

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 05 OCT 2001

NO. JUDUL :

NO. INV. : 575/TA/JTS

NO. INDUK :

5120003259001

TUGAS AKHIR
STUDI PERBANDINGAN BEBAN HIDUP
PADA BEBAN JALUR JEMBATAN JALAN RAYA
(STANDAR PPPJJR, PPTJ, AASHTO, BSI dan JRA)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Oleh :

N a m a : D E P R I Z O N
No.Mhs : 96 310 252
Nirm : 960051013114120215

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2001

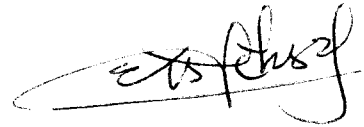
TUGAS AKHIR
STUDI PERBANDINGAN BEBAN HIDUP PADA
BEBAN JALUR JEMBATAN JALAN RAYA
(STANDAR PPPJJR, PPTJ, AASHTO, BSI dan JRA)

N a m a : D E P R I Z O N
No.Mhs : 96 310 252
N i r m : 960051013114120215

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir.H. Bachnas, MSc

Dosen Pembimbing I



Tanggal 13 - 08 - 2001

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal 13 - 08 - 2001

★ M O T T O

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُولُ اللَّهِ

Serugi-rugi manusia pada hari kiamat adalah seorang yang mencari harta yang tidak halal maka ia masuk neraka karenanya (HR. Bukhari)

Dan katakanlah : " Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan (surat Thaaha : 114)

Terus mengeruslah jujur, jika kamu melihat kebinasaan didalamnya maka sesungguhnya di dalamnya terdapat keselamatan (HR. Ibnu Abid Dunya)

Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (surat Al A'raf : 56)

Seandainya kamu tawakal kepada Allah dengan benar-benar tawakal niscaya Allah memberi rizki kepadamu sebagaimana Allah memberi rizki kepada burung, pagi-pagi kosong perutnya dan sore-sore perutnya penuh.
(HR. Tarmidzi)

*KU PERSEMBAHKAN
TUGAS AKHIR INI UNTUK:*

Kedua orang tuaku :

H. Syamsunur dan Hj. Yusmizar

Kakanda :

Syamsurizal, Ediwanto, Yuslizar dan beserta keluarga

Uninda :

Elfitri, Nurhayati, Lisyanti dan beserta keluarga

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	v
KATA PENGANTAR.....	viii
INTISARI.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Rumusan Masalah.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beban Hidup.....	4
2.2. Faktor Kejut.....	4
2.3. Jalur Rencana (<i>design lane</i>).....	5
2.4. Peraturan Pembebanan Jembatan.....	5
2.5. Keaslian Penelitian.....	6
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Peraturan Pembebanan Jembatan di Indonesia.....	7
3.1.1. PPPJJR 1987	7

3.1.2. Peraturan Perencanaan Jembatan 1992.....	12
3.2. Peraturan Perencanaan Jembatan di negara lain.....	16
3.2.1. Amerika Serikat (AASHTO).....	16
3.2.2. Inggris (BSI).....	23
3.2.3. Jepang (JRA).....	27

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Langkah Penelitian.....	33
------------------------------	----

BAB V. ANALISIS dan PEMBAHASAN

5.1. Jembatan Tinjauan.....	36
5.2. Beban HidupRencana.....	37
5.1.1 Indonesia.....	37
5.1.2 Amerika Serikat.....	38
5.1.3 Inggris.....	39
5.1.4 Jepang.....	39
5.3. Analisis Struktur	40
5.2.1. Bentang Sederhana (<i>simple beam</i>).....	40
5.2.1.1. Indonesia	40
5.2.1.2. Amerika Serikat.....	45
5.2.1.3. Inggris.....	48
5.2.1.4. Jepang.....	50
5.2.2. Bentang Menerus (<i>continuos beam</i>).....	54
5.2.2.1 Indonesia.....	54
5.2.2.2. Amerika Serikat.....	63

5.2.2.3. Inggris.....	65
5.2.2.4. Jepang.....	66
5.3. Hasil.....	74
5.4. Pembahasan.....	74
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan.....	106
6.2. Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN.....	xvii

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan Alhamdulillah Kehadirat Allah SWT atas segala bimbingan dan rahmat-Nya, maka selesailah Tugas Akhir dengan judul “ ***Studi Perbandingan Beban Hidup pada Beban Jalur Jembatan Jalan Raya*** “. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Tugas ini berupa studi literatur tentang peraturan pembebanan jembatan di Indonesia dan di negara Amerika Serikat, Inggris dan Jepang. Peraturan-peraturan tersebut diterapkan pada suatu jembatan untuk mengetahui posisi peraturan Indonesia terhadap peraturan yang diterapkan dinegara lain.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc, selaku Dosen pembimbing I dan penguji yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahaan kepada penyusun.
2. Bapak Ir. Surbakah, MT, selaku Dosen pembimbing II dan penguji yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penyusun.
3. Bapak Ir.H. Sarwidi, Ph.D, selaku Dosen tamu dan penguji yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

5. Bapak Ir.H.Munadhir, MS, selaku ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. Seluruh karyawan-karyawanti di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Ayahanda H.Syamsunur dan Ibunda Hj.Yusmizar, Kakanda Syamsurizal, Ediwanto, Yulizar dan beserta keluarga, Uninda Elfitri, Nurhayati Lisyanti dan beserta keluarga yang telah terus menerus memberi dorongan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Putih dan Merah, Ardiansyah, Robing, Anny, Penghuni Kost E-08, atas doa, dorongan, kritikan dan sarannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini semoga amal kebajikan rekan-rekan semua mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Amin.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, kerena keterbatasan kemampuan penyusun, oleh karena itu kritik dan saran penyusun harapkan.

Akhirnya semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Juni 2001

Penyusun

DAFTAR NOTASI

i	: Faktor kejut menurut <i>JRA</i>
I	: Faktor kejut menurut <i>AASHTO</i>
K	: Faktor kejut menurut <i>PPPJJR</i>
L	: Panjang bentang jembatan
$M_{\text{beban hidup}}$: Momen lentur akibat beban hidup (tanpa kejut), kN m
M_{kejut}	: Momen lentur akibat beban kejut, kN m
M_{tot}	: Momen lentur akibat beban hidup dengan beban kejut, kN m
P	: Beban garis
q	: Beban terbagi rata, kN/m
s	: Jarak antara gelagar atau lebar pengaruh pembebanan, m
$V_{\text{beban hidup}}$: Gaya geser maksimum akibat beban hidup (tanpa kejut), kN
V_{kejut}	: Gaya geser maksimum akibat beban kejut
V_{maks}	: Gaya geser maksimum akibat beban kejut, kN
V_{tot}	: Gaya geser maksimum akibat beban hidup dan beban kejut, kN
Δ	: Persentase penambahan momen lentur atau geser

DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1. Bentang (L) untuk penentuan Koefisien Kejut
- Tabel 3.2. Jumlah jalur lalu lintas menurut BSI
- Tabel 3.3. Koefisien untuk beban T
- Tabel 3.4. Beban L (beban hidup L)
- Tabel 3.5. Beban L (beban hidup A)
- Tabel 3.6. Faktor Kejut menurut JRA
- Tabel 4.1. Aplikasi Beban
- Tabel 5.1. Hasil Analisis Struktur menurut PPPJRR 1987 (tanpa kejut)
- Tabel 5.2. Hasil Analisis Struktur menurut PPPJRR 1987 (dengan kejut)
- Tabel 5.3. Hasil Analisis Struktur menurut PPTJ 1992 (tanpa kejut)
- Tabel 5.4. Hasil Analisis Struktur menurut PPTJ 1992 (dengan kejut)
- Tabel 5.5. Hasil Analisis Struktur menurut AASHTO (tanpa kejut)
- Tabel 5.6. Hasil Analisis Struktur menurut AASHTO (dengan kejut)
- Tabel 5.7. Hasil Analisis Struktur menurut BSI
- Tabel 5.8. Hasil Analisis Struktur menurut JRA (tanpa kejut)
- Tabel 5.9. Hasil Analisis Struktur menurut JRA (dengan kejut)
- Tabel 5.10. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut PPPJRR 1987 (tanpa kejut)
- Tabel 5.11. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut PPPJRR 1987 (dengan kejut)
- Tabel 5.12. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut PPTJ 1992 (tanpa kejut)
- Tabel 5.13. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut PPTJ 1992 (dengan kejut)
- Tabel 5.14. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut AASHTO (tanpa kejut)
- Tabel 5.15. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut AASHTO (dengan kejut)
- Tabel 5.16. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut BSI
- Tabel 5.17. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut JRA (tanpa kejut)
- Tabel 5.18. Hasil Analisis Struktur gelagar menerus menurut JRA (dengan kejut)
- Tabel 5.19. Persentase penambahan momen lentur (tanpa kejut)
- Tabel 5.20. Persentase penambahan momen lentur (dengan kejut)
- Tabel 5.21. Jenis beban hidup yang dikalikan dengan faktor kejut
- Tabel 5.22. Persentase penambahan gaya geser (tanpa kejut)
- Tabel 5.23. Persentase penambahan gaya geser (dengan kejut)

- Tabel 5.24. Pertambahan momen lentur dan geser PPPJJR 1987 (*simple beam*)
- Tabel 5.25. Pertambahan momen lentur dan geser PPTJ 1992 (*simple beam*)
- Tabel 5.26. Pertambahan momen lentur dan geser AASHTO (*simple beam*)
- Tabel 5.27. Pertambahan momen lentur dan geser BSI (*simple beam*)
- Tabel 5.28. Pertambahan momen lentur dan geser JRA (*simple beam*)
- Tabel 5.29. Pertambahan momen lentur dan geser PPPJJR 1987 (*continuous beam*)
- Tabel 5.30. Pertambahan momen lentur dan geser PPTJ 1992 (*continuous beam*)
- Tabel 5.31. Pertambahan momen lentur dan geser AASHTO (*continuous beam*)
- Tabel 5.32. Pertambahan momen lentur dan geser BSI (*continuous beam*)
- Tabel 5.33. Pertambahan momen lentur dan geser JRA (*continuous beam*)

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1.** Beban T Menurut *PPPJJR 1987*
- Gambar 3.2.** Beban D menurut *PPPJJR 1987*
- Gambar 3.3.** Ketentuan penggunaan beban D menurut *PPPJJR 1987*
- Gambar 3.4.** Beban truk T menurut *PPTJ 1992*
- Gambar 3.5.** Beban jalur D menurut *PPTJ 1992*
- Gambar 3.6.** Penyebaran D
- Gambar 3.7.** Grafik faktor beban dinamik (*DLA*)
- Gambar 3.8.** Beban truk H (standard H trucks) *AASHTO*
- Gambar 3.9.** Beban truk HS (standard HS trucks) *AASHTO*
- Gambar 3.10.** Beban jalur H15 dan HS15 *AASHTO*
- Gambar 3.11.** Beban jalur H20 dan HS20 *AASHTO*
- Gambar 3.12.** Beban kendaraan tipe HB *BSI*
- Gambar 3.13.** Beban T menurut *JRA*
- Gambar 3.14.** Posisi pusat roda beban T
- Gambar 3.15.** Faktor Reduksi beban T
- Gambar 3.16.** Penempatan beban L
- Gambar 4.1.** Flowchart Aliran penelitian
- Gambar 5.1.** Jembatan Tinjauan
- Gambar 5.2.** Kondisi beban menurut *PPPJJR 1987*
- Gambar 5.3.** Posisi beban P untuk gaya geser
- Gambar 5.4.** Kondisi beban menurut *PPTJ 1992*
- Gambar 5.5.** Kondisi beban menurut *ASHTO*
- Gambar 5.6.** Kondisi beban menurut *BSI*
- Gambar 5.7.** Kondisi beban menurut *JRA*
- Gambar 5.8.** Posisi beban P_l untuk gaya geser (*JRA*)
- Gambar 5.9.** Kondisi beban gelagar menerus *PPPJJR 1987*
- Gambar 5.10.** Kondisi beban P gelagar menerus untuk gaya geser
- Gambar 5.11.** Kondisi beban gelagar menerus menurut *PPTJ 1992*

Gambar 5.12. Kondisi beban gelagar menerus menurut *AASHTO*

Gambar 5.13. Kondisi beban gelagar menerus menurut *BSI*

Gambar 5.14. Kondisi beban gelagar menerus menurut *JRA*

Gambar 5.15. Posisi beban P_1 gelagar menerus untuk gaya geser menurut *JRA*

Gambar 5.16. Grafik momen lentur atau gaya geser

Gambar 5.17. Grafik Perbandingan Faktor Kejut

Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Momen Lentur gelagar sederhana (tanpa kejut)

Gambar 5.19. Grafik Perbandingan Momen Lentur gelagar sederhana (dengan kejut)

Gambar 5.20. Grafik Perbandingan Gaya Geser gelagar sederhana (tanpa kejut)

Gambar 5.21. Grafik Perbandingan Gaya Geser gelagar sederhana (dengan kejut)

Gambar 5.22. Grafik Perbandingan Momen Lentur gelagar menerus (tanpa kejut)

Gambar 5.23. Grafik Perbandingan Momen Lentur gelagar menerus (dengan kejut)

Gambar 5.24. Grafik Perbandingan Gaya Geser gelagar menerus (tanpa kejut)

Gambar 5.25. Grafik Perbandingan Gaya geser gelagar menerus (dengan kejut)

INTISARI

Jembatan di Indonesia direncanakan dengan beban rencana untuk lantai jembatan sebesar 20 ton per sumbu dan beban untuk gelagar adalah beban merata 8 kN/m^2 (untuk bentang sampai 30 m) dan beban garis 44 kN/m yang kurang lebih setara dengan 20 ton persumbu, jika terjadi muatan yang melebihi kapasitas tersebut, maka laju kerusakan jembatan lebih cepat. Perkembangan transportasi sekarang cenderung menyebabkan banyak kendaraan yang membebani jembatan dengan beban gandar lebih dari 20 ton dan dengan intensitas beban yang tinggi, sehingga kapasitas jembatan menjadi cepat kritis. Sebagai penyelesaiannya di perlukan analisis dengan mengevaluasi standar pembebanan jembatan yang ada.

Analisis dilakukan dengan cara membandingkan beban hidup menurut peraturan pembebanan jembatan jalan raya di Indonesia dan di negara Amerika Serikat (AASHTO), Inggris (BSI) dan Jepang (JRA). Untuk Indonesia peraturan yang digunakan adalah Peraturan Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR 19987) dan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (PPTJ 1992) suatu rancangan peraturan pembebanan jembatan yang dikeluarkan *Bridge Management Sytem (BMS 1992)*. Analisis tersebut meliputi perhitungan momen lentur dan gaya geser maksimum pada gelagar jembatan bentang sederhana (*simple beam*) dan bentang menerus (*continuous beam*).

Menurut peraturan dari negara yang ditinjau sampai bentang 50 m, momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) untuk gelagar bentang sederhana (*simple beam*) menurut PPPJJR 1987 lebih besar di bandingkan dengan AASHTO, JRA (untuk bentang 30 m – 50 m) namun lebih kecil dibandingkan dengan PPTJ 1992 (mulai bentang 20 m). Gaya geser maksimum beban hidup (dengan kejut) untuk gelagar bentang sederhana (*simple beam*) menurut PPPJJR 1987 lebih besar dibandingkan dengan AASHTO, namun lebih kecil dibandingkan dengan PPTJ, JRA dan BSI (mulai bentang 20 m). Momen lentur dan gaya geser maksimum akibat beban hidup (tanpa kejut) menurut PPPJJR 1987 lebih besar dibandingkan dengan AASHTO, JRA dan PPTJ (untuk bentang 35 m – 50 m).

Momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) untuk gelagar bentang menerus (*continuous beam*) menurut PPPJJR 1987 lebih besar dibandingkan dengan momen lentur AASHTO, BSI dan JRA tetapi lebih kecil dari PPTJ 1992. Gaya geser maksimum akibat beban hidup (dengan kejut) menurut PPPJJR 1987 lebih besar dibandingkan dengan gaya geser AASHTO, JRA (mulai bentang 25 m – 50 m) dan PPTJ 1992 (mulai bentang 35m – 50 m), namun lebih kecil dibandingkan dengan BSI (mulai bentang 30 m – 50 m).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Lantar Belakang

Jembatan sebagai bagian dari jalan raya memegang peran penting karena pembangunannya memerlukan biaya mahal dengan umur rencana yang relatif panjang. Desain pekerjaan jembatan dibuat dengan beban rencana untuk sistem lantai jembatan sebesar 20 ton per sumbu dan sistem beban untuk gelagar adalah beban merata 8 kN/m^2 (untuk bentang sampai 30 m) dan beban garis 44 kN/m yang kurang lebih setara dengan 20 ton per sumbu. Jika terjadi muatan yang melebihi kapasitas tersebut, maka laju kerusakan jembatan akan lebih cepat (*Zarkasi dan Andamulia, 1997*).

Perkembangan transportasi sekarang ini cenderung menyebabkan banyak kendaraan yang membebani jembatan dengan beban gandar lebih dari 20 ton dan dengan intensitas beban yang tinggi, sehingga kapasitas jembatan menjadi cepat kritis (*Zarkasi dan Andamulia, 1997*). Sebagai penyelesaiannya diperlukan analisis untuk mengevaluasi standar pembebanan jembatan yang ada. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan beban hidup menurut peraturan pembebanan jembatan jalan raya di Indonesia dan di negara lain.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan beban hidup menurut peraturan pembebanan jembatan jalan raya di Indonesia dan di negara lain. Hasil akhir yang diperoleh grafik perbandingan faktor kejut, momen lentur dan gaya geser maksimum akibat beban hidup.
2. Untuk mengetahui perbandingan beban hidup antara gelagar sederhana (*simple beam*) dengan gelagar menerus (*continuous beam*)

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil analisis dapat digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap peraturan pembebanan jembatan jalan raya yang berlaku di Indonesia. Hal tersebut berhubungan dengan perkembangan kemampuan kendaraan maupun beban kendaraan yang semakin bertambah pada masa mendatang.

1.4. Rumusan Masalah

Dari penjelasan singkat latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung beban hidup pada pembebanan jembatan jalan raya di negara Indonesia, Amerika Serikat, Inggris, dan Jepang
2. Bagaimana hubungan antara PPPJJR 1987 dan PPTJ 1992 dengan peraturan yang diterapkan di negara Amerika Serikat, Inggris, dan Jepang

3. Sejauh mana peraturan negara Amerika Serikat, Inggris, dan Jepang dapat diterapkan di peraturan pembebanan jembatan jalan raya di Indonesia

1.5 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan analisis dan perhitungan beban hidup yang ditinjau diperlukan pembatasan

1. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah peraturan dari Indonesia, Amerika Serikat (*AASHTO*), Inggris (*British Standard Institution*), dan Jepang (*Japan Road Association*)

Di Indonesia digunakan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (*PPPJJR 1987*) dan usulan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*PPTJ 1992*).

2. Beban hidup yang dibahas adalah beban truk dan beban jalur dengan memperhitungkan beban kejut.
3. Analisis meliputi perhitungan momen lentur dan gaya geser maksimum pada gelagar jembatan.
4. Jembatan diasumsikan sebagai gelagar sederhana (*simple beam*) dan gelagar menerus (*continouos beam*) yang mempunyai panjang bentang 5 sampai 50 m dengan interval 5 m.

BAB I I

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Hidup

Menurut PPPJJR 1987, beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan yang bergerak dan atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup yang ditinjau dalam perencanaan jembatan ada dua macam yaitu beban jalur dan beban truk. Beban jalur merupakan beban yang bekerja pada seluruh lebar jalur rencana. Pada umumnya beban jalur digunakan untuk perencanaan gelagar jembatan .

Beban truk adalah beban kendaraan truk yang merupakan beban terpusat yang digunakan untuk perencanaan lantai kendaraan. Hanya satu truk yang ditempatkan pada setiap jalur rencana.

2.2 Faktor Kejut

Untuk memperhitungan pengaruh getaran, pengaruh dinamis maupun pengaruh kejut, maka tegangan-tegangan akibat beban hidup harus dikalikan dengan faktor kejut. Hasil perkalian ditambahkan dengan tegangan akibat beban hidup semula untuk memperoleh tegangan total akibat beban hidup (*Heins dan Firmage, 1979*)

Menurut Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan 1992, faktor kejut merupakan interaksi antara jembatan dengan kendaraan. Besarnya faktor kejut bergantung pada frekuensi getaran lentur jembatan dan frekuensi suspensi kendaraan (2 - 5 Hz untuk kendaraan berat). Dalam perencanaan beban akibat kejut (beban kejut) dianggap beban statis.

2.3 Jalur Rencana (*design lane*)

Jalur Rencana (*design lane*) adalah jalur yang digunakan untuk menempatkan beban hidup jembatan yang meliputi beban jalur maupun beban truk. Hanya satu unit beban hidup (beban jalur atau beban truk) yang ditempatkan untuk setiap lebar jalur rencana, yang menghasilkan pengaruh maksimum. Jalur rencana berbeda dengan jalur lalu lintas (*traffic lane*). Jalur lalu lintas adalah jalur yang digunakan untuk perencanaan jalan raya. Lebar dan letak jalur yang digunakan untuk perencanaan pada jembatan tidak selalu sama dengan lebar dan letak jalur lalu lintas pada jalan raya (*Barker dan Pucket, 1997*).

2.4 Peraturan Pembebanan Jembatan

Saat ini di Indonesia terdapat 2 peraturan pembebanan jalan raya yaitu PPPJIR 1987 dan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (PPTJ 1992), suatu draft rancangan peraturan pembebanan jembatan yang dibuat oleh *Bridge Management System* (BMS). Menurut Zarkasi dan Andamulia (1997), PPPJIR 1987 telah disempurnakan menjadi SNI No. 1725-1989-F tahun 1989, sedangkan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan 1992 masih berupa rancangan dan belum jelas statusnya.

2.5 Keaslian Penelitian

Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya oleh *A. Sriandwi Nugrahanto* (1998) yang melakukan kajian Perbandingan Beban Hidup pada Pembebanan Jembatan Jalan Raya untuk negara Indonesia dengan negara Amerika Serikat, Inggris, Jerman dan Jepang . Perbandingan dilakukan dengan cara menghitung momen lentur (dengan kejut) dan gaya geser (dengan kejut) pada gelagar jembatan sederhana (*simple beam*) mulai bentang 10 m – 60 m akibat beban jalur di atas jembatan. Untuk peraturan di negara Indonesia digunakan PPPRJ 1987 dan usulan peraturan dari *Bridge Management System*. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa momen lentur (dengan kejut) dan gaya geser (dengan kejut) akibat beban jalur untuk negara Indonesia lebih besar dibandingkan dengan negara Amerika Serikat, Inggris, Jerman dan Jepang.

Penelitian yang serupa juga pernah dilakukan oleh *Zarkasi dan Andamulia* (1997) melakukan kajian perbandingan beban kendaraan standar jembatan untuk negara Indonesia dengan negara Amerika Serikat, Inggris, Jerman dan Jepang. Perbandingan dilakukan dengan cara menghitung momen lentur (dengan kejut) dan gaya geser (dengan kejut) pada gelagar jembatan akibat beban kendaraan berjajar di atas jembatan untuk satu jalur kendaraan. Untuk negara Indonesia digunakan faktor kejut menurut usulan peraturan dari *Bridge Management System*. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa momen lentur (dengan kejut) dan gaya geser (dengan kejut) akibat kendaraan standar untuk negara Indonesia lebih besar dibandingkan dengan negara Amerika Serikat, Inggris, Jerman dan Jepang.

BAB III

LANDASAN TEORI

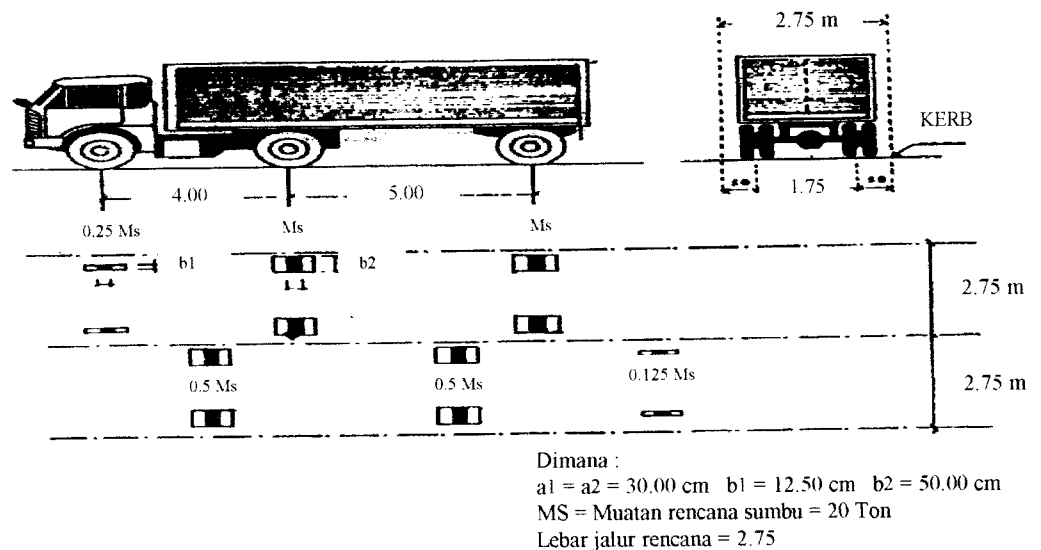
3.1 Peraturan Pembebanan Jembatan di Indonesia

3.1.1 PPPJJR 1987

1. Beban Truk

Beban truk (beban T) adalah beban yang berupa kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton dengan ukuran dan kedudukan seperti pada gambar.

Beban T digunakan untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan

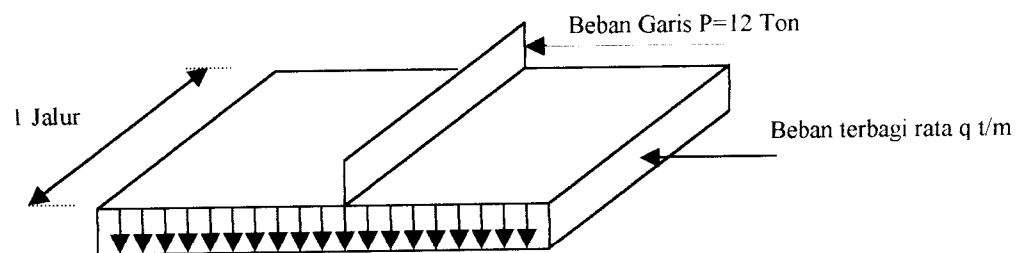


Gambar 3.1 Beban T Menurut PPPJJR 1987

2. Beban Jalur

Beban jalur (beban D) adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas beban terbagi merata sebesar q ton per meter panjang per jalur, dan beban garis (P) ton per jalur.

Beban D digunakan untuk perhitungan kekuatan gelagar jembatan sebagaimana tertera pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Beban D Menurut PPPJIR 1987

Besar q ditentukan dengan 3 persamaan berikut ini.

$$q = 2.2 \text{ t/m}' \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m} \quad (3.1)$$

$$q = 2.2 \text{ t/m}' - 1.1/60 \times (L - 30) \text{ t/m}' \quad \text{untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m} \quad (3.2)$$

$$q = 1.1 (1 + 30/L) \text{ t/m}' \quad \text{untuk } L > 60 \text{ m} \quad (3.3)$$

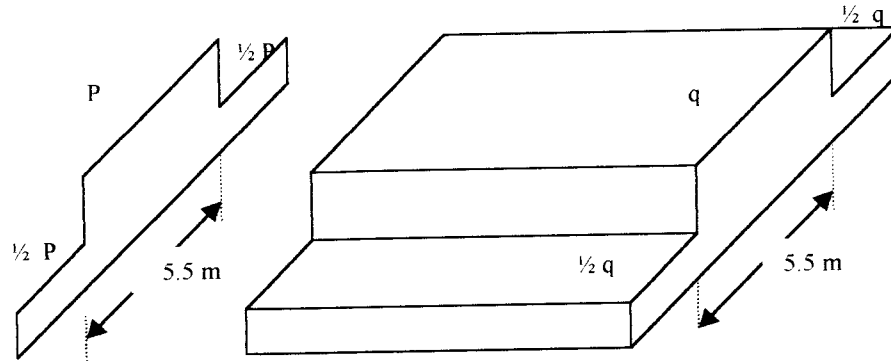
L = Panjang bentang jembatan dalam meter

$t m'$ = ton per meter panjang per jalur

Ketentuan penggunaan beban D dalam arah melintang jembatan adalah sebagai berikut ini :

- a) Untuk jembatan dengan beban lantai kendaraan sama atau lebih kecil dari 5,50 m, beban D sepenuhnya (100%) dibebankan pada seluruh lebar jembatan.

- b) Untuk Jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5,50 m beban D sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,50 m sedangkan lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban D (50%)



Gambar 3.3 Ketentuan penggunaan beban D menurut PPPJIR 1987

Tabel 3.1 Bentang (L) untuk penentuan koefisien kejut

Type Bangunan Atas	Kedudukan Beban Garis "P"	Bentang (L)
Gelagar Menerus		L_1
		$\frac{1}{2}(L_1 + L_2)$
		L_2

Sumber : PPPJIR 1987

Beban hidup per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut :

$$\text{Beban terbagi merata} = \frac{q \text{ ton/meter}}{2,75 \text{ m}} \quad (3.4)$$

$$\text{Beban Garis} = \frac{P \text{ ton}}{2,75 \text{ m}} \quad (3.5)$$

Angka pembagi 2,75 m diatas selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar jalur lalu lintas.

Dalam menghitung momen maksimum positif akibat beban hidup (beban terbagi merata dan beban garis) pada gelagar dua perletakan digunakan beban terbagi merata sepanjang bentang gelagar dan satu beban garis.

Dalam menghitung momen-momen maksimum akibat beban hidup (beban terbagi merata dan beban garis) pada gelagar menerus diatas beberapa perletakan dihitung dengan ketentuan sebagai berikut

- a) Satu beban garis untuk momen positif yang menghasilkan pengaruh maksimum
- b) Dua beban garis untuk momen negatif yang menghasilkan pengaruh maksimum
- c) Beban terbagi merata ditempatkan pada beberapa bentang atau bagian bentang yang akan menghasilkan momen maksimum.

3. Faktor Kejut

Untuk memperhitung pengaruh getaran dan pengaruh dinamis lainnya, maka perlu diperhitungkan beban kejut yang besarnya sama dengan beban garis P dikalikan dengan faktor kejut.

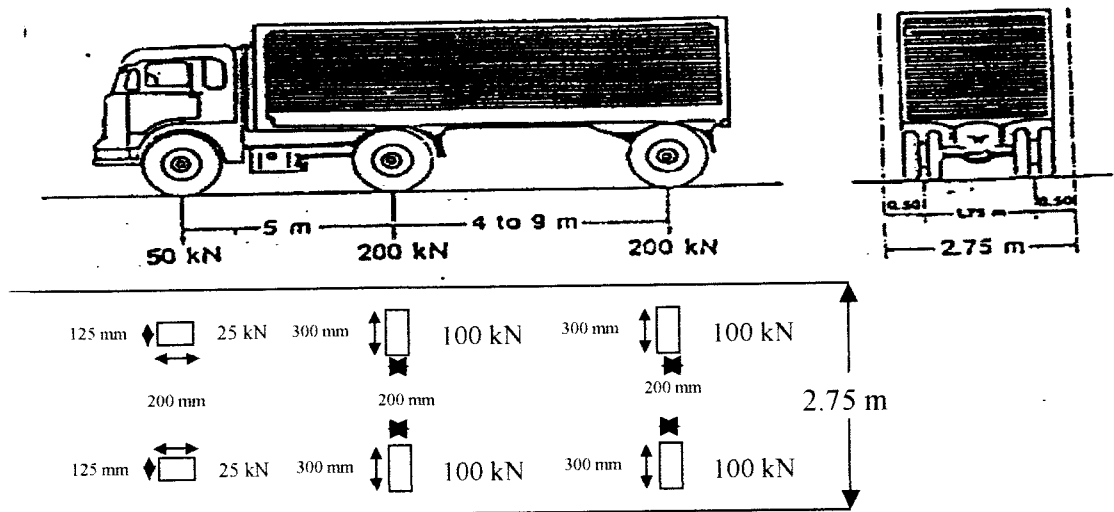
3.1.2 Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan 1992

1. Umum

Beban hidup untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban truk T dan beban jalur D . Beban T digunakan untuk perencanaan gelagar jembatan bentang pendek dan plat lantai kendaraan, sedangkan beban D digunakan untuk perencanaan gelagar jembatan bentang sedang sampai panjang.

2. Beban Truk

Beban Truk T berupa beban kendaraan truk semi trailer yang mempunyai tekanan gandar sebesar 200 kN dengan ukuran dan kedudukan seperti pada Gambar 3.4



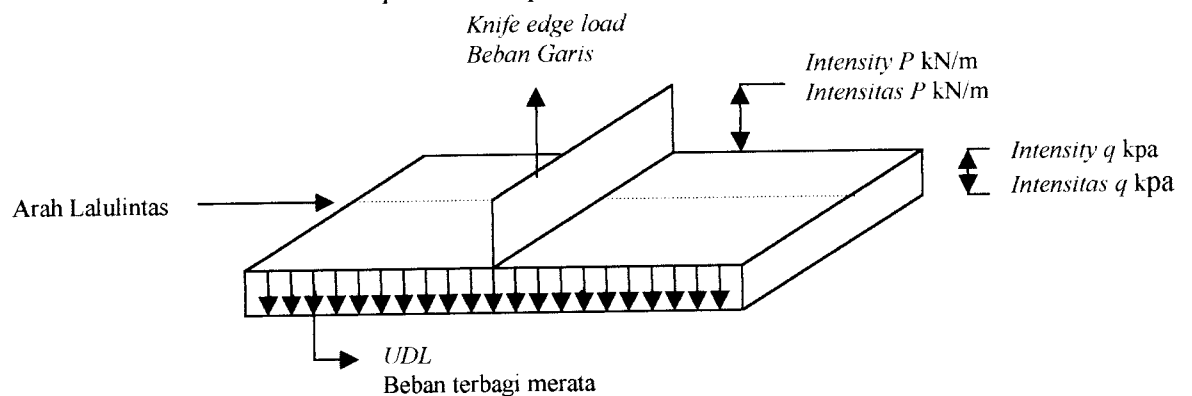
Gambar 3.4 Beban Truk T menurut PPTJ 1992

Truk mempunyai 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam jalur rencana. Tiap as terdiri atas 2 bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk yang ditempatkan untuk setiap jalur rencana.

3. Beban Jalur

Beban jalur D adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas beban terbagi merata sebagai q kN/m per jalur dan beban garis P kN per jalur.

Beban D seperti tertera pada Gambar 3.5



Gambar 3.5. Beban jalur D menurut PPTJ 1992

Besarnya beban D ditentukan sebagai berikut

$$q = 8.0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m} \quad (3.7)$$

$$q = 8.0 (0.5 + 15/L) \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.8)$$

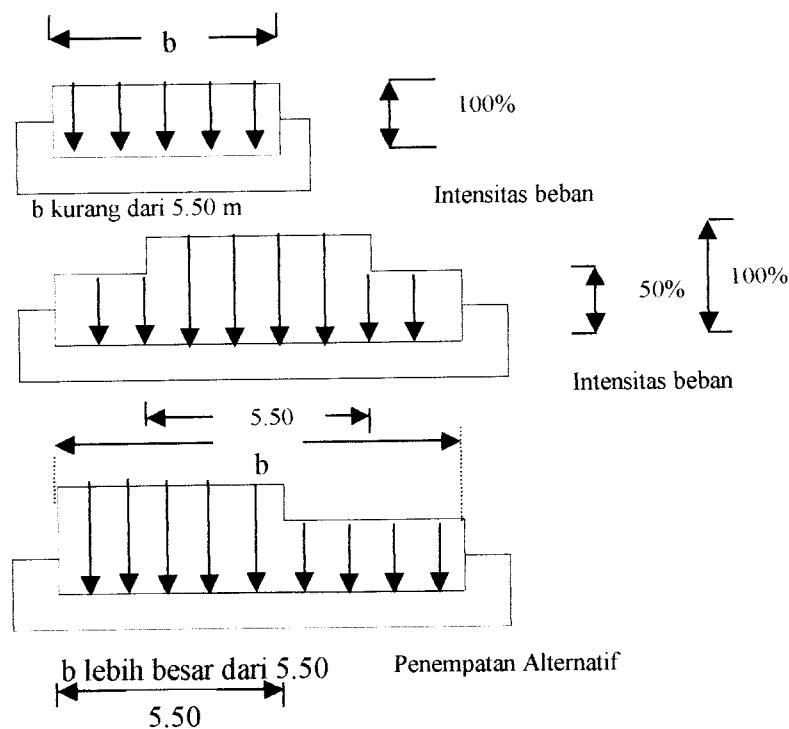
$$P = 44 \text{ kN/m}$$

L : Panjang bentang yang dibebani dalam meter

Beban P ditempatkan dengan kedudukan sembarang sepanjang bentang jembatan dan tegak lurus pada arah laulintas jembatan.

Penyebaran beban D pada arah melintang jembatan adalah sebagai berikut :

- a) Jika lebar jalur kendaraan lebih kecil atau sama dengan 5.50 m, maka beban D harus dibebankan pada jalur dengan intensitas 100%
- b) Jika lebar jalur kendaraan lebih besar atau sama dengan 5.50 m maka beban D harus dibebankan pada jalur selebar 5.50 m dengan intensitas 100% sedangkan pada lebar selebihnya beban D harus dibebankan dengan intensitas 50%, lihat Gambar 3.6

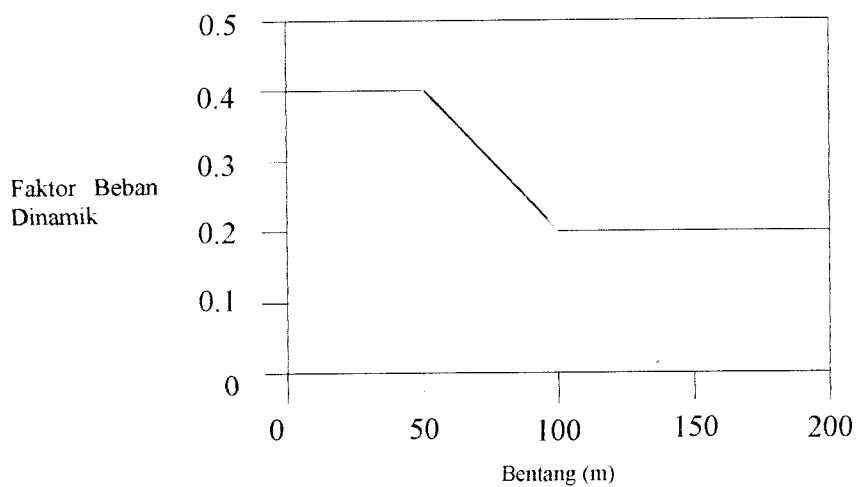


Gambar 3.6 Penyebaran beban D

4. Faktor Beban Dinamik

Faktor beban dinamik (*Dynamic Load Allowance*, *DLA*) merupakan fungsi dari panjang bentang ekuivalen seperti tercantum pada Gambar 3.1. Untuk bentang tunggal, panjang bentang ekuivalen ditentukan sama dengan panjang bentang sebesarnya.

Beban yang dikalikan dengan *DLA* adalah beban garis *P* (pada beban *D*) dan beban Truk. Untuk beban truk *T*, *DLA* diambil 0.30



Gambar 3.7 Grafik Faktor Beban Dinamik (*DLA*)

3.2 Peraturan Perencanaan Jembatan di Negara lain

3.2.1 Amerika Serikat

1. Klasifikasi Beban Hidup

Menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), beban hidup yang ditinjau dalam perencanaan jembatan dibagi menjadi 2 sistem beban yaitu sistem beban H (*Highway*) dan sistem beban HS (*Highway Semitrailer*).

Sistem beban H dibagi menjadi 2 kelas, yaitu beban H15 dan H20. Angka 15 dan 20 menunjukkan berat total kendaraan dalam ton. Beban H15 adalah 75% dari beban H20. Demikian pula sistem beban HS dibagi menjadi 2 kelas yaitu beban HS15 dan HS20, beban HS15 adalah 75% dari beban HS20. Pembagian kelas beban hidup berdasarkan besarnya volume lalu lintas.

2. Penggunaan Beban Hidup

Beban H15 dan HS15 digunakan untuk merencanakan jembatan pada jalan negara bagian (*state roads*) dengan volume lalu lintas lebih kecil. Beban H20 dan HS20 digunakan untuk merencanakan jembatan pada jalan negara (*national highway*).

Untuk merencanakan jembatan pada jalan antar negara bagian (*interstate highway*) atau jalan dengan lalu lintas kendaraan berat cukup padat (*heavy truck traffic*) harus digunakan beban HS20.

3. Aplikasi Beban

Setiap sistem beban terdiri atas beban truk dan beban jalur, Beban truk digunakan untuk perencanaan plat lantai kendaraan, sedangkan beban jalur digunakan untuk perencanaan gelagar jembatan. Untuk perencanaan gelagar jembatan bentang pendek, beban truk dapat diterapkan jika menghasilkan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan beban jalur.

4. Penempatan Beban Hidup

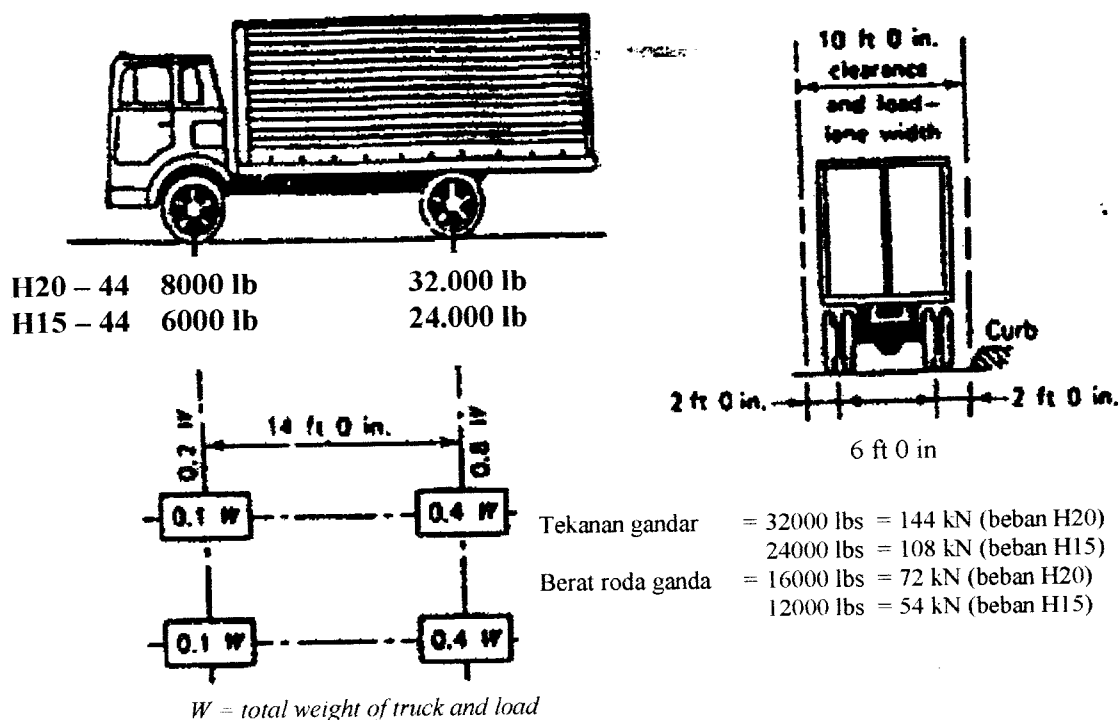
Beban hidup ditempatkan pada setiap jalur rencana (*design lane*) yang mempunyai lebar 10 feet (3 m).

Hanya satu unit beban hidup yang ditempatkan dalam setiap jalur rencana. Jalur Rencana ditempatkan dalam jalur lalu lintas (*traffic lane*). Hanya ada satu jalur rencana untuk setiap jalur lalu lintas. Lebar minimum jalur lalu lintas pada jalan yang melintas jembatan menurut AASHTO adalah 12 feet (3.6 m). Jumlah jalur rencana ditentukan dengan cara membagi lebar bersih jalan dengan lebar jalur lalu lintas (12 feet). Jika lebar jalur lalu lintas kurang dari 12 feet (misalnya jalan dengan lebar 10 feet) maka jumlah dan lebar jalur rencana ditentukan sama dengan jumlah dan lebar jalur lalu lintas.

5. Beban Truk

a) Sistem Beban H

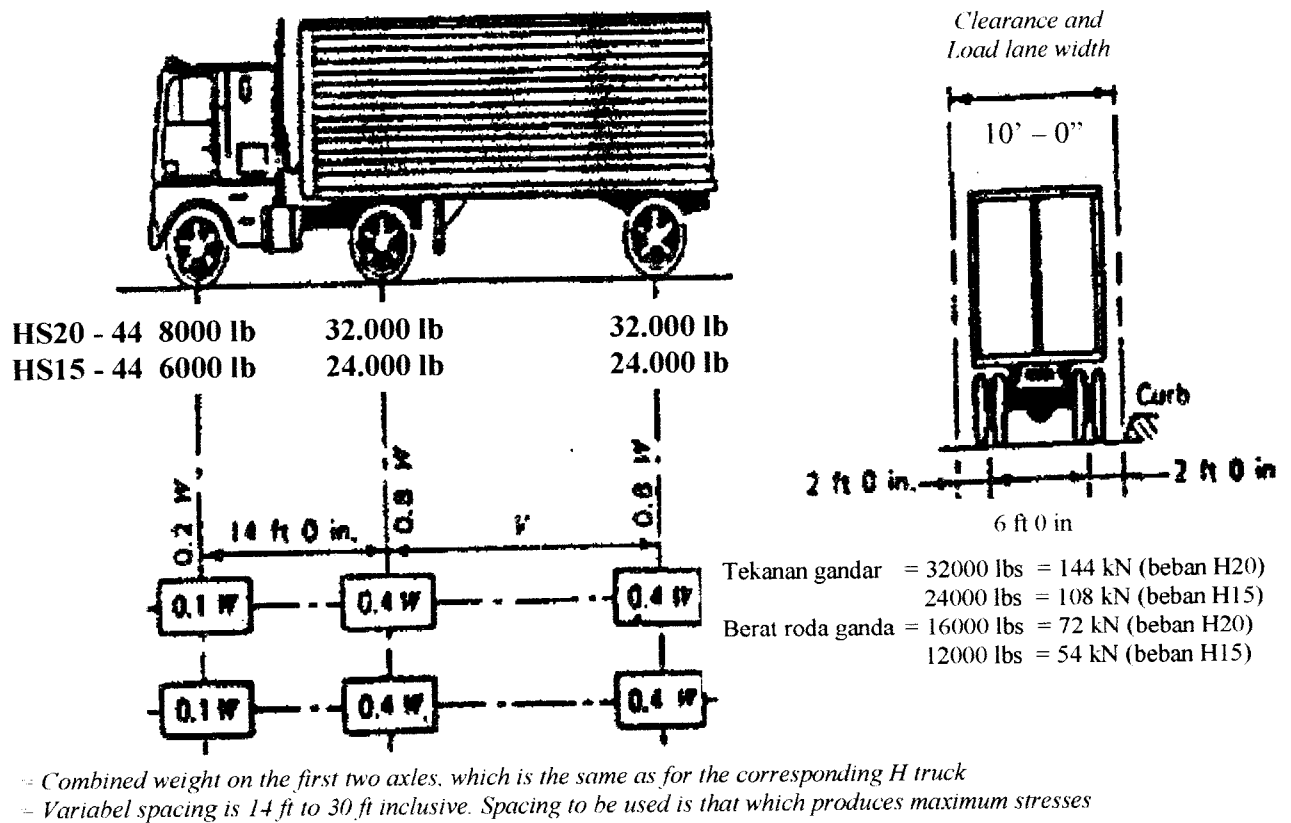
Beban truk H adalah beban berupa kendaraan truk yang mempunyai 2 as dengan ukuran dan kedudukan seperti pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Beban Truk H (*standard H trucks*)

b) Sistem Beban HS

Beban truk HS adalah beban yang berupa kendaraan truk semitrailer yang mempunyai 3 as dengan ukuran dan kedudukan seperti pada Gambar 3.9

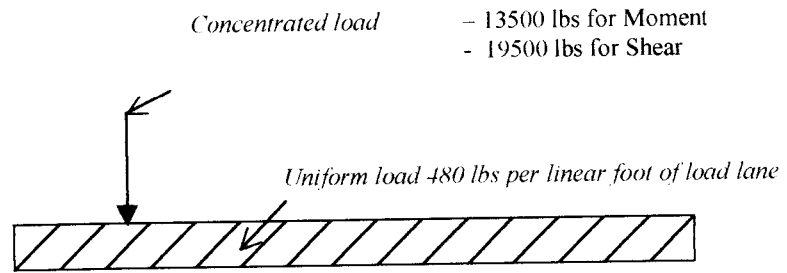


Gambar 3.9 Beban Truk HS (standard HS truk)

6. Beban Jalur

a) Beban H15 dan HS15

Beban H15 dan HS15 adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas beban terbagi merata sebesar 480 lbs per feet panjang per jalur dikombinasikan dengan beban garis sebesar 13500 lbs per jalur. Untuk perhitungan momen lentur dua 19500 lbs perjalur. Untuk perhitungan gaya geser beban jalur H15 dan HS15 adalah seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Beban jalur H15 dan HS15

Beban jalur per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut

Beban terbagi merata (q)

$$\begin{aligned} q &= 480 \text{ lbs/ft/jalur} \\ &= 7.20 \text{ kN/m/jalur} \end{aligned}$$

karena lebar jalur adalah 3 meter maka

$$q = 2.4 \text{ kN/m}^2$$

Beban Garis (P)

Untuk Momen lentur

$$\begin{aligned} P1 &= 13500 \text{ lbs/jalur} \\ &= 60.75 \text{ kN/jalur} \\ &= 20.25 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

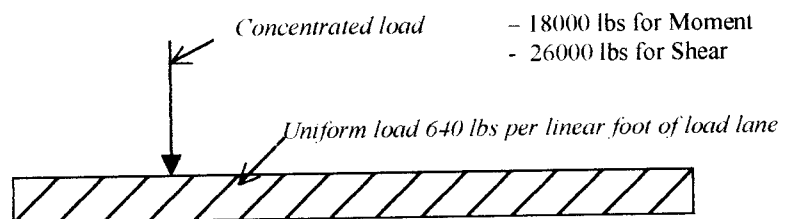
Untuk Gaya Geser

$$\begin{aligned} P2 &= 19500 \text{ lbs/jalur} \\ &= 87.75 \text{ kN/jalur} \\ &= 29.25 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

b) Beban H20 dan HS20

Beban Jalur H20 dan HS20 adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas beban merata sebesar 640 lbs per feet panjang per jalur di kombinasikan dengan beban garis sebesar

18000 lbs per jalur untuk perhitungan momen lentur , dan 26000 lbs per jalur untuk perhitungan gaya geser. Beban jalur HS20 adalah seperti tertera pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Beban jalur H20 dan HS20

Beban jalur per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut:

Beban terbagi merata

$$\begin{aligned} q &= 640 \text{ lbs/jalur} \\ &= 9.60 \text{ kN/m/jalur} \end{aligned}$$

karena lebar jalur adalah 3 meter maka

$$q = 3.20 \text{ kN/m}^2$$

Beban Garis (P)

Untuk Momen Lentur

$$\begin{aligned} P1 &= 18000 \text{ lbs/jalur} \\ &= 81 \text{ kN/jalur} \\ &= 27 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Untuk Gaya Geser

$$\begin{aligned} P2 &= 26000 \text{ lbs/jalur} \\ &= 117 \text{ kN/Jalur} \\ &= 39 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

7. Faktor Reduksi Beban

Dalam arah melintang jembatan, penggunaan beban hidup adalah sebagai berikut :

- a. Jika terdapat 2 jalur lalu lintas, beban hidup dibebankan 100% pada kedua jalur tersebut
- b. Jika terdapat 3 jalur lalu lintas, beban hidup dibebankan 100% pada jalur pertama dan kedua, sedangkan pada jalur ketiga beban hidup dibebankan sebesar 90%
- c. Jika terdapat 4 jalur lalu lintas atau lebih, beban hidup dibebankan 100% pada jalur pertama dan kedua 90% pada jalur ketiga dan pada jalur keempat atau selebihnya beban hidup dibebankan 70%

8. Faktor Kejut

Beban hidup yang diperhitungkan dalam faktor kejut adalah beban truk dan beban jalur. besar faktor kejut ditentukan dengan rumus :

$$I = \frac{50}{L + 125} \quad (3.9)$$

I : Faktor kejut (maksimum 0.3)

L : Panjang bentang yang dibebani (dalam feet) yang menghasilkan pengaruh maksimum

Jika L dalam meter maka

$$I = \frac{15.24}{L + 38} \quad (3.10)$$

3.2.2 Inggris

1. Jalur Rencana

Lebar dan letak jalur rencana pada jembatan ditentukan berdasarkan lebar dan letak jalur lalulintas pada jalan raya. Menurut *British Standard Institution*, jalur lalulintas (*national lane*) mempunyai lebar minimum 2.30 meter dan lebar maksimum 3.8 meter. Lebar jalur ini digunakan untuk menentukan beban jalur perjalur lalulintas.

Jumlah jalur lalulintas untuk lebar lantai kendaraan 4.60 meter atau lebih ditentukan.

Tabel 3.2 Jumlah jalur lalulintas menurut *British Standard Institution* (BSI)

Lebar Lantai Kendaraan (B)	Jumlah Jalur Lalulintas
4.6 m < B ≤ 7.6 m	2
7.6 m < B ≤ 11.4 m	3
11.4 m < B ≤ 15.20 m	4
15.20 m < B ≤ 19.0 m	5
19.0 m < B ≤ 22.80 m	6

Sumber : *Steel Concrete and Composite Bridges Specification for Loads, BSI*

2. Klasifikasi Beban Hidup

Beban hidup dibagi menjadi 2 tipe beban yaitu :

a) Beban tipe HA

Beban tipe HA digunakan untuk perencanaan jembatan pada jalan dengan lalulintas normal. Beban ini terdiri atas beban terbagi merata dan beban terpusat yang dikombinasikan dengan beban roda tunggal (*single wheel loading*) yang ditempatkan untuk setiap lebar jalur rencana.

b) Beban tipe HB

Beban tipe HB digunakan untuk perencanaan jembatan pada jalan dengan lalu lintas khusus, misalnya lalu lintas kendaraan berat untuk keperluan industri. Beban ini berupa beban kendaraan berat yang mempunyai beberapa as

3. Pemakaian Beban

Beban hidup yang ditinjau dalam perencanaan ada 2 macam yaitu beban truk dan beban jalur. Beban truk digunakan untuk perencanaan plat lantai kendaraan. Sedangkan beban jalur digunakan untuk perencanaan gelagar jembatan.

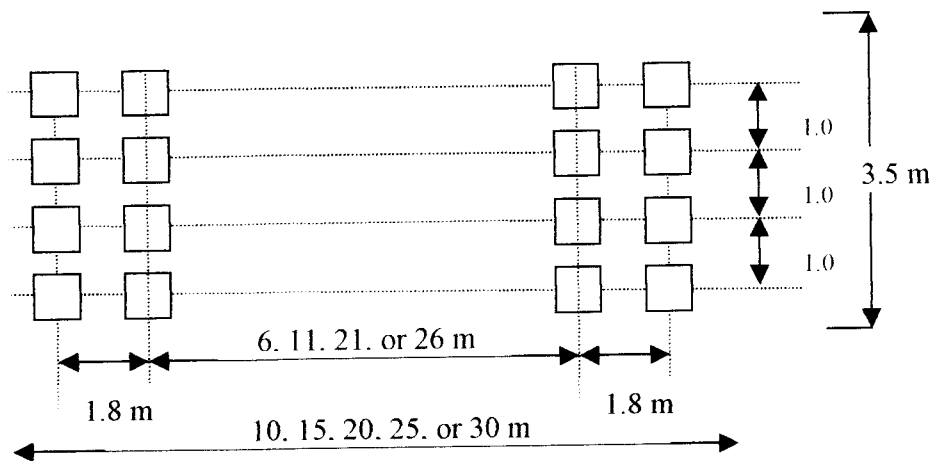
4. Beban Truk

a) Tipe HA

Beban truk berupa beban roda tunggal (*single wheel loading*) sebesar 100 kN. Roda tunggal mempunyai bidang kontak pembebanan berbentuk bujur sangkar dengan sisi 300 mm atau lingkaran dengan diameter 340 mm

b) Beban HB

Beban HB berupa beban kendaraan berat dengan kedudukan dan ukuran seperti pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Beban kendaraan tipe HB

Beban ini mempunyai tekanan gandar 250 kN (62.5 kN untuk setiap roda) dan dapat ditingkatkan menjadi 450 kN (12.5 kN untuk setiap roda). Panjang total kendaraan HB dapat dipakai 10, 15, 20, 25, 30 meter dengan jarak as roda dalam (*inner axle*) berturut-turut 6, 11, 21 atau 26, yang menghasilkan pengaruh maksimum pada struktur yang direncanakan. Roda tunggal mempunyai bidang kontak pembebanan berbentuk lingkaran dengan diameter 134.50 mm

5. Beban Jalur

Beban Jalur adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas beban terbagi rata sebesar q kN per meter panjang per jalur dan beban garis P kN per jalur

Besar beban jalur dinyatakan sebagai berikut:

$$q = 30 \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L \leq 30 \text{ m} \quad (3.11)$$

$$q = \frac{151}{L^{0.475}} \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.12)$$

$$P = 120 \text{ kN}$$

Jika lebar jalur adalah 3 meter maka

$$q = 10 \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L \leq 30 \text{ m} \quad (3.13)$$

$$q = \frac{151}{3 L^{0.475}} \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.14)$$

Dalam arah melintang jembatan, penggunaan beban jalur adalah sebagai berikut :

- a) Untuk 2 jalur lalu lintas utama beban jalur harus dibebankan sepenuhnya 100%
- b) Untuk jalur lain yang dibebankan hanya $\frac{1}{3}$ dari total beban jalur

6. Faktor Kejut

Pengaruh Kejut sudah termasuk dalam beban hidup

3.2.3 Jepang

1. Klasifikasi

Menurut *Japan Road Association*, Beban Hidup dibagi menjadi 2 kelas yaitu beban hidup A dan beban hidup B. Pembagian kelas didasarkan atas kondisi lalulintas kendaraan berat (*traffic condition of heavy vehicles*)

Setiap kelas beban hidup terdiri atas beban truk (beban T) dan beban jalur (beban L). Beban hidup B digunakan untuk perencanaan jembatan pada jalan negara (*national highway*) dan jalan kota (*municipal roads*). Selain jalan tersebut, pemakaian beban hidup A atau B berdasarkan kondisi lalulintas kendaraan berat. Untuk volume lalulintas lebih kecil digunakan beban hidup A

2. Pemakaian beban

Pada umumnya beban jalur L digunakan untuk merencanakan gelagar jembatan sedangkan beban truk T dipakai untuk merencanakan plat lantai kendaraan. Untuk merencanakan gelagar jembatan bentang pendek (kurang dari 15 m) beban T dapat ditempatkan jika menghasilkan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan beban L .

Dalam Penempatannya, tegangan akibat beban T harus dikalikan dengan koefisien yang besarnya ditentukan berdasarkan Tabel 3.3

Tabel 3.3 Koefisien untuk beban T

Panjang bentang (m)	$L \leq 4$	$4 \leq L \leq 20$	$L \geq 20$
Koefisien	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$	1.5

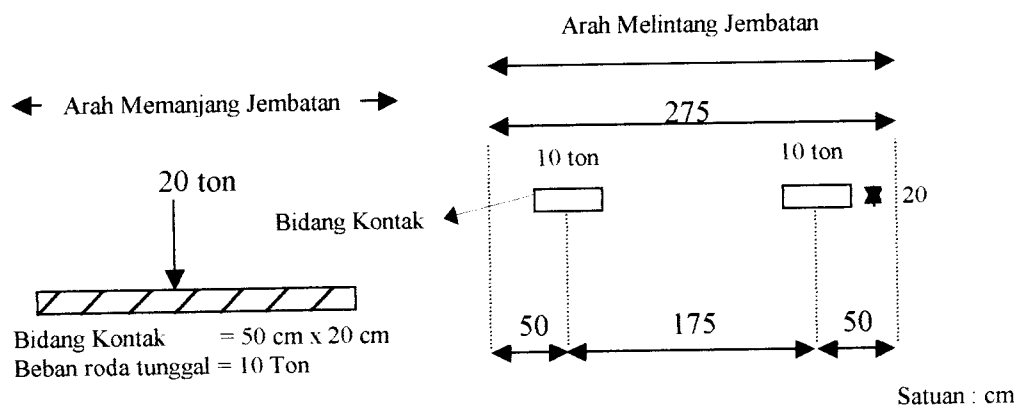
Sumber: Specification for Highway Bridges, JRA

3. Beban Truk

Beban truk (beban T) pada beban hidup tipe A sama dengan beban truk pada beban hidup tipe B

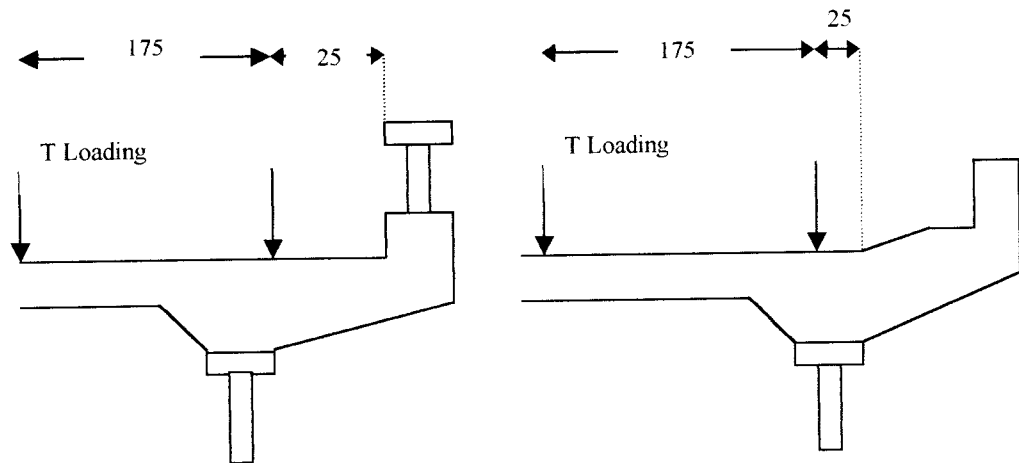
Beban T adalah beban yang berupa sepasang roda kendaraan yang mempunyai tekanan gandar sebesar 20 ton dengan ukuran dan kedudukan seperti pada Gambar 3.13

Jalur rencana mempunyai lebar 2.75 m. Pada arah memanjang jembatan hanya sebuah beban T yang ditempatkan pada setiap lebar jalur rencana



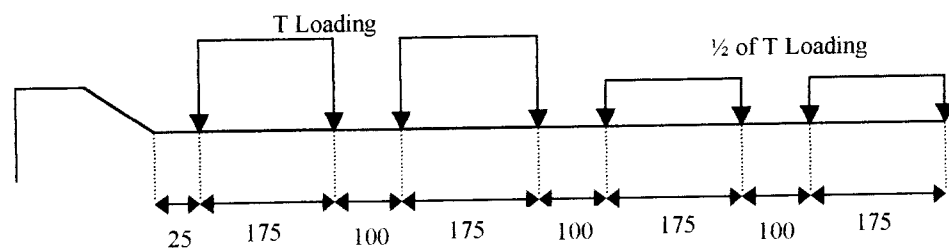
Gambar 3.13 Beban T menurut Japan Road Association

Pada arah melintang jembatan, beberapa beban T ditempatkan sehingga menghasilkan pengaruh maksimum pada bagian struktur yang akan direncanakan. Posisi pusat roda beban T pada arah melintang jembatan minimum 25 cm dari tepi jalan (gambar 3.14)



Gambar 3.14 Posisi Pusat Roda Beban T

Pada arah melintang jembatan, jika ditempatkan 3 atau lebih beban T maka pada beban ketiga atau lebih, beban T harus direduksi sebesar 50% (gambar 3.15)



Gambar 3.15 Faktor reduksi beban T

4. Beban Jalur

a) Beban Hidup B

Beban jalur (beban L) adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas 2 beban terbagi merata P1 dan P2.

Penempatan beban terbagi merata P1 dan P2 adalah seperti Gambar 3.16

Beban L sepenuhnya (*main loads*) harus dibebankan pada lebar kendaraan 5.50 m. Pada lebar selebihnya beban L dibebankan hanya separuh beban (*sub loads*).

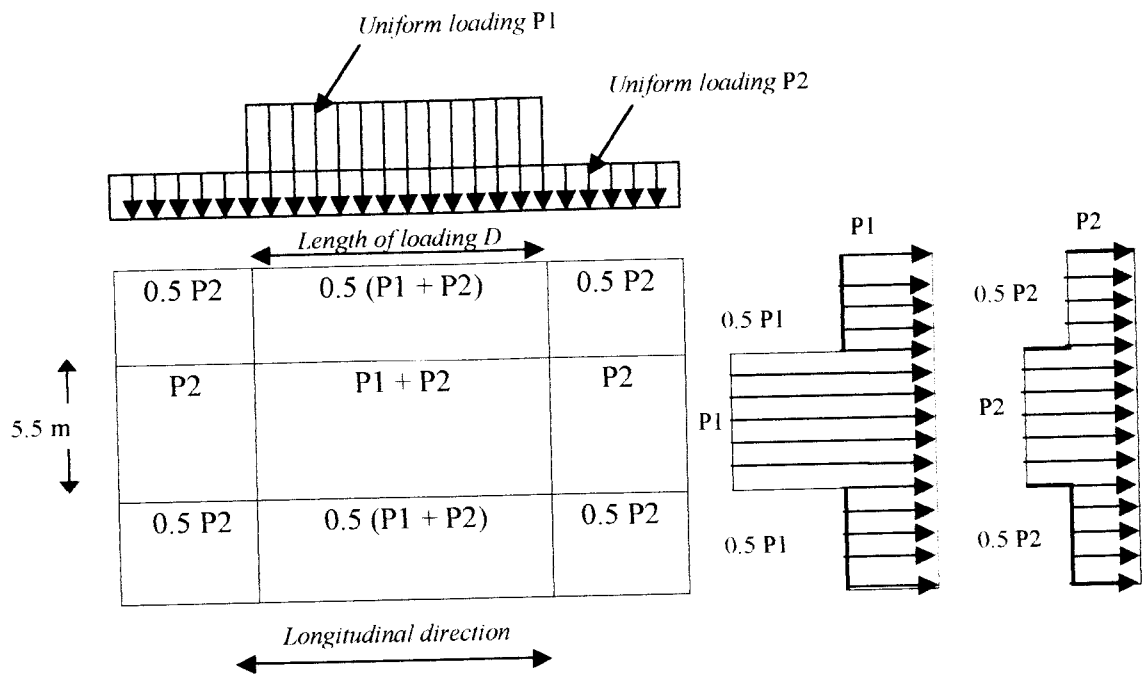
Besarnya beban terbagi merata P1 dan P2 dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Beban L (Beban hidup L)

Panjang Beban D (m)	Beban Merata P1		Beban Merata P2			Sub Loads
	Beban (kN/m ²)		Beban (kN//m ²)			
	Untuk Momen Lentur	Untuk Gaya Geser	$L \leq 80$	$80 \leq L \leq 130$	$L > 130$	
10	10.0	12.0	3.5	$4.30 - 0.01 L$	3.0	50% dari main loads

Sumber : Specification for Highway Bridges, JRA

L : Panjang Bentang (m)



Gambar 3.16 Penempatan beban L

b) Beban Hidup A

Beban jalur (beban L) adalah susunan beban pada setiap jalur rencana yang terdiri atas 2 beban terbagi merata P_1 dan P_2 . Penempatan beban terbagi merata P_1 dan P_2 adalah seperti pada gambar 3.15

Beban L sepenuhnya (*main Loads*) harus dibebankan pada lebar lintai kendaraan 5.50 m. Pada lebar selebihnya, beban L dibebankan hanya separuhnya beban (*sub loads*)

Besarnya beban terbagi merata P_1 dan P_2 dapat di lihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Beban *L* (beban hidup *A*)

Panjang Beban D (M)	Beban Merata P1		Beban Merata P2			Sub Loads
	Beban (kN/m ²)		Beban (kN/m ²)			
	Untuk Momen Lentur	Untuk Gaya Geser	$L \leq 80$	$80 \leq L \leq 130$	$L > 130$	
6	10.0	12.0	3.5	$4.30 - 0.01 L$	3.0	50% dari main loads

Sumber : Specification for Highway Bridges, JRA

L : Panjang Bentang (m)

5. Faktor Kejut

Faktor kejut ditentukan berdasarkan rumus pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Faktor kejut menurut *Japan Roads Association*

Jenis Hambatan	Faktor Kejut <i>i</i>	Jenis beban yang diterapkan
Jembatan Baja	$i = 20 / (50 + L)$	Beban T dan Beban L
Jembatan Beton Bertulang	$i = 20 / (50 + L)$	Beban T
	$i = 7 / (20 + L)$	Beban L
Jembatan Prategang	$i = 20 / (50 + L)$	Beban T
	$i = 10 / (25 + L)$	Beban L

Sumber : Specification for Highway Bridges, JRA

L = Panjang bentang yang dibebani (dalam meter)
yang menghasilkan pengaruh maksimum

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Langkah Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu urutan atau tata cara pelaksanaan yang diuraikan menurut tahapan sistematis. Langkah penelitian yang akan dilaksanakan pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Landasan Teori

Tentang segala hal yang berkenaan dengan permasalahan yang akan dibahas baik berupa buku literatur, laporan ilmiah, majalah, jurnal, dan lainnya

2. Jembatan Tinjauan

Jembatan yang ditinjau berupa jembatan gelagar sederhana (*simple beam*) dan gelagar menerus (*continous beam*) dengan panjang bentang 5 – 50 m interval 5 m. Jembatan ini diasumsikan sebagai jembatan gelagar plat baja (*steel plate girder bridge*) dengan sistem plat lantai komposit

3. Beban Hidup Rencana

Beban hidup yang digunakan dalam perhitungan gelagar jembatan untuk masing-masing negara adalah sebagai berikut

Tabel 4.1 Aplikasi Beban

Negara	Beban Terpakai
Indonesia	Beban Jalur
Amerika Serikat	Beban Jalur HS20
Inggris	Beban Jalur (tipe HA)
Jepang	Beban jalur tipe B

Sumber : PPPJJR, PPTJ, AASHTO, BSI dan JRA

4. Analisis Struktur

Analisis struktur dalam hal ini adalah berupa aplikasi penerapan rumus-rumus.

5. Pembahasan

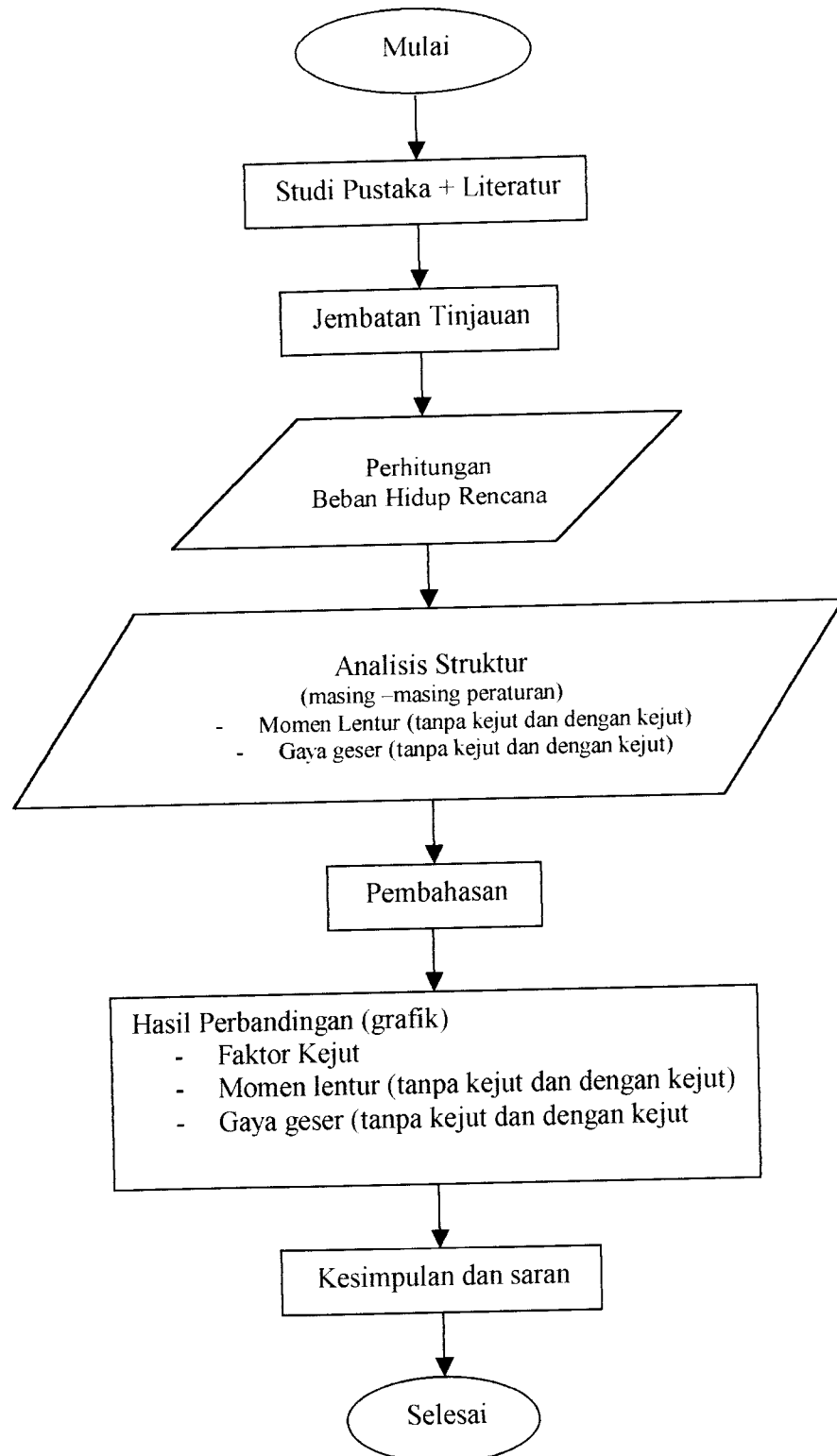
Pembahasan dilakukan setelah analisis selesai

6. Hasil Penelitian

Setelah pembahasan selesai didapat hasil. Kemudian hasil tersebut diplotkan ke garfik.

7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan saran diberikan sesuai dengan kesimpulan



Gambar 4.1 Flowchart Aliran Penelitian

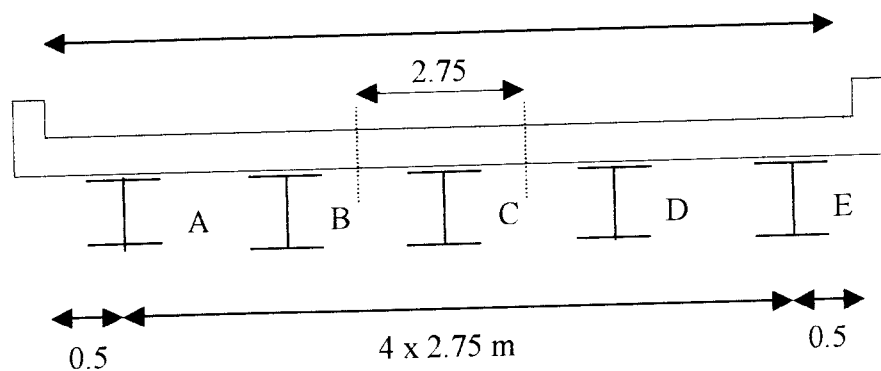
BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Jembatan Tinjauan

Jembatan yang ditinjau berupa jembatan gelagar sederhana (*simple beam*) dan gelagar menerus (*continous beam*) dengan panjang bentang 5 – 50 m interval 5 m. Jembatan ini diasumsikan sebagai jembatan gelagar plat baja (*steel plate girder bridge*) dengan sistem plat lantai komposit

Dimensi dan tampang melintang jembatan seperti ditunjukkan pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Jembatan Tinjauan

Analisis struktur yang dilakukan adalah perhitungan momen lentur dan gaya geser maksimum akibat beban hidup pada gelagar jembatan., beban hidup yang digunakan adalah beban jalur (*lane loading*) untuk negara Indonesia, Amerika Serikat, Inggris dan Jepang.

Analisis dilakukan pada gelagar tengah (gelagar C) yang mempunyai lebar pengaruh sebesar 2.75 m (lihat Gambar 5.1) pada lebar tersebut, beban hidup dibebankan secara penuh (100 %) atau belum mengalami reduksi beban dalam arah melintang jembatan.

5.2 Beban Hidup Rencana

Beban hidup yang digunakan dalam perhitungan gelagar jembatan untuk masing-masing negara dapat dilihat pada Tabel 4.1

5.2.1 Indonesia

1. PPPJIR 1987

Beban hidup yang digunakan adalah beban jalur yang dibebankan secara penuh (100%) pada lebar pengaruh pembebanan gelagar C (Gambar 4.1), ada pun besarnya beban jalur adalah

$$\text{Beban garis } P = \frac{120 \text{ kN}}{2.75 \text{ m}}$$

$$\text{Beban terbagi merata} = \frac{q \text{ kN/m}}{2.75 \text{ m}}$$

dimana

$$q = 2.2 \text{ t/m}' \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m} \quad (3.1)$$

$$q = 2.2 \text{ t/m}' - 1.1/60 \times (L - 30) \text{ t/m}' \quad \text{untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m} \quad (3.2)$$

2. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan 1992

Beban hidup yang digunakan adalah beban jalur yang dibebankan secara penuh (100%) pada lebar pengaruh pembebanan gelagar C, ada pun besarnya beban jalur adalah :

Beban garis $P = 44 \text{ kN/m}$

Beban terbagi rata $q = q_1 \text{ kN/m}^2 \times 2.75 \text{ m}$

$$q_1 = 8.0 \text{ kN/m}^2 \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m} \quad (3.7)$$

$$q_1 = 8.0 (0.5 + 15/L) \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.8)$$

5.2.2 Amerika Serikat

Beban hidup yang digunakan adalah beban jalur HS20 jembatan terbagi dalam 3 jalur rencana, titik tengah jalur rencana pada jalur tengah (jalur kedua) ditempatkan pada gelagar tengah C (gambar 4.1), sedangkan beban jalur dibebankan 100%

Besarnya beban jalur HS20 menjadi sebagai berikut :

Beban terbagi merata

$$q = 3.20 \text{ kN/m}^2$$

Beban Garis (P)

Untuk Momen Lentur

$$P_1 = 27 \text{ kN/m}$$

Untuk Gaya Geser

$$P_2 = 39 \text{ kN/m}$$

5.2.3 Inggris

Beban yang digunakan adalah beban jalur (tipe HA), sedangkan lebar jalur dipakai 3 m. karena median jalan terletak pada gelagar tengah maka jalur utama terletak 3 m disebelah kiri dan kanan median pada kedua jalur utama, beban jalur dibebankan 100%

Besarnya beban jalur adalah sebagai berikut :

Beban terbagi rata

$$q = 10 \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L \leq 30 \text{ m} \quad (3.13)$$

$$q = \frac{151}{3 L^{0.475}} \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.14)$$

Beban Garis

$$P = 40 \text{ kN}$$

5.2.4 Jepang

Beban hidup yang digunakan adalah beban jalur (beban L) tipe B yang dibebankan secara penuh (100%) pada lebar pengaruh pembebanan gelagar C besarnya beban hidup terpakai adalah sebagai berikut

Beban terbagi rata P1

$$P1(1) = 10 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Untuk momen lentur}$$

$$P1(2) = 12 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Untuk gaya geser}$$

Beban P1 mempunyai panjang beban 10 m

Beban terbagi rata P2

$$P2 = 3.5 \text{ kN/m}^2 \quad L \leq 80 \text{ m}$$

Penempatan beban L dapat dilihat Gambar 3.15. Besarnya faktor kejut ditentukan berdasarkan rumus faktor kejut untuk jembatan baja (tabel 3.6)

5.3 Analisis Struktur

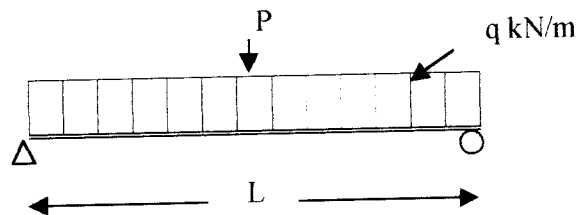
Analisis struktur dalam hal ini adalah berupa aplikasi penerapan rumus-rumus.

5.3.1 Bentang Sederhana (*Simple Beam*)

5.3.1.1 Indonesia

1. PPPJJR 1987

Kondisi beban pada jembatan gelagar sederhana adalah seperti pada Gambar 5.2 dibawah ini



Gambar 5.2 Kondisi beban menurut PPPJJR 1987

Beban hidup yang diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut

1. Beban Merata

$$L < 30 \text{ m} \quad q = \frac{22}{2.75} \times s$$

$s = 2.75 \text{ m}$ (lebar pengaruh beban hidup pada gelagar tengah)

$$q = \frac{22}{2.75} \times 2.75 = 22 \text{ kN/m}$$

2. Beban Garis

$$P = \frac{120}{2.75} \times 2.75 = 120 \text{ kN}$$

☑ Momen lentur ditentukan dengan rumus

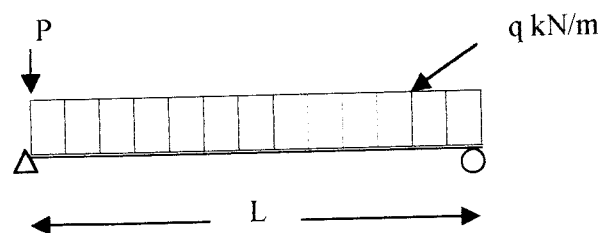
$$R_A = R_B = \frac{1}{2} q L + \frac{1}{2} P$$

$$\begin{aligned} M_x &= R_A x - \frac{1}{2} q x^2 \\ &= \frac{1}{2} q L x + \frac{1}{2} P x - \frac{1}{2} q x^2, && \text{dimana } x = \frac{1}{2} L \\ &= \frac{1}{2} q L \cdot \frac{1}{2} L + \frac{1}{2} P \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} q \left(\frac{1}{2} L\right)^2 \\ &= \frac{1}{4} q L^2 + \frac{1}{4} P L - \frac{1}{8} q L^2 \\ &= \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L \end{aligned}$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.1)$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} \left(1 + \frac{20}{50+L}\right) P L \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.2)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P di letakkan di tumpuan sehingga menghasilkan pengaruh maksimum, lihat Gambar 5.3



Gambar 5.3 Posisi beban P untuk gaya geser

☑ Gaya geser maksimum ditentukan dengan rumus

$$V_{\text{maks}} = \frac{1}{2} q L + P \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.3)$$

$$V_{\text{maks}} = \frac{1}{2} q L + \left(1 + \frac{20}{50+L}\right) P \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.4)$$

Hasil analisis struktur dapat di lihat pada tabel 5.2 dan tabel 5.2

Tabel 5.1 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut PPPJJR 1987
(tanpa kejut)

Bentang L (m)	q (kN/m)	P (kN)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	22	120	218.75	175
10	22	120	575	230
15	22	120	1068.75	285
20	22	120	1700	340
25	22	120	2468.75	395
30	22	120	3375	450
35	21.083	120	4278.385	488.958
40	20.167	120	5233.333	523.333
45	19.25	120	6222.656	553.125
50	18.333	120	7229.167	578.333

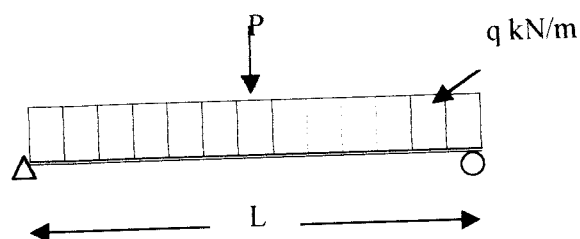
Tabel 5.2 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut PPPJJR 1987
(dengan kejut)

Bentang L (m)	q (kN/m)	P (kN)	Faktor Kejut $20/(50+L)$	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	22	120	0.364	273.295	218.636
10	22	120	0.333	675	270
15	22	120	0.308	1207.211	321.923
20	22	120	0.286	1871.428	374.285
25	22	120	0.267	2668.75	427
30	22	120	0.25	3600	480
35	21.083	120	0.235	4525.444	517.194
40	20.167	120	0.222	5500	550
45	19.25	120	0.211	6506.867	578.388
50	18.333	120	0.2	7529.167	602.333

2. PPTJ 1992

Kondisi beban pada jembatan gelagar sederhana adalah seperti pada

Gambar 5.4



Gambar 5.4 Kondisi beban menurut PPTJ 1992

Beban hidup diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut :

1. Beban Merata

$$q = 8 \times 2.75 \text{ m} \quad L \leq 30 \text{ m}$$

$$= 22 \text{ kN/m}$$

$$q = 8.0 (0.5 + 15/L) \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.8)$$

2. Beban Garis

$$P = 44 \times 2.75$$

$$= 121 \text{ kN}$$

Momen lentur ditentukan

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} q L + \frac{1}{2} P$$

$$M_x = R_A x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$= \frac{1}{2} q L x + \frac{1}{2} P x - \frac{1}{2} q x^2, \text{ dimana } x = \frac{1}{2} L$$

$$= \frac{1}{2} q L \cdot \frac{1}{2} L + \frac{1}{2} P \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} q \left(\frac{1}{2} L\right)^2$$

$$= \frac{1}{4} q L^2 + \frac{1}{4} P L - \frac{1}{8} q L^2$$

$$= (2/8) q L^2 + 1/4 P L - 1/8 q L^2$$

$$= 1/8 q L^2 + 1/4 P L$$

$$M_{\text{maks}} = 1/8 q L^2 + 1/4 P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.5)$$

$$M_{\text{maks}} = 1/8 q L^2 + 1/4 (1 + DLA) P L \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.6)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P diletakkan di tumpuan (Gambar 5.3), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

☑ Gaya geser maksimum ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$V_{\text{maks}} = 1/2 q L + P \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.7)$$

$$V_{\text{maks}} = 1/2 q L + P(1 + DLA) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.8)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat pada tabel 5.3 dan tabel 5.4

Tabel 5.3 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut PPTJ 1992 (tanpa kejut)

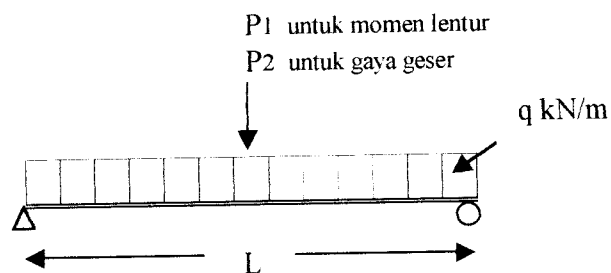
Bentang L (m)	q (kN/m)	P (kN)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	22.00	121.00	220.000	176.000
10	22.00	121.00	577.500	231.000
15	22.00	121.00	1072.500	286.000
20	22.00	121.00	1705.000	341.000
25	22.00	121.00	2475.000	396.000
30	22.00	121.00	3382.500	451.000
35	20.428	121.00	4186.875	478.500
40	19.25	121.00	5060.000	506.000
45	18.333	121.00	6001.875	533.500
50	17.6	121.00	7012.500	561.000

Tabel 5.4 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut *PPTJ 1992*
(dengan kejut)

Bentang L (m)	q (kN/m)	P (kN)	DLA	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	22.00	121	0.400	280.500	224.400
10	22.00	121	0.400	698.500	279.400
15	22.00	121	0.400	1254.000	334.400
20	22.00	121	0.400	1947.000	389.400
25	22.00	121	0.400	2777.500	444.400
30	22.00	121	0.400	3745.500	499.400
35	20.428	121	0.400	4610.375	526.900
40	19.25	121	0.400	5544.000	554.400
45	18.333	121	0.400	6546.375	581.900
50	17.6	121	0.400	7617.500	609.400

5.3.1.2 Amerika Serikat

Kondisi beban pada jembatan gelagar sederhana adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.5 .



Gambar 5.5 Kondisi beban menurut *AASHTO*

Beban hidup diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut :

Beban terbagi merata

$$\begin{aligned}
 q &= 3.20 \times 2.75 \\
 &= 8.80 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$



Beban Garis (P)

Untuk Momen Lentur

$$\begin{aligned} P1 &= 27 \times 2.75 \\ &= 74.25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Untuk Gaya Geser

$$\begin{aligned} P2 &= 39 \times 2.75 \\ &= 107.25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Momen lentur ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} q L + \frac{1}{2} P$$

$$\begin{aligned} M_x &= R_A x - \frac{1}{2} q x^2 \\ &= \frac{1}{2} q L x + \frac{1}{2} P x - \frac{1}{2} q x^2, \text{ dimana } x = \frac{1}{2} L \\ &= \frac{1}{2} q L \cdot \frac{1}{2} L + \frac{1}{2} P \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} q \left(\frac{1}{2} L\right)^2 \\ &= \frac{1}{4} q L^2 + \frac{1}{4} P L - \frac{1}{8} q L^2 \\ &= \left(\frac{2}{8}\right) q L^2 + \frac{1}{4} P L - \frac{1}{8} q L^2 \\ &= \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L \end{aligned}$$

Momen akibat beban hidup

$$M_{\text{beban hidup}} = \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L \quad (5.9)$$

Momen akibat beban kejut

$$M_{\text{kejut}} = \frac{15.24}{L+38} \times M_{\text{beban hidup}} \quad (5.10)$$

Momen total akibat beban hidup dengan kejut

$$M_{\text{total}} = M_{\text{beban hidup}} + M_{\text{kejut}}$$

$$M_{\text{total}} = \left(1 + \frac{15.24}{L+38}\right) \times \left(\frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P_1 L\right) \quad (5.11)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P2 diletakkan di tumpuan (gambar 5.3), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

Gaya Geser Maksimum ditentukan dengan rumus

$$V_{\text{beban hidup}} = \frac{1}{2} q L + P_2 \quad (5.12)$$

Gaya geser maksimum akibat beban kejut

$$V_{\text{kejut}} = \frac{15.24}{L+38} \times V_{\text{beban hidup}} \quad (5.13)$$

Gaya geser total akibat beban hidup dengan kejut

$$V_{\text{total}} = V_{\text{beban hidup}} + V_{\text{kejut}}$$

$$= \left(1 + \frac{15.24}{L+38}\right) \times \left(\frac{1}{2} q L + P_2\right) \quad (5.14)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat di tabel 5.5 dan tabel 5.6

Tabel 5.5 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut *AASHTO* (tanpa kejut)

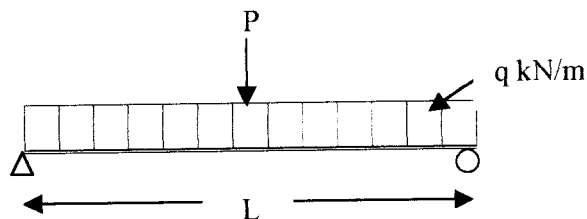
Bentang L(m)	q (kN/m)	P1 (kN)	P2 (kN)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	8.80	74.250	107.25	120.313	129.250
10	8.80	74.250	107.25	295.625	151.250
15	8.80	74.250	107.25	525.938	173.250
20	8.80	74.250	107.25	811.250	195.250
25	8.80	74.250	107.25	1151.563	217.250
30	8.80	74.250	107.25	1546.875	239.250
35	8.80	74.250	107.25	1997.188	261.250
40	8.80	74.250	107.25	2502.500	283.250
45	8.80	74.250	107.25	3062.813	305.250
50	8.80	74.250	107.25	3678.125	327.250

Tabel 5.6 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut *AASHTO*
(dengan kejut)

Bentang L(m)	q (kN/m)	P1 (kN)	P2 (kN)	Faktor Kejut 5.24/(L+38)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	8.80	74.250	107.250	0.300	156.406	168.025
10	8.80	74.250	107.250	0.300	384.313	196.625
15	8.80	74.250	107.250	0.288	677.169	223.068
20	8.80	74.250	107.250	0.263	1024.413	246.554
25	8.80	74.250	107.250	0.242	1430.131	269.804
30	8.80	74.250	107.250	0.224	1893.557	292.870
35	8.80	74.250	107.250	0.209	2414.135	315.790
40	8.80	74.250	107.250	0.195	2991.450	338.593
45	8.80	74.250	107.250	0.184	3625.189	361.298
50	8.80	74.250	107.250	0.173	4315.109	383.924

5.3.1.3 Inggris

Kondisi beban pada jembatan gelagar sederhana adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Kondisi beban menurut *BSI*

Beban hidup diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut :

Beban terbagi rata

$$q = 10 \times 2.75$$

$$L \leq 30 \text{ meter}$$

$$= 27.5 \text{ kN/m}$$

$$q_1 = \frac{151}{3(L)^{0.475}} \text{ kN/m jalur} \quad \text{untuk } L > 30 \text{ m} \quad (3.12)$$

$$q = q_1 \times 2.75 \text{ kN/m}$$

Beban garis

$$P = 40 \times 2.75$$

$$= 110 \text{ kN}$$

☑ Momen lentur (dengan kejut) ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} q L + \frac{1}{2} P$$

$$M_x = R_A x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$= \frac{1}{2} q L x + \frac{1}{2} P x - \frac{1}{2} q x^2, \quad \text{dimana } x = \frac{1}{2} L$$

$$= \frac{1}{2} q L \cdot \frac{1}{2} L + \frac{1}{2} P \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{2} q \left(\frac{1}{2} L\right)^2$$

$$= \frac{1}{4} q L^2 + \frac{1}{4} P L - \frac{1}{8} q L^2$$

$$= \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{1}{8} q L^2 + \frac{1}{4} P L \quad (5.15)$$

Untuk gaya geser maksimum (dengan kejut) beban garis P diletakkan ditumpuan (gambar 5.3), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

☑ Gaya geser maksimum (dengan kejut)

$$V_{\text{maks}} = \frac{1}{2} q L + P \quad (5.16)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat pada tabel 5.7

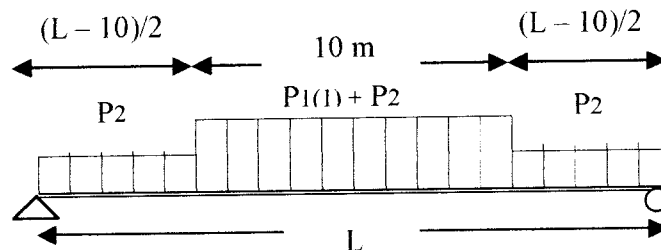
Tabel 5.7 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut *BSI*

Bentang L(m)	q (kN/m)	P (kN)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	27.500	110	223.438	178.750
10	27.500	110	618.750	247.500
15	27.500	110	1185.938	316.250
20	27.500	110	1925.000	385.000
25	27.500	110	2835.938	453.750
30	27.500	110	3918.750	522.500
35	25.571	110	4878.135	557.501
40	24.000	110	5899.985	589.999
45	22.694	110	6981.937	620.617
50	21.586	110	8120.710	649.657

Faktor kejut sudah termasuk dalam beban hidup

5.3.1.4 Jepang

Kondisi beban pada jembatan gelagar sederhana adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.7



$P_1(1)$ = Untuk momen lentur
 $P_1(2)$ = Untuk gaya geser

Gambar 5.7 Kondisi beban menurut *JRA*

Beban hidup yang diterima oleh gelagar tengah adalah sebagai berikut

I. Beban merata P_1

Beban merata P_1 mempunyai panjang beban 10 m

Untuk momen lentur

$$\begin{aligned} P1(1) &= 10 \times 2.75 \\ &= 27.5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Untuk gaya geser

$$\begin{aligned} P1(2) &= 12 \times 2.75 \\ &= 33 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban merata P2

Beban merata P2 ditempatkan disepanjang bentang jembatan untuk $L \leq 80$ meter maka

$$\begin{aligned} P2 &= 3.5 \times 2.75 \\ &= 9.265 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Momen lentur akibat beban hidup ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} P_2 L + \frac{1}{2} P_1(1) 10$$

$$\begin{aligned} M_x &= 5 P_1(1) (5 + \frac{1}{2} (L - 10)) - P_1(1) \frac{1}{2} 5 \cdot 5 + \frac{1}{8} P_2 L^2 \\ &= 25 P_1(1) + 2.5 P_1(1) (L - 10) - 12.5 P_1(1) + \frac{1}{8} P_2 L^2 \\ &= 2.5 P_1(1) L - 25 P_1(1) + 25 P_1(1) - 12.5 P_1(1) + \frac{1}{8} P_2 L^2 \\ &= 2.5 P_1(1) (L - 5) + \frac{1}{8} (P_2 L^2) \end{aligned}$$

$$M_{\text{beban hidup}} = 2.5 P_1(1) (L - 5) + \frac{1}{8} (P_2 L^2) \quad (5.17)$$

Momen lentur akibat beban kejut

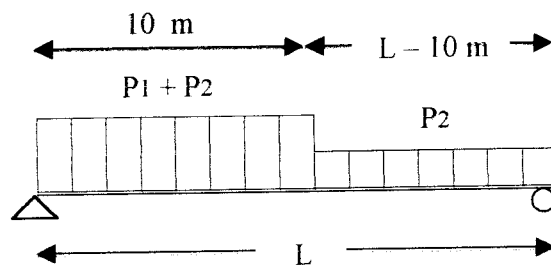
$$M_{\text{kejut}} = \frac{20}{50 + L} \times M_{\text{beban hidup}} \quad (5.18)$$

- ☑ Momen total akibat beban hidup dengan kejut

$$M_{total} = M_{beban\ hidup} + M_{kejut}$$

$$= \left(1 + \frac{20}{50 + L}\right) \times (2.5P_1(1)(L - 5) + 1/8 P_2 L^2) \quad (5.19)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban P_1 diletakkan dengan kedudukan seperti Gambar 5.8



Gambar 5.8 Posisi beban P_1 untuk gaya geser

- ☑ Gaya geser maksimum akibat beban hidup

$$V_{beban\ hidup} = \frac{10P_1(2)(L - 5)}{L} + \frac{1}{2}P_2L \quad (5.20)$$

- ☑ Gaya geser akibat beban kejut

$$V_{kejut} = \frac{20}{50 + L} \times V_{beban\ hidup} \quad (5.21)$$

- ☑ Gaya geser total akibat beban hidup dengan kejut

$$V_{total} = V_{beban\ hidup} + V_{kejut}$$

$$= \left| 1 + \frac{20}{50 + L} \right| \times \left| \frac{10P_1(2)(L - 5)}{L} + \frac{1}{2}P_2L \right| \quad (5.22)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat pada tabel 5.8 dan tabel 5.9

Tabel 5.8 Hasil analisis struktur (*simple beam*) menurut *Japan Road Association* (tanpa kejut)

Bentang L(m)	p1(1) (kN/m)	p1(2) (kN/m)	P2 (kN/m)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	27.50	33	9.625	116.016	106.562
10	27.50	33	9.625	464.063	213.125
15	27.50	33	9.625	958.203	292.188
20	27.50	33	9.625	1512.500	343.750
25	27.50	33	9.625	2126.953	384.313
30	27.50	33	9.625	2801.563	419.375
35	27.50	33	9.625	3536.328	451.295
40	27.50	33	9.625	4331.250	481.250
45	27.50	33	9.625	5186.328	509.896
50	27.50	33	9.625	6101.563	537.625

Tabel 5.9 Hasil analisis struktur menurut (*simple beam*) *Japan Road Association* (dengan kejut)

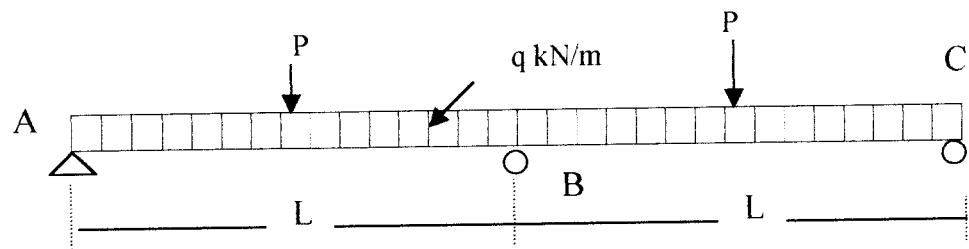
Bentang L(m)	P1(1) (kN/m)	p1(2) (kN/m)	P2 (kN/m)	Faktor Kejut 20/(50+L)	Momen Lentur (kN m)	Gaya Geser (kN)
5	27.50	33	9.625	0.364	158.246	145.350
10	27.50	33	9.625	0.333	618.750	284.167
15	27.50	33	9.625	0.308	1253.035	382.091
20	27.50	33	9.625	0.286	1944.643	441.964
25	27.50	33	9.625	0.267	2694.141	486.796
30	27.50	33	9.625	0.250	3501.953	524.219
35	27.50	33	9.625	0.235	4368.405	557.482
40	27.50	33	9.625	0.222	5293.750	588.194
45	27.50	33	9.625	0.211	6278.187	617.242
50	27.50	33	9.625	0.200	7321.875	645.150

5.3.2 Bentang Menerus (*Continuous Beam*)

5.3.2.1. Indonesia

1. PPPJJR 1987

Kondisi beban pada jembatan gelagar bentang menerus adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.9



Gambar 5.9 Kondisi beban (*continuous beam*) untuk momen menurut PPPJJR

Untuk mencari persamaan reaksi perletakan dilakukan dengan metode deformasi konsisten yaitu suatu metode untuk menyelesaikan suatu konstruksi statis tak tentu dengan jalan menjadikan konstruksi menjadi statis tertentu, yaitu dengan meniadakan untuk sementara satu/beberapa perletakan yang kemudian dihitung perubahan bentuknya akibat beban-beban yang bekerja.

Dukungan B dihilangkan (gambar 1.a)

$$V_A 2L = 2 q L^2 + \frac{1}{2} P L + \frac{3}{2} P L$$

$$V_A = \frac{2 q L^2 + 2 P L}{2 L}$$

$$V_A = q L + P$$

Beban 1 satuan di B

$$\begin{aligned} R_A &= 1 L/2 L \\ &= 1/2 \end{aligned}$$

Daerah A – D (0 – 1/2 L)

$$\begin{aligned} M &= V_A x - 1/2 q x^2 \\ &= (q L + P) x - 1/2 q x^2 \\ &= q L x + P x - 1/2 q x^2 \end{aligned}$$

$$m = 1/2 x$$

$$Mm = 1/2 q L x^2 + 1/2 P x^2 - 1/4 q x^3$$

Daerah D – B (1/2 L – L)

$$\begin{aligned} M &= V_A x - 1/2 q x^2 - P(x - 1/2 L) \\ &= (q L + P) x - 1/2 q x^2 - P x + 1/2 P L \\ &= q L x + 1/2 P L - 1/2 q x^2 \end{aligned}$$

$$m = 1/2 x$$

$$Mm = 1/2 q L x^2 + 1/4 P L x - 1/4 q x^3$$

$$\begin{aligned} EI \delta_B &= \int_L^{1/2 L} (1/2 q L x^2 + 1/2 P x^2 - 1/4 q x^3) dx + \int_{1/2 L}^L (1/2 q L x^2 + 1/4 P L x - 1/4 q x^3) dx \\ &= (1/6) q L x^3 + (1/6) P x^3 - (1/16) q x^4 \Big|_L^{1/2 L} + (1/6) q L x^3 - (1/16) q x^4 + 1/8 P L x^2 \Big|_{1/2 L}^L \\ &= ((104/3072) q L^4 + (1/24) P L^3) + ((67/384) q L^4 + (3/16) P L^3) \\ &= (10/48) q L^4 + (11/48) P L^3 \end{aligned}$$

Defleksi di B akibat beban 1 satuan

$$\begin{aligned}
 EI \delta_{bb} &= 2 \int_0^L (\frac{1}{4} x^2) dx \\
 &= 2 (\frac{1}{12}) x^3 \\
 &= (\frac{1}{6}) L^3
 \end{aligned}$$

$$VB = - \frac{\delta_B}{\delta_{bb}}$$

$$\begin{aligned}
 VB &= - \frac{(\frac{10}{48}) q L^4 + (\frac{11}{48}) P L^3}{(\frac{1}{6}) L^3} \\
 &= (\frac{10}{8}) q L + (\frac{33}{24}) P
 \end{aligned}$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$RA \cdot 2L = \frac{1}{2} P L + (\frac{3}{2}) P L + 2 q L^2 - ((\frac{10}{8}) q L + (\frac{33}{24}) P) L$$

$$RA = \frac{(\frac{15}{24}) P L + (\frac{6}{8}) q L^2}{2 L}$$

$$RA = \frac{3}{8} q L + (\frac{15}{48}) P$$

$$\begin{aligned}
 M_{max} &= RA \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{8} q L^2 \\
 &= (\frac{3}{8} q L + (\frac{15}{48}) P) \cdot \frac{1}{2} L - \frac{1}{8} q L^2 \\
 &= (\frac{1}{16}) q L^2 + (\frac{15}{96}) P
 \end{aligned}$$

$$M_{min} = RA L - \frac{1}{2} P L - \frac{1}{2} q L^2$$

$$= \left(\frac{3}{8} q L + \left(\frac{15}{48}\right) P\right) L - \frac{1}{2} P L - \frac{1}{2} q L^2$$

$$= \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L$$

☑ Momen lentur ditentukan dengan rumus

$$R_A = R_C = \frac{3}{8} q L + \left(\frac{15}{48}\right) P$$

$$R_B = \left(\frac{10}{8}\right) q L + \left(\frac{33}{24}\right) P$$

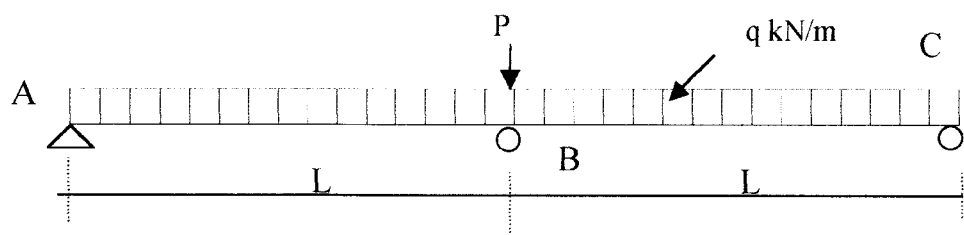
$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.23)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.24)$$

$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P L \left(1 + \frac{20}{50 + L}\right) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.25)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L \left(1 + \frac{20}{50 + L}\right) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.26)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P diletakkan di tumpuan titik B (gambar 5.10), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum



Gambar 5.10 Posisi beban P (*continuous beam*) untuk gaya geser

Dukungan B dihilangkan

$$V_A 2L = 2 q L^2 + P L$$

$$= \frac{2 q L^2 + P L}{2 L}$$

$$V_A = q L + \frac{1}{2} P$$

Beban 1 satuan di B

$$R_A = L/(2 L)$$

$$= \frac{1}{2}$$

Daerah A – B (0 – L)

$$M = V_A x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$= (q L + \frac{1}{2} P) x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$= q L x + \frac{1}{2} P x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$m = \frac{1}{2} x$$

$$Mm = \frac{1}{2} q L x^2 + \frac{1}{4} P x^2 - \frac{1}{4} q x^3$$

$$EI \delta_B = 2 \int_0^L (\frac{1}{2} q L x^2 + \frac{1}{4} P x^2 - \frac{1}{4} q x^3) dx$$

$$= (2/6) q L x^3 + (2/12) P x^3 - (2/16) q x^4 \Big|_0^L$$

$$= (2/12) P L^3 + (20/96) q L^4$$

$$= (5/24) q L^4 + (1/6) P L^3$$

Defleksi di B akibat beban 1 satuan

$$\begin{aligned}
 EI \delta_{bb} &= 2 \int_0^L \frac{1}{4} x^2 dx \\
 &= 2 \left(\frac{1}{12} x^3 \right) \\
 &= \left(\frac{1}{6} \right) L^3
 \end{aligned}$$

$$VB = - \frac{\delta_B}{\delta_{bb}}$$

$$\begin{aligned}
 VB &= \frac{(5/24) q L^4 + (1/6) P L^3}{(1/6) L^3} \\
 &= (10/8) q L + P
 \end{aligned}$$

$$\Sigma M_C = 0$$

$$RA \cdot 2L = 2 q L^2 + P L - VB L$$

$$RA = \frac{2 q L^2 - (10/8) q L^2}{2 L}$$

$$RA = 3/8 q L$$

$$RA = RC$$

Gaya geser maksimum ditentukan dengan rumus

$$RA = 3/8 q L$$

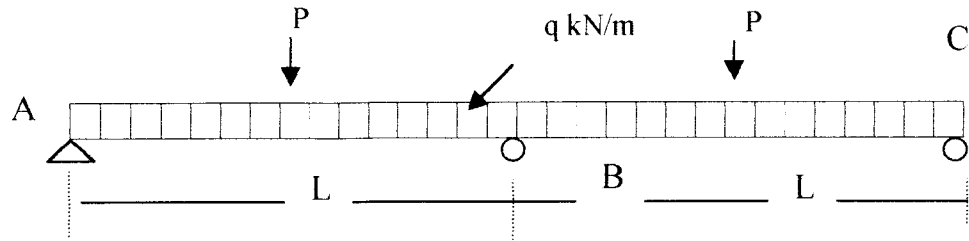
$$RB = (10/8) q L + P$$

$$RC = 3/8 q L$$

Bentang L(m)
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

2. PPTJ 1992

Kondisi beban pada jembatan gelagar menerus adalah seperti ditunjukkan pada gambar 5.11



Gambar 5.11 Kondisi beban (*continuous beam*) untuk momen menurut PPTJ 1992

Momen lentur ditentukan dengan rumus

$$R_A = R_C = \frac{3}{8} q L + \frac{15}{48} P$$

$$R_B = \frac{10}{8} q L + \frac{33}{24} P$$

$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.29)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.30)$$

$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P L (1 + DLA) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.31)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L (1 + DLA) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.32)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P diletakkan di tumpuan titik B (Gambar 5.10), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

$$R_A = \frac{3}{8} q L$$

$$R_B = (10/8) q L + P$$

$$R_C = \frac{3}{8} q L$$

$$V_{\text{maks}} = \frac{3}{8} q L + P \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.33)$$

$$V_{\text{maks}} = \frac{3}{8} q L + P (1 + DLA) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.34)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat pada tabel 5.12 dan tabel 5.13

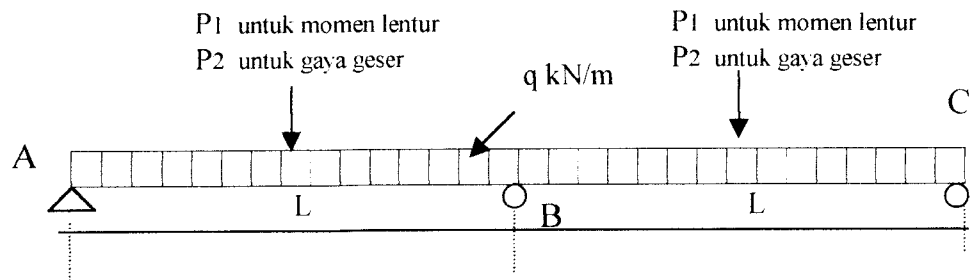
Tabel 5.12 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut PPTJ 1992
(tanpa kejut)

Bentang L (m)	q (KN/m)	P (kN)	Momen Lentur (kN m)		Gaya Geser kN
			Mmax	Mmin	
5	22.000	121.000	133.203	182.188	258,500
10	22.000	121.000	343.750	501.875	396,000
15	22.000	121.000	631.641	959.063	533,500
20	22.000	121.000	996.875	1553.750	671,000
25	22.000	121.000	1439.453	2285.938	808,500
30	22.000	121.000	1959.375	3155.625	946,000
35	20.429	121.000	2421.289	3922.188	1014,750
40	19.250	121.000	2921.875	4757.500	1083,500
45	18.333	121.000	3461.133	5661.563	1152,250
50	17.600	121.000	4039.063	6634.375	1221,000

Tabel 5.13 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut PPTJ 1992
(dengan kejut)

Bentang L(m)	q KN/m	P (kN)	DLA	Momen Lentur KN m		Gaya Geser kN
				Mmax	Mmin	
5	22.000	121.000	0.400	171.016	227.563	306,900
10	22.000	121.000	0.400	419.375	592.625	444,400
15	22.000	121.000	0.400	745.078	1095.188	581,900
20	22.000	121.000	0.400	1148.125	1735.250	719,400
25	22.000	121.000	0.400	1628.516	2512.813	856,900
30	22.000	121.000	0.400	2186.250	3427.875	994,400
35	20.429	121.000	0.400	2685.977	4239.813	1063,150
40	19.250	121.000	0.400	3224.375	5120.500	1131,900
45	18.333	121.000	0.400	3801.445	6069.938	1200,650
50	17.600	121.000	0.400	4417.188	7088.125	1269,400

5.3.2.2 Amerika Serikat



Gambar 5.12 Kondisi beban (*continuous beam*) untuk momen menurut *AASHTO*

- Momen lentur ditentukan dengan rumus

$$R_A = R_C = \frac{3}{8} q L + \left(\frac{15}{48}\right) P_1$$

$$R_B = \left(\frac{10}{8}\right) q L + \left(\frac{33}{24}\right) P_1$$

$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P_1 L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.35)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P_1 L \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.36)$$

- Momen Total akibat beban hidup dengan kejut

$$M_{\text{maks}} = \left(\left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P_1 L\right) \times \left(1 + \frac{15.24}{38 + L}\right) \quad (5.37)$$

$$M_{\text{min}} = \left(\frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P_1 L\right) \times \left(1 + \frac{15.24}{38 + L}\right) \quad (5.38)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P diletakkan di tumpuan titik B (gambar 5.10), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

$$RA = \frac{3}{8} q L$$

$$RB = (10/8) q L + P_2$$

$$RC = \frac{3}{8} q L$$

$$V_{maks} = \frac{3}{8} q L + P_2 \quad (\text{tanpa kejut}) \quad (5.39)$$

$$V_{maks} = (\frac{3}{8} q L + P_2) \left(1 + \frac{15.24}{38 + L}\right) \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.40)$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat di tabel 5.14 dan tabel 5.15

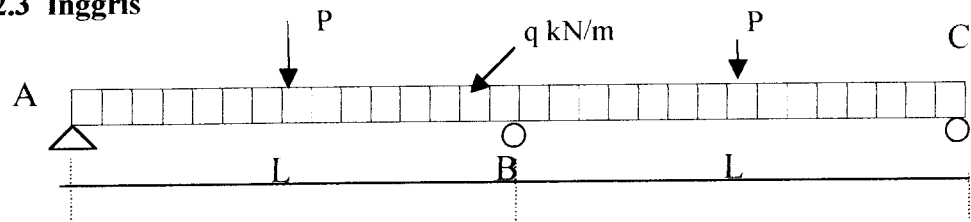
Tabel 5.14 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut *AASHTO* (tanpa kejut)

Bentang L(m)	Q (kN/m)	P1 kN	P2 kN	Momen Lentur KN m		Gaya Geser kN
				Mmax	Mmin	
5	8.800	74.250	107.25	38.672	97.109	162,250
10	8.800	74.250	107.25	85.078	249.219	217,250
15	8.800	74.250	107.25	162.422	456.328	272,250
20	8.800	74.250	107.25	270.703	718.438	327,250
25	8.800	74.250	107.25	409.922	1035.547	382,250
30	8.800	74.250	107.25	580.078	1407.656	437,250
35	8.800	74.250	107.25	781.172	1834.766	492,250
40	8.800	74.250	107.25	1013.203	2316.875	547,250
45	8.800	74.250	107.25	1276.172	2853.984	602,250
50	8.800	74.250	107.25	1570.078	3446.094	657,250

Tabel 5.15 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut *AASHTO* (dengan kejut)

Bentang L(m)	q (kN/m)	P1 kN	P2 kN	Faktor Kejut 15.24/(L+38)	Momen Lentur		Gaya Geser kN
					Mmax	Mmin	
5	8.800	74.250	107.25	0.300	95.520	126.242	210,925
10	8.800	74.250	107.25	0.300	231.258	323.984	282,425
15	8.800	74.250	107.25	0.288	403.314	587.544	350,535
20	8.800	74.250	107.25	0.263	605.532	907.213	413,238
25	8.800	74.250	107.25	0.242	840.469	1286.051	474,718
30	8.800	74.250	107.25	0.224	1107.731	1723.137	535,245
35	8.800	74.250	107.25	0.209	1407.033	2217.804	595,016
40	8.800	74.250	107.25	0.195	1738.164	2769.557	654,174
45	8.800	74.250	107.25	0.184	2100.962	3378.017	712,832
50	8.800	74.250	107.25	0.173	2495.303	4042.895	771,074

5.3.2.3 Inggris



Gambar 5.13 Kondisi beban (*continuous beam*) untuk momen menurut *BSI*

☑ Momen lentur (dengan kejut) ditentukan sebagai berikut

$$R_A = R_C = \frac{3}{8} q L + \frac{15}{48} P$$

$$R_B = \frac{10}{8} q L + \frac{33}{24} P$$

$$M_{\text{maks}} = \left(\frac{9}{128}\right) q L^2 + \left(\frac{15}{96}\right) P L \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.42)$$

$$M_{\text{min}} = \frac{1}{8} q L^2 + \left(\frac{9}{48}\right) P L \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.43)$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban garis P diletakkan di tumpuan titik B (Gambar 5.10), sehingga menghasilkan pengaruh maksimum

$$R_A = \frac{3}{8} q L$$

$$R_B = \frac{10}{8} q L + P$$

$$R_C = \frac{3}{8} q L$$

$$V_{\text{maks}} = \frac{3}{8} q L + P \quad (\text{dengan kejut}) \quad (5.44)$$

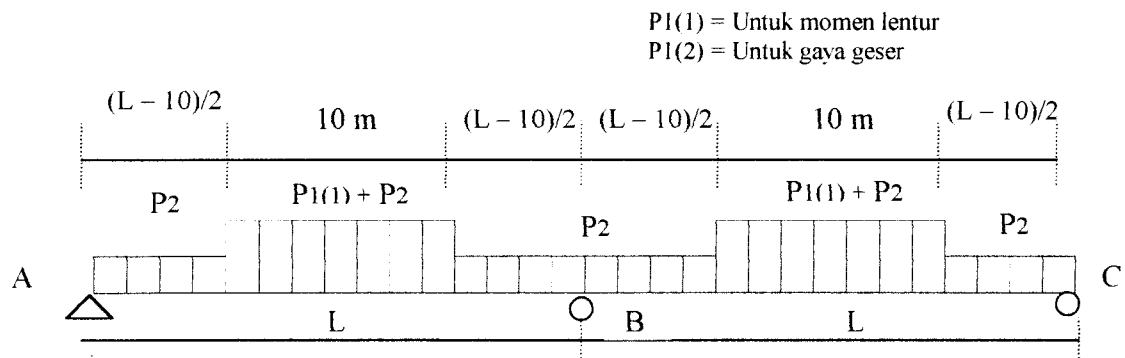
Hasil analisis struktur dapat dilihat di tabel 5.16

Tabel 5.16 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut *BSI*

Bentang L(m)	q (kN/m)	P (kN)	Momen Lentur KN m		Gaya Geser KN
			Mmax	Mmin	
5	27.5000	110.0000	82.7148	189.0625	281,875
10	27.5000	110.0000	227.7344	550.0000	453,750
15	27.5000	110.0000	469.4336	1082.8125	625,625
20	27.5000	110.0000	807.8125	1787.5000	797,500
25	27.5000	110.0000	1242.8711	2664.0625	969,375
30	27.5000	110.0000	1774.6094	3712.5000	1141,250
35	25.5715	110.0000	2236.9195	4637.5097	1228,753
40	23.9999	110.0000	2734.3666	5624.9851	1309,996
45	22.6941	110.0000	3265.6209	6672.5622	1386,542
50	21.5863	110.0000	3828.8368	7776.9598	1459,142

5.3.2.4 Jepang

Kondisi beban pada jembatan gelagar balok menerus adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.14

**Gambar 5.14** Kondisi beban (*continuous beam*) untuk momen menurut *JRA*

Dukungan B di hilangkan

$$\begin{aligned}
 V_A 2L &= P1(1) 10 \left(5 + \frac{L - 10}{2} \right) + P1(1) 10 \left(\frac{3}{2} \right) L \\
 &= \frac{1}{2} P1(1) 10 L + \left(\frac{3}{2} \right) P1(1) 10 L
 \end{aligned}$$

$$V_A = \frac{20 P_1(1)}{2 L}$$

$$V_A = 10 P_1(1)$$

Beban 1 satuan di B

$$R_A = L / (2 L)$$

$$= \frac{1}{2}$$

$$\text{Daerah A - D } \left(0, \frac{L - 10}{2} \right)$$

$$M = V_A x$$

$$= 10 P_1(1) x$$

$$m = \frac{1}{2} x$$

$$Mm = 5 P_1(1) x^2$$

$$\text{Daerah D - E } \left(\frac{L - 10}{2}, \frac{L + 10}{2} \right)$$

$$M = V_A x - \frac{1}{2} P_1(1) \left(x - \frac{L - 10}{2} \right)^2$$

$$= 5 P_1(1)x - \frac{1}{2} P_1(1) x^2 + \frac{1}{2} P_1(1)xL - \frac{1}{8} P_1(1) L^2 + (5/2) P_1(1) L - (25/2) P_1(1)$$

$$m = \frac{1}{2} x$$

$$Mm = (5/2) P_1(1) x^2 - \frac{1}{4} P_1(1) x^3 + \frac{1}{4} P_1(1) x^2 L - (1/16) P_1(1) L^2 x + (5/4) P_1(1) L x - (25/4) P_1(1) x$$

$$\text{Daerah E - B} \left(\frac{L+10}{2}, L \right)$$

$$\begin{aligned} M &= VA x - P1(1) 10 \left(x - \frac{1}{2} L \right) \\ &= 10 P1(1) x - P1(1) 10 \left(x - \frac{1}{2} L \right) \\ &= 5 P1(1) L \end{aligned}$$

$$m = \frac{1}{2} x$$

$$Mm = \left(\frac{5}{2} \right) P1(1) x L$$

$$\begin{aligned} EI \delta_B &= 2 \int_0^{\frac{1}{2}(L-10)} (5 P1(1) x^2) dx + 2 \int_{\frac{1}{2}(L-10)}^{\frac{1}{2}(L+10)} \left(\left(\frac{5}{2} \right) P1(1) x^2 - \frac{1}{4} P1(1) x^3 + \frac{1}{4} P1(1) x^2 L - \right. \\ &\quad \left. (1/16) P1(1) L^2 x + (5/4) P1(1) L x - (25/4) P1(1) x \right) dx + 2 \int_{\frac{1}{2}(L+10)}^L ((5/2) P1(1) x L) dx \\ &= (55/24) P1(1) L^3 - (125/6) P1(1) L \end{aligned}$$

Defleksi di B akibat beban 1 satuan

$$\begin{aligned} EI \delta_{bb} &= 2 \int_0^L \left(\frac{1}{4} x^2 \right) dx \\ &= 2 \left(\frac{1}{12} \right) x^3 \\ &= \left(\frac{1}{6} \right) L^3 \end{aligned}$$

$$VB = \frac{\delta_B}{\delta_{bb}}$$

$$VB = \frac{(55/24) P1(1) L^3 - (125/6) P1(1) L}{(1/6) L^3}$$

$$= - (330/24) P_1(1) + \left(\frac{125 P_1(1)}{L^2} \right)$$

$$\epsilon_{MC} = 0$$

$$R_A 2L = \frac{1}{2} 10 P_1(1) L + (3/2) 10 P_1(1) L + - \left((330/24) P_1(1) + (125/L^2) P_1(1) \right) L$$

$$= \frac{(150/24) P_1(1) L + (125/L^2) P_1(1) L}{2 L}$$

$$= (75/24) P_1(1) + (125/2 L^2) P_1(1) + (3/8) P_2 L$$

$$M_{max} = R_A \frac{1}{2} L - (1/2) P_1(1) 5^2$$

$$= \left((75/24) P_1(1) + (125 P_1(1) / (2 L^2)) \right) \frac{1}{2} L - (1/2) P_1(1) 25$$

$$= \left((75/48) P_1(1) L + (125 P_1(1) / (4 L)) \right) - (25/2) P_1(1) + (9/128) P_2 L^2$$

$$M_{min} = R_A L - \frac{1}{2} 10 q L$$

$$= \left((75/24) P_1(1) L + 125 P_1(1) / (2 L) \right) - 5 P_1(1) L$$

$$= (125 P_1(1) / (2 L)) - (45 P_1(1) L / 24) - \frac{1}{8} P_2 L^2$$

Momen lentur akibat beban hidup

$$M_{max} = \left((75/48) P_1(1) L + (125 P_1(1) / (4 L)) \right) - (25/2) P_1(1) + (9/128) P_2 L^2 \quad (5.45)$$

$$M_{min} = (125 P_1(1) / (2 L)) - (45 P_1(1) L / 24) - \frac{1}{8} P_2 L^2 \quad (5.46)$$

Momen lentur akibat beban kejut

$$M_{kejut} = \frac{20}{50 + L} \times M_{beban\ hidup}$$

☑ Momen total akibat beban hidup dengan kejut

$$M_{total} = M_{beban\ hidup} + M_{kejut}$$

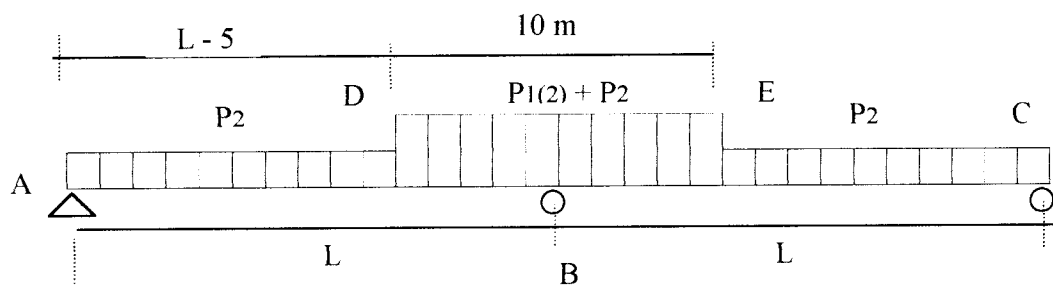
Momen maximum dengan kejut (5.47)

$$M_{max} = ((75/48) P_1(1) L + (125 P_1(1)/(4 L)) - (25/2) P_1(1) + (9/128) P_2 L^2) \times (1 + 20/(50 + L))$$

Momen minimum dengan kejut (5.48)

$$M_{min} = (125 P_1(1) / 2 L - (45 P_1(1) L / 24) - \frac{1}{8} P_2 L^2) \times (1 + 20/(50 + L))$$

Untuk menentukan gaya geser maksimum, beban P_1 diletakkan dengan kedudukan seperti pada gambar 5.15



Gambar 5.15 Posisi beban P_1 (*continuous beam*) untuk gaya geser menurut *JRA*

Dukungan B di hilangkan

$$V_A 2L = P_1(2) 10 L + 2 P_2 L^2$$

$$V_A = \frac{10 P_1(2) L + 2 P_2 L^2}{2 L}$$

$$V_A = 5 P_1(2) + P_2 L$$

Beban 1 satuan di B

$$R_A = L / (2 L)$$

$$= 1/2$$

Daerah A – D (0 , L-5)

$$M = V_A x - 1/2 P_2 x^2$$

$$= (5P_1(2) + P_2 L)x - 1/2 P_2 x^2$$

$$= 5 P_1(2)x + P_2 L x - 1/2 P_2 x^2$$

$$m = 1/2 x$$

$$Mm = (5/2) P_1(2) x^2 + 1/2 P_2 L x^2 - 1/4 P_2 x^3$$

Daerah D – B (L, L-5)

$$M = V_A x - 1/2 P_2 x^2 - 1/2 P_1(2) (x - L + 5)^2$$

$$= (5P_1(2) + q L) x - 1/2 P_2 x^2 - 1/2 P_1(2) (x^2 - 2 x L + 10 x + L^2 - 10L + 25)$$

$$= P_2 L x - 1/2 P_2 x^2 - 1/2 P_1(2) x^2 + P_1(2) x L - 1/2 P_1(2) L^2 + 5 P_1(2) L - (25/2) P_1(2)$$

$$m = 1/2 x$$

$$Mm = 1/2 P_2 L x^2 - 1/4 P_2 x^3 - 1/4 P_1(2) x^3 + 1/2 P_1(2) x^2 L - 1/4 P_1(2) L x + (5/2) P_1(2) L x - (25/4) P_1(2) x$$

$$EI \delta_B = 2 \int_0^{L-5} \left((5/2) P_1(2) x^2 + 1/2 P_2 L x^2 - 1/4 P_2 x^3 \right) dx + 2 \int_{L-5}^L \left(1/2 P_2 L x^2 - 1/4 P_2 x^3 - 1/4 P_1(2) x^3 + \right.$$

$$\left. 1/2 P_1(2) x^2 L - 1/4 P_1(2) L x + (5/2) P_1(2) L x - (25/4) P_1(2) x \right) dx$$

$$= (5/3) P_1(2) L^3 - (25/4) P_1(2) L + (5/24) P_2 L^4 + (625/8) P_1(2)$$

Defleksi di B akibat beban 1 satuan

$$EI \delta_{bb} = 2 \int_0^L \left(\frac{1}{4} x^2\right) dx$$

$$= 2 \left(\frac{1}{12}\right) x^3$$

$$= \left(\frac{1}{6}\right) L^3$$

$$VB = \frac{\delta_B}{\delta_{bb}}$$

$$VB = \frac{(5/3) P_1(2) L^3 - (25/4) P_1(2) L + (5/24) P_2 L^4 + (625/8) P_1(2)}{(1/6) L^3}$$

$$= (10/8) P_2 L + 10 P_1(2) + (1875/4 L^3) P_1(2) - (75/2 L^2) P_1(2)$$

$$\Sigma MC = 0$$

$$RA \cdot 2L = 10 P_1(2) L + 2 P_2 L^2 - ((10/8) P_2 L + 10 P_1(2) + (1875/4 L^3) P_1(2)) L$$

$$RA = \frac{(75/2 L) P_1(2) - (1875/4 L^2) P_1(2) + (6/8) P_2 L^2}{2 L}$$

$$RA = (75/4 L^2) P_1(2) + (3/8) P_2 L - (1875/8 L^3) P_1(2)$$

$$RA = RC$$

Gaya geser maksimum akibat beban hidup

$$V \text{ beban hidup} = (10/8) P_2 L + 10 P_1(2) + (1875/4 L^3) P_1(2) - (75/2 L^2) P_1(2) \quad (5.49)$$

Gaya geser akibat beban kejut

$$V_{\text{kejut}} = \left(\frac{20}{50 + L} + 1 \right) \times V_{\text{beban hidup}}$$

Gaya geser total akibat beban hidup dengan kejut

$$V_{total} = V_{beban\ hidup} + V_{kejut} \quad (5.50)$$

$$= \left[(10/8)P_2L + 10P_1(2) + (1875/4L^3)P_1(2) - (75/2L^2)P_1(2) \right] \times \left[\frac{20}{50 + L} + \right]$$

Hasil analisis struktur dapat dilihat pada tabel 5.17 dan tabel 5.18

Tabel 5.17 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut *Japan Road Association* (tanpa kejut)

Bentang L(m)	P1(1) (kN/m)	P1(2) (kN/m)	P2 (kN/m)	Momen Lentur (kN m)		Gaya Geser kN
				Mmax	Mmin	
5	27.50	33	9.625	65.259	116.016	266,406
10	27.50	33	9.625	239.551	464.063	342,031
15	27.50	33	9.625	510.343	929.557	432,552
20	27.50	33	9.625	829.297	1426.563	510,684
25	27.50	33	9.625	1187.817	1972.266	582,271
30	27.50	33	9.625	1583.040	2572.396	650,260
35	27.50	33	9.625	2013.738	3229.408	716,097
40	27.50	33	9.625	2479.297	3944.531	780,554
45	27.50	33	9.625	2979.376	4718.446	844,076
50	27.50	33	9.625	3513.770	5551.563	906,936

Tabel 5.18 Hasil analisis struktur (*continuous beam*) menurut *Japan Road Association* (dengan kejut)

Bentang L(m)	P1(1) (kN/m)	P1(2) (kN/m)	P2 (kN/m)	Faktor Kejut 20/(50+L)	Momen Lentur (kN m)		Gaya Geser kN
					Mmax	Mmin	
5	27.50	33	9.625	0.364	88.989	158.203	363,281
10	27.50	33	9.625	0.333	319.401	618.750	604,542
15	27.50	33	9.625	0.308	667.372	1215.575	666,337
20	27.50	33	9.625	0.286	1066.239	1834.152	732,169
25	27.50	33	9.625	0.267	1504.569	2498.203	797,736
30	27.50	33	9.625	0.250	1978.800	3215.495	862,669
35	27.50	33	9.625	0.235	2487.559	3989.269	927,019
40	27.50	33	9.625	0.222	3030.252	4821.094	990,878
45	27.50	33	9.625	0.211	3606.612	5711.803	1054,326
50	27.50	33	9.625	0.200	4216.523	6661.875	1117,430

5.4 Hasil

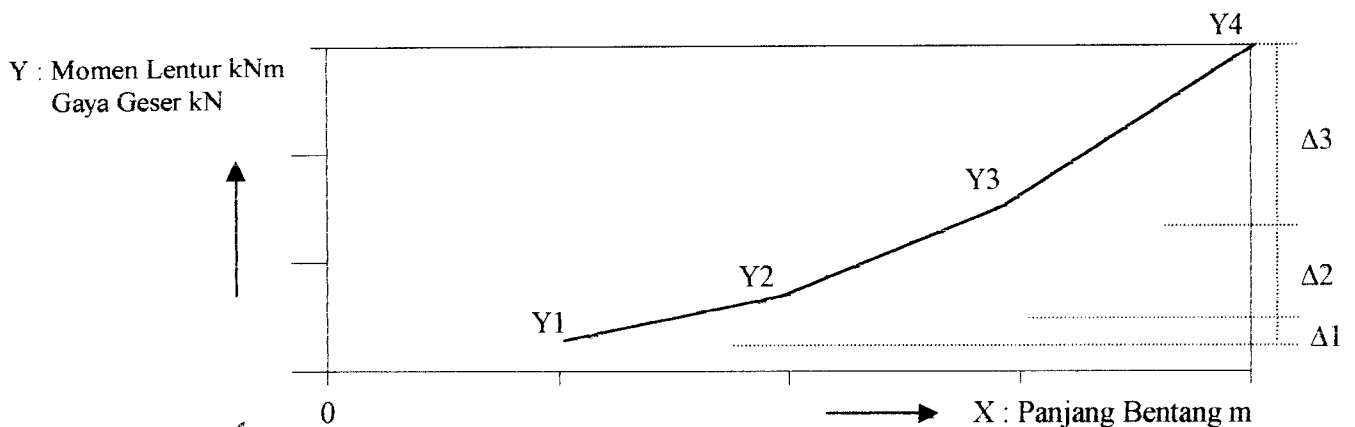
Hasil perbandingan beban hidup menurut peraturan pembebanan jembatan dari Indonesia dan dari negara lain, dilakukan analisis perbandingan hasil hitungan faktor kejut, momen lentur dan gaya geser maksimum.

Perbandingan faktor kejut, momen lentur dan gaya geser maksimum antara peraturan pembebanan Indonesia dengan peraturan pembebanan Amerika Serikat, Inggris dan Jepang pada Gambar (5.17 - 5.25)

5.5 Pembahasan

5.5.1 Momen Lentur dan Gaya Geser

Untuk mengetahui pertambahan momen lentur dan gaya geser untuk kenaikan bentang tiap 5 meter ditentukan rumus (5.51) dan (5.52) sebagai berikut :



Gambar 5.16 Grafik Momen Lentur atau Gaya Geser

$$\Delta = Y_n - Y_{(n-5)} \quad (5.51)$$

$$\text{Persentase kenaikan} = \frac{\Delta}{Y_{(n-5)}} \times 100\% \quad (5.52)$$

- Δ : Selisih pertambahan Momen atau gaya geser bentang yang ditinjau
 Y : Momen atau gaya geser bentang yang ditinjau
 n : Bentang yang ditinjau, m

Hasil analisis dapat dilihat di tabel 5.24 - 5.33

5.5.1.1 Momen Lentur

Untuk jembatan bentang sederhana (*simple beam*) dan jembatan bentang menerus (*continuous beam*) momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) semua peraturan (*PPPJJR, PPTJ, AASHTO, BSI* dan *JRA*) sama-sama mengalami presentase kenaikan momen lentur yang semakin kecil, mengikuti presentase kenaikan bentang yang semakin kecil.

Untuk jembatan bentang sederhana (*simple beam*) dan jembatan bentang menerus (*continuous beam*) kenaikan presentase momen lentur (dengan kejut) menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan *AASHTO* (untuk bentang 5 m – 30 m), namun lebih kecil dari *AASHTO* (untuk bentang 35 m – 50 m), *BSI* dan *JRA* (dari bentang 5 m – 50 m), untuk *PPTJ* kenaikan momen lentur (dengan kejut) hampir sama *PPPJJR* (dari bentang 5 m – 50 m), lihat tabel 5.19 dan tabel 5.20

Sampai bentang yang ditinjau (dari gambar), hasil perbandingan untuk bentang sederhana (*simple beam*) menunjukkan bahwa momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan momen lentur *AASHTO* dan *JRA* (untuk bentang 30 m - 50 m), namun lebih kecil dibandingkan dengan *PPTJ 1992* dan *BSI* (untuk bentang 20 m), lihat Gambar 5.19

Untuk hasil perbandingan (dari grafik) dengan bentang menerus (*continuous beam*), hasil perbandingan menunjukkan bahwa momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan momen lentur *AASHTO*, *BSI* dan *JRA* tetapi lebih kecil dari *PPTJ*, lihat Gambar 5.23.

Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan nilai faktor kejut dan perbedaan metode perhitungan untuk masing-masing negara. Perbedaan perhitungan ini berupa perbedaan jenis penempatannya dikalikan dengan faktor kejut, menurut peraturan dari masing negara dapat dilihat pada tabel 5.21

Tabel 5.21 Jenis beban hidup yang dikalikan dengan faktor kejut

Negara	Jenis Beban	
	Menurut peraturan	Beban terpakai
PPPJJR 1987	Beban garis P	Beban garis P
PPTJ 1992	Beban garis P dan beban truk	Beban garis P
Amerika Serikat	Beban jalur dan beban truk	Beban jalur
Inggris	Faktor kejut sudah termasuk dalam beban hidup	
Jepang	Beban jalur dan beban truk	Beban jalur

Tabel 5.23 Persentase pertambahan gaya geser (dengan kejut)

Bentang (m)	A Bentang %	Persentase pertambahan momen lentur (%)										
		<i>(simple beam)</i>					<i>(continuous beam)</i>					
		PPPJJR	PPTJ	AASHTO	BSI	JRA	PPPJJR	PPTJ	AASHTO	BSI	JRA	
5												
	100	23.492	24.509	17.021	38.461	95.505	44.453	44.803	33.898	60.976	66.412	
10												
	50	19.230	19.685	13.448	27.777	34.460	30.901	30.941	24.116	37.879	10.222	
15												
	33,333	16.265	16.447	10.528	21.739	15.669	23,684	23,629	17,888	27,473	9,880	
20												
	25	14.084	14.124	9.429	17.857	10.144	19,198	19,113	14,878	21,552	8,955	
25												
	20	12.412	12.376	8.549	15.151	7.687	16,140	16,046	12,750	17,730	8,140	
30												
	16,667	7.748	5.506	7.826	6.698	6.345	9,808	6,914	11,167	7,667	7,459	
35												
	14,286	6.343	5.219	7.221	5.829	5.509	7,880	6,467	9,942	6,612	6,889	
40												
	12,5	5.161	4.960	6.705	5.189	4.938	6,327	6,074	8,967	5,843	6,403	
45												
	11,111	4.139	4.725	6.262	4.679	4.521	5,028	5,726	8,171	5,236	5,985	
50												

Sampai bentang yang ditinjau (dari grafik), hasil perbandingan dari menunjukkan untuk jembatan bentang sederhana (*simple beam*) bahwa gaya geser maksimum akibat beban (dengan kejut) menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, namun lebih kecil dibandingkan dengan *PPTJ* 1, *BSI* mulai bentang 20 meter dan *JRA*, lihat Gambar 5.21.

Gaya Geser maksimum akibat beban hidup (tanpa kejut) dari grafik menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, *JRA* dan *PPTJ* (untuk bentang 35 m – 50 m). Untuk negara *BSI* perhitungan gaya geser akibat beban hidup tanpa kejut juga tidak dilakukan karena faktor kejut sudah diperhitungkan kedalam beban hidup.

Untuk hasil perbandingan jembatan bentang menerus (*continuous beam*), hasil perbandingan menunjukkan bahwa gaya geser maksimum

akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, *JRA* (mulai bentang 25 m – 50 m) dan *PPTJ* (mulai bentang 35 m – 50 m), namun lebih kecil dibandingkan *BSI*.

Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan nilai faktor kejut dan perbedaan metode perhitungan untuk masing-masing negara. Perbedaan perhitungan ini berupa perbedaan jenis penempatannya dikalikan dengan faktor kejut, menurut peraturan dari masing negara dapat dilihat pada Tabel 5.19

5.5.2 Faktor Kebut

Perhitungan factor kejut dilakukan pada peraturan dari negara Indonesia, Amerika Serikat dan Jepang (untuk jembatan baja). Untuk negara Inggris pengaruh kejut sudah termasuk dalam beban hidup sehingga tidak perlu di perhitungkan secara terpisah

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa faktor kejut menurut *PPPJJR* sama dengan faktor kejut menurut *JRA* (untuk jembatan baja). Faktor kejut lebih besar jika dibandingkan dengan faktor kejut Amerika Serikat, namun masih lebih kecil jika dibandingkan dengan faktor kejut menurut *PPTJ*. Lihat Gambar 5.17

Untuk aplikasi beban hidup yang digunakan dalam perhitungan gelagar jembatan masing-masing negara adalah seperti ditunjukkan pada tabel 4.1

Perhitungan momen lentur akibat beban pada gelagar jembatan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Untuk negara Indonesia, Amerika Serikat, dan Inggris, beban garis (beban terpusat) P ditempatkan ditengah bentang, sedangkan beban terbagi rata q ditempatkan disepanjang bentang
2. Untuk negara Jepang, pusat beban terbagi rata P_1 ditempatkan ditengah bentang sedangkan beban terbagi rata P_2 ditempatkan disepanjang bentang (Gambar 5.7 dan Gambar 5.14)

Perhitungan gaya geser maksimum akibat beban hidup pada gelagar jembatan dilakukan dengan cara sebagai berikut

1. Untuk negara Indonesia, Amerika Serikat dan Inggris, beban garis P untuk bentang sederhana (*simple beam*) ditempatkan ditumpuan A dan bentang menerus (*continuous beam*) P diletakkan ditumpuan B, sedangkan beban terbagi rata q ditempatkan disepanjang bentang, (Gambar 5.3 dan Gambar 5.10)
2. Untuk negara Jepang, beban terbagi rata P_1 untuk bentang sederhana (*simple beam*) ditempatkan di dekat tumpuan A sedangkan bentang menerus (*continuous beam*) P_1 diletakkan di dekat tumpuan B sehingga menghasilkan pengaruh maksimum,

sedangkan beban terbagi rata P2 ditempatkan sepanjang bentang.
(Gambar 5.8 dan Gambar 5.15)

**Tabel 5.25. Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
BMS 1992 (simple beam)**

Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur						Gaya Geser					
		(tanpa kejut)			(dengan kejut)			(tanpa kejut)			(dengan kejut)		
		M (kN m)	Δ	%	M (kN m)	Δ	%	V (kN)	Δ	%	V (kN)	Δ	%
5		220			280.5			176			224.4		
10	100	577.5	357.5	162.5	698.5	418	149.0196	231	55	31.25	279.4	55	24.509
15	50	1072.5	495	85.714	1254	555.5	79.527	286	55	23.809	334.4	55	19.685
20	33,333	1705	632.5	58.974	1947	693	55.263	341	55	19.231	389.4	55	16.447
25	25	2475	770	45.161	2777.5	830.5	42.655	396	55	16.129	444.4	55	14.124
30	20	3382.5	907.5	36.667	3745.5	968	34.851	451	55	13.889	499.4	55	12.376
35	16,667	4186.88	804.375	23.780	4610.38	864.875	23.091	478.5	27.5	6.097	526.9	27.5	5.506
40	14,286	5060	873.125	20.853	5544	933.625	20.250	506	27.5	5.747	554.4	27.5	5.219
45	12,5	6001.88	941.875	18.614	6546.38	1002.375	18.080	533.5	27.5	5.435	581.9	27.5	4.960
50	11,111	7012.5	1010.625	16.838	7617.5	1071.125	16.362	561	27.5	5.154	609.4	27.5	4.725

**Tabel 5.26 Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
AASHTO (simple beam)**

Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur						Gaya Geser					
		(tanpa kejut)			(dengan kejut)			(tanpa kejut)			(dengan kejut)		
		M (kN m)	Δ	%	M (kN m)	Δ	%	V (kN)	Δ	%	V (kN)	Δ	%
5		120.313			156.406			129.25			168.025		
10	100		175.312	145.713		227.907	145.715		22	17.021		28.6	17.021
15	50		230.313	77.907		292.856	76.202		22	14.545		26.443	13.448
20	33,333		285.312	54.248		347.244	51.278		22	12.698		23.486	10.528
25	25		340.313	41.949		405.718	39.605		22	11.267		23.25	9.429
30	20		395.312	34.328		463.426	32.404		22	10.126		23.066	8.549
35	16,667		450.313	29.111		520.578	27.492		22	9.195		22.92	7.826
40	14,286		505.312	25.301		577.315	23.914		22	8.421		22.803	7.221
45	12,5		560.313	22.390		633.739	21.185		22	7.767		22.705	6.705
50	11,111		615.312	20.089		689.92	19.031		22	7.207		22.626	6.262
			3678.13			4315.109						383.924	

**Tabel 5.27. Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
B S I (simple beam)**

Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur (dengan kejut)		Gaya Geser (dengan kejut)	
		M (kN m)	Δ	V (kN m)	Δ
			%		%
5		223.438		178.75	
10	100	618.75	395.312	247.5	68.75
15	50	1185.938	567.188	316.25	68.75
20	33,333	1925	739.062	385	68.75
25	25	2835.938	910.938	453.75	68.75
30	20	3918.75	1082.812	522.5	68.75
35	16,667	4878.135	959.385	557.501	35.001
40	14,286	5899.985	1021.85	589.999	32.498
45	12,5	6981.937	1081.952	620.617	30.618
50	11,111	8120.71	1138.773	649.657	29.04
					4.679

**Tabel 5.28. Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
J R A (simple beam)**

Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur						Gaya Geser					
		(tanpa kejut)			(dengan kejut)			(tanpa kejut)			(dengan kejut)		
		M (kN m)	Δ	%	M (kN m)	Δ	%	V (kN)	Δ	%	V (kN)	Δ	%
5		116.016			158.246			106.562			145.35		
10	100	464.063	348.047	299.999	618.75	460.504	291.005	213.125	106.563	100.00	284.167	138.817	95.505
15	50	958.203	494.14	106.481	1253.035	634.285	102.510	292.188	79.063	37.097	382.091	97.924	34.460
20	33.333	1512.5	554.297	57.847	1944.643	691.608	55.194	343.75	51.562	17.647	441.964	59.873	15.669
25	25	2126.953	614.453	40.625	2694.141	749.498	38.541	384.313	40.563	11.800	486.796	44.832	10.144
30	20	2801.563	674.61	31.717	3501.953	807.812	29.984	419.375	35.062	9.123	524.219	37.423	7.687
35	16.667	3536.328	734.765	26.227	4368.405	866.452	24.741	451.295	31.92	7.611	557.482	33.263	6.345
40	14.286	4331.25	794.922	22.478	5293.75	925.345	21.182	481.25	29.955	6.637	588.194	30.712	5.509
45	12.5	5186.328	855.078	19.742	6278.187	984.437	18.596	509.896	28.646	5.952	617.242	29.048	4.938
50	11.111	6101.563	915.235	17.647	7321.875	1043.688	16.624	537.625	27.729	5.438	645.15	27.908	4.521

**Tabel 5.30 Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
PPTJ 1992 (continuous beam)**

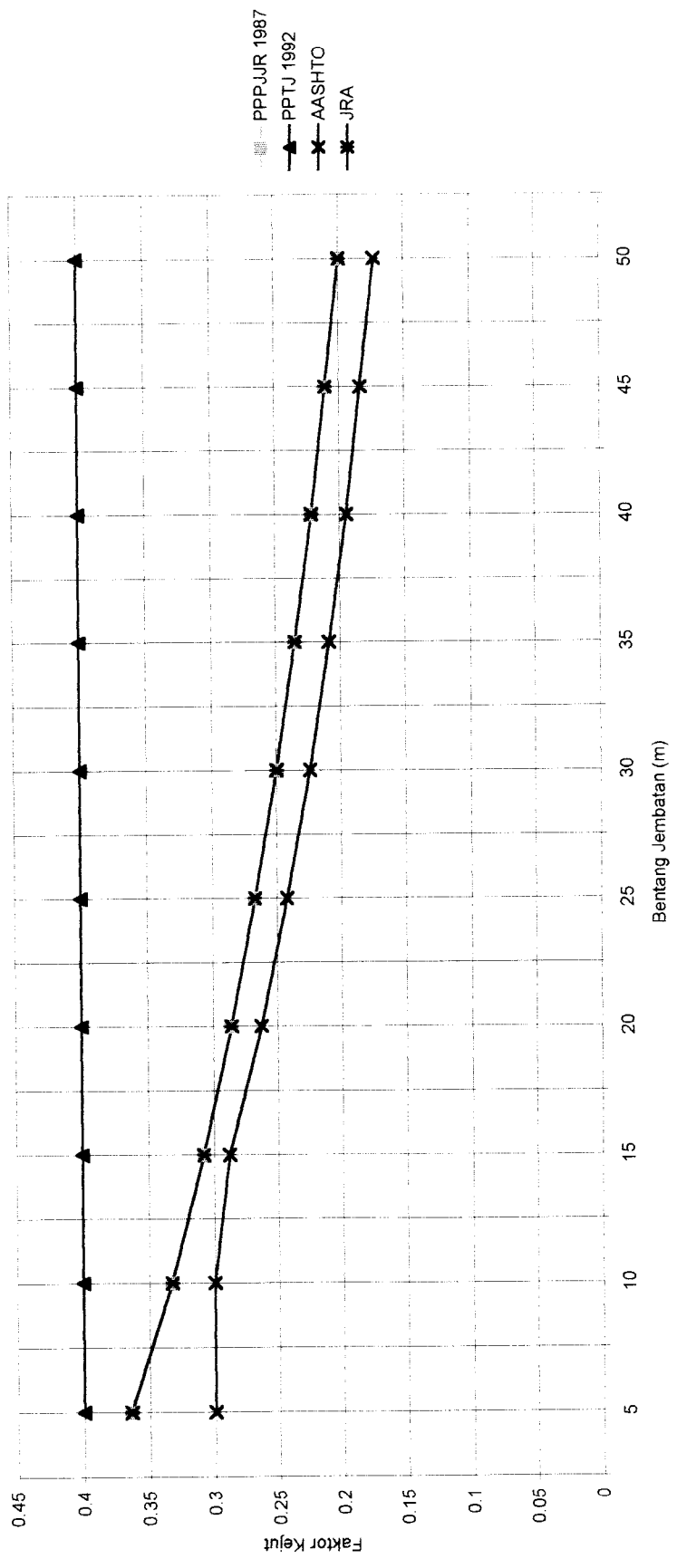
Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur (kN m)						Gaya Geser (kN)					
		(tanpa kejut)			(dengan kejut)			(tanpa kejut)			(dengan kejut)		
		M (kN m)	Δ	%	M (kN m)	Δ	%	V (kN)	Δ	%	V (kN)	Δ	%
5		133,203			171,016			258,5			306,9		
10	100	343,75	210,547	145,225	419,375	248,359	158,065	396	137,5	53,191	444,4	137,5	44,803
15	50	631,641	287,891	77,664	745,078	325,703	83,750	533,5	137,5	34,722	581,9	137,5	30,941
20	33,333	996,875	365,234	54,094	1148,13	403,047	57,823	671	137,5	25,773	719,4	137,5	23,629
25	25	1439,45	442,578	41,841	1628,52	480,391	44,396	808,5	137,5	20,492	856,9	137,5	19,113
30	20	1959,38	519,922	34,248	2186,25	557,734	36,119	946	137,5	17,007	994,4	137,5	16,046
35	16,667	2421,29	461,914	22,857	2685,98	499,727	23,574	1014,75	68,75	7,267	1063,15	68,75	6,914
40	14,286	2921,88	500,586	20,045	3224,38	538,398	20,674	1083,5	68,75	6,775	1131,9	68,75	6,467
45	12,5	3461,13	539,258	17,897	3801,45	577,07	18,456	1152,25	68,75	6,345	1200,65	68,75	6,074
50	11,111	4039,06	577,93	16,197	4417,19	615,743	16,697	1221	68,75	5,967	1269,4	68,75	5,726

**Tabel 5.31. Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
AASHTO (continuous beam)**

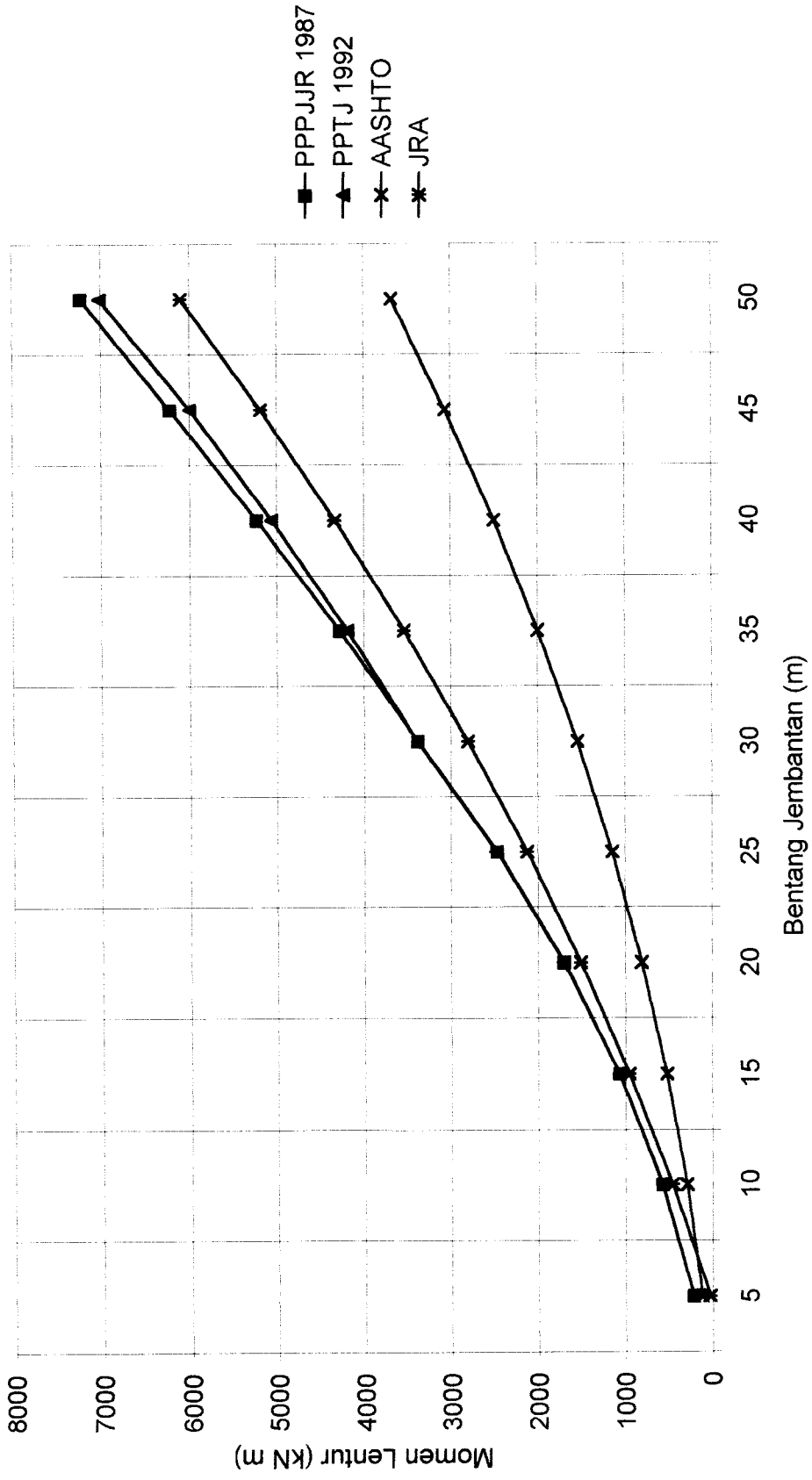
Bentang (m)	Δ Bentang	Momen Lentur (kN m)						Gaya Geser (kN)					
		(tanpa kejut)			(dengan kejut)			(tanpa kejut)			(dengan kejut)		
		M (kN m)	Δ	%	M (kN m)	Δ	%	V (kN)	Δ	%	V (kN)	Δ	%
5		38,672			95,52			162,25			210,925		
10	100	46,406	46,406	119,999	135,738	142,104		55	33,898	71,5	282,425	71,5	33,898
15	50	85,078	77,344	90,909	231,258	172,056	74,400	55	25,316	68,11	350,535	68,11	24,116
20	33,333	162,422	108,281	66,666	403,314	202,218	50,139	55	20,202	62,703	413,238	62,703	17,888
25	25	270,703	139,219	51,428	605,532	234,937	38,798	55	16,807	61,48	474,718	61,48	14,878
30	20	409,922	170,156	41,509	840,469	267,262	31,799	55	14,388	60,527	535,245	60,527	12,750
35	16,667	580,078	201,094	34,666	1107,73	299,302	27,019	55	12,579	59,771	595,016	59,771	11,167
40	14,286	781,172	232,031	29,703	1407,03	331,131	23,534	55	11,173	59,158	654,174	59,158	9,942
45	12,5	1013,2	262,969	25,954	1738,16	362,798	20,872	55	10,050	58,658	712,832	58,658	8,967
50	11,111	1276,17	293,906	23,030	2100,96	394,341	18,769	55	9,132	58,242	771,074	58,242	8,171
		1570,08			2495,3								

**Tabel 5.32. Pertambahan Momen Lentur dan Gaya Geser
B S I (*continouos beam*)**

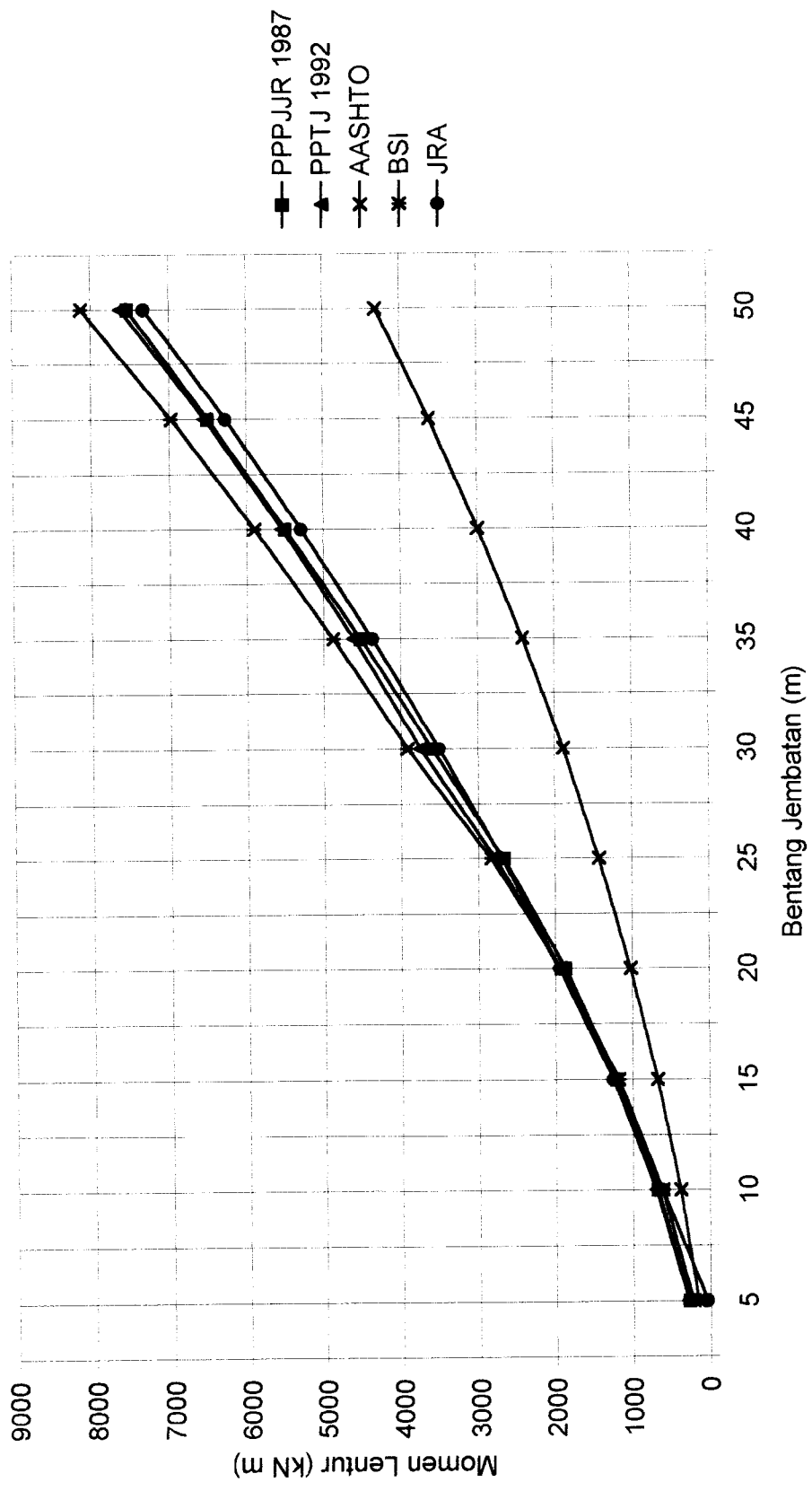
Bentang (m)	Δ Bentang %	Momen Lentur (kN m)		Gaya geser (kN)	
		(dengan kejut)		(dengan kejut)	
		Δ	%	Δ	%
5		82,7148		281,875	
	100	145,019	175.325	171,875	60,976
10		227,734		453,75	
	50	241,699	106.132	171,875	37,879
15		469,434		625,625	
	33,333	338,379	72.082	171,875	27,473
20		807,813		797,5	
	25	435,058	53.856	171,875	21,552
25		1242,87		969,375	
	20	531,738	42.783	171,875	17,730
30		1774,61		1141,25	
	16,667	462,310	26.051	87,503	7,667
35		2236,92		1228,753	
	14,286	497,447	22.238	81,243	6,612
40		2734,37		1309,996	
	12,5	531,254	19.428	76,546	5,843
45		3265,62		1386,542	
	11,111	563,216	17.246	72,6	5,236
50		3828,84		1459,142	



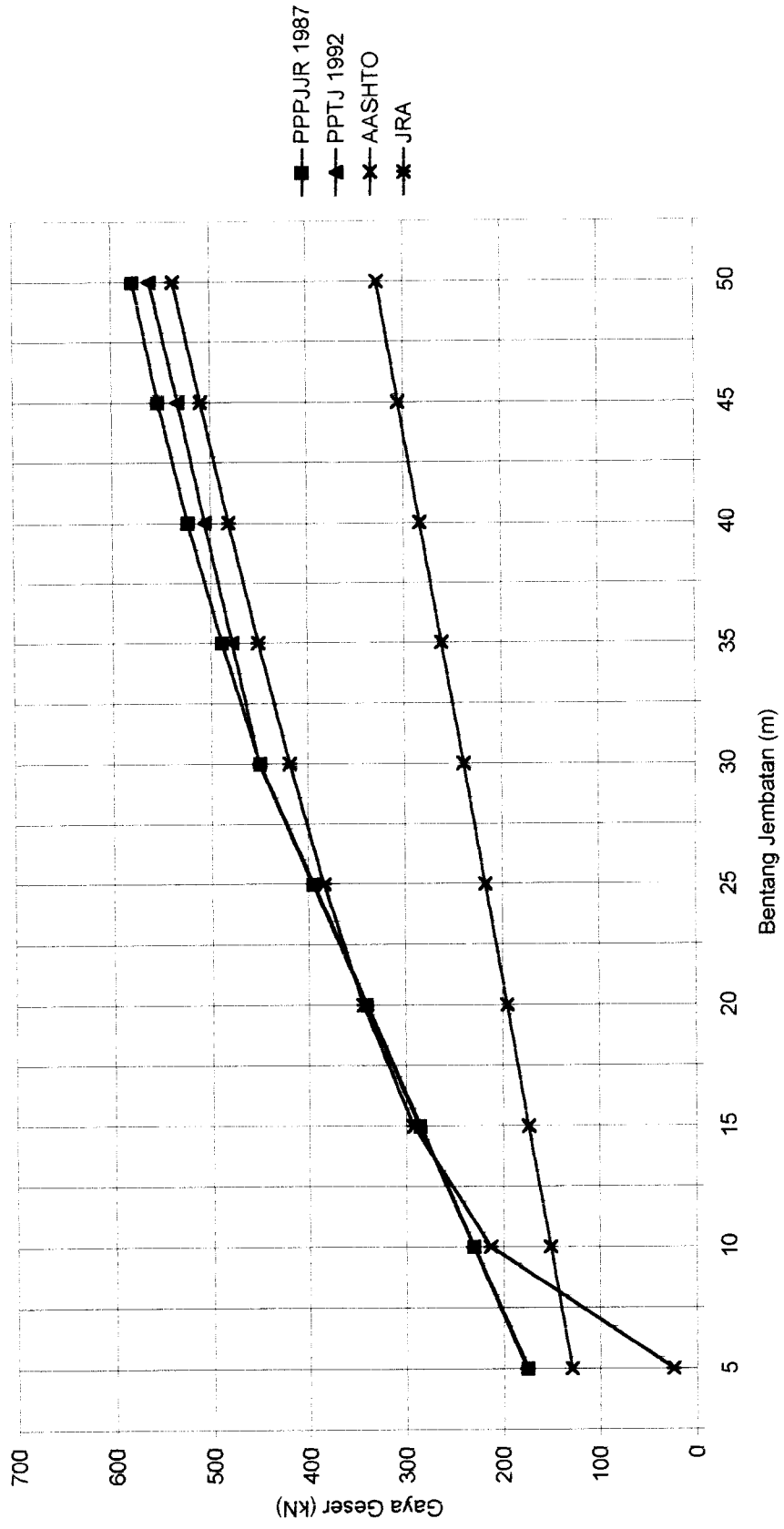
Gambar 5.17 Garfik perbandingan Faktor Kejut



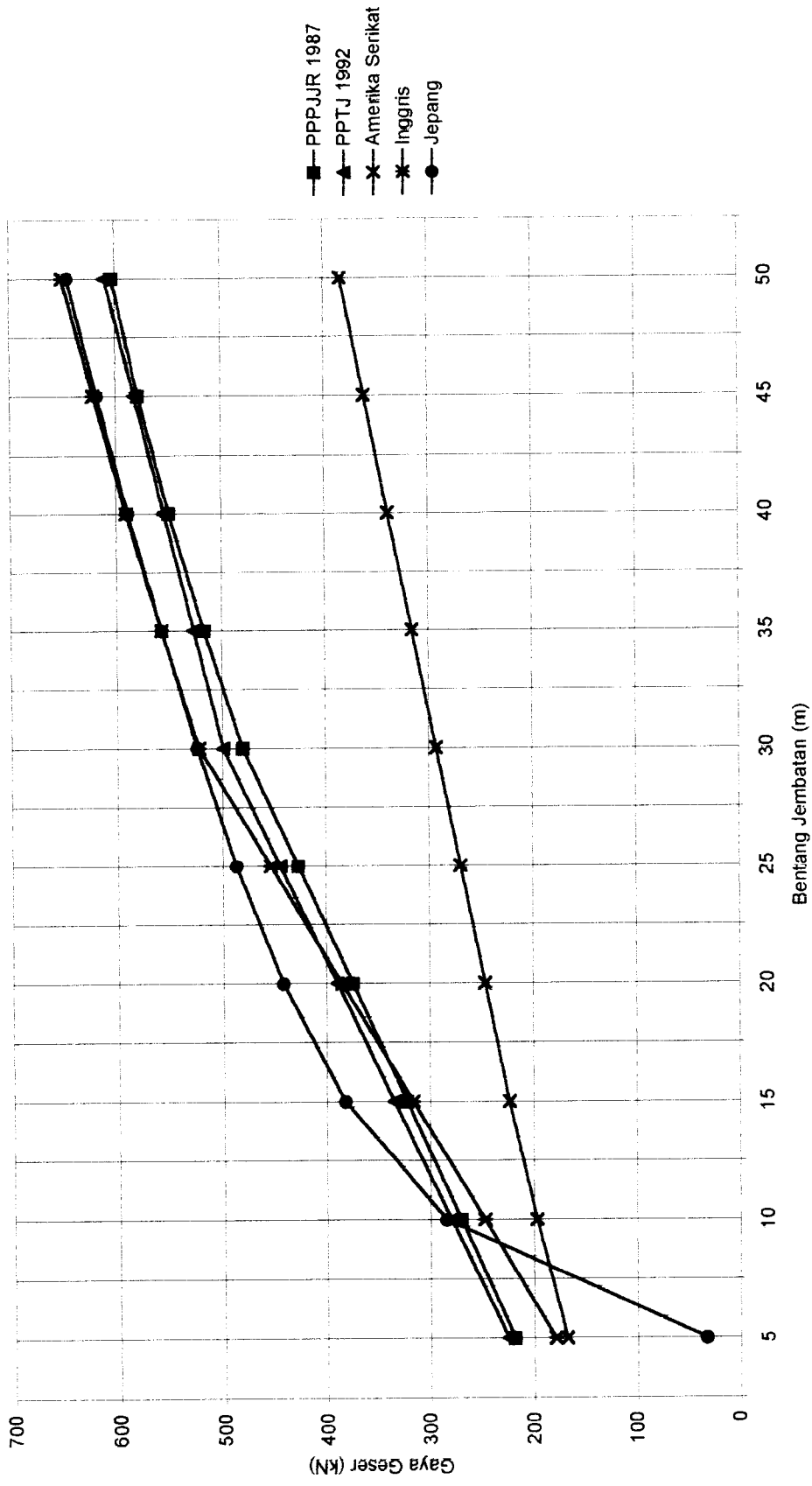
Gambar 5.18 Grafik perbandingan momen lentur bentang sederhana (tanpa kejut)



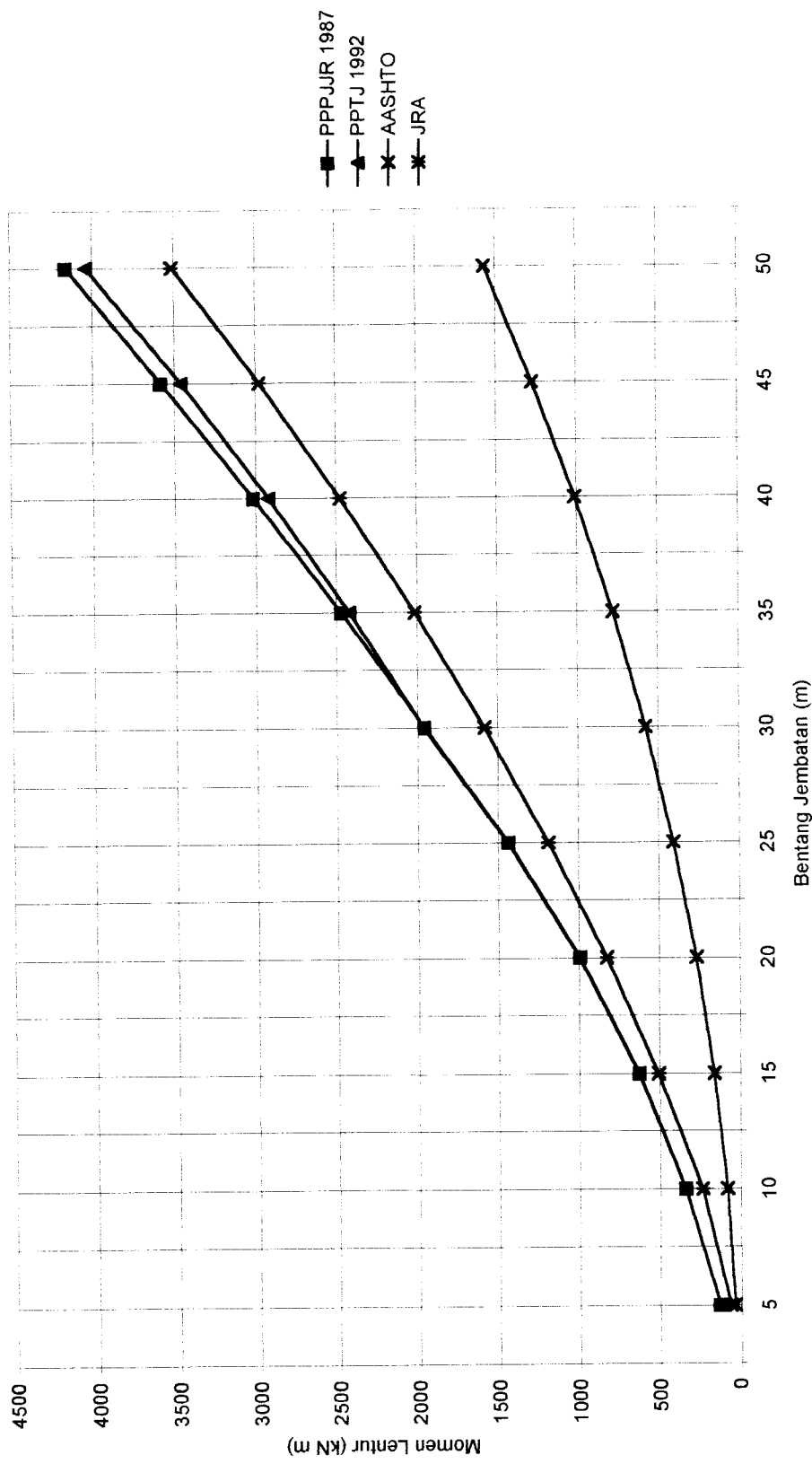
Gambar 5.19 Grafik perbandingan momen lentur bentang sederhana (dengan kejut)



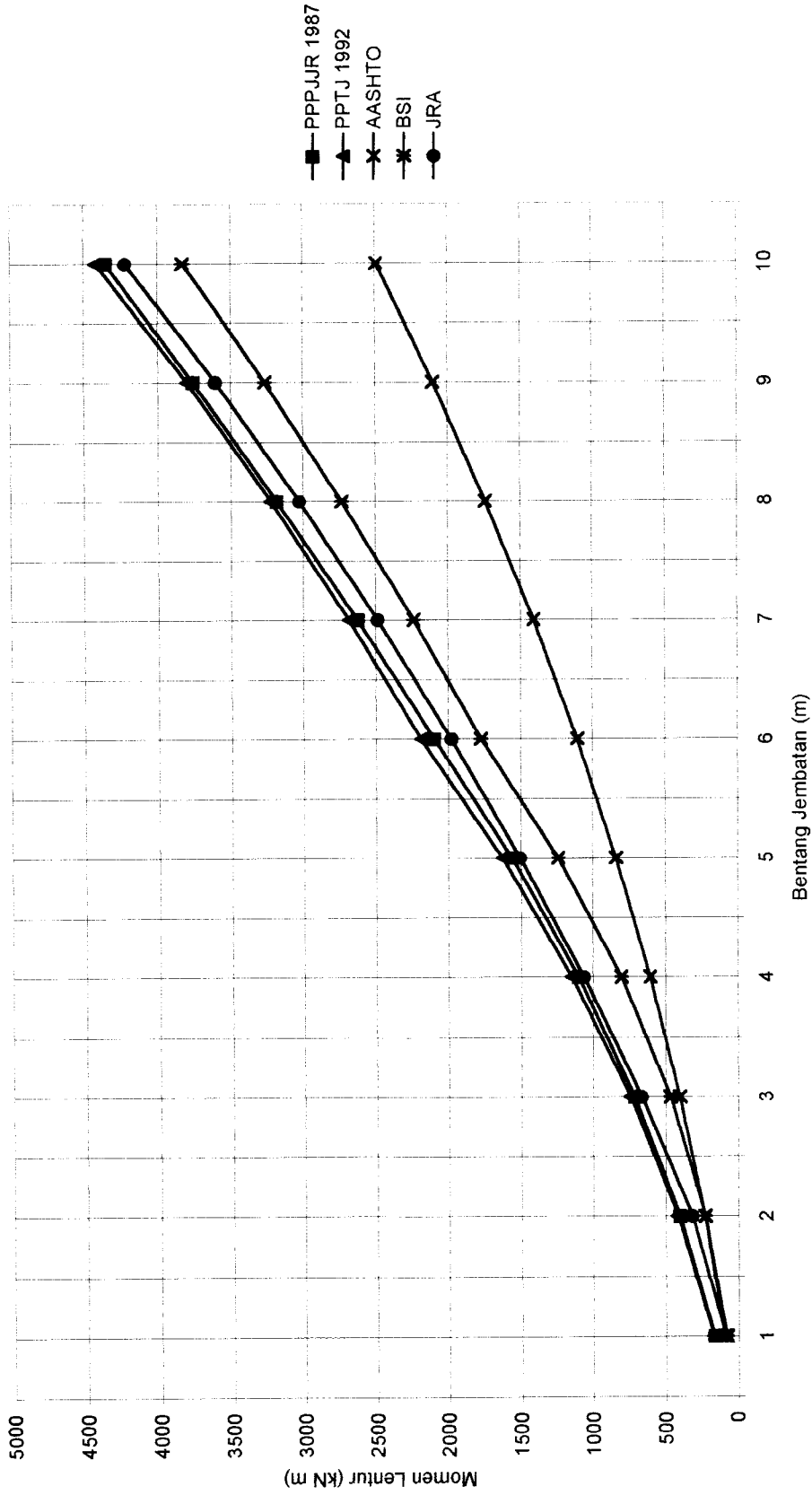
Gambar 5.20 Grafik perbandingan gaya geser bentang sederhana (tanpa kejut)



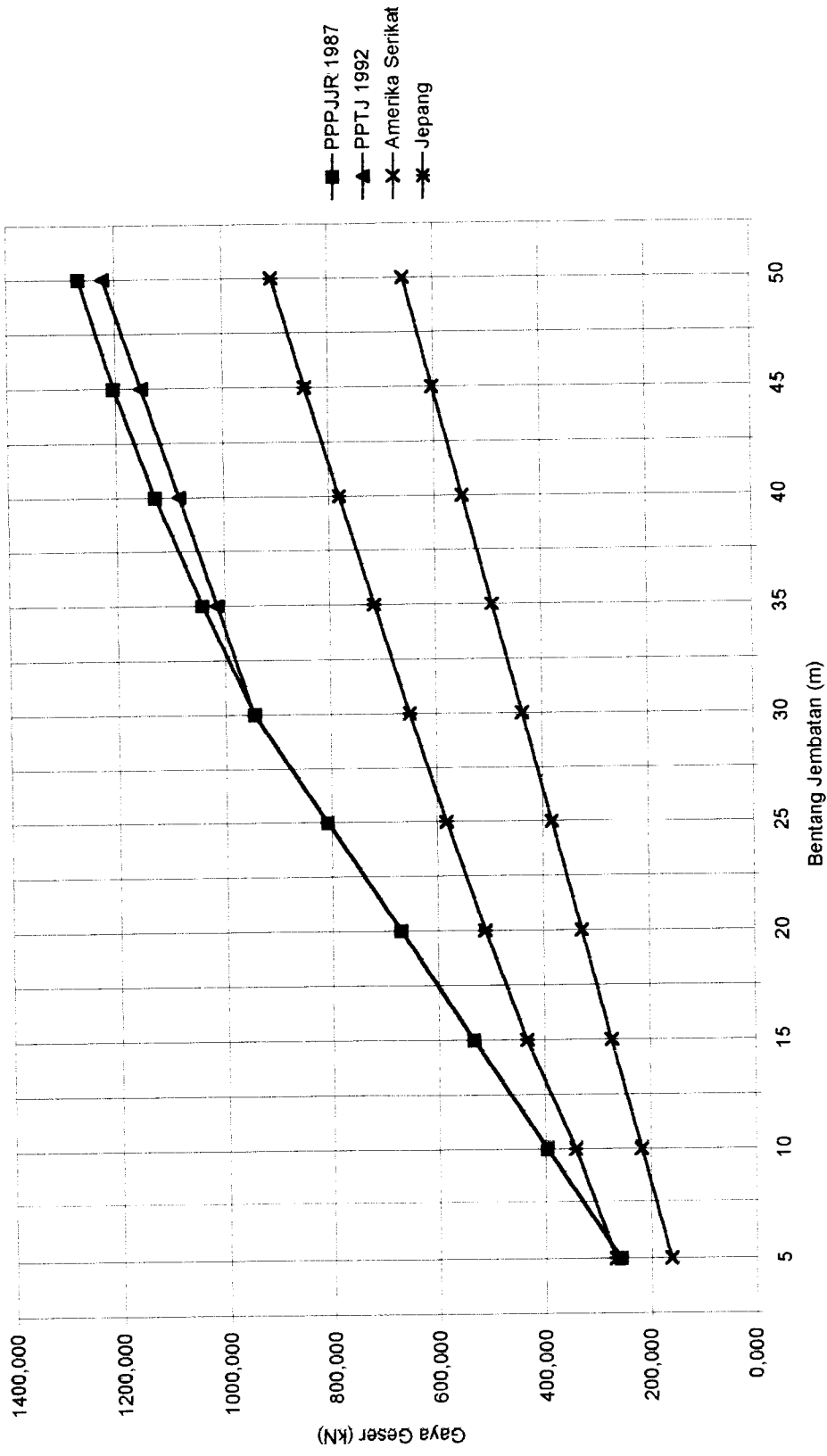
Gambar 5.21 Grafik perbandingan gaya geser bentang sederhana (dengan kejut)



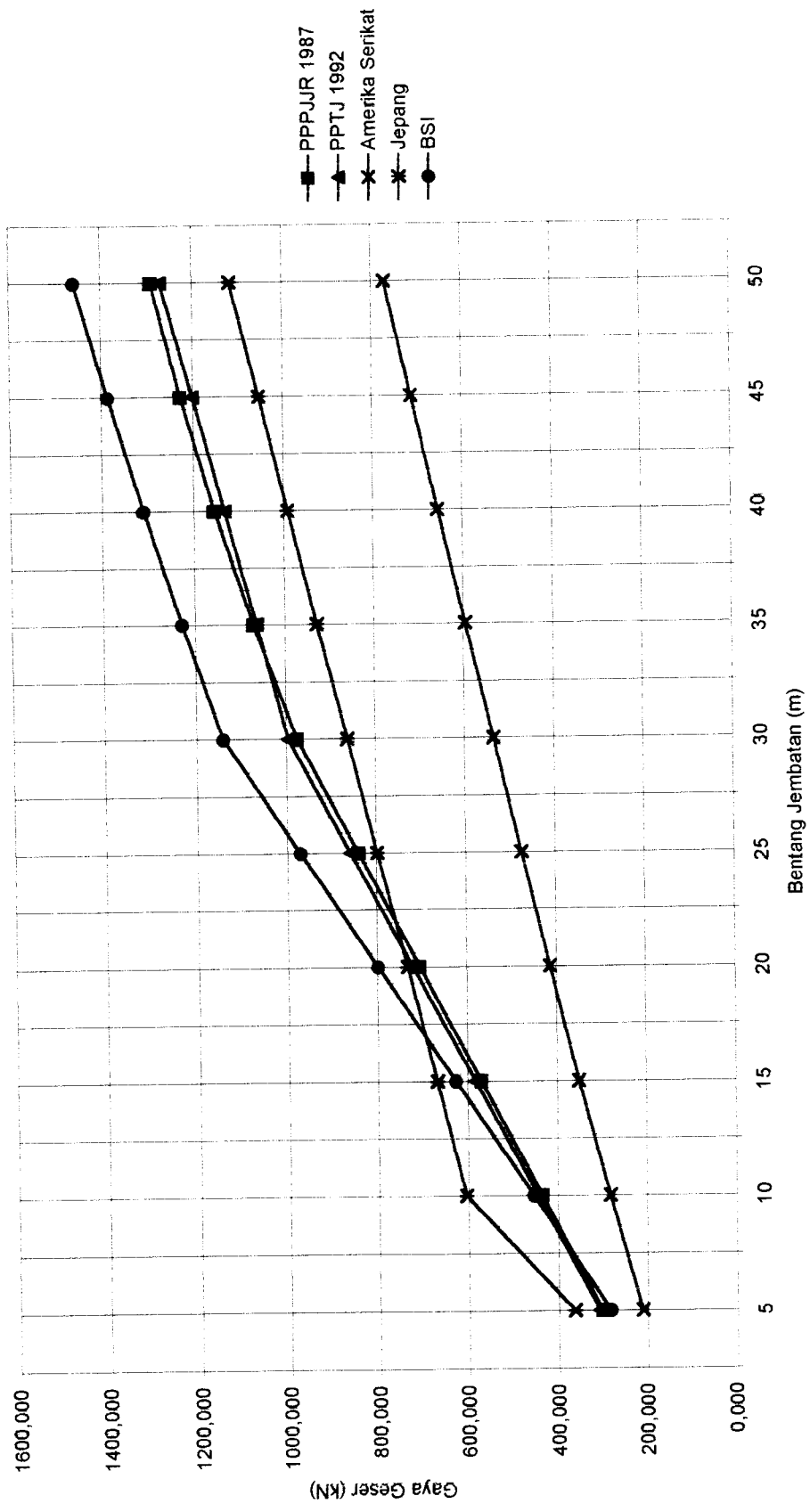
Gambar 5.22 Grafik perbandingan momen lentur bentang menerus (tanpa kejut)



Gambar 5.23 Grafik perbandingan momen lentur bentang menerus (dengan kejut)



Gambar 5.24 Grafik perbandingan gaya geser bentang menerus (tanpa kejut)



Gambar 5.25 Grafik perbandingan gaya geser bentang menerus (dengan kejut)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis bab sebelumnya dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor Kejut

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa faktor kejut menurut *PPPJJR 1987* sama dengan faktor kejut negara *JRA* (untuk jembatan baja). Faktor kejut lebih besar jika dibandingkan dengan faktor kejut *AASHTO*, namun masih lebih kecil jika dibandingkan dengan faktor kejut menurut *PPTJ 1992*.

2. Momen Lentur

Sampai bentang yang ditinjau, hasil perbandingan untuk jembatan sederhana (*simple beam*) menunjukkan bahwa momen lentur akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR 1987* lebih besar dibandingkan dengan momen lentur *AASHTO* dan *JRA* untuk bentang 30 sampai 50 meter, namun lebih kecil dibandingkan dengan *PPTJ 1992* dan *BSI* mulai bentang 20 meter, lihat Gambar 5.19

Untuk hasil perbandingan dengan jembatan menerus (*continuous beam*), hasil perbandingan menunjukkan bahwa momen lentur dengan akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR 1987* lebih besar

dibandingkan dengan momen lentur *AASHTO*, *BSI* dan *JRA* tetapi lebih kecil dari *PPTJ 1992*.

3. Gaya Geser

Hasil perbandingan menunjukkan untuk jembatan sederhana (*simple beam*) bahwa gaya geser maksimum akibat beban (dengan kejut) menurut *PPPJJR 1987* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, namun lebih kecil dibandingkan dengan *PPTJ 1992*, *BSI* mulai bentang 20 meter dan *JRA*, lihat Gambar 5.21.

Gaya geser maksimum akibat beban hidup (tanpa kejut) menurut *PPPJJR 1987* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, *JRA* dan *PPTJ 1992* (untuk bentang 35 m – 50 m). Untuk negara *BSI* perhitungan gaya geser akibat beban hidup tanpa kejut juga tidak dilakukan karena faktor kejut sudah diperhitungkan kedalam beban hidup.

Untuk hasil perbandingan jembatan menerus (*continuous beam*), hasil perbandingan menunjukkan bahwa gaya geser maksimum akibat beban hidup (dengan kejut) menurut *PPPJJR 1987* lebih besar dibandingkan dengan gaya geser *AASHTO*, *JRA* (mulai bentang 25 m – 50 m) dan *PPTJ 1992* (mulai bentang 35 m – 50 m), namun lebih kecil dibandingkan dengan *BSI* (mulai bentang 30 m – 50 m), lihat Gambar 5.25

5.2 Saran

Untuk mendukung kelanjutan studi perbandingan beban hidup pada jembatan jalan raya perlu dilakukan beberapa hal yaitu:

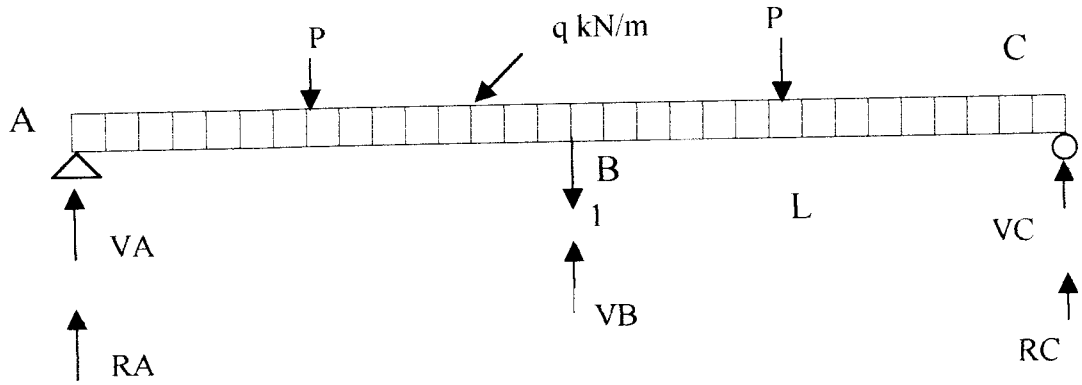
1. Agar analisis lebih lengkap, perlu di perhitungkan pengaruh reduksi beban hidup (beban jalur) pada arah melintang jembatan.
2. Perlu di perhitungkan analisis dimensi gelagar (balok menerus) untuk masing-masing peraturan dengan memperhitungkan beban mati.

DAFTAR PUSTAKA

1. PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN JEMBATAN JALAN RAYA (SNI. No 1725-1989-F). Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum . Jakarta
2. PERATURAN PERENCANAAN TEKNIK JEMBATAN, bagian 2. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat jenderal Bina Marga
3. Bambang Supriyadi dan Agus Setyo Muntohar, 2000. JEMBATAN
4. A.Sriandwi Nugrahanto, 1998. STUDI PERBANDINGAN BEBAN HIDUP PADA PEMBEBANAN JEMBATAN JALAN RAYA
5. Anonim, 1994. SPECIFICATION FOR HIGHWAY BRIDGES, part 1. Common Specifications, Japan Road Association.
6. Anonim, 1992. STANDARD SPECIFICATION FOR HIGHWAY BRIDGES, Fifteenth edition. America Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, Washinton).
7. Anonim, 1978 STEEL CONCRETE AND COMPOSITE BRIDGES SPECIFICATION FOR LOADS, British Standard No. 5400 part 2, British Standard Intitution, London.
8. Nurendra Taly, P.E. DESIGN OF MODERN HIGHWAY BRIDGES, The Mc Grado-Hill Companies., Inc.
9. Barker R.M. dan Puckett J.A, 1997. DESIGN OF HIGHWAY BRIDGES, John Wiley and Sons, New York.
10. Heins C.P Firmage D.A, 1979. DESIGN OF MODERN STEEL HIGHWAY BRIDGES, John Wiley and Sons.
11. Troitsky, M.S, 1994. PLANNING AND DESIGN OF BRIDGES, John Wiley and Sons.
12. Zarkasi.I dan Andamulia.O, 1997. KAJIAN PERBANDINGAN BEBAN JEMBATAN JALAN RAYA, Makala Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-5, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1



1 a. Dukungan B dihilangkan

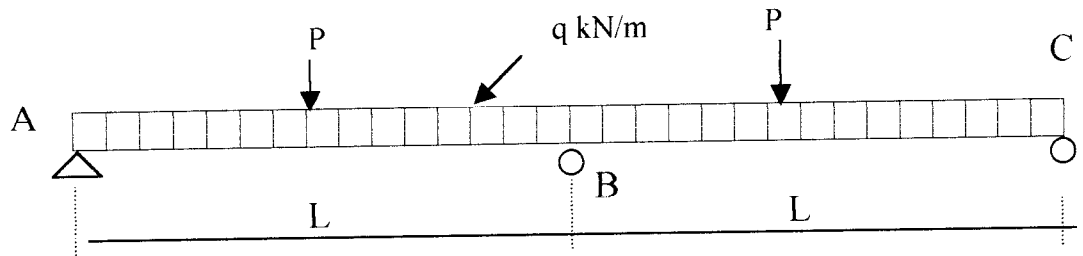


Diagram momen akibat beban terbagi rata

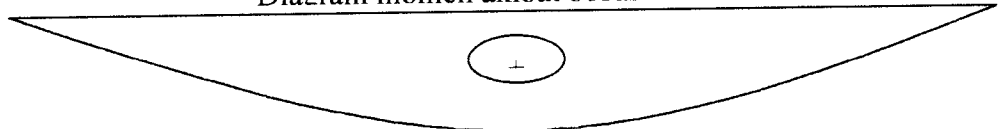


Diagram momen akibat beban terpusat

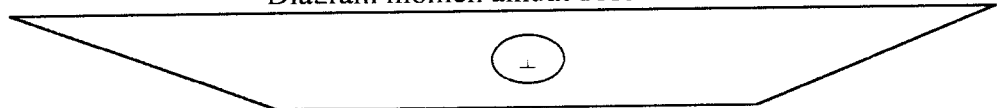
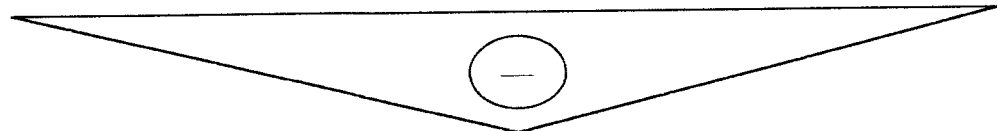
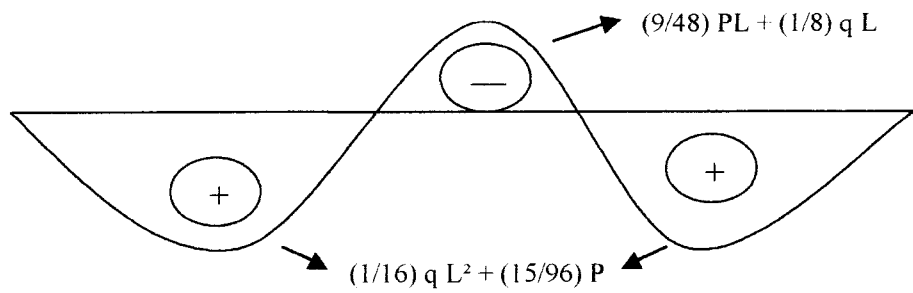
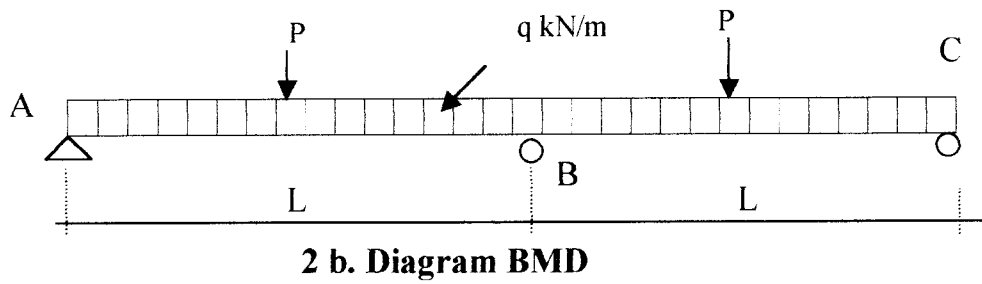
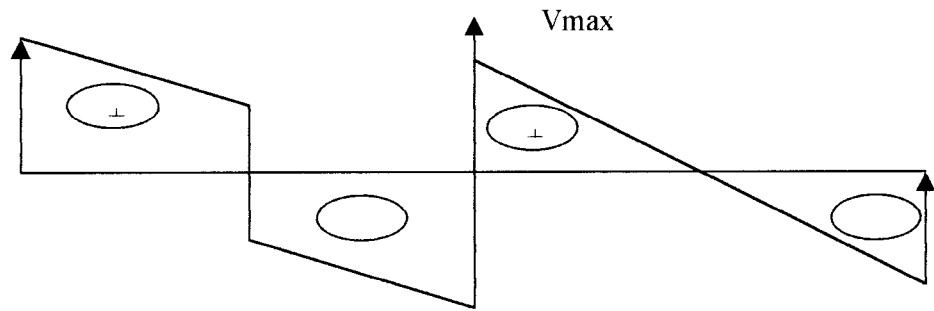
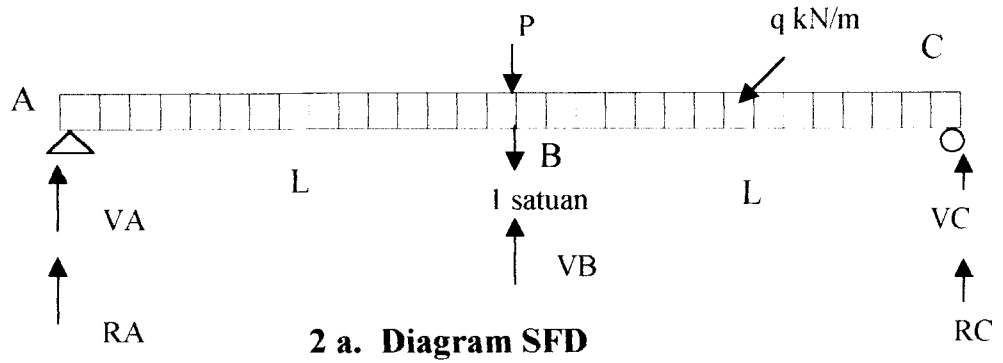


Diagram momen akibat beban 1 satuan



1 b. Diagram gaya yang bekerja

Lampiran 2



7-01-2001

- Perbaiki yg di beri tanda
- Siapkan rencana kerja.

20/2-2001

- Perbaiki lagi

28/2-2001

- konsultasi dan Tdq Pemb II

28/02-2001

Perbaikan semua yg sama
yg di beri tanda

Table w. smuldes
Rumus/persamaan di atas
Uomor

Konvensi yg membawa
bukan referensi

- Jarak di antara...

24/01/04

- Lanjutkan yg lain (balek nomor)
- Asumsi Tdq yg sama
apakah sama? - berpengaruh
pel. sistem beban.

Statistik taha

01/05/01

Analisis departemen
- analisis sensitifitas bentang pd busi...
- antara busi... satu ke...
- eksp. taha / taha / kawat taha

Perbaikan / kontrol pel bentang 30 m - hasil
selanjutnya kontinue - grafik tidak...

Partijen analisis

14/05/01

lanjutan analisis

lanjutan analisis

17/05/01

16/05/01

Sepermanah "edit" persi

14/05/01

Perbaikan dan lengkapi yg
diberi tanda

28/5-01

Acc untuk m-fu Sidney

01/05/01

5/21