

**ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN  
KERETA API BANGUNAN HIKMAT (BH) 365**



**SKRIPSI**

Oleh:

**Riko Haryandi  
NIM. 03081005031**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2014**

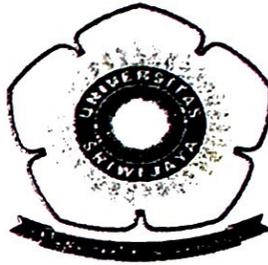
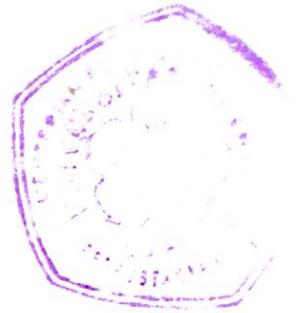
S  
621.3307

Rik

a  
2014

2013/2014

**ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN  
KERETA API BANGUNAN HIKMAT (BH) 365**



**SKRIPSI**

Oleh:

**Riko Haryandi**  
**NIM. 03081005031**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2014**

# **ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN KERETA API BANGUNAN HIKMAT (BH) 365**



## **SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi sebagian syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Oleh:

Riko Haryandi  
NIM. 03081005031

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2014**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN KERETA API  
BANGUNAN HIKMAT (BH) 365**

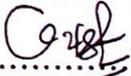
Oleh:

**Riko Haryandi  
NIM. 03081005031**

Inderalaya, 24 Februari 2014.

Diperiksa dan disetujui:

Pembimbing : Gustini, ST, MT  
NIP : 19780824 200212 2 001

Tanda tangan :  .....

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Qomarul Hadi, ST, MT  
NIP : 19690213 199503 1 001

Tanda tangan :  .....



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO : 016/TA/IA/2014  
DITERIMA TGL : 16/04<sup>-14</sup>  
PARAF : *Venice*

---

## SKRIPSI

NAMA : RIKO HARYANDI  
NIM : 03081005031  
BIDANG STUDY : KONSTRUKSI  
JUDUL : ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN  
KERETA API BANGUNAN HIKMAT (BH) 365  
DIBERIKAN : MARET 2013  
SELESAI : FEBRUARI 2014

Inderalaya, 24 Februari 2014.

Diperiksa dan disetujui:

Pembimbing : Gustini, ST, MT  
NIP : 19780824 200212 2 001

Tanda tangan

*Gustini*  
.....

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Qomarul Hadi, ST, MT  
NIP : 19690213 199503 1 001

Tanda tangan

  
.....

# PENGESAHAN SIDANG

## SKRIPSI

### ANALISA TEGANGAN PADA JEMBATAN KERETA API BANGUNAN HIKMAT (BH) 365

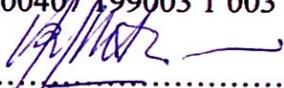
Oleh:

Riko Haryandi  
NIM. 03081005031

Indralaya, 24 Februari 2014.

Skripsi ini telah diperiksa dan diuji oleh:

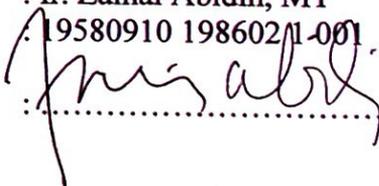
Ketua Penguji : Dr. Ir. Hendri Chandra, MT  
NIP : 19600407 199003 1 003

Tanda tangan :  .....

Anggota Penguji : Jimmy D. Nasution, ST, MT  
NIP : 19761228 200312 1 002

Tanda tangan :  .....

Anggota Penguji : Ir. Zainal Abidin, MT  
NIP : 19580910 198602 1 001

Tanda tangan :  .....

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan: *Analisa Tegangan Pada Jembatan Kereta Api Bangunan Hikmat (BH) 365* yang dibuat untuk melengkapi sebagian syarat menjadi Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, merupakan hasil riset saya sendiri kecuali yang dikutip dari referensi. Skripsi ini belum pernah diterima dan tidak sedang diajukan untuk mendapatkan gelar akademik.

Indralava, 24 Februari 2014

METERAI  
TEMPEL  
PALEMBANG  
TOL  
52792ACF247930355  
ENAM RIBU RUPIAH  
6000  
DJP  
  
Riko Haryandi  
NIM. 03081005031

## UCAPAN TERIMA KASIH

*Assalamualaikum. Wr. Wb*

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan Judul **“Analisa Tegangan Pada Jembatan Kereta Api Bangunan Hikmat (BH) 365”**.

Dalam pengerjaan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan sepenuh hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Qomarul Hadi ST,MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Dyos Santoso MT. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Gustini S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu membantu saya dalam penyelesaian Skripsi ini.
4. Ibu Ir. Mawarni M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah dengan penuh kesabaran membimbing saya selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin.
5. Segenap dosen, staff karyawan dan Teknisi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Papa, mama tercinta dan seluruh keluarga besar atas segala kerja keras, kasih sayang, dukungan dan segala pengorbanannya.
7. Sahabat-sahabatku tercinta : kiki, ejak, rantau, ujek, fathur, iyon, denay, ade, angga, dhani, afrul, khalik dan ari.
8. Terima kasih banyak untuk kak Iyan, kak Sapril, kak Iwan, Teteh, mang Mail, Candra, kak Rusdi, Andrianto, Fadli, Zahir dan Bowo. Terima kasih untuk dukungan dan semangatnya.

9. Teman-teman KBK Konstruksi 2008 : Zahir, Riki, Timbul, Eendra, Eryando, Rudini, dan lain-lain.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2008, "*solidarity forever*".
11. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## ABSTRAK

Perencanaan konstruksi jembatan kereta api biasanya menggunakan metode elemen hingga. Dalam prakteknya, metode elemen hingga banyak diaplikasikan dengan menggunakan software atau program komputer. salah satu software yang dipergunakan adalah SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290). Karena software SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290) memiliki keunggulan dibandingkan dengan program yang lain dan dapat menganalisa dengan data yang lebih akurat. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa tegangan pada jembatan kereta api bangunan hikmat (BH) 365.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Tegangan *upper axial and bending maximum* adalah 2.368.817.408,0 N/m<sup>2</sup> dan Tegangan *upper axial and bending minimum* adalah 4.621,0 N/m<sup>2</sup>, *Displacement maximum* sebesar 1,211 x 10<sup>2</sup> mm dan *Displacement minimum* sebesar 1,000 x 10<sup>-30</sup> mm dan Nilai *Factor Of Safety* paling besar adalah 198.192,98 dan Nilai *Factor Of Safety* paling rendah adalah 2,05.

Jika dilihat dari hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa Nilai *Factor Of Safety* paling rendah adalah 2,05 terdapat pada sambungan rel bentang 2 dan bentang 3, dimana nilai tegangan *upper axial and bending* paling *maximum* pada titik ini. Nilai *Factor Of Safety* sangat tinggi atau lebih besar dari 1 (FOS > 1), nilai ini menunjukkan bahwa jembatan kereta api tidak akan rusak jika dilewati oleh beban hidup atau tiga buah lokomotif. Dari nilai *FOS* ini, jembatan kereta api dapat dinyatakan aman.

**Kata Kunci :** *Jembatan kereta api, Program SolidWorks 2012, Tegangan.*

## ABSTRACT

Planning of the railway bridges construction usually use finite element method . In practice , the finite element method is applied by using a lot of software or computer programs . One of the software used is SolidWorks 2012 and COSMOSM 2012 (2010/290). Because SolidWorks 2012 and COSMOSM 2012 (2010/290) software has more advantages compared with the other programs and can be analyzed with more accurate data . This research was conducted to analyze the voltage on the Bangunan Hikmat (BH) railway bridge 365 .

The results of this research indicate that *the upper axial and bending maximum stress* is  $2.368.817.408,0 \text{ N/m}^2$  and *the upper axial bending minimum stress* is  $4.621,0 \text{ N/m}^2$ , *the Displacement maximum* in the amount of  $1,211 \times 10^2 \text{ mm}$  and *the Displacement minimum* at  $1,000 \times 10^{-30} \text{ mm}$  and *Factor of Safety* value greatest value is 198.192,98 and the lowest Factor of Safety value is 2.05.

If has been seen from the result of the research, showed that the *Factor of Safety* value is 2.05, the lowest found on railway line spans 2 and spans 3 , where the value of *the upper axial and bending stress* most maximum at this point. Value *Factor Of Safety* very high or higher than 1 (  $\text{FOS} > 1$  ) , this value indicates that the railway bridge will not be damaged if it is passed by the live load or three locomotives . Of the value of the *FOS* , the railway bridge can be declared safe .

Keywords : *Railway bridge , SolidWorks Program 2012, Stress*

## DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NO. DAFTAR : 141560

TANGGAL : 06 MAY 2014

BAB	JUDUL	HALAMAN
	HALAMAN AGENDA	ii
	HALAMAN PENGESAHAN	iii
	PENGESAHAN SIDANG	iv
	PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI/TESIS	v
	UCAPAN TERIMA KASIH	vi
	ABSTRAK	viii
	ABSTACT	ix
	DAFTAR ISI	x
	DAFTAR TABEL	xii
	DAFTAR GAMBAR	xiii
	DAFTAR SIMBOL	xiv
	DAFTAR LAMPIRAN	xv
1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Pembatasan Masalah	2
	1.3 Tujuan dan Manfaat	2
	1.4 Metode Penelitian	2
	1.5 Sistematika Penulisan	3
2	TINJAUAN PUSTAKA	5
	2.1 Pengertian Bangunan Hikmat (BH) 365	5
	2.2 Pengertian Jembatan	5
	2.2.1 Jenis - Jenis Jembatan	6
	2.3 Pengertian Gorong-Gorong	9
	2.4 Komponen Jembatan Jalan Rel	10
	2.5 Pengertian Tegangan	12

2.5.1	Jenis - Jenis Tegangan	13
2.6	Macam-Macam Pembebanan Pada Jembatan Kereta Api	13
2.6.1	Pembebanan Vertikal	14
2.6.2	Pembebanan Horizontal	14
2.6.3	Kombinasi Pembebanan	16
2.7	Konsep Metode Elemen Hingga	16
2.8	Pemodelan Struktur	17
2.9	Hipotesis kekuatan	19
2.9.1	Macam-Macam Hipotesis Kekuatan	20
2.10	Program SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290)	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>22</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian	22
3.2	Perumusan Masalah	23
3.3	Data Teknis Jembatan Kereta Api	23
3.4	Diagram Alir Program SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290)	24
3.5	Langkah – Langkah Pengerjaan Jembatan Kereta Api dalam Program SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290)	24
<b>4</b>	<b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>28</b>
4.1	Analisa Perhitungan Pembebanan	28
4.2	Perhitungan Kombinasi Pembebanan	30
4.3	Analisa Kekuatan Struktur Jembatan Kereta Api	31
4.3.1	Kondisi Batas	32
4.3.2	Mesh	34
4.3.3	Material Apply	34
4.3.4	Hasil Analisa Struktur Jembatan Kereta Api	35
<b>5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>38</b>
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>40</b>
	Lampiran	41

## DAFTAR TABEL

<b>NO. TABEL</b>	<b>JUDUL</b>	<b>HALAMAN</b>
2.1	Beban akibat tumbukan	15
2.2	Pemodelan Struktur	18
4.1	<i>Properties JIS SM 570 (Sumber: SolidWorks 2012)</i>	35
4.2	<i>Properties Steel (Sumber: SolidWorks 2012)</i>	35
4.3	<i>Properties Kayu Jati (Sumber: SolidWorks 2012)</i>	35

## DAFTAR GAMBAR

NO. GAMBAR	JUDUL	HALAMAN
2.1	Jembatan rasuk (Santoso, 1985)	7
2.2	Jembatan dinding pelat (Santoso, 1985)	8
2.3	Jembatan dinding rangka lintas atas (Santoso, 1985)	8
2.4	Jembatan dinding rangka lintas bawah tertutup (Santoso, 1985)	9
2.5	Gorong-gorong ( <a href="http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:BigRunCulvert.jpg">http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:BigRunCulvert.jpg</a> diakses 21 Februari 2014)	9
2.6	Gaya-gaya pada gorong-gorong (Santoso, 1985)	10
2.7	Struktur jembatan	11
2.8	(a) Sebuah batang yang bertegangan. (b) Tegangan yang ditampilkan dalam diagram benda bebas. (c) Resultant gaya normal.	12
2.9	Pemodelan Struktur	18
3.1	Diagram alir penelitian	22
3.2	Diagram alir program SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290)	24
3.3	Desain gambar	25
3.4	Input data pada desain gambar	25
3.5	Desain gambar ketika di <i>Mesh</i> dan di <i>Run</i>	26
3.6	Hasil analisa pada desain gambar	27
4.1	Beban hidup dari 3 Lokomotif	28
4.2	Model metode elemen hingga	31
4.3	Letak dan arah gaya	32
4.4	Gaya 1	33
4.5	Gaya 2	33
4.6	Hasil <i>Meshing</i>	34
4.7	Tegangan <i>Upper Axial and Bending</i>	36
4.8	<i>Displacement</i>	37
4.9	<i>Factor of Safety</i>	37

## DAFTAR SIMBOL

$A$	-	Luas Penampang
$A_{\max}$	-	Muatan gandar
$F$	-	Gaya
$L$	-	Panjang Batang (bentang)
$M$	-	Momen Lentur
$N$	-	Beban akibat angin
$P$	-	Beban kereta api
$R$	-	Beban akibat rem
$S$	-	Harga kesamping
$T$	-	Beban akibat tumbukan
$W_m$	-	Beban angin terhadap kereta
$W_r$	-	Beban angin terhadap bentang
$\sigma$	-	Tegangan normal
$\sigma_{\text{allow}}$	-	Tegangan izin
$\sigma_e$	-	Tegangan ekuivalen
$\sigma_{\max}$	-	Tegangan normal maksimum
$\sigma_1$	-	Tegangan maksimum
$\sigma_2$	-	Tegangan minimum
$\tau$	-	Tegangan geser
$\tau_{\max}$	-	Tegangan geser maksimum

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	JUDUL
1	Komponen Jembatan
2	Proses Pengambilan Data
3	Data Lokomotif yang digunakan
4	Kartu Asistensi Tugas Akhir

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Sumatera selatan merupakan suatu wilayah yang secara fisiknya banyak terdapat sungai-sungai. Sungai tersebut kebanyakan memiliki bentang yang lebar dan memisahkan antara daerah yang satu dengan yang lainnya. Kenyataannya sekarang, transportasi darat jauh lebih berkembang dibandingkan dengan transportasi air. Karena wajarlah pembangunan jalan rel kereta api semakin ditingkatkan saat ini. Untuk memperlancar kereta api dalam melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah maka dibangunlah suatu jembatan. Jembatan kereta api merupakan salah satu bagian infrastruktur yang sangat penting dalam jaringan jalan kereta api. Setiap jembatan akan mengalami penurunan kondisi yang disebabkan oleh penambahan umur, beban operasional, dan kondisi lingkungan.

Penurunan ini akan menyebabkan menurunnya fungsi infrastruktur. Oleh karenanya pemeliharaan rutin, rehabilitasi dan penggantian sangat dibutuhkan agar konstruksi jembatan dapat menjadi kuat dan aman terhadap pembebanan. Jembatan dapat dikatakan mempunyai fungsi keseimbangan (*balancing*) sistem transportasi, karena jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani oleh sistem transportasi. Bila lebar jembatan kurang menampung jumlah jalur yang diperlukan oleh lalu lintas, jembatan akan menghambat laju lalu lintas. Oleh sebab itu, maka diperlukan analisa tegangan yang terjadi pada jembatan.

Untuk itu perencanaan konstruksi jembatan biasanya menggunakan metode elemen hingga yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu sistem persamaan yang sulit diselesaikan secara analitis. Dalam prakteknya, metode elemen hingga banyak diaplikasikan dengan menggunakan *software* atau program komputer sehingga dalam menganalisa



struktur rangka akan didapatkan hasil yang lebih teliti dan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Dengan demikian, penulis memilih *software* SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290) untuk menganalisa tegangan pada jembatan kereta api bangunan hikmat (BH) 365. Karena *software* SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290) memiliki keunggulan dibandingkan dengan program yang lain dan dapat menganalisa dengan data yang lebih akurat.

## 1.2 PEMBATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam menganalisa tegangan pada jembatan kereta api Bangunan Hikmat (BH) 365 ini, antara lain :

- 1) Perhitungan ini hanya memperhitungkan tegangan.
- 2) Perhitungan tegangan ini hanya menggunakan *software* SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290).
- 3) Dalam perencanaan analisis struktur ini efek adanya baut dan paku sambut tidak diperhitungkan begitu juga dengan sambungan.
- 4) Analisis dititikberatkan pada struktur bangunan atas jembatan.
- 5) Perhitungan keamanan pada jembatan kereta api Bangunan Hikmat (BH) 365 menggunakan SolidWorks 2012 dan COSMOSM 2012 (2010/290).
- 6) Struktur homogen sepanjang bentang.

## 1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian sehubungan dengan permasalahan yang terjadi diatas adalah :

1. Dapat menganalisa tegangan akibat beban maksimum.
2. Mendapatkan profil yang aman pada struktur rangka jembatan kereta api.

## 1.4 METODE PENELITIAN

Penulis menggunakan beberapa sumber yang digunakan dalam proses pembuatan skripsi ini, yaitu ialah :

#### 1. Studi literatur

Mempelajari dan mengambil data dari berbagai literatur, jurnal, referensi, dan media elektronik.

#### 2. Metode Percobaan

Dengan melakukan percobaan tegangan dengan menggunakan beban maksimum yaitu beban hidup dari tiga lokomotif dan beban mati.

#### 3. Pengujian hasil beban.

Pengujian terhadap hasil dari beban maksimum dilakukan untuk mendapatkan profil yang aman pada struktur rangka jembatan.

#### 4. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan terhadap hasil dari beban maksimum dan perhitungan yang telah dilakukan hingga mendapatkan kesimpulan dari penelitian skripsi ini.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana pada masing-masing bab tersebut terdapat uraian dan gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut ialah :

#### **BAB 1      PENDAHULUAN**

Merupakan pendahuluan yang berisikan latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2      TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tinjauan pustaka, dasar teori, dan metode pengujian yang digunakan sebagai rujukan dalam melakukan penelitian.

#### **BAB 3      PROSEDUR PENELITIAN**

Mencakup tentang data-data yang dalam proses penelitian.

**BAB 4 PROSEDUR DAN ANALISA PEMBAHASAN**

Berisikan analisa dan pembahasan dari data yang didapat selama melakukan penelitian.

**BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan tentang kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Beer, P. F, Johnston, R. E. and Dewolf, T. J. 2006, "*Mechanics Of Materials*", Fourth Edition. The Mc Graw Hill.
- [2] Dieter, E. G. 1990. *Metalurgi Mekanik*. Edisi ketiga. Erlangga. Diterjemahkan Oleh Sriati Djaprie.
- [3] Gross, D., Schroder, J., Bonet, J., Hauger, W., and Wall, A, W. 2011, "*Engineering Mechanics 2*", *Mechanics of Materials*. Springer.
- [4] Hendra, S. 2004. *Jembatan Jalan Kereta Api Tipe Dinding Penuh Studi Banding Menurut SBG-1988 Dan BS-1921*. Skripsi. UKRIDA. Jakarta.
- [5] Hasani, P. 2004. *Analisa Struktur Jembatan dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga (Air Pangi KAB Musi Rawas - SUMSEL)*. Skripsi. UNSRI. Inderalaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.
- [6] Perusahaan Umum Kereta Api. 1986. *Perencanaan Kontruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10)*.
- [7] Santoso, M. 1985. *Buku Pedoman. SUB Direktorat Jembatan K.P. Bandung*.

