

# **TUGAS AKHIR**

## **PERENCANAAN DIMENSI STRUKTUR BENDUNG PLTM KAREKAN DI BANJARNEGARA**

Untuk Memenuhi Sebagaimana Persyaratan Mencapai  
Derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



Nandar Sunandar

41107110003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK PERENCANAAN & DESAIN  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2015**



LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir :** Perencanaan Dimensi Struktur Bendung PLTM Karekan  
di Banjarnegara.

Disusun oleh :

**Nama** : Nandar Sunandar  
**NIM** : 41107110003  
**Jurusan/Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana pada tanggal 15 Februari 2015

Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Hadi Susilo, MM.

Jakarta, 18 Februari 2015

Mengetahui,

Ketua Pengudi

Acep Hidayat, ST, MT.



Ir. Mawardi Amin, MT.



LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA

Q

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nandar Sunandar  
NIM : 41107110003  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 22 Februari 2015

Yang memberikan pernyataan



Nandar Sunandar

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, Dia yang memiliki seluruh jiwa dan karena rahmat dan karunia-Nyalah karya sederhana ini dapat terselesaikan, saya susun tugas akhir ini dan saya persembahkan kepada mereka yang saya sayangi antara lain :

- ❖ Gusti Allah SWT beserta Rosul Muhammad SAW, Malaikat dan Wali-walinya yang telah memberi saya barokah dan hidayah hingga dapat saya selesaikan tugas akhir ini.
- ❖ Ayahanda dan ibunda Tercinta dengan segala hormat dan sujud baktiku terima kasih atas kasih sayang, do'a, dorongan semangat dan nasehat, serta bimbinganmu yang selalu menyegarkan hati dikala suka dan duka
- ❖ Istriku tercinta Darliah, SE. terimakasih atas kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan, sehingga memberikan arti penting dalam hidupku ini.
- ❖ Anakku tercinta Danish Parananda R. Sunandar, terimakasih Nak kamu adalah malaikat kecilku yang selalu memberikan semangat hidupku, semoga kamu menjadi anak yang sholeh dan berbakti keoada orang tua, bangsa dan negara.
- ❖ Teman-teman angkatan XI (Pak Tri, Sularno, Endin, Diyanto, Ikhsan Sawaludin) terimakasih atas persahabatan yang indah, tulus dan tak terlupakan ini.

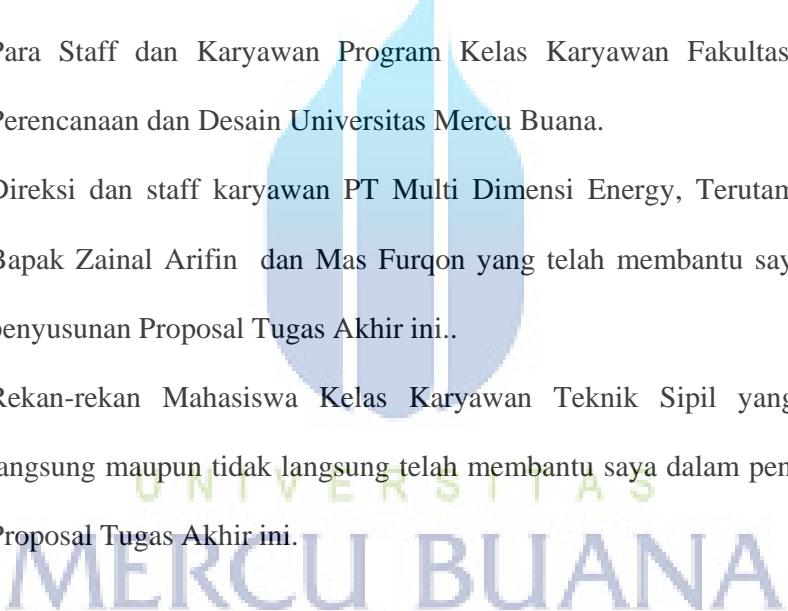
## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyusun laporan tugas akhir dengan judul “ Perencanaan Dimensi Struktur Bendung PLTM Karekan di Banjarnegara ”. Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana, Jakarta.

Dengan segala keterbatasan ilmu serta waktu, Penulis berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan tugas akhir ini sebaik-baiknya. Penulis menyadari bahwa untuk membuat suatu karya tulis yang baik dan bermutu diperlukan waktu yang cukup dan juga masukan-masukan yang membangun yang akan dijadikan sumber di dalam penulisan. Dengan segala keterbatasan yang ada, Penulis berusaha menghasilkan suatu karya yang mudah-mudahan dapat memberikan masukan dan dapat dijadikan sebagai bahan acuan yang dapat dipakai di lingkungan kerja.

Dalam melengkapi penulisan sampai dengan saat ini ini beberapa pihak telah memberikan masukan serta memberikan konstribusi yang positif, sehingga di dalam penulisan ini Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatiannya demi terselesaikannya tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Bapak Ir. Mawardi Amin, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, dan juga selaku Koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Hadi Susilo, MM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Bapak Ir. Acep Hidayat, MT dan Ibu Gneis Setia Graha selaku dosen pengaji.
4. Para Dosen Kelas Karyawan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana.
5. Para Staff dan Karyawan Program Kelas Karyawan Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain Universitas Mercu Buana.
6. Direksi dan staff karyawan PT Multi Dimensi Energy, Terutama untuk Bapak Zainal Arifin dan Mas Furqon yang telah membantu saya dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini..
7. Rekan-rekan Mahasiswa Kelas Karyawan Teknik Sipil yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu saya dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

  
Semoga tulisan yang jauh dari kata bermutu ini mendapat kritik serta saran yang konstruktif dari pembaca demi perbaikan tulisan ini dan semoga dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan serta menambah wawasan bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

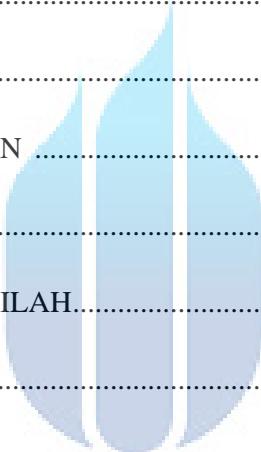
Jakarta, Februari 2015

Penulis

## **DAFTAR ISI**

### **HALAMAN JUDUL**

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....        | i    |
| LEMBAR PERNYATAAN.....         | ii   |
| ABSTRAK .....                  | iii  |
| KATA PENGANTAR .....           | iv   |
| HALAMAN PERSEMPAHAN .....      | v    |
| DAFTAR ISI .....               | vi   |
| DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH..... | vii  |
| DAFTAR TABEL.....              | viii |



### **BAB I PENDAHULUAN**

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 1.1 Latar Belakang dan Permasalahan.....       | I-1 |
| 1.2 Maksud dan Tujuan .....                    | I-2 |
| 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....    | I-3 |
| 1.4 Lokasi dan Kesampaian Daerah Bendung ..... | I-4 |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                | I-6 |

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| 2.1. Bendung .....                            | II-1 |
| 2.1.1. Tipe – tipe Bendung.....               | II-1 |
| 2.1.2. Hidrolika Bangunan Bendung Tetap ..... | II-3 |

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.2. Kebutuhan Air PLTM.....                                       | II-22 |
| 2.2.1 Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Tanah .....                   | II-22 |
| 2.2.2 Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan .....                        | II-24 |
| 2.2.3 Evapotranspirasi Potensial .....                             | II-26 |
| 2.2.4 Perkolasi.....                                               | II-26 |
| 2.2.5 Curah Hujan Efektif (Re).....                                | II-26 |
| 2.2.6 Koefisien Untuk Tanaman (Cf) .....                           | II-27 |
| 2.2.7 Debit Andalan .....                                          | II-27 |
| 2.2.8 Neraca Air.....                                              | II-28 |
| <br>                                                               |       |
| 2.3. Analisis Hidrologi.....                                       | II-28 |
| 2.3.1 Curah Hujan Rencana .....                                    | II-29 |
| 2.3.1.1 Cara Rata – Rata Hitung .....                              | II-29 |
| 2.3.1.2 Cara Poligon <i>Thiessen</i> .....                         | II-30 |
| 2.3.1.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan periode ulang ..... | II-31 |
| 2.3.1.4 Metode Gumbel .....                                        | II-37 |
| 2.3.1.5 Metode Distribusi <i>Log Pearson</i> .....                 | II-39 |
| <br>                                                               |       |
| 2.3.2 Debit banjir Rencana .....                                   | II-42 |
| 2.3.2.1 Metode <i>Haspers</i> .....                                | II-42 |
| 2.3.2.2 Metode Analisis Hidrograf satuan sintetik Gamma I .....    | II-45 |
| 2.3.2.3 Metode <i>Passing Capasity</i> .....                       | II-51 |
| <br>                                                               |       |
| 2.4. Desain Hidrolis .....                                         | II-52 |
| 2.4.1 Tinjauan Terhadap Gerusan.....                               | II-52 |
| 2.4.1.1 Metode <i>Lacey</i> .....                                  | II-52 |
| 2.4.1.2 Metode <i>Vendjik</i> .....                                | II-53 |
| 2.4.1.3 Metode <i>Shoelistch</i> .....                             | II-53 |
| <br>                                                               |       |
| 2.4.2 Panjang Terjunan (lw) .....                                  | II-53 |

|                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.4.3 Panjang Loncatan Air (lj) .....                              | II-54 |
| 2.4.4 Menentukan Ukuran Isian Batu .....                           | II-54 |
| 2.4.5 Kedalaman Gerusan Lokal Setelah Diisi Batu (m).....          | II-55 |
| <br>                                                               |       |
| 2.5. Stabilitas Bangunan .....                                     | II-57 |
| 2.5.1 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah .....                  | II-57 |
| 2.5.2 Stabilitas Terhadap Guling .....                             | II-57 |
| 2.5.3 Stabilitas Terhadap Geser .....                              | II-58 |
| 2.5.4 Stabilitas Terhadap Eksentrisitas .....                      | II-59 |
| 2.5.5 Stabilitas Terhadap Pipping (Erosi Bawah Tanah).....         | II-59 |
| 2.5.6 Stabilitas Terhadap Gempa.....                               | II-60 |
| 2.5.7 Stabilitas Terhadap Gaya Lumpur .....                        | II-61 |
| 2.5.8 Stabilitas Terhadap Tekanan Hidrostatis Kondisi Normal ..... | II-61 |
| 2.5.9 Stabilitas Terhadap Tekanan Hidrostatis Kondisi Banjir ..... | II-62 |

### **BAB III METODA PENELITIAN**

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| 3.1. Uraian Umum .....                            | III-1 |
| 3.2. Tahap Persiapan.....                         | III-2 |
| 3.3. Tahap Pengumpulan Data.....                  | III-2 |
| 3.4. Kriteria Perencanaan.....                    | III-4 |
| 3.4.1 Analisis Hidrologi.....                     | III-4 |
| 3.4.1.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....    | III-4 |
| <br>                                              |       |
| 3.4.2 Analisis Hidrolis dan Struktur Bendung..... | III-6 |
| 3.4.2.1 Analisis Hidrolis Bendung.....            | III-6 |
| 3.4.2.2 Tinjauan Hidrolis Bendung.....            | III-7 |
| 3.4.2.3 Analisis Struktur Bendung.....            | III-7 |
| 3.5. Bagan Alir Tugas Akhir.....                  | III-8 |

## **BAB IV ANALISIS HIDROLOGI**

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 4.1. Uraian Umum .....                         | IV-1  |
| 4.2. Survey Hidrologi.....                     | IV-1  |
| 4.3. Analisis Hidrologi.....                   | IV-5  |
| 4.4. Analisis Curah Hujan.....                 | IV-12 |
| 4.4.1 Curah Hujan Harian Maksimum.....         | IV-12 |
| 4.4.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan.....      | IV-13 |
| 4.4.3 Uji Keselarasan Distribusi .....         | IV-32 |
| 4.4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan ..... | IV-39 |

## **BAB V PERENCANAAN KONSTRUKSI BENDUNG**

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| 5.1. Perencanaan Hidrolis Bendung.....                            | V-1  |
| 5.1.1 Menentukan Elevasi Mercu Bendung.....                       | V-1  |
| 5.1.2 Menentukan Muka Air Banjir Di Hilir Bendung.....            | V-1  |
| 5.1.3 Menentukan Lebar Effektif Bendung .....                     | V-5  |
| 5.1.4 Menentukan Muka Air Banjir Di Atas Mercu Bendung.....       | V-7  |
| 5.1.5 Menentukan Dimensi Mercu Bendung .....                      | V-10 |
| 5.1.6 Perhitungan Lengkungan Aliran Balik (Back Water Curve)..... | V-14 |
| 5.1.7 Desain Kolam Olak.....                                      | V-15 |
| 5.1.8 Perhitungan Dalamnya Pondasi Kolam Olak .....               | V-20 |
| 5.1.9 Perhitungan Panjang Lantai Muka.....                        | V-23 |
| 5.2. Stabilitas Bendung .....                                     | V-25 |

## **BAB VI PENUTUP**

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 6.1. Kesimpulan ..... | VI-1 |
| 6.2. Saran-saran..... | VI-6 |

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR NOTASI**

A = Luas daerah Pengaliran (km<sup>2</sup>)

C = Koefisien debit bangunan pelimpah (m<sup>1/2</sup>/dt)

H = Tinggi energi dihitung dari elevasi mercu spillway (ml)

I = Debit yang masuk ke dalam waduk (m<sup>3</sup>/dt)

L = Panjang alur sungai (km)

N = Jumlah stasiun pengamatan

Q = Debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/dt)

R = Curah hujan daerah (mm)

S = Besarnya tampungan (storage) waduk (m)

s = Deviasi Standar

t = Waktu (jam)

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

X = Jumlah data

Be = Lebar efektif ambang pelimpah (m)

Ck = Koefisien Kurtosis

Cs = Koefisien asimetri

Cv = Koefisien Variasi

Qa = Limpasan sebelum mencapai debit puncak ( m<sup>3</sup> /dt)

QP = Debit puncak banjir ( m<sup>3</sup> /dt)

Ro = Hujan satuan ( mm)

Rt = Intensitas hujan satuan untuk jam ke-n (mm)

tg = Waktu kosentrasi (jam)

Tp = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam)

$\Delta t$  = Periode penelusuran (detik, jam atau hari)

T<sub>0,3</sub> = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit sampai menjadi 30 %  
dan puncak (jam)

$\Psi_1$  = Keadaan pada saat permulaan penelusuran (m<sup>3</sup>/dt)

$\Psi_2$  = Keadaan pada akhir penelusuran (m<sup>3</sup>/dt)

DAS = Daerah Aliran Sungai

PLTM = Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro



## **DAFTAR TABEL**

|                   |                                                             |       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tabel 2.1</b>  | Harga – harga koefisien Konstruksi.....                     | II-4  |
| <b>Tabel 2.2</b>  | Harga – harga K dan N .....                                 | II-8  |
| <b>Tabel 2.3</b>  | Nilai Kritis untuk Distribusi Chi Kuadrat.....              | II-34 |
| <b>Tabel 2.4</b>  | Nilai Delta Kritis Uji Keselarasan Smirnove Kolmogorov .... | II-36 |
| <b>Tabel 2.5</b>  | Reduced Mean (Yn).....                                      | II-38 |
| <b>Tabel 2.6</b>  | Reduced Standart Deviasion (S) .....                        | II-38 |
| <b>Tabel 2.7</b>  | Reduce Variat (Yt).....                                     | II-39 |
| <b>Tabel 2.8</b>  | Harga k untuk Distribusi Log Pearson III.....               | II-40 |
| <b>Tabel 2.9</b>  | Kedalaman Gerusan Lokal.....                                | II-55 |
| <b>Tabel 2.10</b> | Harga – harga Minimum Angka Rembesan Lane (CL).....         | II-60 |
| <b>Tabel 4.1</b>  | Curah Hujan Harian maksimum (R24).....                      | IV-12 |
| <b>Tabel 4.2</b>  | Nilai Reduksi Gauss.....                                    | IV-14 |
| <b>Tabel 4.3</b>  | Analisa Frekuensi Dengan Metode Distribusi Normal.....      | IV-15 |
| <b>Tabel 4.4</b>  | Faktor Frekuensi k Metode Distribusi Log Normal 2.....      | IV-17 |
| <b>Tabel 4.5</b>  | Analisa Frekuensi Dengan Metode Distribusi Normal 2.....    | IV-18 |
| <b>Tabel 4.6</b>  | Faktor Frekuensi k Metode Distribusi Log Normal 3.....      | IV-20 |
| <b>Tabel 4.7</b>  | Frekuensi Dengan Metode Distribusi Normal 3 .....           | IV-21 |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Hubungan Periode (T) Dengan Reduksi Variat (Yn) .....       | IV-23 |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Hubungan Reduksi Variat (Yn) Dengan Jumlah Data (n)....     | IV-23 |
| <b>Tabel 4.10</b> | Hubungan Standart Deviasi (Sn) Dengan Jumlah Data (n) ..    | IV-25 |

|                   |                                                                                            |       |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tabel 4.11</b> | Analisa Frekuensi Dengan Metode Gumbell.....                                               | IV-26 |
| <b>Tabel 4.12</b> | Nilai K Distribusi Pearson III dan Log Pearson III Untuk KOefisien Kemencenggan (Cs) ..... | IV-27 |
| <b>Tabel 4.13</b> | Analisa Frekuensi Dengan Metode Pearson III .....                                          | IV-29 |
| <b>Tabel 4.14</b> | Analisa Frekuensi Dengan Metode Log Pearson III.....                                       | IV-31 |
| <b>Tabel 4.15</b> | Luas Wilayah di bawah kurva normal uji smirnov kolomogorof untuk $\alpha = 5\%$ III.....   | IV-33 |
| <b>Tabel 4.16</b> | Nilai Kritis (Do) uji smirnov kolomogorof.....                                             | IV-34 |
| <b>Tabel 4.17</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Normal.....                                             | IV-35 |
| <b>Tabel 4.18</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Log Normal 2 .....                                      | IV-35 |
| <b>Tabel 4.19</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Log Normal 3 .....                                      | IV-36 |
| <b>Tabel 4.20</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Gumbell .....                                           | IV-36 |
| <b>Tabel 4.21</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Pearson III .....                                       | IV-37 |
| <b>Tabel 4.22</b> | Uji Smirnov Kolomogorof Distribusi Log Pearson III .....                                   | IV-37 |
| <b>Tabel 4.23</b> | Rekapitulasi Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana .....                                  | IV-38 |
| <b>Tabel 4.24</b> | Rekapitulasi Uji Keselarasan Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana.....                   | IV-38 |
| <b>Tabel 4.25</b> | Perhitungan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Dr. Mononobe                                | IV-41 |
| <b>Tabel 4.26</b> | Perhitungan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Talbot ....                                 | IV-46 |
| <b>Tabel 4.27</b> | Hasil Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....                                  | IV-51 |
| <b>Tabel 4.28</b> | Hasil Perhitungan Hidrograf Metode Empiris Haspers .....                                   | IV-54 |
| <b>Tabel 4.29</b> | Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana .....                                  | IV-54 |

|                   |                                                                            |      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tabel 5.1</b>  | Perhitungan Debit Banjir Rencana .....                                     | V-4  |
| <b>Tabel 5.2</b>  | Harga K dan N .....                                                        | V-11 |
| <b>Tabel 5.3</b>  | Harga Faktor Lacey .....                                                   | V-21 |
| <b>Tabel 5.4</b>  | Harga-harga C (Creep Ratio).....                                           | V-24 |
| <b>Tabel 5.5</b>  | Perhitungan Berat Sendiri Bendung .....                                    | V-30 |
| <b>Tabel 5.6</b>  | Gaya Akibat Tekanan Lumpur .....                                           | V-34 |
| <b>Tabel 5.7</b>  | Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Normal.....                                | V-36 |
| <b>Tabel 5.8</b>  | Gaya Akibat Tekanan Hidrostatis Banjir .....                               | V-37 |
| <b>Tabel 5.9</b>  | Gaya Akibat Tekanan Tanah Kontak.....                                      | V-40 |
| <b>Tabel 5.10</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Keadaan Air Normal                     | V-42 |
| <b>Tabel 5.11</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Vertikal Keadaan Air<br>Normal .....   | V-42 |
| <b>Tabel 5.12</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Horisontal Keadaan Air<br>Normal ..... | V-45 |
| <b>Tabel 5.13</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Keadaan Air Banjir ..                  | V-47 |
| <b>Tabel 5.14</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Vertikal Keadaan Air<br>Banjir .....   | V-47 |
| <b>Tabel 5.15</b> | Gaya Akibat Tekanan Uplift Pressure Horisontal Keadaan Air<br>Banjir ..... | V-50 |
| <b>Tabel 5.16</b> | Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Keadaan Air Normal ...                    | V-53 |
| <b>Tabel 5.17</b> | Rekapitulasi Stabilitas Konstruksi Keadaan Air Normal .....                | V-55 |
| <b>Tabel 5.18</b> | Rekapitulasi Gaya-gaya dan Momen Keadaan Air Banjir.....                   | V-55 |
| <b>Tabel 5.19</b> | Rekapitulasi Stabilitas Konstruksi Keadaan Air Banjir.....                 | V-57 |