

**ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR  
JEMBATAN RANGKA BAJA DI DAERAH RAWAN GEMPA  
(Studi Kasus Perancangan Jembatan Air Manula  
di Propinsi Bengkulu)**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
HENDRA WAHYUDI  
NPM : 03 02 11631



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, JANUARI 2009**

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

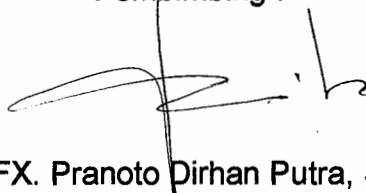
## ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA DI DAERAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus Perancangan Jembatan Air Manula di Propinsi Bengkulu)

Oleh :  
**HENDRA WAHYUDI**  
**NPM : 03 02 11631**

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, .....

Pembimbing I

  
( FX. Pranoto Dirhan Putra, ST. )

Pembimbing II

  
( Ir. JF. Soandrijanie Linggo, MT. )

Disahkan oleh :  
Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



( Ir. Junaedi Utomo, M.Eng. )

## PENGESAHAN

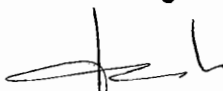


Laporan Tugas Akhir

### ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA DI DAERAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus Perancangan Jembatan Air Manula di Propinsi Bengkulu)



Oleh :  
HENDRA WAHYUDI  
NPM : 03 02 11631

Telah diuji dan disetujui oleh

| Nama                               | Tanda tangan                                                                         | Tanggal                |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Ketua : FX. Pranoto Dirhan P., ST. |  | 13/2009<br>/02         |
| Sekretaris : Ir. Y. Hendra S., MT. |  | 19.12.2009<br>13/02 09 |
| Anggota : Ir. Y. Lulie, MT.        |  |                        |

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Sebuah karya kecil ini dipersembahkan untuk  
Ibunda dan ayahanda tercinta  
Seluruh keponakan dan kakak-kakakku tersayang  
Almarhumah Nenekku tercinta  
Seorang hawa pembawa romansa*

*Dialah yang mengkaruniakan hikmah  
kepada yang ia kehendaki. Siapapun yang mendapat  
hikmah, dia telah mendapatkan kebaikan yang berlimpah.  
Namun yang mampu mengambil peringatan ini hanya  
orang-orang yang berfikiran cerdas.  
(Al Quran, 2 : 269)*

*hanyat pegat ngudiya ronging budya  
margane suka basuki  
dimen luar kang kinayun  
kalising panggawe sisip  
ing kang taberi prihatos  
(Ranggawarsita, Serat Babda Jati)*

## KATA PENGANTAR

Sembah sujud dan puji syukur penulis panjatkan untuk Sang Maha Penguasa Alam Allah SWT serta terima kasih kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang senantiasa memberikan jalan dan petunjuk kepada penulis hingga dapat menyelesaikan Penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA DI DAERAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus Perancangan Jembatan Air Manula di Propinsi Bengkulu)”**.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini mempunyai maksud sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini juga sebagai wadah untuk menuangkan pikiran dan ide penulis tentang pembelajaran lingkup dunia teknik sipil kedalam bahasa tulisan dan gambar. Selain itu, Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat memperkaya perbendaharaan wacana tentang materi edukasi program studi teknik sipil serta menambah referensi wacana ilmiah bagi para akademika dan masyarakat umum.

Secara garis besar Laporan Tugas Akhir ini memiliki tujuan untuk memberikan tambahan penjelasan tentang tata cara perencanaan struktur jembatan yang berada pada daerah rawan gempa dan sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Sedangkan manfaat yang diperoleh yaitu membantu perorangan atau instansi yang terkait dalam perancangan jembatan baja untuk memudahkan dalam merancang suatu jembatan yang terbuat dari baja dan sebagai salah satu alternatif perancangan konstruksi jembatan rangka baja.

Proses Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan oleh penulis atas bantuan banyak pihak, baik secara moral, ide, ruang pembelajaran maupun materi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan

terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa Penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak sempurna, masih terdapat kekurangan dan perlu banyak tambahan saran maupun kritik guna lebih menyempurnakan Penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna untuk masyarakat pada umumnya dan kalangan bertatar belakang teknik sipil pada khususnya.

Yogyakarta, 8 Januari 2009

Penulis

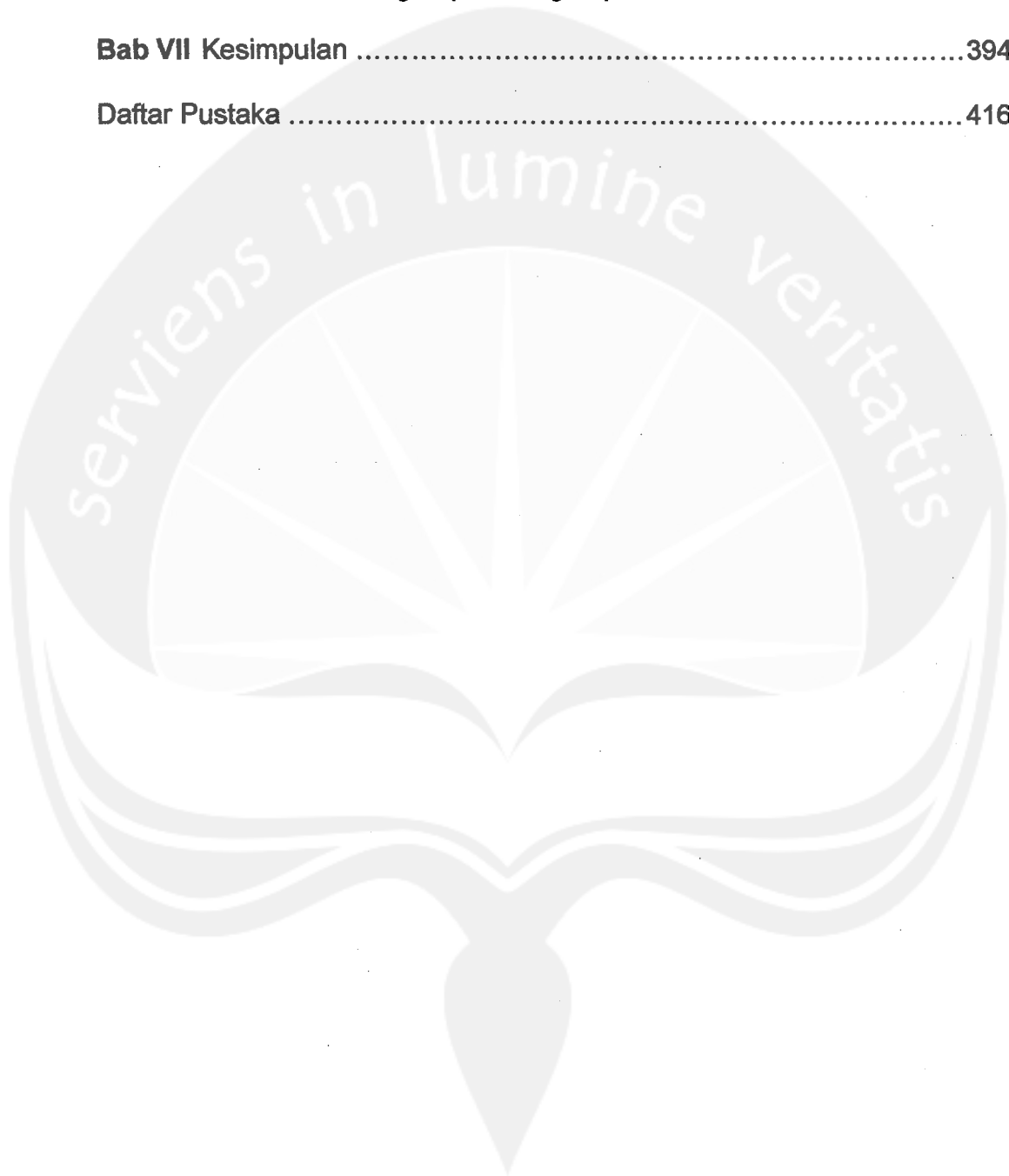
## DAFTAR ISI

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| Halaman Judul .....                                 | i     |
| Halaman Pengesahan .....                            | ii    |
| Halaman Pengesahan Penguji .....                    | iii   |
| Halaman Persembahan .....                           | iv    |
| Kata Pengantar .....                                | vi    |
| Daftar Isi .....                                    | viii  |
| Daftar Tabel .....                                  | xi    |
| Daftar Gambar .....                                 | xiii  |
| Daftar Lampiran .....                               | xviii |
| Intisari .....                                      | xix   |
| <br>                                                |       |
| <b>Bab I</b> Pendahuluan .....                      | 1     |
| 1.1. Latar Belakang .....                           | 1     |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                        | 5     |
| 1.3. Batasan Masalah .....                          | 6     |
| 1.4. Keaslian Penulisan .....                       | 8     |
| 1.5. Tujuan dan Manfaat .....                       | 8     |
| <br>                                                |       |
| <b>Bab II</b> Tinjauan Pustaka .....                | 9     |
| 2.1. Analisis Struktur .....                        | 9     |
| 2.2. Jembatan .....                                 | 9     |
| 2.2.1. Umum .....                                   | 9     |
| 2.2.2. Peranan jembatan terhadap transportasi ..... | 11    |
| 2.2.3. Jembatan rangka baja .....                   | 12    |
| 2.3. Peraturan-peraturan Perancangan Jembatan ..... | 13    |
| 2.4. Sifat Mekanis dan Tampang Baja .....           | 15    |
| 2.5. Analisis Struktur Berbasis Komputer .....      | 16    |
| 2.6. Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia .....     | 18    |
| 2.7. Daerah Rawan Gempa .....                       | 21    |
| <br>                                                |       |
| <b>Bab III</b> Landasan Teori .....                 | 22    |
| 3.1. Pembebanan pada Jembatan .....                 | 22    |
| 3.1.1. Pembebanan primer .....                      | 22    |
| 3.1.2. Pembebanan sekunder .....                    | 25    |
| 3.2. Perancangan Struktur Atas Jembatan .....       | 31    |
| 3.2.1. Perancangan plat lantai kendaraan .....      | 31    |
| 3.2.2. Perancangan gelagar .....                    | 35    |
| 3.2.3. Balok komposit baja beton .....              | 39    |
| 3.2.4. Alat penyambung .....                        | 56    |



|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3. Perancangan Struktur Bawah Jembatan .....                                | 60         |
| 3.3.1. Pembebanan pada struktur bawah jembatan .....                          | 60         |
| 3.3.2. Kombinasi pembebanan .....                                             | 63         |
| 3.3.3. Stabilitas geser dan guling .....                                      | 65         |
| 3.3.4. Perancangan penulangan <i>abutment</i> .....                           | 66         |
| 3.3.5. Perancangan penulangan pilar .....                                     | 68         |
| 3.3.6. Perancangan pondasi tiang pancang .....                                | 71         |
| <b>Bab IV Metodologi Perancangan .....</b>                                    | <b>74</b>  |
| 4.1. Studi Literatur .....                                                    | 74         |
| 4.2. Data .....                                                               | 74         |
| 4.3. Terminologi .....                                                        | 76         |
| 4.4. Bagan Alir .....                                                         | 82         |
| <b>Bab V Perancangan Struktur Atas Jembatan .....</b>                         | <b>83</b>  |
| 5.1. Perencanaan Dimensi Awal .....                                           | 83         |
| 5.2. Perancangan Plat Lantai Kendaraan .....                                  | 84         |
| 5.2.1. Perancangan plat tipe I .....                                          | 84         |
| 5.2.2. Perancangan plat tipe II .....                                         | 91         |
| 5.3. Perancangan Gelagar Memanjang .....                                      | 109        |
| 5.3.1. Gelagar memanjang tengah .....                                         | 111        |
| 5.3.2. Gelagar memanjang tepi .....                                           | 136        |
| 5.4. Perancangan Struktur Rangka Baja .....                                   | 159        |
| 5.4.1. Penentuan profil struktur rangka baja .....                            | 160        |
| 5.4.2. Pembebanan struktur rangka baja .....                                  | 165        |
| 5.4.3. Hasil analisis perancangan dengan SAP2000 .....                        | 177        |
| 5.5. Perencanaan Penahan Geser Gelagar Melintang .....                        | 179        |
| 5.5.1. Gelagar Melintang Tepi .....                                           | 179        |
| 5.5.2. Gelagar Melintang Dalam .....                                          | 182        |
| 5.6. Perencanaan Sambungan .....                                              | 185        |
| 5.6.1. Perancangan baut gelagar melintang dengan gelagar<br>memanjang .....   | 186        |
| 5.6.2. Perancangan baut gelagar melintang dengan gelagar<br>utama bawah ..... | 189        |
| 5.6.3. Perancangan baut batang diagonal .....                                 | 192        |
| 5.6.4. Perancangan baut batang ikatan angin atas .....                        | 195        |
| 5.6.5. Perancangan baut batang ikatan angin bawah .....                       | 197        |
| 5.6.6. Perancangan baut gelagar utama .....                                   | 200        |
| <b>Bab VI Perancangan Struktur Bawah Jembatan .....</b>                       | <b>203</b> |
| 6.1. Data Teknis .....                                                        | 203        |
| 6.2. Perancangan <i>Abutment</i> .....                                        | 206        |
| 6.2.1. Perancangan arah x .....                                               | 207        |
| 6.2.2. Perancangan arah y .....                                               | 234        |
| 6.2.3. Perancangan pondasi tiang pancang .....                                | 249        |
| 6.2.4. Penulangan <i>abutment</i> .....                                       | 263        |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| 6.3. Perancangan Pilar .....              | 322        |
| 6.3.1. Pembebanan pada pilar .....        | 323        |
| 6.3.2. Perancangan tiang pancang .....    | 346        |
| 6.3.3. Perancangan penulangan pilar ..... | 360        |
| <b>Bab VII Kesimpulan .....</b>           | <b>394</b> |
| <b>Daftar Pustaka .....</b>               | <b>416</b> |



## DAFTAR TABEL

|                    |                                                                                       |     |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 2.1.</b>  | Sifat Mekanis Baja .....                                                              | 15  |
| <b>Tabel 3.1.</b>  | Kecepatan Angin Rencana .....                                                         | 27  |
| <b>Tabel 3.2.</b>  | Koefisien Seret .....                                                                 | 27  |
| <b>Tabel 3.3.</b>  | Faktor Kepentingan .....                                                              | 29  |
| <b>Tabel 3.4.</b>  | Faktor Tipe Bangunan .....                                                            | 30  |
| <b>Tabel 3.5.</b>  | Koefisien Reduksi Momen $r_m$ .....                                                   | 35  |
| <b>Tabel 3.6.</b>  | Beban Geser Horizontal yang Diiijinkan untuk Satu Alat<br>Penyambung .....            | 53  |
| <b>Tabel 3.7.</b>  | Koefisien Aliran Air .....                                                            | 63  |
| <b>Tabel 3.8.</b>  | Kombinasi Pembebanan dan Gaya .....                                                   | 65  |
| <b>Tabel 5.1.</b>  | Beban Mati Permeter Panjang Plat .....                                                | 85  |
| <b>Tabel 5.2.</b>  | Kondisi batas $\beta_1$ .....                                                         | 88  |
| <b>Tabel 5.3.</b>  | Koefisien reduksi momen .....                                                         | 93  |
| <b>Tabel 5.4.</b>  | Rekapitulasi Momen Pelat Dalam .....                                                  | 101 |
| <b>Tabel 6.1.</b>  | Berat <i>Abutment</i> .....                                                           | 211 |
| <b>Tabel 6.2.</b>  | Rekapitulasi Tekanan Tanah dan Momen .....                                            | 223 |
| <b>Tabel 6.3.</b>  | Kombinasi Pembebanan .....                                                            | 230 |
| <b>Tabel 6.4.</b>  | Kombinasi Beban I .....                                                               | 230 |
| <b>Tabel 6.5.</b>  | Kombinasi Beban II .....                                                              | 230 |
| <b>Tabel 6.6.</b>  | Kombinasi Beban III .....                                                             | 231 |
| <b>Tabel 6.7.</b>  | Kombinasi Beban IV .....                                                              | 231 |
| <b>Tabel 6.8.</b>  | Kombinasi Pembebanan .....                                                            | 246 |
| <b>Tabel 6.9.</b>  | Kombinasi Beban I .....                                                               | 246 |
| <b>Tabel 6.10.</b> | Kombinasi Beban II .....                                                              | 247 |
| <b>Tabel 6.11.</b> | Kombinasi Beban III .....                                                             | 247 |
| <b>Tabel 6.12.</b> | Koefisien daya dukung tanah <i>Terzaghi</i> .....                                     | 250 |
| <b>Tabel 6.13.</b> | Faktor Bentuk Fondasi .....                                                           | 251 |
| <b>Tabel 6.14.</b> | Momen terhadap titik O Potongan A – A .....                                           | 265 |
| <b>Tabel 6.15.</b> | Nilai-nilai $\phi v_c$ .....                                                          | 269 |
| <b>Tabel 6.16.</b> | Berat <i>Abutment</i> Pada Potongan B – B .....                                       | 272 |
| <b>Tabel 6.17.</b> | Rekapitulasi Momen Akibat Tekanan Tanah .....                                         | 275 |
| <b>Tabel 6.18.</b> | Rekapitulasi Beban dan Momen pada Potongan B – B ...                                  | 283 |
| <b>Tabel 6.19.</b> | Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton ( $\phi v_c$ ) .....                                 | 288 |
| <b>Tabel 6.20.</b> | Berat <i>Abutment</i> Pada Potongan C – C .....                                       | 292 |
| <b>Tabel 6.21.</b> | Rekapitulasi Momen Akibat Tekanan Tanah .....                                         | 295 |
| <b>Tabel 6.22.</b> | Rekapitulasi Beban dan Momen pada Potongan C – C ...                                  | 303 |
| <b>Tabel 6.23.</b> | Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton ( $\phi v_c$ ) .....                                 | 308 |
| <b>Tabel 6.24.</b> | Rekapitulasi Gaya dan Moment (Terhadap Titik A) pada<br><i>Pilecap Abutment</i> ..... | 310 |

|                    |                                                                                   |            |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tabel 6.25.</b> | <b>Kondisi batas <math>\beta_1</math> .....</b>                                   | <b>312</b> |
| <b>Tabel 6.26.</b> | <b>Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton (<math>\phi_{v_c}</math>) .....</b>           | <b>316</b> |
| <b>Tabel 6.27.</b> | <b>Gaya-gaya Akibat Struktur Atas Jembatan .....</b>                              | <b>330</b> |
| <b>Tabel 6.28.</b> | <b>Koefisien Aliran (<math>k</math>) .....</b>                                    | <b>331</b> |
| <b>Tabel 6.29.</b> | <b>Faktor Kepentingan .....</b>                                                   | <b>340</b> |
| <b>Tabel 6.30.</b> | <b>Faktor Tipe Bangunan .....</b>                                                 | <b>340</b> |
| <b>Tabel 6.31.</b> | <b>Tabel Nilai <math>W_i</math> Hasil Analisis SAP2000 .....</b>                  | <b>342</b> |
| <b>Tabel 6.32.</b> | <b>Nilai Distribusi Beban Gempa .....</b>                                         | <b>342</b> |
| <b>Tabel 6.33.</b> | <b>Nilai Reaksi Tumpuan pada Struktur Pilar .....</b>                             | <b>344</b> |
| <b>Tabel 6.34.</b> | <b>Data Hasil Analisis Program SAP2000 untuk<br/>Perancangan Penulangan .....</b> | <b>345</b> |
| <b>Tabel 6.35.</b> | <b>Koefisien daya dukung tanah <i>Terzaghi</i> .....</b>                          | <b>346</b> |
| <b>Tabel 6.36.</b> | <b>Faktor Bentuk Fondasi .....</b>                                                | <b>347</b> |
| <b>Tabel 6.37.</b> | <b>Kondisi batas <math>\beta_1</math> .....</b>                                   | <b>361</b> |
| <b>Tabel 6.38.</b> | <b>Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton (<math>\phi_{v_c}</math>) .....</b>           | <b>364</b> |
| <b>Tabel 6.39.</b> | <b>Kondisi batas <math>\beta_1</math> .....</b>                                   | <b>367</b> |
| <b>Tabel 6.40.</b> | <b>Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton (<math>\phi_{v_c}</math>) .....</b>           | <b>370</b> |
| <b>Tabel 6.41.</b> | <b>Syarat Kelangsingan Kolom .....</b>                                            | <b>375</b> |
| <b>Tabel 6.42.</b> | <b>Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton (<math>\phi_{v_c}</math>) .....</b>           | <b>380</b> |
| <b>Tabel 6.43.</b> | <b>Kondisi batas <math>\beta_1</math> .....</b>                                   | <b>386</b> |
| <b>Tabel 6.44.</b> | <b>Nilai-nilai Kekuatan Geser Beton (<math>\phi_{v_c}</math>) .....</b>           | <b>391</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|              |                                                                              |     |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1.  | Peta Propinsi Bengkulu .....                                                 | 1   |
| Gambar 1.2.  | Kondisi Eksisting Jembatan Lama .....                                        | 3   |
| Gambar 1.3.  | Kondisi Jalan Penghubung .....                                               | 4   |
| Gambar 1.4.  | Foto Udara Lokasi Jembatan Lama .....                                        | 4   |
| Gambar 1.5.  | Relokasi Jembatan Baru .....                                                 | 5   |
| Gambar 2.1.  | Bagian Struktur Atas Jembatan .....                                          | 11  |
| Gambar 2.2.  | Macam-macam Bentuk Jembatan Rangka Baja .....                                | 13  |
| Gambar 2.3.  | Profil Penampang Melintang Profil Baja .....                                 | 16  |
| Gambar 2.4.  | Peta Zona Gempa di Indonesia .....                                           | 20  |
| Gambar 3.1.  | Beban $T$ .....                                                              | 24  |
| Gambar 3.2.  | Beban $D$ .....                                                              | 25  |
| Gambar 3.3.  | Beban Angin .....                                                            | 27  |
| Gambar 3.4.  | Arah Gaya Gempa .....                                                        | 29  |
| Gambar 3.5.  | Koefisien Geser Dasar Wilayah 2 .....                                        | 30  |
| Gambar 3.6.  | Bidang Beban Roda dan Penyebaran Beban .....                                 | 32  |
| Gambar 3.7.  | Kombinasi Perletakan Sisi Pelat .....                                        | 33  |
| Gambar 3.8.  | Balok Ditumpu Sederhana .....                                                | 36  |
| Gambar 3.9.  | (a) Penampang Melintang, (b) Diagram Tegangan .....                          | 37  |
| Gambar 3.10. | (a) Lendutan pada Balok Non Komposit. (b) Lendutan pada Balok Komposit ..... | 40  |
| Gambar 3.11. | Jenis-jenis Penampang Komposit .....                                         | 42  |
| Gambar 3.12. | Lebar Efektif Komposit .....                                                 | 48  |
| Gambar 3.13. | Lendutan Batang .....                                                        | 51  |
| Gambar 3.14. | Sambungan <i>Lap Joint</i> .....                                             | 57  |
| Gambar 3.15. | Sambungan <i>Butt Joint</i> .....                                            | 58  |
| Gambar 4.1.  | Menu <i>File</i> pada SAP2000 .....                                          | 76  |
| Gambar 4.2.  | Menu <i>Define</i> pada SAP2000 .....                                        | 78  |
| Gambar 4.3.  | Menu <i>Assign</i> pada SAP2000 .....                                        | 79  |
| Gambar 4.4.  | Menu <i>Analyze</i> pada SAP2000 .....                                       | 80  |
| Gambar 4.5.  | <i>Toolbar</i> pada SAP2000 .....                                            | 81  |
| Gambar 4.6.  | Bagan Alir .....                                                             | 82  |
| Gambar 5.1.  | Perencanaan Awal Dimensi Struktur Atas .....                                 | 83  |
| Gambar 5.2.  | Kondisi Batas Plat Tipe I .....                                              | 84  |
| Gambar 5.3.  | Kondisi Pembebanan Plat Tipe I .....                                         | 85  |
| Gambar 5.4.  | Kondisi Batas Pelat Beton .....                                              | 91  |
| Gambar 5.5.  | Beban Mati Pelat .....                                                       | 93  |
| Gambar 5.6.  | Penyebaran Beban Roda .....                                                  | 95  |
| Gambar 5.7.  | Kondisi Pembebanan Hidup 1 .....                                             | 96  |
| Gambar 5.8.  | Kondisi Pembebanan Hidup 2 .....                                             | 97  |
| Gambar 5.9.  | Rencana Gelagar Memanjang .....                                              | 110 |

|                     |                                                                             |            |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Gambar 5.10.</b> | <b>Profil Baja W14X114 .....</b>                                            | <b>110</b> |
| <b>Gambar 5.11.</b> | <b>Penampang Komposit (<math>K = 1</math>) .....</b>                        | <b>114</b> |
| <b>Gambar 5.12.</b> | <b>Modulus Penampang Komposit (<math>K = 1</math>) .....</b>                | <b>116</b> |
| <b>Gambar 5.13.</b> | <b>Penampang Komposit (<math>K = 3</math>) .....</b>                        | <b>119</b> |
| <b>Gambar 5.14.</b> | <b>Modulus Penampang Komposit (<math>K = 3</math>) .....</b>                | <b>121</b> |
| <b>Gambar 5.15.</b> | <b>Bending Momen Diagram .....</b>                                          | <b>122</b> |
| <b>Gambar 5.16.</b> | <b>Diagram Tegangan pada Komposit Baja-Beton .....</b>                      | <b>131</b> |
| <b>Gambar 5.17.</b> | <b>Skema Pembebanan Akibat Beban Mati .....</b>                             | <b>134</b> |
| <b>Gambar 5.18.</b> | <b>Skema Pembebanan Akibat Beban Hidup .....</b>                            | <b>134</b> |
| <b>Gambar 5.19.</b> | <b>Perencanaan <i>Stud</i> Geser .....</b>                                  | <b>136</b> |
| <b>Gambar 5.20.</b> | <b>Penampang Komposit (<math>K = 1</math>) .....</b>                        | <b>139</b> |
| <b>Gambar 5.21.</b> | <b>Modulus Penampang Komposit (<math>K = 1</math>) .....</b>                | <b>141</b> |
| <b>Gambar 5.22.</b> | <b>Penampang Komposit (<math>K = 3</math>) .....</b>                        | <b>144</b> |
| <b>Gambar 5.23.</b> | <b>Modulus Penampang Komposit (<math>K = 3</math>) .....</b>                | <b>146</b> |
| <b>Gambar 5.24.</b> | <b>Bending Momen Diagram .....</b>                                          | <b>147</b> |
| <b>Gambar 5.25.</b> | <b>Diagram Tegangan pada Komposit Baja-Beton .....</b>                      | <b>156</b> |
| <b>Gambar 5.26.</b> | <b>Perencanaan <i>Stud</i> Geser .....</b>                                  | <b>159</b> |
| <b>Gambar 5.27.</b> | <b>Pendimensian Jembatan Rangka Baja pada<br/>SAP2000 .....</b>             | <b>159</b> |
| <b>Gambar 5.28.</b> | <b>Skema Perancangan dengan Program SAP2000 .....</b>                       | <b>160</b> |
| <b>Gambar 5.29.</b> | <b>Profil WF 800X500X40X50 .....</b>                                        | <b>161</b> |
| <b>Gambar 5.30.</b> | <b>Profil WF 500X500X30X40 .....</b>                                        | <b>161</b> |
| <b>Gambar 5.31.</b> | <b>Profil WF 500X600X30X40 .....</b>                                        | <b>162</b> |
| <b>Gambar 5.32.</b> | <b>Letak Macam-macam bentuk Profil Baja untuk Batang<br/>Diagonal .....</b> | <b>162</b> |
| <b>Gambar 5.33.</b> | <b>Profil WF 500X500X40X50 .....</b>                                        | <b>163</b> |
| <b>Gambar 5.34.</b> | <b>Profil WF 500X500X30X40 .....</b>                                        | <b>163</b> |
| <b>Gambar 5.35.</b> | <b>Profil WF 500X500X20X20 .....</b>                                        | <b>163</b> |
| <b>Gambar 5.36.</b> | <b>Profil WF 500X600X30X40 .....</b>                                        | <b>164</b> |
| <b>Gambar 5.37.</b> | <b>Profil WF 500X600X30X40 .....</b>                                        | <b>164</b> |
| <b>Gambar 5.38.</b> | <b>Pembebanan pada Gelagar Melintang .....</b>                              | <b>165</b> |
| <b>Gambar 5.39.</b> | <b>Pembebanan <math>D_L</math> Gelagar melintang Tepi .....</b>             | <b>166</b> |
| <b>Gambar 5.40.</b> | <b>Pembebanan <math>D_L</math> Gelagar melintang Tengah .....</b>           | <b>166</b> |
| <b>Gambar 5.41.</b> | <b>Tiang Sandaran .....</b>                                                 | <b>167</b> |
| <b>Gambar 5.42.</b> | <b>Skema Beban Tiang Sandaran .....</b>                                     | <b>168</b> |
| <b>Gambar 5.43.</b> | <b>Pembebanan <math>L_L</math> Gelagar Melintang .....</b>                  | <b>168</b> |
| <b>Gambar 5.44.</b> | <b>Pembebanan <math>L_L</math> Gelagar Melintang Tepi .....</b>             | <b>169</b> |
| <b>Gambar 5.45.</b> | <b>Pembebanan <math>L_L</math> Gelagar Melintang Dalam .....</b>            | <b>170</b> |
| <b>Gambar 5.46.</b> | <b>Pembebanan Gaya Rem pada SAP2000 .....</b>                               | <b>171</b> |
| <b>Gambar 5.47.</b> | <b>Pembebanan Gaya Angin pada SAP2000 .....</b>                             | <b>173</b> |
| <b>Gambar 5.48.</b> | <b>Proses Input Beban Thermal .....</b>                                     | <b>174</b> |
| <b>Gambar 6.49.</b> | <b>Koefisien Geser Dasar Wilayah 2 .....</b>                                | <b>175</b> |
| <b>Gambar 5.50.</b> | <b>Pembebanan Beban Gempa pada SAP2000 .....</b>                            | <b>177</b> |
| <b>Gambar 5.51.</b> | <b>Ledutan Rangka Baja .....</b>                                            | <b>178</b> |
| <b>Gambar 5.52.</b> | <b>Penampang Gelagar Melintang Tepi .....</b>                               | <b>179</b> |
| <b>Gambar 5.53.</b> | <b>Jarak <i>Stud</i> Geser Gelagar Melintang .....</b>                      | <b>182</b> |

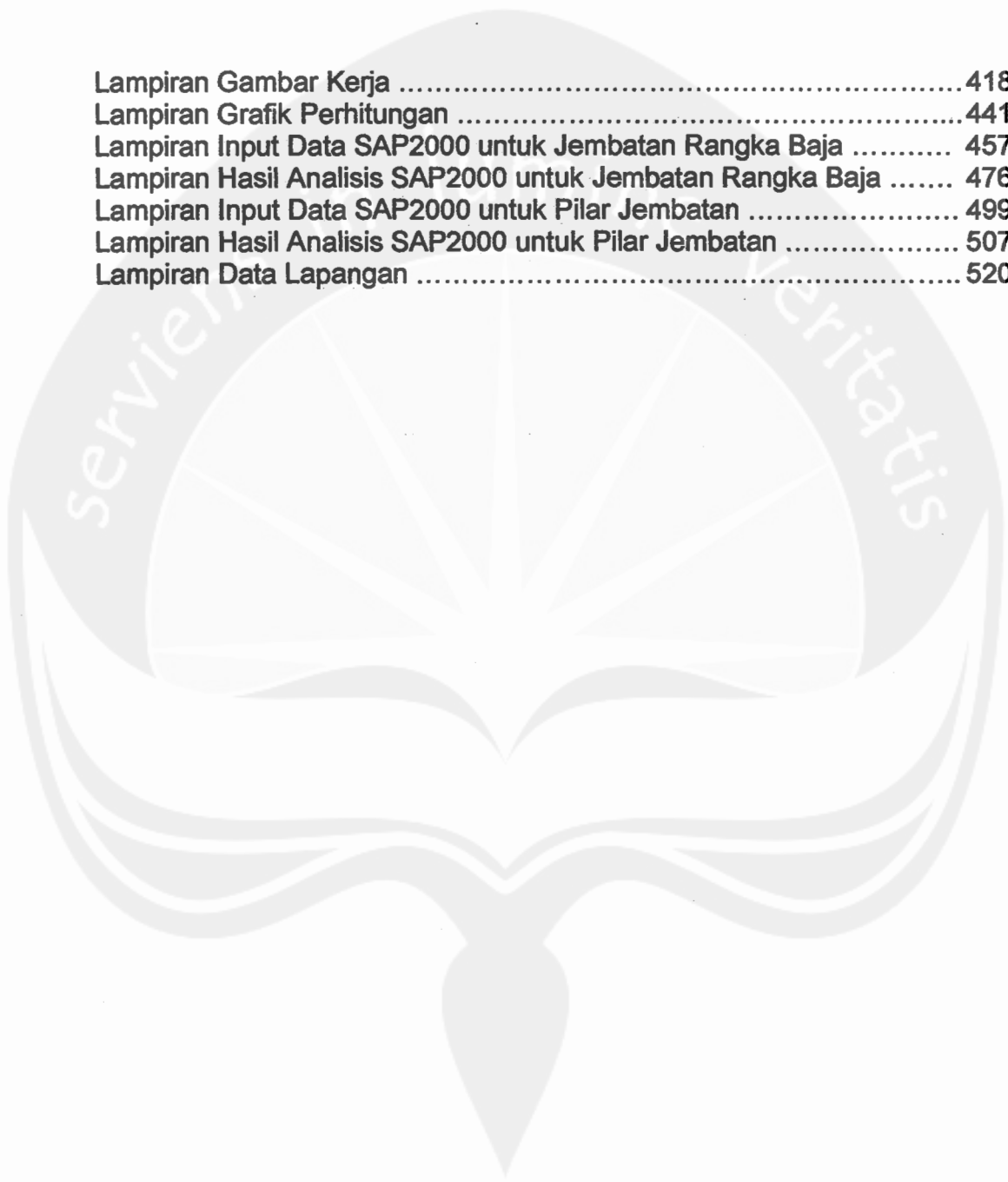
|                     |                                                                        |            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Gambar 5.54.</b> | <b>Penampang Gelagar Melintang Dalam .....</b>                         | <b>182</b> |
| <b>Gambar 5.55.</b> | <b>Jarak Stud Geser Gelagar Melintang Dalam .....</b>                  | <b>185</b> |
| <b>Gambar 5.56.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Memanjang Bagian<br/>Tengah .....</b>       | <b>188</b> |
| <b>Gambar 5.57.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Memanjang Bagian Tepi .....</b>             | <b>189</b> |
| <b>Gambar 5.58.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Melintang Bagian Tepi .....</b>             | <b>183</b> |
| <b>Gambar 5.59.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Melintang Bagian Dalam ....</b>             | <b>190</b> |
| <b>Gambar 5.60.</b> | <b>Penempatan Baut Batang diagonal .....</b>                           | <b>193</b> |
| <b>Gambar 5.61.</b> | <b>Penempatan Baut Batang Diagonal .....</b>                           | <b>194</b> |
| <b>Gambar 5.62.</b> | <b>Penempatan Baut Batang Ikatan Angin Atas .....</b>                  | <b>196</b> |
| <b>Gambar 5.63.</b> | <b>Penempatan Baut Ikatan Angin Atas .....</b>                         | <b>197</b> |
| <b>Gambar 5.64.</b> | <b>Penempatan Baut Batang Ikatan Angin Bawah .....</b>                 | <b>198</b> |
| <b>Gambar 5.65.</b> | <b>Penempatan Baut Ikatan Angin Bawah .....</b>                        | <b>200</b> |
| <b>Gambar 5.66.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Utama Atas .....</b>                        | <b>201</b> |
| <b>Gambar 5.67.</b> | <b>Penempatan Baut Gelagar Utama Bawah .....</b>                       | <b>202</b> |
| <b>Gambar 6.1.</b>  | <b>Situasi Potongan Memanjang Struktur Jembatan .....</b>              | <b>205</b> |
| <b>Gambar 6.2.</b>  | <b>Tampak <i>Abutment</i> Arah <math>x-z</math> .....</b>              | <b>206</b> |
| <b>Gambar 6.3.</b>  | <b>Tampak <i>Abutment</i> Arah <math>y-z</math> .....</b>              | <b>206</b> |
| <b>Gambar 6.4.</b>  | <b>Reaksi Peletakan diatas <i>Abutment</i> .....</b>                   | <b>207</b> |
| <b>Gambar 6.5.</b>  | <b>Tampak Samping dan Tampak Belakang <i>Abutment</i> .....</b>        | <b>209</b> |
| <b>Gambar 6.6.</b>  | <b>Pembagian Luasan <i>Abutment</i> .....</b>                          | <b>210</b> |
| <b>Gambar 6.7.</b>  | <b>Letak Titik Beban dari Struktur Atas .....</b>                      | <b>212</b> |
| <b>Gambar 6.8.</b>  | <b>Beban mati (<math>D_L</math>) diatas <i>Abutment</i> .....</b>      | <b>212</b> |
| <b>Gambar 6.9.</b>  | <b>Beban Hidup (<math>L_L</math>) diatas <i>Abutment</i> .....</b>     | <b>213</b> |
| <b>Gambar 6.10.</b> | <b>Arah Beban dari Struktur Atas .....</b>                             | <b>214</b> |
| <b>Gambar 6.11.</b> | <b>Beban Rem diatas <i>Abutment</i> .....</b>                          | <b>215</b> |
| <b>Gambar 6.12.</b> | <b>Beban Angin diatas <i>Abutment</i> .....</b>                        | <b>216</b> |
| <b>Gambar 6.13.</b> | <b>Skema Tekanan Tanah .....</b>                                       | <b>218</b> |
| <b>Gambar 6.14.</b> | <b>Resultan Gaya Total Tekanan Tanah .....</b>                         | <b>224</b> |
| <b>Gambar 6.15.</b> | <b>Beban Gempa Akibat Struktur Atas .....</b>                          | <b>225</b> |
| <b>Gambar 6.16.</b> | <b>Koefisien Geser Dasar Wilayah 2 .....</b>                           | <b>226</b> |
| <b>Gambar 6.17.</b> | <b>Reaksi Peletakan diatas <i>Abutment</i> .....</b>                   | <b>235</b> |
| <b>Gambar 6.18.</b> | <b>Panjang Lengan Beban Arah <math>y</math> Terhadap Titik B .....</b> | <b>235</b> |
| <b>Gambar 6.19.</b> | <b>Beban mati (<math>D_L</math>) diatas <i>Abutment</i> .....</b>      | <b>237</b> |
| <b>Gambar 6.20.</b> | <b>Lengan <math>D_L</math> terhadap Titik B .....</b>                  | <b>238</b> |
| <b>Gambar 6.21.</b> | <b>Beban Hidup (<math>L_L</math>) diatas <i>Abutment</i> .....</b>     | <b>238</b> |
| <b>Gambar 6.22.</b> | <b>Lengan <math>L_L</math> terhadap Titik B .....</b>                  | <b>239</b> |
| <b>Gambar 6.23.</b> | <b>Arah Beban dari Struktur Atas .....</b>                             | <b>240</b> |
| <b>Gambar 6.24.</b> | <b>Beban Rem di atas <i>Abutment</i> .....</b>                         | <b>240</b> |
| <b>Gambar 6.25.</b> | <b>Beban Angin diatas <i>Abutment</i> .....</b>                        | <b>241</b> |
| <b>Gambar 6.26.</b> | <b>Beban Gempa Akibat Struktur Atas .....</b>                          | <b>243</b> |
| <b>Gambar 6.27.</b> | <b>Beban Akibat Suhu .....</b>                                         | <b>245</b> |
| <b>Gambar 6.28.</b> | <b>Kontur Elevasi <i>Abutment</i> .....</b>                            | <b>251</b> |
| <b>Gambar 6.29.</b> | <b>Perencanaan Letak Fondasi Tiang .....</b>                           | <b>257</b> |
| <b>Gambar 6.30.</b> | <b>Pembagian Potongan <i>Abutment</i> .....</b>                        | <b>263</b> |
| <b>Gambar 6.31.</b> | <b>Potongan A – A <i>Abutment</i> .....</b>                            | <b>263</b> |

|                     |                                                                               |            |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Gambar 7.4.</b>  | <b>Gelagar Memanjang Utama .....</b>                                          | <b>398</b> |
| <b>Gambar 7.5.</b>  | <b>Batang Diagonal .....</b>                                                  | <b>399</b> |
| <b>Gambar 7.6.</b>  | <b>Batang Ikatan Angin Atas .....</b>                                         | <b>400</b> |
| <b>Gambar 7.7.</b>  | <b>Batang Ikatan Angin Bawah .....</b>                                        | <b>401</b> |
| <b>Gambar 7.8.</b>  | <b>Sambungan Gelagar Memanjang Tengah dengan<br/>Gelagar Melintang .....</b>  | <b>402</b> |
| <b>Gambar 7.9.</b>  | <b>Sambungan Gelagar Memanjang Tengah dengan<br/>Gelagar Melintang .....</b>  | <b>402</b> |
| <b>Gambar 7.10.</b> | <b>Sambungan Gelagar Utama Bawah dengan Gelagar<br/>Melintang Tepi .....</b>  | <b>403</b> |
| <b>Gambar 7.11.</b> | <b>Sambungan Gelagar Utama Bawah dengan Gelagar<br/>Melintang Dalam .....</b> | <b>403</b> |
| <b>Gambar 7.12.</b> | <b>Sambungan Batang Diagonal dengan Gelagar Utama<br/>Bawah .....</b>         | <b>404</b> |
| <b>Gambar 7.13.</b> | <b>Sambungan Batang Diagonal dengan Gelagar Utama<br/>Atas .....</b>          | <b>404</b> |
| <b>Gambar 7.14.</b> | <b>Sambungan Ikatan Angin Atas dengan Gelagar Utama<br/>Atas .....</b>        | <b>405</b> |
| <b>Gambar 7.15.</b> | <b>Sambungan Ikatan Angin Atas dengan Ikatan Angin<br/>Atas .....</b>         | <b>405</b> |
| <b>Gambar 7.16.</b> | <b>Sambungan Ikatan Angin Bawah dengan Gelagar<br/>Utama Bawah .....</b>      | <b>406</b> |
| <b>Gambar 7.17.</b> | <b>Sambungan Ikatan Angin Bawah dengan Ikatan Angin<br/>Bawah .....</b>       | <b>406</b> |
| <b>Gambar 7.18.</b> | <b>Sambungan Gelagar Utama Atas dengan Gelagar<br/>Utama Atas .....</b>       | <b>407</b> |
| <b>Gambar 7.19.</b> | <b>Sambungan Gelagar Utama Bawah dengan Gelagar<br/>Utama Bawah .....</b>     | <b>407</b> |
| <b>Gambar 7.19.</b> | <b><i>Stud Penahan Geser</i> .....</b>                                        | <b>408</b> |
| <b>Gambar 7.20.</b> | <b><i>Abutment</i> .....</b>                                                  | <b>410</b> |
| <b>Gambar 7.21.</b> | <b>Pilar .....</b>                                                            | <b>412</b> |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran Gambar Kerja .....                                      | 418 |
| Lampiran Grafik Perhitungan .....                                | 441 |
| Lampiran Input Data SAP2000 untuk Jembatan Rangka Baja .....     | 457 |
| Lampiran Hasil Analisis SAP2000 untuk Jembatan Rangka Baja ..... | 476 |
| Lampiran Input Data SAP2000 untuk Pilar Jembatan .....           | 499 |
| Lampiran Hasil Analisis SAP2000 untuk Pilar Jembatan .....       | 507 |
| Lampiran Data Lapangan .....                                     | 520 |



## INTISARI

**ANALISIS DAN PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA DI DAERAH RAWAN GEMPA (Studi Kasus Perancangan Jembatan Air Manula di Propinsi Bengkulu), Hendra Wahyudi, NPM 03.02.11631, tahun 2009, Bidang Keahlian Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.**

Menurut Badan Litbang DPU (1992), perencanaan ketahanan gempa meliputi evaluasi teknik dari pengaruh kekuatan gempa pada jembatan seperti gaya inersia, tekanan tanah, tekanan air dan penyebaran gaya lateral. Beban lateral akibat gerakan gempa untuk suatu daerah dihitung berdasarkan percepatan gempa dasar, lokasi pembangunan, faktor kepentingan, faktor perangkaan, berat konstruksi jembatan seperti yang disyaratkan dalam *Brige Management System* 1992. Perencanaan ketahanan struktur bangunan terhadap gempa sangat perlu dipertimbangkan mengingat wilayah Indonesia termasuk daerah dengan tingkat resiko gempa cukup tinggi. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif, yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, Filipina dan Pasifik, sehingga wilayah Indonesia terbagi menjadi 6 wilayah gempa.

Studi kasus perancangan jembatan ini berlokasi di Propinsi Bengkulu yang terletak pada wilayah 2 pada peta wilayah gempa Indonesia yang dikeluarkan Badan Litbang DPU. Analisis dan perancangan struktur jembatan ini memiliki langkah-langkah analisis yaitu penentuan detail dimensi struktur, analisis pembeban, pengecekan terhadap kekuatan struktur. Konstruksi Jembatan bagian atas terbuat dari baja struktural dengan tipe *warren truss*, sedangkan bagian bawah jembatan terbuat dari struktur beton bertulang. Saat ini perancangan struktur jembatan sangat terbantu dengan adanya perangkat lunak yang berorientasi terhadap pendimensian obyek, salah satunya adalah SAP2000.

Hasil dari analisis dan perancangan struktur jembatan berupa *detail engineering design* beserta hal yang sangat mempengaruhi penambahan beban horisontal akibat gempa dalam perancangan struktur di daerah rawan gempa.

**Kata kunci :** baja, struktur beton bertulang, waktu getar bangunan, koefisien percepatan dasar, SAP2000, lendutan, momen, gaya geser, kombinasi pembebanan, reaksi tumpuan.