

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu.

Untuk masalah penelitian terdahulu diambil dari jurnal Nasional maupun internasional yang dilakukan seperti tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.

No	Peneliti/Tahun	Metodelogi	Judul	Keterangan
1	Sayali Dhayalkar, Hemanshu Ahire/2016	Proses sistematika Sesuai <i>Job Plan</i> / Rencana kerja yang meliputi 5 tahapan antara lain : Informasi, Fungsi dan Kreatif, Evaluasi/Analisa Pengembangan/ rekomendasi dan Pelaporan	Penerapan Value Engineering pada Proyek Konstruksi Jalan	
2	Sayali Dhayalkkar, Hemanshu Ahire/2016	Proses sistematika Sesuai <i>Job Plan</i>	Vaule Engineering pada Industri Konstruksi.	
3	Johnneri Ferdian, M. Isya dan Hafnidar A. Rani/2015	4 tahap anatara lain ; Tahap informasi, tahap Kreatif, tahap Analisa dan Tahap Rekomendasi	Penerapan Value Engineering Pekerjaan Bangunan Bawah Jembatan Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang (Studi Kasus : Pengadaan Jembatan Lamnyong Banda Aceh)	
4	Harmoko/2016	Terdiri 5 tahapan : Informasi, Spekulasi, Analisa, Pengembangan dan Penyajian dan Progran tindak lanjut.	Aplikasi Value Enggineering Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Tebat Gheban Kota Pagar Alam).	
5	Larto/2016	Proses Pelaksaaannya dilakukan 4 Tahap diantaranya : Pengumpulan informasi,	Penerapan Value Engineering Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang dan	

		kreatif, Analisa dan Rekomendasi	Struktur Gedung untuk Istimasi Pembiayaan Pada Proyek Konstruksi	
6	Ariadi/2016	Dalam proses Penelitian ada beberapa Tahapan yang dilakukan antara lain : Informasi, Analisa Fungsi, Kreatif, Penilaian dan Pengembangan	Analisa Rekarasa Nilai Pekerjaan Struktur Pondasi <i>Bored Pile</i> dan <i>Soldier Pile</i> Gedung Hotel Harper Bandung, Jawa Barat.	
7	Ananda Yogi Wicaksono, Christiono utomo/2012	Proses Pelaksanaan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut : Tahap pengumpulan informasi, Tahap Kreatif Tahap Analisa dan Tahap Rekomendasi.	Penerapan <i>Value Engineering</i> Pada Pembangunan Proyek Universita Katolik Widya Mandala Pakuwon City - Surabaya	

**Dhayalkar dan Ahire** (2016) Praktek konstruksi saat ini membutuhkan upaya keras untuk menyeimbangkan faktor-faktor seperti uang, waktu dan kualitas. Membandingkan dengan yang lain industri sepertinya industri konstruksi tetap yang paling sulit untuk dihadapi. Itu terbukti bahwa teknik modern tertentu dapat dengan mudah disesuaikan dengan proyek untuk menyeimbangkan faktor-faktor di atas kata. Rekayasa nilai adalah alat yang efisien di antara mereka untuk membina kualitas konstruksi dengan Tujuan dari biaya rendah dan layanan tinggi. Nilai rekayasa adalah metodologi yang digunakan untuk menganalisis fungsi barang dan jasa dan untuk mendapatkan diperlukan fungsi barang dan layanan pengguna dengan total biaya terendah tanpa mengurangi kualitas kinerja yang diperlukan. Ini intensif, kegiatan penyelesaian masalah interdisipliner itu berfokus pada peningkatan nilai fungsi itu diminta untuk mencapai tujuan, atau tujuan produk, proses, layanan, atau organisasi apa pun. Di makalah ini kami telah membahas konsep Nilai Rekayasa dan penerapannya yang efektif melalui studi kasus.

**Ferdian** (2015), Penelitian ini bermaksud untuk mengaplikasikan Rekayasa Nilai dan menganalisis metode pelaksanaan konstruksi pada proyek pembangunan jembatan konvensional berkonstruksi beton. Evaluasi yang dilakukan adalah pelaksanaan bangunan sipil pada bangunan bawah konstruksi jembatan yaitu pada struktur pondasi. Pada analisis Rekayasa Nilai terdapat

beberapa tahap melaksanakan Rekayasa Nilai yaitu dengan tahap informasi kemudian diteruskan dengan cara mengidentifikasi biaya mulai dari biaya tertinggi sampai dengan biaya terendah dan menggunakan tabel grafik hukum pareto kemudian dilanjutkan pada tahap kreatif dengan menggunakan metode cost/worth dan tahap terakhir yaitu tahap rekomendasi.

Dari hasil penerapan Rekayasa Nilai desain awal dengan harga Rp. 72.486.508.196,71 kemudian dilakukan beberapa alternatif yaitu alternatif I diperoleh harga sebesar Rp. 40.616.598.222,56 atau penghematan yang diperoleh sebesar 43.97% pada alternatif ini seluruhnya menggunakan pondasi tiang pancang beton pracetak alternatif II Rp. 41.699.143.562,9 penghematan yang diperoleh 42.47 % pada alternatif ini seluruhnya menggunakan pondasi tiang pancang bor pile dan alternatif III Rp. 41.243.208.716,9. Penghematan yang diperoleh sebesar 43.10 % pada alternatif ini sebagian menggunakan pondasi tiang pancang beton pracetak dan pada pilar 5 dan 6 menggunakan bore pile dilapisi casing baja.

Pemilihan struktur bawah jembatan dengan Rekayasa Nilai ini disarankan sebaiknya dilakukan pada mulai proyek untuk mengoptimalkan penghematan biaya proyek sehingga lebih baik sesuai dengan tujuan value engineering itu sendiri.

**Harmoko**, 2016, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan Rekayasa Nilai dan melakukan analisis teknis pada Proyek Pembangunan Jembatan Rangka Baja dengan Sistem Pelengkung. Jembatan Tebat Gheban dibangun dengan panjang 90 meter, dan lebar 9,80 meter. Analisis dilakukan pada tahap I pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan bawah jembatan khususnya pondasi abutment jembatan.

Dalam Rekayasa Nilai terdapat beberapa tahap untuk melaksanakan value engineering yaitu tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisa, tahap pengembangan, dan tahap penyajian. Hasil dari analisis diperoleh dua alternatif untuk menggantikan desain awal yaitu alternatif I seluruh pondasi abutment menggunakan tiang pancang beton pracetak prategang persegi ukuran 0,5x0,5 m dengan kedalaman tiang 12 meter, dan alternatif II seluruh pondasi abutment

menggunakan pondasi bored pile diameter 0,6 m dengan kedalaman tiang 12 meter.

Dari hasil perhitungan teknis pada pekerjaan pondasi abutment diperoleh nilai dukung ijin tiang pada alternatif I sebesar 18785,00 kN dan nilai dukung ijin tiang pada alternatif II sebesar 18431,32 kN. Biaya desain awal atau pondasi tiang pancang beton pracetak prategang diameter 0,5 m yaitu Rp. 12.759.977.233 kemudian setelah diterapkan value engineering maka diperoleh biaya alternatif I sebesar Rp. 12.751.336.461 penghematan yang diperoleh pada alternatif I sebesar Rp. 8.640.772 atau 0,1 %, dan alternatif II diperoleh biaya sebesar Rp. 12.363.063.085 penghematan yang diperoleh sebesar Rp. 396.914.148 atau 3,1 %.

**Larto**, 2016, Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu proyek bangunan harus direncanakan dengan efisien dan optimal. Dalam Manajemen Konstruksi (MK) terdapat suatu disiplin ilmu teknik sipil yang dapat digunakan untuk agar efisien dan efektif biaya. Ilmu tersebut dikenal dengan nama Value Engineering/ Rekayasa Nilai. Value Engineering (VE) adalah suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengoptimalkan biaya-biaya yang tidak perlu. VE digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik/ lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan. Dalam sebuah proyek konstruksi sering kali terjadi pembengkakan pembiayaan yang dirasakan tidak perlu atau sekiranya bisa dikurangi khususnya di proyek pembangunan pabrik farmasi kosmetik PT. Dion Putra Bintang di Klaten. Penelitian ditujukan pada apa saja item pekerjaan yang dapat dilakukan Value Engineering, bagaimana cara Memilih dan memperhitungkan jenis pondasi untuk pembangunan konstruksi gedung yang lebih tepat dan efisien dan seberapa besar efisiensi biaya yang diperoleh setelah dilakukan analisis Value Engineering. Beberapa proses yang dilakukan diantaranya tahap pengumpulan informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi. Menggunakan metode Zero one untuk mengolah data dan mendapatkan alternatif yang diinginkan. Penggunaan pondasi tiang pancang dengan penampang persegi yang berukuran 40 cm x 40 cm dengan panjang tiang 14 m sebanyak 503 buah dalam pekerjaan struktur bawah proyek pembangunan

pabrik farmasi kosmetik PT. Dion Putra Bintang setelah dilakukan penelitian diperoleh pengganti pondasi tiang pancang dengan penampang persegi ukuran 60 cm x 60 cm dan panjang 20 m sebanyak 210 buah dengan total penghematan sebesar Rp 1.148.494.432,-

**Ariadi**, 2016, Salah satu metode analisa untuk mengevaluasi perencanaan proyek konstruksi dengan tujuan menghemat anggaran biaya, optimasi kinerja dan efisiensi waktu dan tetap memperhatikan kualitas hasil pekerjaan adalah menggunakan Rekayasa Nilai (value engineering). Alasan utama metoda analisa ini adalah pendekatan evaluasi yang sistematis dan terarah pada objek yang ditinjau.

Tahap-tahap dalam Job Plan yaitu Tahap Informasi, Kreatif, Analisa dan Tahap Rekomendasi dengan menentukan kegiatan yang mempunyai biaya tertinggi, selanjutnya dianalisa untuk menentukan alternatif perbandingan pada Life Cycle Cost dengan klasifikasi fungsi dasar dan fungsinya untuk memperoleh rasio Cost/Worth. Hasil analisa rekayasa nilai menunjukkan penghematan biaya, yaitu pekerjaan pondasi terjadi penghematan sebesar Rp. 774.402.728,00, pekerjaan Pondasi Bore pile penjangkaran sebesar Rp. 361.755.249,00 dan soldier pile beton atau tiang penahan tanah penghematan sebesar Rp.412.647.249,00.

**Wicaksono dan Utomo** (2012), Katolik Widya Mandala Surabaya (UKWMS) sebagai salah satu lembaga pendidikan swasta besar di Surabaya, secara mandiri bergerak untuk mendirikan Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran yang dibangun di kawasan Pakuwon City guna menanggulangi kurangnya tenaga medis di Indonesia. Adapun proyek dengan biaya pengerjaan total sebesar Rp 71.170.000.000,00 dengan luas bangunan 37.000 m<sup>2</sup> memiliki harga per m<sup>2</sup> sebesar Rp 1,923,513.51. Dengan membandingkan pada gedung dengan fungsi sejenis yaitu gedung Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma yang bernilai Rp 12,397,551,715.00 dengan luas bangunan 6800 m<sup>2</sup> sehingga mempunyai harga per m<sup>2</sup> sebesar Rp 1,823,169.37 maka harga per m<sup>2</sup> gedung Fakultas Kedokteran Universitas Katolik Widya Mandala lebih tinggi daripada gedung Fakultas Kedokteran Universitas

Wijaya Kusuma. Dengan demikian terdapat potensi untuk dilakukan efisiensi biaya pada proyek tersebut. Metode value engineering digunakan dalam proyek ini karena merupakan metode yang mampu melakukan penghematan biaya tanpa mengurangi nilai fungsi yang ada. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap seperti tahap pengumpulan data yang kemudian dilanjutkan dengan tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa, tahap pengembangan, dan tahap pelaporan yang berisi rekomendasi-rekomendasi. Dari hasil penerapan value engineering dapat di jelaskan bahwa terdapat dua item pekerjaan berbiaya tinggi yaitu item pekerjaan enclosing walls/dinding dan item pekerjaan finish to ceiling/plafon. Adapun penghematan yang dapat dilakukan dari hasil value engineering dalam proyek ini adalah sebagai berikut: pekerjaan enclosing walls/dinding sebesar Rp 159,138,100.00 atau 1,11% dari total rencana Life Cycle Cost item pekerjaan terpilih sedangkan untuk pekerjaan plafon adalah sebesar Rp 2,104,255,876,62 atau 14,68% dari total rencana Life Cycle Cost item pekerjaan terpilih. Sehingga total penghematan yang didapat dalam proyek ini adalah sebesar Rp 2,263,393,976.87 atau 15,79% dari total rencana Life Cycle Cost item pekerjaan terpilih

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Jembatan**

Pengertian Jembatan secara umum adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus akibat beberapa kondisi seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang.

Supriyadi dan Muntohar (2007) berpendapat bahwa Jembatan merupakan komponen infrastruktur yang sangat penting karena berbagai fungsi penghubung dua tempat yang terpisah akibat beberapa kondisi, jembatan merupakan suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan yang menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya.

Agus Iqbal Manu (1995) adalah suatu konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melintasi sungai, Danau, kali, jalan raya, jalan kereta api.

Menurut Struyk dan Van Der Veen (1995) bangunan jembatan terdiri dari 6 bagian pokok antara lain :

1. Bangunan atas
2. Landasan
3. Bangunan bawah/Abutmen
4. Pondasi,
5. Oprit dan
6. Bangunan Pengaman Jembatan.

### **2.2.2 Pondasi**

Pondasi adalah struktur bawah dari suatu bangunan yang berfungsi menerima beban-beban bangunan dan meneruskan beban tersebut ketanah.

Pondasi dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam dan dalam hal ini kita akan membahas pondasi dangkal dan pondasi dalam dapat dibagi lagi menjadi pondasi tiang pancang dan pondasi sumuran.

Didalam menentukan jenis pondasi (dalam atau dangkal) perlu dilakukan pengujian tanah pada lokasi yang akan dibangun pondasi tersebut selain itu dipengaruhi oleh besaran beban akibat bangunan atas serta fungsi bangunan dalam hal ini adalah jembatan. Hasil pengujian tanah untuk ini akan dilakukan pengujian tanah seperti Standart Penetration test (SPT) dan lain sebagainya.

Dari hasil penyelidikan tanah dengan Standart Penetration test (SPT) telah direncanakan Pondasi Jembatan, dan pemilihan desain tiang pancang atau bored pile akan dipengaruhi oleh beban-beban yang ada dan Kombinasi Pembebanan yang terdiri dari Beban Struktur sendiri dan beban lalu lintas serta kondisi lingkungannya.

### 2.2.2.1 Analisis daya dukung Pondasi.

Daya dukung pondasi berdasarkan data tanah N-SPT dengan menggunakan metode Laciano DeCourt (1978).

#### a. Untuk menghitung daya dukung pondasi adalah sebagai berikut :

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \dots\dots\dots 2.1$$

dimana :

$Q_{ult}$  = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi

$Q_s$  = Daya dukung pada lekatan lateral

$Q_p$  = Daya dukung pada dasar pondasi.

#### b. Daya dukung pada lekatan lateral $Q_s$

$$Q_s = p \cdot L \cdot f_s \dots\dots\dots 2.2$$

dimana :

$f_s$  = lekatan sepanjang tiang,  $N_r/3+1$  (ton/m<sup>2</sup>)

$L$  = Panjang tiang (m)

$p$  = Keliling tiang (m)

$N_r$  = Nilai rata-rata sepanjang tiang, dengan syarat  $3 < N < 50$ , tanah lempung (clay), untuk berpasir nilai  $Q_s$  tidak diperhitungkan.

Luciano Decourt memberi batasan harga SPT tersebut berdasarkan bahwa tanah jenis :

- 1) Very soft soils ( $N=0$ ) dengan nilai lekatan lebih kecil dari 2 ton/m.
- 2) Medium dense atau stiff soils dengan nilai lebih besar dari 6 ton/m<sup>2</sup> (58,84 Pa) sangat jarang terjadi.

#### c. Daya dukung pada dasar pondasi $Q_p$ .

$$Q_p = A_p \times N \times K \dots\dots\dots 2.3$$



dimana :

$A_p$  = Luas penampang pondasi (m<sup>2</sup>)

$N$  = Nilai rata-rata SPT

$K$  = Koefisien tergantung dari

macam tanah, harga  $K$  dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Nilai Faktor Beban Dinamis (FBD)

Soil Type	$K$ (t/m <sup>2</sup> )
Clays	12
Clayey Silts*	20
Sandy Silts*	25
Sands	40

\*) Residual Soil

#### d. Daya dukun pondasi yang diijinkan ( $Q_{all}$ )

$$Q_{all} = Q_s/F_s + Q_p/F_p \dots\dots\dots 2.4$$

Luciano Decourt memberikan perumusan untuk menentukan besarnya faktor keamanan sebagai berikut :

$$F = F_p \times E_f \times F_w \dots\dots\dots 2.5$$

dimana :

$F_p$  = Faktor keamanan yang berhubungan dengan jenis tanah.

$F_p$  = 1,1 untuk lekatan dan 1,35 untuk dayadukung dasar pondasi,

$E_f$  = 1,0

$F_d$  = Koefisien keamanan yang berhubungan dengan deformasi yang berlebihan,

$F_d$  = 1 untuk lekatan

$F_d = 2$  atau 3 tergantung diameter tiang, secara umum  $F_d = 2,5$

$F_w$  = koefisien keamanan yang berhubungan dengan beban kerja, Luciano Decourt menyarankan 1,2 asal sebagian angka keamanan yang lain digunakan.

Angka keamanan untuk lekatan :

$$F_s = 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,2 \\ = 1,3$$

Angka keamanan untuk daya dukung dasar :

$$F_p = 1,35 \times 1,0 \times 2,5 \times 1,2 \\ = 4,0$$

### **2.2.2.2 Analisa beban desain dan kombinasi Pembebanan.**

Baban beban yang bekerja pada sambayat ini terdiri dari beban struktur sendiri dan beban lalu lintas.

#### **a. Beban struktur sendiri.**

Beban ini terdiri berat mati semua struktur beton dan beban mati tambahan pada struktur jembatan.

#### **b. Beban lalu lintas.**

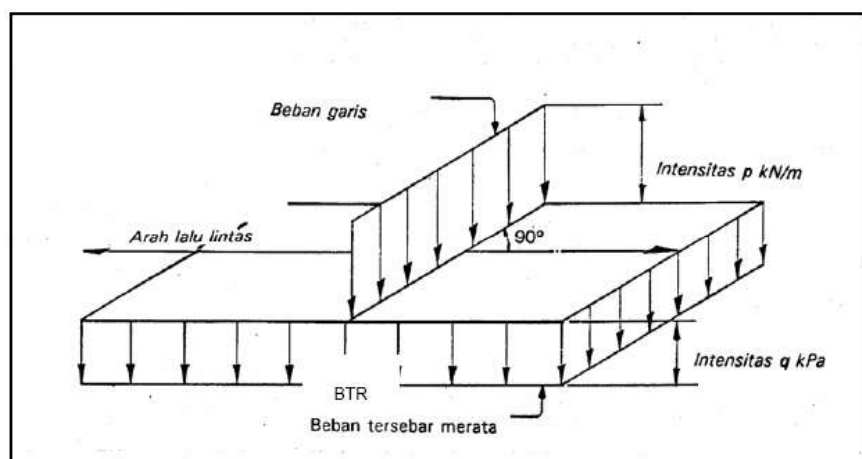
Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Beban truk "T" adalah satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap as terdiri dari dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk "T" diterapkan persatu lajur rencana. Secara umum beban "D" akan menjadi beban penentu

dalam perhitungan jembatan yang mempunyai bentang sedang sampai panjang, sedang beban truk “T” digunakan untuk bentang pendek dan rantai kendaraan.

Untuk jembatan Sembayat direncanakan memiliki 2 jalur. Masing-masing jalur memiliki 1 lajur dengan lebar 3,5 m.

### 1. Beban lajur “D”

Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) atau UDL yang digabung dengan beban garis (BGT) atau KEL yang dalam gambar 2.1 berikut :



Sumber : SNI 1725-2016

Gambar 2.1 Beban Lajur “D”

#### a. Beban terbagi rata (BTR).

Beban terbagi rata (BTR) memiliki intensitas  $q$  kPa, dimana besarnya  $q$  tergantung pada panjang total yang dibebani  $L$  sebagai berikut :

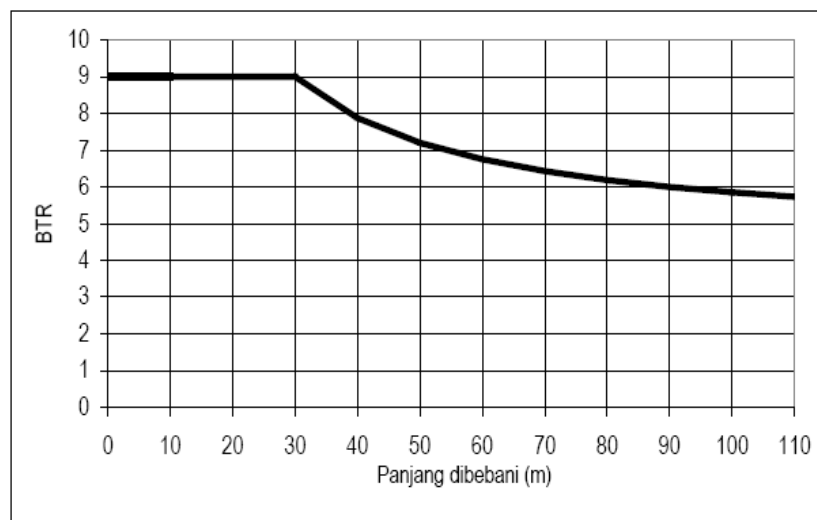
$$L < 30 \text{ m} \quad q = 9,0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} \quad q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa}$$

Dengan pengertian :

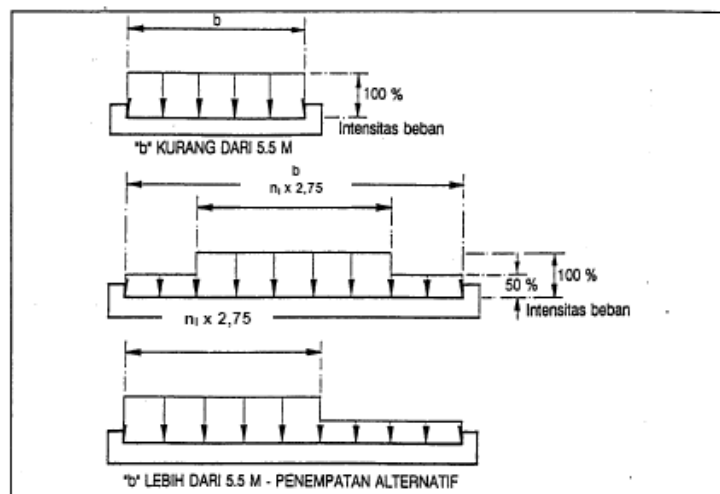
$q$  adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan  $L$  adalah panjang total jembatan yang dibebani (m) mengenai ini bisa dilihat dalam gambar 2.1.

Panjang yang dibebani  $L$  adalah panjang total BTR yang bekerja pada jembatan. BTR mungkin harus dipecah menjadi panjang-panjang tertentu untuk mendapatkan pengaruh maksimum pada jembatan menerus atau bangunan khusus. Dalam hal ini  $L$  adalah jumlah dari masing-masing panjang beban-beban yang dipecah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1



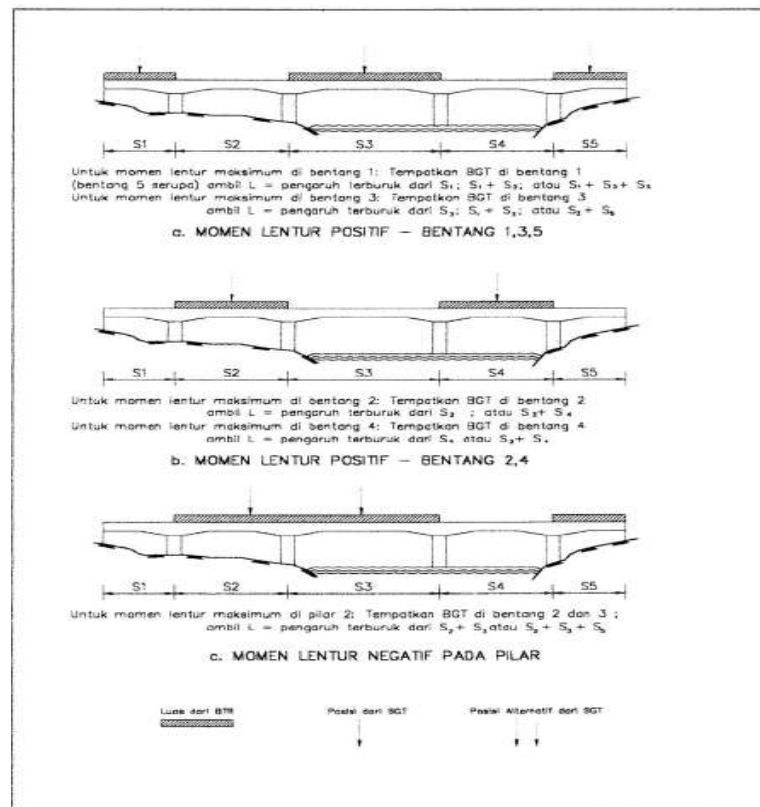
Sumber : SNI 1725-2016

Gambar 2.2 Hubungan beban terbagi rata dan panjang yang dibebani



Sumber : SNI 1725-2016

Gambar 2.3 Penyebaran beban “D” pada arah melintang.



Sumber : SNI 1725-2016

Gambar 2.4 Susunan Pembebanan “D”

### b. Beban garis terpusat (BGT).

Beban garis dengan intensitas  $p$  kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas  $p$  adalah 49,0 kN/m. Untuk mendapatkan momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang identik harus ditempatkan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3.

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban “D” pada arah melintang harus sama. Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut ;

- 1) Beban “D” harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana (nl) yang berdekatan, dengan intensitas 100 %. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar  $nl \times 2,75 \text{ kK/m}$  dan beban terpusat ekuivalen sebesar  $nl \times 2,75 \text{ p kN}$ , kedua-duanya bekerja berupa strip pada jalur sebesar  $nl \times 2,75 \text{ m}$ .
- 2) Lajur lalu lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. Beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari lajur dengan intensitas sebesar 50 %, ini bisa dilihat pada Gambar 2.5.

## 2. Faktor beban dinamis (FBD)

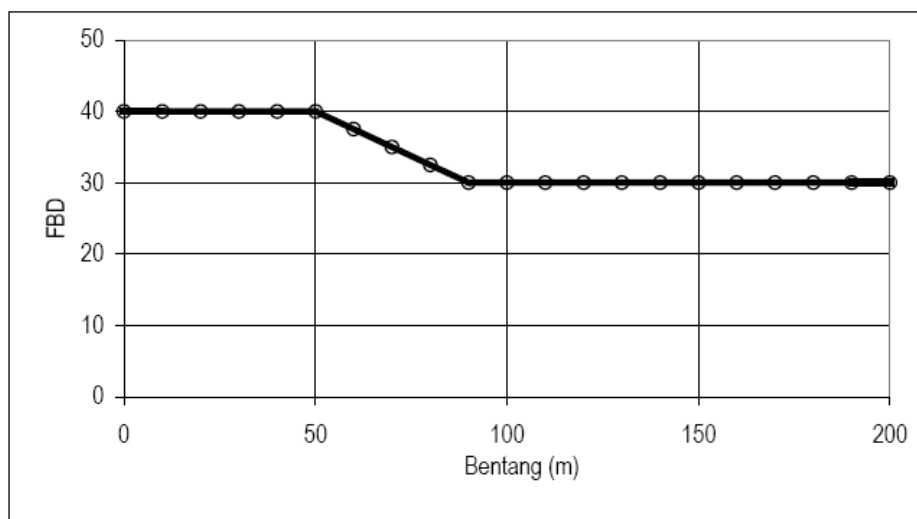
Untuk pembebanan “D” : FBD merupakan fungsi dari panjang bentang ekuivalen seperti tercantum dalam Gambar 2.5 Untuk bentang tunggal panjang bentang ekuivalen diambil sama dengan panjang sebenarnya. Untuk bentang menerus panjang bentang ekuivalen  $L_E$  diberikan dengan rumus :

$$L_E = v L_{av}/L_{max} \dots\dots\dots 2.6$$

Dengan pengertian :

$L_E$  = panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambung secara menerus.

$L_{max}$  = panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambung secara menerus.



Sumber : SNI 1725 – 2016

Gambar 2.5 Faktor beban dinamis untuk BGT pada pembebanan lajur “D”

### **2.2.3 Pengertian Rekayasa Nilai**

Soeharto, (1995) Rekayasa Nilai adalah adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengalikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis), rekayasa nilai bermaksud memberikan suatu yang optimal bagi sejumlah yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (meninggalkan yang tidak perlu).

### **2.2.4 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)**

Secara teoritis program Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) di aplikasikan pada setiap saat sepanjang waktu berlangsungnya kegiatan itu dari awal hingga selesainya pelaksanaan kegiatan bahkan sampai pada tahap penggantian. Sering kali kegiatan telah berjalan tanpa diadakan *value study*, hal terjadi sehingga penting sekali bagi konsultan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) untuk menjamin dan dapat mencapai penghematan biaya melalui usaha VE, lebih praktis apabila VE dapat di aplikasikan pada tahap perencanaan untuk tahap yang maksimal. Waktu adalah penting sekali secara umum dapat dikatakan bahwa Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) harus dimulai sejak tahap konsep dan secara terus menerus pada setiap tahap sampai selesai perencanaan.

Wilson 2005) berpendapat Rekayasa Nilai akan efektif jika diterapkan seawal mungkin pada tahap perencanaan untuk menghasilkan penghematan yang sebesar-besarnya. Sebenarnya secara teori rekayasa nilai dapat diterapkan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsung Kegiatan, tetapi jika semakin lama penerapan rekayasa nilai potensi penghematan yang akan dicapai menjadi

semakin kecil, sedang biaya untuk melakukan perubahan akibat adanya rekayasa nilai semakin besar.

#### **2.2.5. Rencana kerja Rekayasa Nilai.**

Rencana kerja value engineering merupakan suatu study yang mengidentifikasi biaya yang tidak berguna dan mencoba menghilangkan dengan menampilkan ide-ide baru yang berkaitan dengan struktur tersebut dengan fungsi yang sama.

Tahap-tahap rencana kerja rekayasa nilai (value engineering) yang digunakan untuk meliputi 4 tahapan antara lain :

1. Tahap Informasi.
2. Tahap Kreativitas,
3. Tahap Analisis
4. Tahap proposal.