Hujan | 130 |
| Tabel 4.5 | Parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran..... | 131 |
| Tabel 4.6 | Curah Hujan untuk Uji Kecocokan Sebaran Gumbel Tipe I..... | 132 |
| Tabel 4.7 | Uji Chi-Kuadrat distribusi Gumbel Tipe I | 133 |
| Tabel 4.8 | Curah Hujan yang diubah dalam logaritma | 134 |
| Tabel 4.9 | Uji Chi-Kuadrat distribusi Log Pearson Tipe III | 135 |
| Tabel 4.10 | Hasil perhitungan curah hujan rencana metode Gumbel Tipe I..... | 136 |
| Tabel 4.11 | Presentase distribusi hujan | 138 |
| Tabel 4.12 | Perhitungan intensitas curah hujan rencana | 138 |
| Tabel 4.13 | Perhitungan debit banjir rencana metode Der Weduwen..... | 139 |
| Tabel 4.14 | Perhitungan debit banjir rencana metode Haspers | 141 |
| Tabel 4.15 | Perhitungan resesi unit hidrograf | 146 |
| Tabel 4.16 | Intensitas cuah hujan efektif jam-jaman Metode HSS Gama I..... | 148 |
| Tabel 4.17 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 2 tahun | 149 |
| Tabel 4.18 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 5 tahun | 150 |
| Tabel 4.19 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 10 tahun | 151 |
| Tabel 4.20 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 25 tahun | 152 |
| Tabel 4.21 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 50 tahun | 153 |
| Tabel 4.22 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 100 tahun | 154 |
| Tabel 4.23 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 500 tahun | 155 |
| Tabel 4.24 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang 1000 tahun | 156 |
| Tabel 4.25 | Perhitungan hidrograf banjir periode ulang PMF | 157 |
| Tabel 4.26 | Rekapitulasi perhitungan banjir rancangan Metode HSS Gama I..... | 158 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 4.27 | Debit rencana periode ulang T tahun metode HSS Gama I | 159 |
| Tabel 4.28 | Rekapitulasi hasil perhitungan Q | 161 |
| Tabel 4.29 | Data Suhu Udara (°C) Kabupaten Pekalongan..... | 165 |
| Tabel 4.30 | Data Kelembaban Relatif (%) Kabupaten Pekalongan | 166 |
| Tabel 4.31 | Data Kecepatan Angin (m/dt) Kabupaten Pekalongan (Ketinggian alat = 2 m) | 167 |
| Tabel 4.32 | Data Penyinaran Matahari (%) Kabupaten Pekalongan..... | 168 |
| Tabel 4.33 | Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Kajen | 169 |
| Tabel 4.34 | Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Karanggondang | 170 |
| Tabel 4.35 | Data Curah Hujan Bulanan Rata-rata 2 Stasiun | 171 |
| Tabel 4.36 | Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman | 172 |
| Tabel 4.37 | Perhitungan debit andalan 1990 | 173 |
| Tabel 4.38 | Perhitungan debit andalan 1991 | 174 |
| Tabel 4.39 | Perhitungan debit andalan 1992 | 175 |
| Tabel 4.40 | Perhitungan debit andalan 1993 | 176 |
| Tabel 4.41 | Perhitungan debit andalan 1994 | 177 |
| Tabel 4.42 | Perhitungan debit andalan 1995 | 178 |
| Tabel 4.43 | Perhitungan debit andalan 1996 | 179 |
| Tabel 4.44 | Perhitungan debit andalan 1997 | 180 |
| Tabel 4.45 | Perhitungan debit andalan 1998 | 181 |
| Tabel 4.46 | Perhitungan debit andalan 1999 | 182 |
| Tabel 4.47 | Perhitungan debit andalan 2000 | 183 |
| Tabel 4.48 | Perhitungan debit andalan 2001 | 184 |
| Tabel 4.49 | Perhitungan debit andalan 2002 | 185 |
| Tabel 4.50 | Perhitungan debit andalan 2003 | 186 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Tabel 4.51 | Perhitungan debit andalan 2004 | 187 |
| Tabel 4.52 | Perhitungan debit andalan 2005 | 188 |
| Tabel 4.53 | Perhitungan debit andalan 2006 | 189 |
| Tabel 4.54 | Perhitungan debit andalan 2007 | 190 |
| Tabel 4.55 | Perhitungan debit andalan 2008 | 191 |
| Tabel 4.56 | Perhitungan debit andalan 2009 | 192 |
| Tabel 4.57 | Rekapitulasi Debit Andalan | 193 |
| Tabel 4.58 | Penentuan debit andalan untuk kebutuhan air baku | 194 |
| Tabel 4.59 | Perhitungan elevasi terhadap volume bendungan | 197 |
| Tabel 4.60 | Rekapitulasi hubungan antara elevasi, luas genangan dan kapasitas Bendungan | 199 |
| Tabel 4.61 | Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Kajen | 202 |
| Tabel 4.62 | Kriteria Perencanaan Air Baku | 203 |
| Tabel 4.63 | Nilai Kebutuhan Air non domestik | 204 |
| Tabel 4.64 | Perhitungan Konsumsi rata-rata Perhari Sektor non domestik | 204 |
| Tabel 4.65 | Perhitungan Kebutuhan Air Domestik | 205 |
| Tabel 4.66 | Total Kebutuhan Air Tiap Bulan..... | 205 |
| Tabel 4.67 | Simulasi Kebutuhan Air Kecamatan Kajen Sebelum ada Bendungan | 206 |
| Tabel 4.68 | Untuk memperoleh Angka Satuan Sedimen di Daerah Aliran Sungai ... | 209 |
| Tabel 4.69 | Karakteristik Topografi Daerah Aliran Sungai | 210 |
| Tabel 4.70 | Perhitungan volume kehilangan air karena penguapan..... | 213 |
| Tabel 4.71 | Simulasi Tampungan Air Bendungan | 215 |
| Tabel 4.72 | Perhitungan <i>flood routing</i> periode ulang 100 tahun..... | 219 |
| Tabel 5.1 | Tinggi Jagaan (<i>Free Board</i>) | 221 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 5.2 | Perhitungan <i>fetch</i> efektif | 225 |
| Tabel 5.3 | Koefisien gempa | 227 |
| Tabel 5.4 | Percepatan dasar gempa | 227 |
| Tabel 5.5 | Faktor koreksi..... | 228 |
| Tabel 5.6 | Tinggi jagaan Bendungan Urugan | 230 |
| Tabel 5.7 | Perhitungan Perhitungan harga X dan Y tanpa Drainase Kaki | 234 |
| Tabel 5.8 | Kondisi perencanaan teknis material urugan sebagai Dasar Perhitungan | 238 |
| Tabel 5.9 | Perhitungan metode irisan bidang lurus pada kondisi Bendungan baru selesai di bangun bagian hulu | 241 |
| Tabel 5.10 | Perhitungan metode irisan bidang lurus pada kondisi Bendungan baru selesai di bangun bagian hilir..... | 243 |
| Tabel 5.11 | Perhitungan metode irisan bidang lurus pada kondisi Bendungan mencapai elevasi muka air Penuh bagian hulu | 245 |
| Tabel 5.12 | Perhitungan metode irisan bidang lurus pada kondisi Bendungan mencapai elevasi muka air Penuh bagian hilir..... | 247 |
| Tabel 5.13 | Perhitungan metode irisan bidang lurus pada kondisi Bendungan mengalami penurunan air mendadak (<i>rapid drawdown</i>) bagian hulu..... | 249 |
| Tabel 5.14 | Rekapitulasi stabilitas Bendungan terhadap longsor..... | 250 |
| Tabel 5.15 | Peralatan dan Fasilitas Keamanan Bendungan | 250 |
| Tabel 5.16 | Ukuran batu dan ketebalan hamparan pelindung <i>rip-rap</i> | 252 |
| Tabel 5.17 | Ketinggian <i>spillway</i> berdasarkan lengkung <i>Harold</i> | 257 |
| Tabel 5.18 | Nilai <i>Froud</i> dengan asumsi kecepatan aliran yang berbeda di titik B | 265 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 5.19 | Nilai <i>Froud</i> dengan asumsi kecepatan aliran yang berbeda di titik C | 265 |
| Tabel 5.20 | Nilai <i>Froude</i> dengan asumsi kecepatan aliran yang berbeda di titik D..... | 266 |
| Tabel 5.21 | Nilai <i>Froude</i> dengan asumsi kecepatan aliran yang berbeda di titik E | 266 |
| Tabel 5.22 | Perhitungan gaya akibat berat sendiri | 274 |
| Tabel 5.23 | Koefisien jenis tanah | 274 |
| Tabel 5.24 | Perhitungan gaya akibat gempa | 275 |
| Tabel 5.25 | Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air kondisi muka air normal..... | 276 |
| Tabel 5.26 | Perhitungan gaya <i>uplift pressure</i> kondisi Muka Air Normal | 279 |
| Tabel 5.27 | Perhitungan tekanan tanah aktif dan gaya hidrostatik bagian hulu | 280 |
| Tabel 5.28 | Rekapitulasi perhitungan stabilitas pelimpah kondisi muka air normal gaya vertikal..... | 280 |
| Tabel 5.29 | Rekapitulasi perhitungan stabilitas pelimpah kondisi muka air normal gaya horisotal | 280 |
| Tabel 5.30 | Perhitungan gaya akibat berat sendiri | 285 |
| Tabel 5.31 | Perhitungan gaya akibat gempa | 285 |
| Tabel 5.32 | Perhitungan Rembesan dan Tekanan Air kondisi muka air Banjir | 286 |
| Tabel 5.33 | Perhitungan gaya <i>uplift pressure</i> kondisi Muka Air Banjir | 289 |
| Tabel 5.34 | Perhitungan tekanan tanah aktif dan gaya hidrostatik bagian hulu | 290 |
| Tabel 5.35 | Rekapitulasi perhitungan stabilitas pelimpah kondisi muka air Banjir gaya vertikal..... | 290 |
| Tabel 5.36 | Rekapitulasi perhitungan stabilitas pelimpah kondisi muka air normal gaya horisotal..... | 290 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 5.37 | Flood Routing Coffe Dam | 297 |
| Tabel 5.38 | Perhitungan Gaya Dalam pada Box Culvert | 303 |
| Tabel 5.39 | Perhitungan debit berdasarkan prosentase bukaan pintu..... | 309 |
| Tabel 6.1 | Mutu Beton | 352 |
| Tabel 6.2 | Ukuran dan Bentuk Penahan Air..... | 357 |
| Tabel 6.3 | Perletakan Lantai Jembatan..... | 358 |
| Tabel 7.1 | Daftar Volume Pekerjaan | 368 |
| Tabel 7.2 | Daftar Harga Satuan Upah Pekerja | 370 |
| Tabel 7.3 | Daftar Harga Satuan Sewa Alat | 370 |
| Tabel 7.4 | Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan | 371 |
| Tabel 7.5 | Daftar Harga Satuan Mobilisasi dan Demobilisasi Alat | 374 |
| Tabel 7.6 | Daftar Harga Satuan Pengadaan Kantor Lapangan dan Fasilitas..... | 374 |
| Tabel 7.7 | Daftar Harga Satuan Pengukuran dan Pemasangan <i>Bowplank</i> | 375 |
| Tabel 7.8 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan <i>Stripping</i> | 375 |
| Tabel 7.9 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Galian Tanah dengan Alat Berat | 376 |
| Tabel 7.10 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali | 376 |
| Tabel 7.11 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Tanah (dengan Alat Berat) | 377 |
| Tabel 7.12 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Timbunan Batu | 377 |
| Tabel 7.13 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Tulangan..... | 378 |
| Tabel 7.14 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Bekisting..... | 378 |
| Tabel 7.15 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Beton Bo / Lantai Kerja..... | 379 |
| Tabel 7.16 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Beton K225..... | 380 |
| Tabel 7.17 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Beton K300..... | 380 |
| Tabel 7.18 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Plesteran | 381 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Tabel 7.19 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Pasangan Batu 1pc : 4ps | 381 |
| Tabel 7.20 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Rip-Rap..... | 382 |
| Tabel 7.21 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan Bronjong Kawat dia. 3 mm | 382 |
| Tabel 7.22 | Daftar Harga Satuan Pekerjaan dan Pemasangan Peil | 383 |
| Tabel 7.23 | Rekapitulasi Harga satuan Pekerjaan | 383 |
| Tabel 7.24 | Rencana Anggaran Biaya..... | 384 |
| Tabel 7.25 | Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)..... | 385 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Peta lokasi calon bendungan Pamutih di DAS Sragi | 3 |
| Gambar 2.1 | Pengaruh bentuk DAS pada aliran permukaan | 9 |
| Gambar 2.2 | Pengaruh kerapatan parit atau saluran pada hidrograf aliran permukaan | 10 |
| Gambar 2.3 | Metode poligon <i>Thiessen</i> | 14 |
| Gambar 2.4 | Metode <i>Isohyet</i> | 15 |
| Gambar 2.5 | Koefisien <i>Kurtosis</i> | 20 |
| Gambar 2.6 | Hubungan nilai Km dengan Hujan maksimum rata-rata tahunan (mm) | 41 |
| Gambar 2.7 | Penyesuaian X_n dan S_n untuk data maksimum yang diamati | 41 |
| Gambar 2.8 | Berbagai metode pemisahan aliran langsung | 46 |
| Gambar 2.9 | Sketsa Hidrograf satuan sintetik Gama I | 47 |
| Gambar 2.10 | Sketsa penetapan WF | 49 |
| Gambar 2.11 | Sketsa penetapan RUA | 49 |
| Gambar 2.12 | Bendungan <i>on stream</i> | 70 |
| Gambar 2.13 | Bendungan <i>off stream</i> | 70 |
| Gambar 2.14 | Bendungan urugan | 71 |
| Gambar 2.15 | Tipe-tipe bendungan beton | 72 |
| Gambar 2.16 | Tinggi bendungan | 74 |
| Gambar 2.17 | Tinggi jagaan pada mercu bendungan | 75 |
| Gambar 2.18 | Berat bahan yang terletak dibawah garis depresi | 84 |
| Gambar 2.19 | Gaya tekanan hidrostatis pada bidang miring | 85 |
| Gambar 2.20 | Skema pembebanan yang disebabkan oleh tekanan hidrostatis yang bekerja pada bidang miring | 86 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| Gambar 2.21 | Cara menentukan harga-harga N dan T..... | 89 |
| Gambar 2.22 | Skema perhitungan bidang lurus dalam kondisi bendungan penuh air..... | 90 |
| Gambar 2.23 | Skema perhitungan bidang lurus dalam kondisi penurunan air bendungan tiba-tiba..... | 91 |
| Gambar 2.24 | Garis depresi pada bendungan homogen..... | 91 |
| Gambar 2.25 | Garis depresi pada bendungan homogen (sesuai garis parabola)..... | 93 |
| Gambar 2.26 | Grafik hubungan antara sudut bidang singgung (α) dengan $\frac{\Delta a}{a + \Delta a}$ | 93 |
| Gambar 2.27 | Formasi garis depresi..... | 94 |
| Gambar 2.28 | Saluran pengarah aliran dan ambang pengatur debit pada sebuah pelimpah..... | 97 |
| Gambar 2.29 | Penampang memanjang bangunan pelimpah | 98 |
| Gambar 2.30 | Ambang bebas | 100 |
| Gambar 2.31 | <i>Overflow weir</i> | 101 |
| Gambar 2.32 | Skema penampang memanjang saluran peluncur | 102 |
| Gambar 2.33 | Bagian berbentuk terompel dari saluran peluncur..... | 102 |
| Gambar 2.34 | Bentuk kolam olakan datar tipe I USBR..... | 105 |
| Gambar 2.35 | Bentuk kolam olakan datar tipe II USBR..... | 105 |
| Gambar 2.36 | Bentuk kolam olakan datar tipe III USBR | 106 |
| Gambar 2.37 | Bentuk kolam olakan datar tipe IV USBR | 107 |
| Gambar 2.38 | Peradam energi tipe bak tenggelam (<i>Bucket</i>)..... | 107 |
| Gambar 2.39 | Grafik Untuk Mencari Jari-jari Minimum (R_{min}) Bak..... | 108 |
| Gambar 2.40 | Grafik Untuk Mencari Batas Minimum tinggi air hilir | 109 |
| Gambar 2.41 | Batas Maksimum Tinggi Air Hilir | 110 |
| Gambar 2.42 | Komponen bangunan penyadap tipe sandar | 110 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Gambar 2.43 | Skema perhitungan untuk lubang-lubang penyadap | 113 |
| Gambar 2.44 | Bangunan Penyadap Menara | 114 |
| Gambar 2.45 | Tekanan hidrostatik yang bekerja pada bidang bulat yang miring | 115 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir rencana tugas Akhir | 120 |
| Gambar 4.1 | DAS Pekiringan dan calon bendungan Pamutih | 125 |
| Gambar 4.2 | Poligon Thiesen | 126 |
| Gambar 4.3 | Sketsa penentuan jumlah dan pertemuan sungai | 142 |
| Gambar 4.4 | Sketsa penentuan W_u dan W_i | 142 |
| Gambar 4.5 | Sketsa penentuan A_u | 143 |
| Gambar 4.6 | Grafik Hidrograf Satuan sintetik Gamma I | 147 |
| Gambar 4.7 | Hidrograf banjir rancangan | 159 |
| Gambar 4.8 | Perbandingan Q dengan berbagai metode | 161 |
| Gambar 4.9 | Penentuan lokasi bendungan | 196 |
| Gambar 4.10 | Potongan I-I | 196 |
| Gambar 4.11 | Hubungan elevasi dengan luas genangan dan volume genangan | 201 |
| Gambar 4.12 | Neraca Air sebelum ada Bendungan | 206 |
| Gambar 4.13 | Grafik hubungan volume air tersedia dan volume air kebutuhan | 207 |
| Gambar 4.14 | Neraca air sesudah ada bendungan Pamutih | 216 |
| Gambar 4.15 | Grafik neraca air komulatif sesudah ada bendungan Pamutih | 217 |
| Gambar 4.16 | Grafik <i>flood routing</i> periode ulang PMF | 220 |
| Gambar 5.1 | Tinggi Jagaan (<i>free board</i>) | 222 |
| Gambar 5.2 | Panjang Lintasan Ombak Efektif | 224 |
| Gambar 5.3 | Grafik perhitungan metode SMB | 226 |
| Gambar 5.4 | Pembagian zone gempa di Indonesia | 228 |
| Gambar 5.5 | Tinggi puncak Bendungan Pamutih | 231 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Gambar 5.6 | Hubungan antara Sudut Bidang Singgung (α) dengan C | 234 |
| Gambar 5.7 | Formasi garis depresi pada tubuh bendungan tanpa Drainase Kaki..... | 235 |
| Gambar 5.8 | Formasi garis depresi pada tubuh bendungan dengan Drainase Kaki.... | 235 |
| Gambar 5.9 | Jaringan trayektori aliran Filtrasi | 236 |
| Gambar 5.10 | Metode luncur pada kondisi bendungan selesai dibangun bagian hulu . | 240 |
| Gambar 5.11 | Metode luncur pada kondisi bendungan selesai dibangun bagian hilir.. | 242 |
| Gambar 5.12 | Metode luncur pada kondisi bendungan terisi penuh bagian hulu | 244 |
| Gambar 5.13 | Metode luncur pada kondisi bendungan terisi penuh bagian Hilir..... | 246 |
| Gambar 5.14 | Metode luncur pada kondisi air turun mendadak | 248 |
| Gambar 5.15 | Gradasi bahan yang dapat dipergunakan untuk penimbunan zone kedap air bendungan urugan homogen..... | 251 |
| Gambar 5.16 | Pelapisan bendungan urugan..... | 252 |
| Gambar 5.17 | Saluran pengarah aliran dan ambang pengatur debit pada bangunan Pelimpah | 255 |
| Gambar 5.18 | Koordinat Penampang memanjang ambang penyadap saluran pengatur debit | 256 |
| Gambar 5.19 | Skema bagian transisi saluran pengarah pada bangunan pelimpah | 258 |
| Gambar 5.20 | Penampang memanjang saluran peluncur..... | 260 |
| Gambar 5.21 | Bagian berbentuk saluran terompet pada ujung hilir saluran peluncur ... | 261 |
| Gambar 5.22 | Denah potongan memanjang <i>spillway</i> | 262 |
| Gambar 5.23 | Skema penampang memanjang aliran pada saluran..... | 263 |
| Gambar 5.24 | Panjang loncatan hidrolis pada kolam olakan datar..... | 268 |
| Gambar 5.25 | Ukuran gigi-gigi pemencar dan gigi-gigi benturan aliran..... | 269 |
| Gambar 5.26 | Grafik untuk perencanaan ukuran batu kosong | 272 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5.27 Stabilitas Spillway pada saat kondisi Muka Air Normal | 273 |
| Gambar 5.28 Stabilitas Spillway pada Titik A - Titik 4 | 277 |
| Gambar 5.29 Stabilitas Spillway pada Titik 4 – Titik 17..... | 278 |
| Gambar 5.30 Stabilitas Spillway pada saat kondisi Muka Air Banjir Rencana | 284 |
| Gambar 5.31 Stabilitas Spillway pada Titik A – Titik 4..... | 287 |
| Gambar 5.32 Stabilitas Spillway pada Titik 4-Titik 17..... | 288 |
| Gambar 5.33 Koefisien debit pada terowongan untuk kondisi aliran terendam dengan inlet segi empat..... | 296 |
| Gambar 5.34 Flood Routing <i>Coffer Dam</i> | 299 |
| Gambar 5.35 Penampang Melintang <i>Box Culvert</i> | 301 |
| Gambar 5.36 Model Pembebanan pada <i>Box Culvert</i> | 302 |
| Gambar 5.37 Bidang momen <i>Box Culvert</i> | 303 |
| Gambar 5.38 Komponen dari bangunan penyadap menara | 307 |
| Gambar 5.39 Grafik debit berdasarkan prosentase bukaan pintu | 309 |
| Gambar 5.40 Skema pengaliran dalam penyalur kondisi pintu terbuka 80%..... | 310 |