

**PERENCANAAN GELAGAR BETON BERTULANG BERDASARKAN
PERATURAN RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016
(Studi Kasus Pada Jembatan Seuneubok Paya Kecamatan Peudada Kabupaten
Bireuen)**

Suci Ramadhani¹, Herri Mahyar², Iskandar³

- ¹⁾ Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: suci7208@gmail.com
- ²⁾ Dosen, Program Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: herrimahyar@pnl.ac.id
- ³⁾ Dosen, Program Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: isk_ab@yahoo.com

ABSTRAK

Jembatan Seuneubok Paya Kabupaten Bireuen merupakan jembatan yang menghubungkan Gampong Paya Kecamatan Peudada dan Gampong Teupok Tunong Kecamatan Jeumpa. Panjang bentang jembatan 20,8 meter dan lebar 7 meter yang terdiri dari lebar lantai kendaraan 6 meter dan lebar trotoar 0,5 meter dengan material beton bertulang. Jembatan ini memiliki 4 buah gelagar T dengan jarak antar gelagar 2 meter. Tujuan perencanaan ini adalah untuk menganalisis perbandingan pembebanan dan luas tulangan pada pembebanan jembatan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016. Gelagar jembatan direncanakan dengan dimensi yang sama, dengan tinggi 1,5 meter dan lebar 0,75 meter. Berdasarkan analisis perhitungan pada kedua pembebanan terdapat perbedaan beban angin adalah 44,9 % dan beban gempa adalah 74,8%. Momen ultimit dan gaya geser pada pembebanan RSNI T-02-2005 lebih besar dari SNI 1725:2016, dengan persentase perbandingan 3,5 % dan 4,8 %. Hasil perencanaan tulangan pada RSNI T-02-2005 adalah 27D25(13247,01 mm²) sedangkan pada SNI 1725:2016 adalah 26D25 (12756,38 mm²) dengan persentase selisih perbandingan 3,7 %. Lendutan yang terjadi pada kedua pembebanan lebih kecil dari lendutan gelagar yang diizinkan, lendutan yang terjadi pada RSNI T-02-2005 yaitu 41,7 mm, sedangkan pada SNI 1725:2016 yaitu 49,6 mm sehingga dimensi gelagar yang direncanakan aman terhadap lendutan dengan persentase selisih perbandingan 15,9 %.

Kata kunci: Jembatan Seuneubok Paya, Gelagar, Peraturan RSNI T-02-2005, Peraturan SNI 1725:2016

I. PENDAHULUAN

Jembatan Seuneubok Paya merupakan jembatan konvensional yang terletak di Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen. Jembatan ini berfungsi untuk menghubungkan jalan antara Gampong Paya Kecamatan Peudada dan Gampong Teupok Tunong Kecamatan Jeumpa. Pembangunan jembatan ini selain membantu masyarakat setempat untuk mengakses jalur transportasi juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat seperti mengangkut hasil pertanian. Panjang bentang keseluruhan jembatan adalah 20,8 meter dan lebar keseluruhan jembatan 7 meter (terdiri dari lebar lantai kendaraan 6 meter serta lebar masing – masing trotoar 0,5 meter), dan dapat diklasifikasikan ke dalam jembatan kelas B dengan bebab 70% *loading* Sistem Bina Marga. Pokok permasalahan dalam perencanaan, yaitu dimensi gelagar balok T yang aman terhadap beban yang bekerja, perbedaan persentase luas tulangan pada gelagar dengan menggunakan peraturan pembebanan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016. Tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan gelagar beton bertulang menggunakan dua peraturan pembebanan yaitu RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016 dengan penampang balok T supaya dapat menahan beban – beban yang bekerja dengan memahami konsep-konsep perhitungan beton bertulang.

A. *Pembebanan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016*

Menurut RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016, aksi –aksi (beban, perpindahan dan pengaruh lainnya) yang bekerja pada jembatan dikelompokkan menurut sumbernya ke dalam beberapa kelompok, yaitu: aksi tetap, beban lalu lintas, dan aksi lingkungan.

B. *Berat Sendiri dan Beban Mati Tambahan*

Perhitungan pembebanan untuk aksi tetap (berat sendiri dan beban mati tambahan) SNI 1725:2016 sama dengan RSNI T-02-2005.

C. *Beban Lalu Lintas (Beban Lajur “D” dan Beban Truk “T”)*

Beban Terbagi rata (UDL) untuk SNI1725:2016 dan RSNI T-02-2005 mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut, $L < 30$ m “ $q = 9$ kPa.

Beban garis (KEL) pada SNI1725:2016 dan RSNI T-02-2005 harus ditepatkan tegak lurus terhadap lalu lintas pada jembatan, besarnya intensitas p adalah 49 kN/m.

Besarnya pembebanan truk untuk SNI 1725:2016 diambil 500 kN sama halnya dengan RSNI T-02-2005.

D. *Gaya Rem*

Gaya rem diperhitungkan sebesar 5% dari beban lajur D yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas, tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,8 m di atas permukaan lantai kendaraan.

E. *Beban Angin*

Penentuan beban angin dan beban gempa pada SNI1725:2016 berbeda dengan RSNI T-02-2005. Menurut RSNI T-02-2005, jembatan-jembatan harus diselidiki secara khusus akibat pengaruh beban angin, termasuk respon dinamis jembatan. Untuk kecepatan angin rencana dalam keadaan batas dan ultimit dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1. Kecepatan Angin Rencana V_w

Keadaan batas	Lokasi	
	Sampai 5 km dari pantai	> 5 km dari pantai
Daya Layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

Apabila suatu kendaraan sedang berada di atas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus ditetapkan pada permukaan lantai seperti rumus berikut ini:

$$T_{ew} = 0.0012 C_w (V_w)^2 (kN/m) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

V_w = kecepatan angin rencana untuk kendaraan batas yang ditinjau (m/det).

C_w = koefesien seret

Menurut SNI 1725:2016 Tekanan angin yang ditentukan pada pasal ini diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (VB) sebesar 90 hingga 126 km/jam.

Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, *VDZ* harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$VDZ = 2,5 V_0 \left(\frac{V_0}{V_B}\right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0}\right) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- VDZ* = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, *Z* (km/jam)
- V10* = kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam).
- VB* = kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm, yang akan menghasilkan tekanan seperti yang disebutkan dalam 9.6.1.1 dan Pasal 9.6.2.
- Z* = elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung (*Z* > 10000 mm) *V₀* adalah kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi, sebagaimana ditentukan dalam Tabel 2.21, untuk berbagai macam tipe permukaan di hulu jembatan (km/jam)
- Z₀* = panjang gesekan di hulu jembatan, yang merupakan karakteristik meteorologi, ditentukan pada Tabel 1.2.

V10 dapat diperoleh dari:

1. grafik kecepatan angin dasar untuk berbagai periode ulang,
2. survei angin pada lokasi jembatan,
3. jika tidak ada data yang lebih baik, perencana dapat mengasumsikan bahwa *V10* = *VB*= 90 s/d 126 km/jam.

Tabel 2. Nilai *V₀* dan *Z₀* untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
<i>V₀</i> (Km/Jam)	13,2	17,6	19,3
<i>Z₀</i> (mm)	70	1000	2500

Dengan tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$PD = PB \left(\frac{VD}{VB}\right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- PD* = tekanan angin rencana,
- PB* = tekanan angin dasar seperti yang di tentukan pada tabel 2.22,
- VDZ* = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, *Z* (km/jam),
- VB* = kecepatan angin rencana, yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm

Tabel 3. Tekanan Angin Dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (Mpa)	Angin hisap (Mpa)
Rangka, kolom dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

F. Beban Gempa

Menurut RSNI T-02-2005, pengaruh gaya gempa rencana hanya dihitung pada keadaan ultimit. Untuk jembatan besar, rumit dan penting mungkin diperlukan analisis dinamis. Pada metode beban statis ekuivalen untuk beton rencana gempa minimum sesuai RSNI T-02-2005. Pengaruh gempa rencana hanya ditinjau pada keadaan batas ultimate. Dan untuk beban rencana gempa minimum diperoleh dari rumus berikut:

$$T'_{EQ} = K_h \cdot I \cdot W_T \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$$K_h = C \cdot S \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

T'_{EQ} = Gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN)

K_h = koefisien beban gempa horizontal

C = koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang sesuai.

I = faktor kepetingan

S = faktor tipe jembatan

W_T = Berat total nominal bangunan yang mempengaruhi percepatan gempa diambil sebagai beban mati ditambah beban mati tambahan (kN)

Waktu dasar getaran jembatan yang digunakan untuk menghitung geser dasar harus dihitung dari analisa yang meninjau seluruh elemen bangunan yang memberikan kelekaan dan fleksibilitas dari sistem pondasi. Untuk bangunan yang mempunyai satu derajat kebebasan yang sederhana, memakai rumus sebagai berikut:

$$T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{W_{TP}}{g \cdot K_P}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

T = Waktu Getar (detik)

g = Percepatan Gravitasi (m/dt²)

W_{TP} = Berat total nominal bangunan atas termasuk beban mati tambahan ditambah setengah berat berat pilar (kN)

K_P = Kekakuan gabungan sebagai gaya horizontal yang diperlukan untuk menimbulkan satu satuan lendutan pada bagian atas pilar (kN/m).

Menurut SNI 1725:2016 Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respons elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen

yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respons (R_d) dengan formulasi sebagai berikut:

$$Eq = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \dots\dots\dots (7)$$

1.

Keterangan:

EQ = gaya gempa horizontal statis (kN)

Csm = koefisien respons gempa elastis

Rd = faktor modifikasi respons

Wt = berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

Koefisien respons elastik C_{sm} diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan sesuai dengan daerah gempa dan periode ulang gempa rencana.. Perhitungan pengaruh gempa terhadap jembatan termasuk beban gempa, secara analisis, peta gempa dan detail struktur mengacu pada SNI 2833:2008 *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan*.

G. Kombinasi Beban

Kombinasi beban untuk jembatan pada SNI 1725:2016 berbeda dengan RSNI T-02-2005.

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan Berdasarkan RSNI T-02-2005

No.	Jenis Beban	Faktor Beban	Komb-1	Komb-2	Komb-3
1	Berat sendiri (MS)	1,30	√	√	√
2	Beban mati tambahan (MA)	2,00	√	√	√
3	Beban lajur "D" (TD)	2,00	√	√	√
4	Gaya rem (TB)	2,00	√	√	
5	Beban angin (EW)	1,20	√		
6	Beban gempa (EQ)	1,00			√

Sumber: BSN, 2005

Tabel 5. Kombinasi Pembebanan Berdasarkan SNI 1725:2016

No	Jenis Beban	Faktor Beban										
		Kuat I	Kuat II	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ekstrem I	Ekstrem II	Daya Layan I	Daya Layan II	Daya Layan III	Daya Layan IV
1	Berat sendiri (MS)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Beban mati tambahan (MA)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3	Beban lajur "D" (TD)	√	√				√		√	√	√	
4	Gaya rem (TB)	√	√				√	√	√	√	√	
5	Beban angin (EWs)			√		√			√			√
6	Beban gempa (EQ)						√					

Sumber: BSN, 2016

II. METODOLOGI

A. Pendimensian Awal Penampang

Pemilihan dimensi awal penampang dapat dipilih sekecil mungkin setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus pendekatan, yaitu

$$h = L/12 \text{ sampai } h = L/15$$

■

B. *Perhitungan Beban-Beban yang Bekerja*

Beban-beban yang diperhitungkan bekerja pada jembatan yaitu beban tetap yang terdiri dari berat sendiri dan beban mati tambahan, beban lalu lintas yang terdiri dari beban truk "T" dan beban lajur "D", gaya rem, beban angin, dan beban gempa. Setelah itu dilakukan perhitungan gaya geser dan momen akibat pembebanan yang bekerja pada gelagar jembatan dilakukan untuk mengetahui besaran momen maksimum yang harus dipikul oleh gelagar. Sebelum dikombinasikan, masing-masing momen dikalikan terlebih dahulu dengan koefisien faktor beban masing-masing..

C. *Perhitungan Tulangan*

Penulangan pada gelagar dengan menghitung luas tulangan dan jumlah tulangan yang dibutuhkan dengan metode ultimit berdasarkan nilai gaya geser maksimum dan momen maksimum. Perhitungan terhadap jumlah dan jarak tulangan sangat berpengaruh terhadap kekuatan struktur gelagar.

D. *Kontrol Kapasitas Penampang dan Lendutan*

Kekuatan cadangan pada balok sampai terjadinya kegagalan haruslah dilakukan evaluasi. Momen nominal harus lebih besar daripada momen ultimit rencana ($M_n \geq M_u$). Lendutan yang diperhitungkan adalah lendutan akibat beban mati dan beban hidup.

■

E. *Analisis Perbandingan Tulangan*

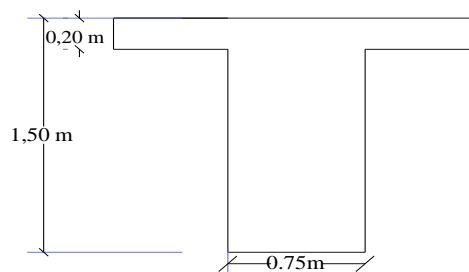
Menganalisis hasil luas tulangan yang didapatkan pada RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Hasil*

Berdasarkan perhitungan untuk kedua peraturan tersebut maka diperoleh hasil sebagaimana yang terdapat pada Tabel 6.

B. *Pembahasan*



1. Dimensi Gelagar

Dari segi perencanaan, gelagar T direncanakan dengan dimensi yang sama untuk kedua peraturan pembebanan, yaitu tinggi 150 cm dan lebar gelagar 75 cm dengan mutu beton yang sama $f_c' = 25 \text{ Mpa}$, $f_y = 390 \text{ Mpa}$ dan $f_y = 240 \text{ Mpa}$.

Tabel 6 Rekapitulasi Perbandingan Pembebanan, Penulangan dan Lendutan Gelagar T Berdasarkan Peraturan RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016

No	Item yang ditinjau	RSNI T 02 2005	SNI 1725 2016	selisih %
1	Pembebanan			
	a. Berat Sendiri (MS)	33,88 kN/m	33,88 kN/m	0
	b. Beban Mati Tambahan (MA)	3,02 kN/m	3,02 kN/m	0
	c. Beban Lajur "D"	96,04 kN/m	96,04 kN/m	0
		12,6 kN/m	12,6 kN/m	0
	d. Beban Truk "T"	157,5 kN	157,5 kN	0
	e. Gaya Rem	62,5 kN	62,5 kN	0
	f. Beban Angin	1,008 kN/m	1,829 kN/m	44,9
	g. Beban Gempa	3,54 kN/m	14,06 kN/m	74,8
2	Kombinasi Beban			
	1. Momen Ultimit (Mu)	5195,75 kN/m	5016,01 kN/m	3,5
	2. Gaya Geser Ultimit (Vu)	937,72 kN	892,97 kN	4,8
3	Pembesian			
	a. Tulangan Lentur			
	1. Luas Tulangan Digunakan	13247,01 mm ²	12756,38 mm ²	3,7
	2. Jumlah Tulangan tarik	27D25 batang	26D25 batang	
	3. Jumlah Tulangan tekan	9D25 batang	8D25 batang	
	b. Tulangan Geser			
	1. Jumlah Tulangan Susut	8Ø13	8Ø13	
	2. Jarak Sengkang lapangan	Ø13-400 mm	Ø13-450 mm	
	2. Jarak Sengkang tumpuan	Ø13-200 mm	Ø13-200 mm	
4	Lendutan			
		0,0417 m	0,0496 m	15,9

2. Pembebanan

Pada pembebanan terjadi perbedaan pada beban angin dan beban gempa, perbedaan beban angin pada pembebanan RSNI T-02-2005 terhadap SNI 172:2016 sebesar 44,9% dan beban gempa sebesar 74,8%.

3. Kombinasi Beban

Untuk kombinasi pembebanan juga terdapat perbedaan, pada kombinasi pembebanan SNI 1725:2016 mempertimbangkan keadaan batas hingga 11 macam, belum termasuk beban fatik. Sedangkan kombinasi pembebanan RSNI T-02-2005 hanya mempertimbangkan 3 macam keadaan batas layan. Hasil perencanaan gelagar T berdasarkan dua peraturan pembebanan dapat disimpulkan bahwa dimensi yang telah direncanakan aman dibuktikan dengan nilai kapasitas momen ultimit. Semakin besar momen dan gaya geser ultimit yang ditimbulkan maka semakin banyak pula tulangan lentur dan geser yang harus digunakan.

4. Pembesian

Perbedaan luas tulangan lentur kedua pembebanan adalah sebesar 3,7 %, pada pembebanan RSNI T-02-2005 digunakan besi berdiameter D 25 dan jumlah besi yang digunakan untuk tulangan tarik sebanyak 27 batang, untuk tulangan tekan sebanyak 9 batang. Sedangkan tulangan lentur untuk pembebanan SNI 1725:2016 digunakan besi berdiameter D 25 mm dan jumlah besi yang digunakan untuk tulangan tarik sebanyak 26 batang, untuk tulangan tekan sebanyak 8 batang.

Tulangan geser pada pembebanan RSNI T-02-2005 digunakan 2 Ø 13- 200 mm, untuk tulangan susut digunakan besi diameter Ø 13 sebanyak 8 batang. Sedangkan tulangan

geser pada pembebanan SNI 1725:2016 digunakan besi 2 Ø 13- 200 mm dengan tulangan susut juga digunakan besi diameter Ø 13 sebanyak 8 batang.

5. Lentutan

Lentutan yang terjadi pada pembebanan RSNI T-02-2005 yaitu 0,0417 m sedangkan pada pembebanan SNI 1725:2016 yaitu 0,0496 m, lentutan tersebut aman terhadap perencanaan dimensi girder karena berada dibawah lentutan izin $\delta_{ijin} = 0,0867$ m. Lentutan yang terjadi untuk kedua pembebanan masih dalam batas aman, namun lentutan yang terjadi pada pembebanan SNI 1725:2016 lebih besar dibandingkan dengan lentutan pada pembebanan RSNI T- 02-2005.

IV. KESIMPULAN

Dimensi gelagar T yang diperoleh dari hasil perencanaan berdasarkan pembebanan RSNI T-02-2005 dengan tinggi gelagar 1,5 meter dan lebar 0,75 meter, momen ultimit, $M_u = 5195,75$ kNm serta kapasitas momen ultimit yang didapat adalah $\phi M_n = 5263,37$ kNm. Hasil perencanaan tulangan yang diperoleh adalah 27D25 ($13247,01 \text{ mm}^2$) untuk tulangan tarik dan 9D25 untuk tulangan tekan, sedangkan gaya geser yang terjadi adalah $V_u = 937,72$ kN, hasil perencanaan sengkang tumpuan diperoleh ukuran Ø13-200 mm dan sengkang lapangan Ø13-400 mm serta tulangan susut 8Ø13. Lentutan yang terjadi yaitu 0,0417 m, sedangkan lentutan ijin yang diizinkan yaitu $\delta_{ijin} = 0,0867$ m. Berdasarkan peraturan SNI 1725:2016 dimensi gelagar T yang diperoleh dari hasil perencanaan dengan tinggi gelagar 1,5 meter dan lebar 0,75 meter, momen ultimit, $M_u = 5016,01$ kNm sedangkan kapasitas momen ultimit yang didapat adalah $\phi M_n = 5078,35$ kNm. Hasil perencanaan tulangan didapatkan 26D25 ($12756,38 \text{ mm}^2$) untuk tulangan tarik dan 8D25 untuk tulangan tekan, sedangkan gaya geser yang terjadi adalah $V_u = 892,97$ kN, sehingga didapatkan sengkang dengan ukuran Ø13-200 mm sengkang lapangan Ø13-500 mm serta dan tulangan susut 8Ø13. Lentutan yang diperoleh dari kombinasi lentutan maksimum yaitu 0,0496 m, sedangkan lentutan ijin yang diizinkan yaitu $\delta_{ijin} = 0,0867$ m.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version) SNI 03-2847-2002*. BSN : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2005. *Standar Pembebanan Jembatan RSNI T-02-2005*. BSN : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2004. *Standar Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan RSNI T-12-2004*. BSN : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2008. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan SNI 2833:2008*. BSN : Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2016. *Standar Pembebanan Jembatan. SNI 1725:2016*. BSN : Jakarta.
- McCormac, C. Jack. 2000. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Sunggono, Kh. V. 1995. *Buku Teknik Sipil. Bandung* : Nova.
- Supriyadi, Muntohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- W.C Vis dan Gideon Kusuma, 1993. *Dasar –dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.