



KEKENCANGAN BOUT JEMBATAN RANGKA BAJA

Kgs. Ahmad Abdurrohim

RINGKASAN

Bina Marga telah membangun puluhan ribu jembatan rangka baja, dan di masa mendatang akan diteruskan pembangunannya tersebar di seluruh kepulauan Indonesia. Setiap jembatan rangka baja menggunakan sambungan bout, yang petunjuk pengencangannya diberikan oleh pabrik pembuat. Penelitian ini mencoba mengungkap hubungan antara kekencangan bout dengan mutu bout, tegangan tarik bout, momen torsi, gaya batang rangka, lendutan dan getaran jembatan.

SUMMARY

Bina Marga has already built thousand of steel truss bridges and in the future it will continue to build such bridges throughout Indonesia. Each steel truss bridge use bout connection which the guidance of how to tighten given by the bridge factory. In this research, it will be tried to find the correlation between thigh bout and bout quality, bout tension, torsional moment, steel stress component, deflection and bridge vibration.

I. PENDAHULUAN

1.1. Uraian Umum

Bout adalah salah satu konstruksi sambungan yang diklasifikasikan kurang kaku dibandingkan konstruksi sambungan lainnya yaitu sambungan menggunakan paku keling dan sambungan las. Karena sambungan bout ini kurang kaku, maka syarat kekencangan bout harus benar-benar dipenuhi.

Sehubungan fungsinya sebagai alat penyambung, maka bout harus memenuhi syarat kekuatan dalam memindahkan gaya-gaya batang melalui pelat penyambung.

Dibandingkan dengan sambungan menggunakan paku keling dan las, maka sambungan menggunakan bout lebih mudah dilaksanakan di lapangan, sehingga sambungan bout digunakan pada jembatan rangka baja CH, Belanda, Australia dan Austria.

1.2. Latar Belakang

Bina Marga telah membangun jembatan rangka baja sejak sekitar tahun 1970.

Selama \pm 24 tahun diperkirakan sudah lebih dari 50.000 buah jembatan rangka baja terpasang di seluruh Indonesia.

Selama masa pelayanan jembatan, seharusnya bout-bout pada semua titik simpul jembatan rangka baja tidak mengalami perubahan kekencangan yang mengakibatkan penurunan kekakuan rangka dan kekakuan ke seluruh jembatan. Bila hal ini terjadi maka dapat menyebabkan kerusakan pada lantai, expansion joint, ikatan angin dan sebagainya.

Jembatan rangka baja yang dibangun oleh Bina Marga adalah paket bantuan dari negara Inggris, dikenal dengan type rangka CH, paket bantuan dari negara Belanda dikenal dengan type rangka Belanda dan paket bantuan dari negara Australia dikenal dengan type rangka Australia serta pada akhir-akhir ini paket bantuan dari negara Austria. Masing-masing tipe jembatan rangka baja yang dibangun, pengencangan boutnya mengikuti petunjuk dari pabrik pembuatnya. Sejauh ini belum dikeluarkan petunjuk pengencangan bout dari Indonesia.

Penelitian ini akan memberikan bahan masukan pada penyusunan petunjuk pengencangan bout khususnya untuk jembatan rangka baja.

II. KERANGKA PEMIKIRAN

Setelah menjalani masa pelayanan sekian tahun dari suatu jembatan rangka baja, akibat dari beban dinamis kendaraan, maka kemungkinan bout-bout pada sambungan akan mengalami penurunan kekencangan bila pada waktu pemasangan bout-bout ini tidak dikencangi sebagaimana mestinya. Penurunan kekencangan bout pada pelat pertemuan titik simpul akan mengakibatkan penurunan kekakuan jembatan secara keseluruhan sehingga getaran jembatan menjadi lebih besar. Bila hal ini terjadi akan mengakibatkan kerusakan pada jembatan, diantaranya pada lantai beton, sambungan siar muai (expansion joint) di atas kepala jembatan dan pilar jembatan, perletakan jembatan (rubber-bearing).

Dengan diketahuinya hubungan kekencangan bout dengan mutu bout, besarnya momen torsi waktu

pengencangan baut, maka akan merupakan petunjuk bagi pelaksana di lapangan, agar diperoleh hasil pengencangan baut pada setiap pelat pertemuan yang memenuhi persyaratan sambungan kaku.

III. PENGUJIAN

Telah dilakukan pengujian di laboratorium dan di lapangan. Pengujian di laboratorium dilakukan dengan mempersiapkan beberapa benda uji baut yang digunakan untuk jembatan rangka baja. Dari pengujian ini dapat diketahui mutu baut. Untuk pengujian kekencangan baut telah dipersiapkan beberapa profil baja mutu tinggi yang dilobangi pada flensnya tempat mengikat baut yang diuji. Dari pengujian ini dapat dicari hubungan kekencangan baut dan kuat tarik baut. Pada jembatan rangka baja Australia yang lokasinya di depan gedung laboratorium Balai Konstruksi Pusat Litbang Jalan, dilakukan pengujian kekencangan baut dengan suara pukulan palu besi. Pengujian di lapangan dilakukan dengan mengambil lokasi jembatan rangka baja yang lengang lalu lintas kendaraan serta jalan masuk dan keluar jembatan lurus. Pada jembatan ini dilakukan pengujian dengan beban truk diam di tengah bentang jembatan dan pengujian getaran untuk kecepatan truk tertentu.

3.1. Pengujian di Laboratorium

Beberapa pengujian telah dilakukan di laboratorium terdiri dari :

1. Pengujian mutu baut.
2. Pengujian kekencangan baut dan kuat tarik.
3. Pengujian kekencangan baut dan suara pukulan palu besi.

3.1.1. Pengujian Mutu Baut.

Telah dilakukan pengujian mutu baut dengan benda uji menggunakan baut 024 mm dibentuk menjadi ukuran benda uji standar, maka dengan menggunakan mesin tarik, benda uji tarik sampai putus. Hasil pengujian tercantum dalam tabel 1 dan tabel 2 (lampiran).

3.1.2. Pengujian Kekencangan Baut dan Kuat Tarik.

Sesuai dengan mutu baut yang digunakan pada jembatan rangka baja yaitu mutu baut 10.9 dan mutu baut 8.8, maka dilakukan pengujian kekencangan baut dan kuat tarik meliputi dua mutu baut tersebut di atas. Pada benda uji baut dipasang/dilemkan pada batang baut, kawat halus yang sangat peka terhadap perubahan regangan "Strain Gauge". Selanjutnya baut ini dipasang pada profil baja DIN yang sudah dipersiapkan lobang-lobang pada flensnya. Pada waktu baut ini dikencangkan maka pada batang baut timbul gaya tarik sebagai reaksi dari momen torsi pengencangan baut. Gaya tarik ini mengakibatkan regangan pada permukaan batang yang nilainya dicatat oleh "Recorder

Vishey". Momen torsi dapat dibaca pada alat "Torsimeter" yang digunakan, dengan mengatur nilai momen torsi yang dikehendaki maka dapat dibaca regangannya, selanjutnya dapat dihitung tegangan serta gaya tarik yang bekerja. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3, tabel 4, tabel 5 (lampiran). Grafik 1 (lampiran) untuk kekencangan baut tanpa ring. Grafik 2 (lampiran) untuk kekencangan baut dengan ring polos. Grafik 3 (lampiran) untuk kekencangan baut dengan ring benjol.

Kelompok mutu baut 10.9 dan mutu baut 8.8 berbeda dalam kuat tarik putus, kuat tarik leleh dan ulur putus. Dari tabel satu dan tabel dua dapat dilihat mutu baut 10.9 mempunyai besaran kuat tarik putus dan kuat tarik leleh lebih besar dari mutu baut 8.8 karena mutu bautnya lebih tinggi. Sedangkan untuk ulur putus ternyata mutu baut 10.9 lebih kecil dari mutu baut 8.8 karenanya menjadi lebih getas.

Dalam pengujian ini, kedua mutu baut tidak dipisahkan dan besaran momen torsi yang dapat dilakukan di Laboratorium terbatas maximum 1000Nm. Untuk mutu baut 8.8 dapat dicapai batas maximum momen torsi yaitu 900 Nm; sedangkan mutu baut 10.9 dengan batas maximum momen torsi meter yaitu 1200 Nm dapat didekati dengan grafik 1, 2, 3

3.1.3. Pengujian Kekencangan Baut dan Suara Pukulan Palu Besi.

Pengujian ini dilakukan pada jembatan rangka baja type Australia, yaitu jembatan untuk praktek Louncing pada lokasi di depan Gedung Laboratorium Balai Konstruksi Pusat Litbang Jalan. Pengujian ini dilakukan untuk mencari hubungan antara kekencangan baut dengan suara pukulan palu besi. Hal ini sangat membantu dalam memeriksa baut-baut yang sudah dikencangi pada pelaksanaan pengencangan baut jembatan rangka baja yang sedang dibangun atau dalam hal monitoring kekencangan baut jembatan rangka baja yang baru dibangun atau dalam hal untuk mengevaluasi kekencangan baut jembatan rangka baja. Dalam penelitian ini, dilakukan pemukulan dengan palu besi pada tiap-tiap kepala baut dari suatu kelompok baut pada pelat pertemuan tertentu. Dengan mengatur kekencangan baut momen torsi dilakukan pukulan akan memberikan suatu suara pukulan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sulit membedakan suara pukulan untuk kekencangan baut momen torsi 600 Nm dengan kekencangan baut 700 Nm, 800 Nm dan seterusnya. Tetapi dengan ketajaman pendengaran, setelah dilakukan berkali-kali latihan maka dapat diperoleh kepekaan suara pukulan baut yang kendur dengan baut yang kencang. Suara pukulan baut yang kendur artinya kekencangan baut belum memenuhi kekencangan standar dan suara pukulan baut yang kencang artinya kekencangan baut memenuhi standar sesuai dengan mutu bautnya.

3.2. Pengujian di Lapangan

Lokasi jembatan yang dipilih harus memenuhi kategori yaitu jalan masuk dan keluar harus lurus serta lalu lintas kendaraan yang melewati jembatan cukup sepi. Persyaratan jalan masuk dan keluar harus lurus dimaksudkan supaya tidak membahayakan kendaraan Truk dengan suatu kecepatan tertentu pada saat melakukan pengujian getaran jembatan. Persyaratan kendaraan yang melewati jembatan cukup sepi dimaksudkan supaya selama pengujian tidak sampai menyebabkan kemacetan kendaraan yang cukup banyak. Dari survey lokasi beberapa jembatan rangka baja di Propinsi Jawa Barat akhirnya dipilih jembatan rangka baja type Australia yaitu Jembatan Citanduy, Km. Bdg 94, 180, No.022 05 701, panjang bentang 50,00 m, selesai dan mulai dioperasikan pada Bulan Mei 1988.

Beberapa pengukuran telah dilakukan meliputi :

- 1 Pengukuran Lendutan Jembatan.
- 2 Pengukuran Getaran Jembatan.

3.2.1 Pengukuran Lendutan Jembatan.

Pada pengukuran ini dimaksudkan untuk memperoleh data pengaruh kekencangan bout terhadap lendutan jembatan dan sekaligus gaya pada batang rangka.

Mengingat segi keamanan jembatan, maka tidak semua bout dikendorkan. Lokasi bout yang dipilih adalah lokasi pelat pertemuan di tengah bentang jembatan yang memberikan lendutan terbesar. Hasil pengukuran lendutan dapat di lihat pada gambar 1. Lokasi truk yaitu memberikan beban terbesar pada jembatan di mana pada posisi titik berat truk dan bebannya berimpit pada as tengah-tengah bentang jembatan.

Dengan menggunakan alat ukur Water Pass dan batang rambu ukur mula-mula dilakukan tanpa ada beban truk atau kendaraan lainnya melalui jembatan. Rambu ukur dipasang pada posisi titik-titik pelat pertemuan sehingga didapat ordinat dari titik-titik tersebut. Selanjutnya jembatan dibebani dengan truk pada posisi beban terbesar dan dengan cara yang sama dilakukan pengukuran pada titik-titik pelat pertemuan sehingga diperoleh ordinat dari titik-titik tersebut. Untuk melihat pengaruh kekencangan bout terhadap lendutan jembatan, maka pada penelitian ini dilakukan variasi kekencangan bout pada torsi 500 Nm dan 800 Nm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 1.

Bersamaan dengan pengukuran lendutan, juga diukur gaya pada batang rangka. Untuk ini dipasang/ditempelkan alat "Strain Gauge" pada batang yang di ukur. Kabel-kabel alat ukur ini dihubungkan dengan alat pencatat regangan (Strain-Recorder) Vishey, sehingga dapat dibaca regangan yang terjadi akibat beban truk. Pengukuran regangan ini hanya terbatas pada beberapa batang tertentu dari batang tepi

bawah dan batang diagonal. Hasil pengukuran dapat di lihat pada Tabel 4.

3.2.2. Pengukuran Getaran Jembatan.

Pada waktu pengukuran dilakukan, lalu-lintas orang dan kendaraan yang melewati jembatan ditutup. Dengan kekencangan seluruh bout sebagaimana adanya, maka kendaraan truk dilewatkan dengan kecepatan 30 Km/jam dan getaran jembatan mulai kendaraan memasuki jembatan sampai meninggalkan jembatan, direkam getarannya dengan alat Vibrocorder.

Selanjutnya pada titik simpul plat pertemuan batang tepi bawah dan batang diagonal pada lokasi tengah-tengah bentang, seluruh bout-boutnya dikendorkan mencapai kekencangan momen torsi 800 Nm. Lalu lintas orang dan kendaraan yang melewati jembatan ditutup. Dengan kecepatan truk 30 Km/jam melewati jembatan yang getarannya direkam alat vibrocorder.

Dengan cara yang sama seperti di atas, di sini seluruh bout pada lokasi pelat pertemuan yang sama lebih dikendorkan lagi mencapai kekencangan momen torsi 500 Nm.

Dari Hasil rekaman getaran jembatan dapat dilihat :

- Pola getaran jembatan mulai kendaraan masuk jembatan sampai kendaraan mencapai tengah-tengah bentang jembatan menunjukkan pola getaran yang sama
- Pengaruh kekencangan bout terlihat mulai dari tengah-tengah bentang jembatan sampai kendaraan meninggalkan jembatan. Di sini terlihat pola getaran yang berbeda.
- Pada kekencangan momen torsi 500 Nm, getaran jembatan dari tengah-tengah bentang jembatan sampai kendaraan keluar jembatan, menunjukkan getaran yang sama yaitu amplitudo, waktu getaran dan frekwensi yang sama.

IV. PEMBAHASAN

Dari beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan akan dibahas beberapa hal yang meliputi sebagai berikut :

4.1. Kekencangan Bout dan Tegangan

Pada pengujian ini dibedakan tiga pengujian yaitu pengujian tanpa ring, pengujian dengan ring polos dan pengujian dengan ring benjol.

4.1.1. Pengujian Tanpa Ring.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa awal pengujian menunjukkan tegangan kecil. Hal ini disebabkan oleh gaya tahanan sebesar W antara moer dan bidang kontak cukup halus dari bahan profil bajanya sendiri.

Makin dikencangkan bout makin kuat menekan bidang-bidang kontak berarti gaya geser makin besar, yang berakibat tegangan tarik membesar. Arah membesarnya gaya tarik bout dengan kekencangan bout dapat dilihat pada grafik 1 (lampiran).

4.2.1 Pengujian Dengan Menggunakan Ring Polos.
Dari Tabel 3 dapat di lihat bahwa awal pengujian menunjukkan tegangan lebih besar. Hal ini disebabkan geser pada bidang kontak menggunakan ring polos sedikit lebih besar dari permukaan profil baja, sehingga gaya tahanan geser W yang dibangkitkan lebih besar berarti tegangan tarik lebih besar. Makin dikencangi bout makin kuat menekan bidang kontak berarti gaya geser makin besar yang berakibat tegangan tarik membesar. Arah membesarnya gaya tarik bout dengan kekencangan bout dilihat pada Grafik 2.

4.1.3 Pengujian Dengan Menggunakan Ring Benjol.
Ring benjol ini dimaksudkan oleh pabrik sebagai kontrol batas kekencangan. Pada waktu mengencangi bout, benjolan yang ada makin lama makin gepeng dan pengencangan dihentikan bila benjolan sudah rata dengan permukaan ring. Akibat adanya benjolan akan memberikan penekanan lebih besar pada bidang kontak sehingga menghasilkan daya tahan geser W menjadi lebih besar, berarti tegangan tarik menjadi lebih besar. Hasil pengukuran pada Tabel 3, arah membesarnya gaya tarik bout dengan kekencangan bout dapat dilihat pada Grafik 3.

4.2. Lentutan Jembatan

Untuk melihat karakteristik jembatan rangka baja ini, maka dilakukan beberapa tahapan pengukuran yaitu :

- (1). Jembatan ditutup dari pengaruh lalu lintas orang dan kendaraan. Dalam hal ini yang bekerja adalah beban berat sendiri rangka baja dan pelat lantai beton.
- (2). Kondisi jembatan tetap dalam keadaan ditutup pada butir (1) tetapi seluruh bout pada titik pelat pertemuan di tengah bentang batang tepi bawah dan diagonal dikendorkan sampai kekencangan momen torsi 800 Nm.
- (3). Jembatan dibebani dengan truk pada lokasi titik berat truk berimpit dengan as jembatan ditengah-tengah bentang.
- (4). Kondisi jembatan dibebani dengan truk pada butir (3) tetapi seluruh bout pada pelat pertemuan batang tepi bawah dan diagonal di tengah bentang dikendorkan sampai mencapai kekencangan momen torsi 800 Nm.
- (5). Kondisi jembatan dibebani dengan truk pada (4) tetapi seluruh bout pada pelat pertemuan batang

tepi bawah dan diagonal di tengah bentang dikendorkan sampai mencapai kekencangan torsi 500 Nm.

Seluruh hasil pengukuran ini dapat dilihat pada Gbr 1. Penjelasan hasil pengukuran pada gambar 1 sebagai berikut :

- Hasil pengukuran sesuai dengan penjelasan pada butir (1) ternyata dalam keadaan jembatan kosong memberikan lawan lendut yang tidak simetris. Seharusnya lawan lendut terbesar pada titik tengah-tengah bentang yaitu titik 6, tetapi kenyataan pada titik 3. Hal ini kemungkinan disebabkan pada saat pengencangan bout ada beberapa titik simpul tertentu yaitu (4,5,6,7,8,9,10) pengencangan boutnya belum sempurna sehingga turun dari ordinat seharusnya.
- Hasil pengukuran sesuai dengan penjelasan pada butir (2) ternyata ordinat pada titik 6 mengalami kenaikan ± 20 cm. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pengendoran bout menyebabkan gaya batang berkurang sehingga regangan batang berkurang yang mengakibatkan titik simpul 6 terangkat ke atas. Penjelasan ini dapat dilihat pada butir 3.2.1.
- Hasil pengukuran sesuai dengan penjelasan pada butir (4) dan butir (5), kalau keduanya dibandingkan; ternyata pada titik simpul 6 pengendoran bout 500 Nm gaya batang menjadi lebih rendah sehingga regangan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan pada pengendoran bout 800 Nm. Penjelasan ini dapat dilihat pada butir 3.2.1.

4.3. Getaran Jembatan

Pengaruh kekencangan bout terlihat mulai dari titik simpul 6 tengah-tengah bentang yaitu seluruh bout-boutnya dikendorkan, ternyata makin dikendorkan makin memberikan getaran yang besar dan seragam. Hal ini disebabkan karena pengendoran bout mempengaruhi kekakuan jembatan. Makin kendor bout-boutnya makin kurang kaku yang berakibat getaran makin besar. Pada pengendoran bout diturunkan sampai kekencangan 500 Nm, terlihat getaran jembatan seragam dengan amplitudo yang sama, seperti tidak ada resonansi dari getaran-getaran lain.

V. KESIMPULAN

- 5.1. Besarnya momen torsi pengencangan bout harus didasarkan pada mutu bout
- 5.2. Semua bout pada pelat pertemuan titik simpul harus dikencangkan mempunyai momen torsi yang sama

5.3. Pengencangan bout melebihi batas kekuatan bout dapat mengakibatkan boutnya putus atau dol dan tidak berfungsi lagi

DAFTAR PUSTAKA

1. Konstruksi Baja I oleh Prof. Ir. Loa, Terbitan Badan Penerbit Pekerjaan umum 1978.
2. Ilmu Bangunan Pesawat Oleh Gwerjwijn, terbitan Tecnic H Stam, Jakarta, 1972.
3. Standard Specification For High Strength Steel Bolts, classes 10.9 and 10.3 for Structural Steel Joints, ASTM A 490 M - 91.
4. Structural Steel Design, NAASRA Bridge Design Specification Section 7.

5. Designing Steel Structures Methods and Cases by Sol E. Cooper, terbitan Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632-1985.
6. Bridge Steel Design, by Bruce G. Johnston, terbitan Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632-1986.
7. Design of Steel Structures, by S.M.A Kazimi, terbitan Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi-110001 - 1981.
8. Brosur dari Pabrik P.T. Kartika Alas Utama Bolts & Nuts Specialist.

Penulis :

Ir. Kgs. Ahmad Abdurrohman, Ajun Peneliti Bidang Konstruksi Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Litbang Jalan.

Tabel 1
MUTU BOUT 10.9

MUTU BOUT	NO BENDA UJI	KUAT TARIK PUTUS Kg/cm	KUAT TARIK LELEH Kg/cm	ULUR PUTUS %
10.9	1	10,500	9,400	9.5
	2	10,800	9,700	9.7
	3	11,000	9,900	10.0
	4	10,200	9,200	9.0
	5	10,000	9,000	9.0
	6	10,900	9,800	9.7
	7	11,020	9,900	10.0
	8	10,600	9,500	9.5
	9	10,700	9,600	9.5
	10	11,000	9,900	10.0

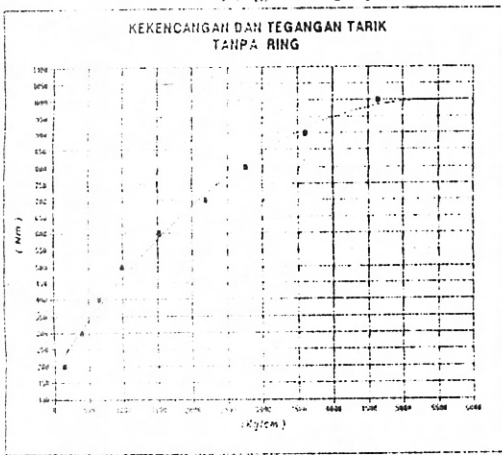
Tabel 2
MUTU BOUT 8.8

MUTU BOUT	NO BENDA UJI	KUAT TARIK PUTUS Kg/cm	KUAT TARIK LELEH Kg/cm	ULUR PUTUS %
8.8	1	8,500	8,800	12.8
	2	8,200	8,500	12.2
	3	8,800	7,000	13.1
	4	8,300	8,800	12.4
	5	8,700	8,800	12.9
	6	8,000	8,400	12.0
	7	9,100	7,200	13.5
	8	8,900	7,100	13.2
	9	9,000	7,200	13.5
	10	9,200	7,300	13.7

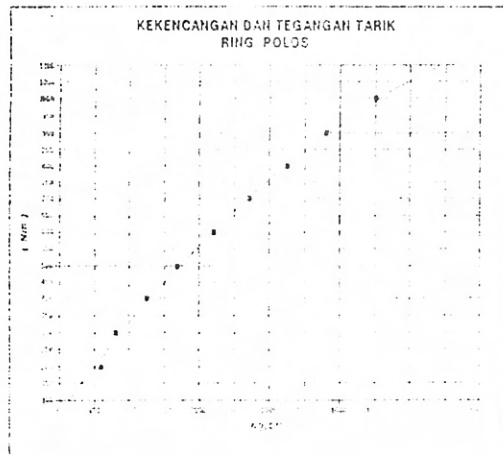
Tabel 3
KEKENCANGAN DAN TEGANGAN TARIK BOUT

M. PENGU- TORGI JIAN (Nm)	TANPA RING		RING POLOS		RING BENJOL	
	REGANGAN x 10	TEGANGAN (Kg/cm)	REGANGAN x 10	TEGANGAN (Kg/cm)	REGANGAN x 10	TEGANGAN (Kg/cm)
200	59	125	284	597	308	710
300	195	410	358	810	481	1009
400	310	600	585	1250	885	1480
500	470	888	800	1680	882	1810
600	724	1320	1032	2210	1060	2300
700	1048	2200	1293	2715	1310	2790
800	1314	2780	1548	3250	1324	3200
900	1724	3820	1817	3815	1718	3808
1000	2214	4850	2143	4300	1809	4008

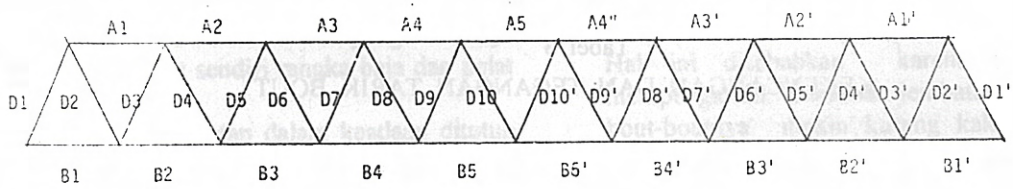
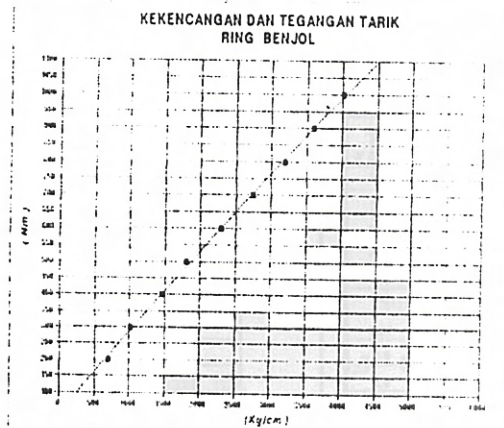
Grafik : 1



Grafik : 2



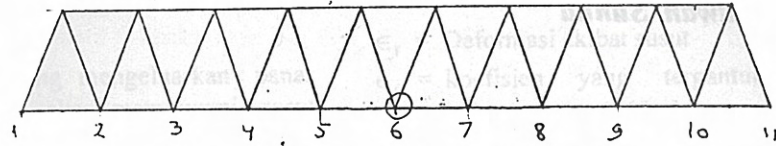
Grafik : 3



TABEL 4
REGANGAN DAN TEGANGAN BATANG RANGKA

BATANG RANGKA	BEBAN RANGKA DAN LANTAI						BEBAN TOTAL					
	1000 Nm		800 Nm		500 Nm		1000 Nm		800 Nm		500 Nm	
	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm	REGANGAN x 10	TEGANGAN Kg/cm
B4	309	648	245	514	152	320	315	662	250	525	158	327
B4	307	645	243	512	152	319	320	672	254	530	158	332
B5	301	635	232	501	164	344	345	725	274	575	170	358
B6	304	701	285	558	165	347	361	737	279	585	173	364
D7	174	-305	-138	-299	68	-180	198	418	157	300	98	205
D7	176	-309	-140	-293	67	-182	195	410	155	305	97	203
D8	176	370	140	293	67	183	200	420	159	303	99	200
D9	178	374	141	297	68	185	190	399	150	316	94	197
D9	-52	-110	-41	-87	25	-54	70	147	56	117	35	73
D9	51	-105	-40	-84	25	-52	65	137	52	109	32	68
D10	50	105	40	83	25	52	60	126	49	100	30	62
D10	51	107	41	85	25	52	59	127	46	97	29	60

Gambar 1
 JEMBATAN CITANDUY KM. BDG. 94.80 BENTANG 50.00 M



BEBAN = 0 KEKENCANGAN BOUT PENUH	0,00 +1,20 +4,20 +2,20 +2,10 +0,50 +0,20 0,60 0,00 +1,10 -0,30
BEBAN = 0 KEKENCANGAN BOUT = 800 Nm	0,00 +1,70 +4,30 +2,60 +1,90 +0,70 +0,60 +1,00 0,50 0,10 +1,60
BEBAN = 6 TON DIBEBANI PADA AS JEMBATAN KEKENCANGAN BOUT PENUH	0,00 +1,20 +4,20 +2,30 +1,80 +0,50 +0,30 +0,50 +0,10 +1,30 -0,40
BEBAN = 6 TON DIBEBANI PADA AS JEMBATAN KEKENCANGAN BOUT = 800 Nm	0,00 +1,20 +4,30 +2,50 +1,80 +0,50 +0,50 +0,70 +0,30 +0,6 +1,60
BEBAN = 6 TON DIBEBANI PADA AS JEMBATAN KEKENCANGAN BOUT = 300 Nm	0,00 +1,20 +4,40 +2,60 +2,00 +0,70 +0,60 +0,80 +0,30 +0,50 +1,60