

## MODELLING 2-D PONDASI JEMBATAN BERDASARKAN PEMBEBANAN DAN LETAK POSISI BATUAN 'X'

Risal Ardiansyah Putra<sup>1</sup>, Fachri Almawali A F<sup>2</sup>, Widya Utama<sup>3</sup>

Departemen Teknik Geofisika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>1</sup>risalsyahputra66@gmail.com,<sup>2</sup>fachriabilfida@gmail.com,<sup>3</sup>widya@geofisika.its.ac.id

### Abstrak

Paper ini berisi mengenai analisis pembebanan dan posisi peletakan batuan pada pondasi jembatan berdasarkan respon batuan terhadap gaya yang diuji menggunakan program "Graphic User Interface (GUI)" berbasis MATLAB. Dalam paper ini juga dijelaskan penyiapan modelling pondasi jembatan berdasarkan gaya-gaya yang diuji pada batu 'x'. Respon gaya yang dibahas adalah gaya normal, gaya lintang dan gaya momen.

Data diolah dengan software MATLAB kemudian disajikan dalam bentuk table, grafik dan modelling 2D yang menunjukkan pembebanan dan peletakan batuan yang sesuai dengan pondasi jembatan. Setelah didapatkannya data batuan 'x', maka data diolah dalam program *Graphic User Interface*, melalui program tersebut diperoleh grafik gaya momen, grafik gaya normal, grafik gaya lintang yang nantinya hasil dari grafik tersebut dapat menjadi pertimbangan untuk modelling pembebanan dan posisi peletakan batuan 'x'.

Melalui pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan gaya normal senilai nol, sedangkan gaya lintang memiliki nilai sekitar (0 sampai 8) N dan gaya momen sekitar (-60 sampai 0) N. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan bahwa batu 'x' dapat dimodelkan dengan disusun secara persegi panjang dengan titik berat yang merata di pusat. Dan digunakan perletakan dengan model jepit dikarenakan model jepit tidak memiliki nilai translasi dan rotasi sehingga batu 'x' ini sesuai menjadi pondasi jembatan.

**Kata kunci:** Gaya Normal, Gaya Lintang, Gaya Momen, GUI, Modelling

### Abstract

*This paper contains an analysis of the loading and the position of rock in the bridge foundation based on the rock's response to the force that will be tested with "Graphic User Interface (GUI)" program using MATLAB. This paper also explains the preparation of bridge foundation modeling based on the forces tested on the rock named 'x'. The response forces discussed in this paper are normal force, latitude force and moment force.*

*The data is processed using MATLAB software and then presented in the form of tables, graphs and 2D modeling that shows the loading and the position of rocks correspondence to the bridge foundation. After obtaining the rock's 'x' data, the data is then processed using Graphic User Interface program, through the program moment force graphs, normal force graphs, latitude graphs can be obtained which later these results can be considered for modeling the loading and the position of the rock's 'x'.*

*Through the data processing that has been done, zero normal force is obtained, and the latitude has a value of about (0 to 8) N and the moment force of about (-60 to 0) N. Based on these calculations it was found that the rock's 'x' can be modeled by arranging it rectangle with center of gravity evenly distributed at the center. And the model that are used is the placement pinch model because it does not have translational and rotational values so that the rock 'x' is suitable to be the bridge's foundation.*

**Keywords:** Shear forces, Bending Moment, Normal Forces, GUI, Modelling

### Pendahuluan

Dalam perencanaan pembuatan jembatan, diperlukan perhitungan yang akurat agar tidak

terjadi kesalahan pada saat tahap pembangunannya, dalam perhitungan tersebut beberapa hal yang perlu dihitung untuk pondasi

tersebut adalah, tekanan tanah, beban mati, beban hidup serta gaya-gaya lain yang disusun secara terstruktur mengikuti proses perhitungan sesuai dengan pedoman yang digunakan. Bagian paling bawah dari suatu konstruksi bangunan adalah pondasi. Sehingga perhitungan dalam pembuatan pondasi jembatan sangat penting untuk menentukan model pondasi jembatan. Sehingga pada paper ini akan dibahas pengaruh pembebanan dan posisi peletakan batuan dan hasil perhitungan nantinya akan digunakan sebagai masukan dalam penyiapan gambar rencana, yang merupakan salah satu komponen dari produk perencanaan teknis jembatan

### **Beban Mati**

Beban mati merupakan berat individual seluruh bangunan, baik struktur maupun non struktur yang bekerja pada bangunan atau pondasi ini. Beban mati sangat tergantung dari dimensi serta berat jenis struktur yang digunakan dalam pembuatan jembatan. Melihat dari SNI 1727:2013 Beban mati merujuk pada seluruh beban konstruksi bangunan gedung yang terpasang, baik itu bagian lantai, hingga bagian atap. (Fahmi, 2013)

### **Beban Hidup**

Beban hidup merujuk pada berat diluar beban mati (berat tambahan) yang bekerja pada suatu waktu tertentu, yang mengartikan beban tersebut dapat berkerja secara terus menerus dan sementara. Peraturan Pembebanan Indonesia dapat dijadikan referensi untuk melihat besarnya beban hidup oleh peruntukan bangunan, dengan harga minimum. (Fahmi, 2013)

### **Tumpuan Jepit**

Semua bangunan (konstruksi) terletak diatas tumpuan/perletakan. Fungsi tumpuan sendiri adalah untuk menyalurkan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi baik gaya luar maupun berat konstruksi itu sendiri ke bagian bawah. Hal tersebut menyebabkan adanya reaksi-reaksi yang mengimbangi gaya-gaya luar dan berat konstruksi. Tumpuan tadi dapat menahan gaya dalam arah vertikal ( $R_v$ ), arah horizontal ( $R_h$ ), serta gaya momen ( $M_x$ ). Tumpuan jepit yang tidak mengalami rotasi dan translasi disebut tumpuan kaku (rigid). Sehingga tumpuan jepit tersebut juga dapat menahan gaya ke segala arah dan dapat menahan gaya momen. Hal tersebut berarti tumpuan jepit mempunyai tiga reaksi yaitu reaksi vertikal  $R_v$ , reaksi horisontal  $R_h$  dan reaksi momen  $R_m$ . (Soemono, 1985)

### **Gaya Lintang**

*shear forces diagram* (Gaya lintang) adalah gaya yang disusun tegak lurus dengan sumbu batang. Sebelum melakukan perhitungan, nilai negatif dan positif perlu kesepatakan terlebih dahulu, pada paper ini Gaya lintang (SFD) positif bila perputaran gaya yang bekerja searah dengan jarum jam, dan tegak lurus dengan sumbu batang yang menerima gaya lintang. Sebaliknya, bila perputaran gayanya berlawanan arah dengan jarum jam, maka SFD negatif dan sejajar dengan sumbu batang,. (Ma'arif, 2012)

### **Gaya Lintang**

*shear forces diagram* (Gaya lintang) adalah gaya yang disusun tegak lurus dengan sumbu batang. Sebelum melakukan perhitungan, nilai negatif dan positif perlu kesepatakan terlebih dahulu, pada paper ini Gaya lintang (SFD) positif bila perputaran gaya yang bekerja searah dengan jarum jam, dan tegak lurus dengan sumbu batang yang menerima gaya lintang. Sebaliknya, bila perputaran gayanya berlawanan arah dengan jarum jam, maka SFD negatif dan sejajar dengan sumbu batang,. (Ma'arif, 2012)

### **Momen**

Momen (dalam hal ini BMD) adalah hasil kali antara gaya dengan jarak (jarak garis lurus terhadap garis kerjanya). Bidang momen memiliki tanda positif jika yang mengalami tarikan adalah bagian bawah. Pada paper ini Bidang momen bernilai positif bila diarsir tegak lurus sumbu batang yang mengalami momen. Tetapi, bila yang mengalami tarikan pada bagian atas atau diluar bidang momen, maka tandanya negatif. Bidang momen negatif diarsir sejajar dengan sumbu batang. Perjanjian penggunaan tanda perlu diperhatikan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahpahaman. (Ma'arif, 2012)

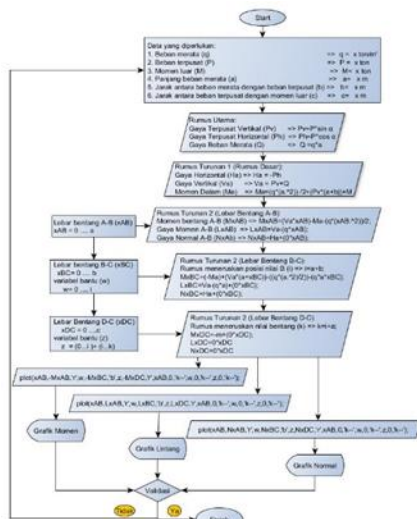
### **Pondasi Jembatan**

Pondasi sering disebut sebagai bagian bawah dari suatu konstruksi bangunan. Pondasi pada paper ini merujuk pada pondasi dengan fungsi untuk meneruskan beban dari konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi dengan tidak melampaui kekuatan tanah dibawah pondasi. Apabila besar kekuatan tanah dilampaui oleh beban, maka akan terjadi keruntuhan, kedua hal tersebut akan menyebabkan merusakkan pada konstruksi yang berada di atas pondasi. (Depatemen, 2007)

# Modelling 2-D Pondasi Jembatan Berdasarkan Pembebanan dan Letak Posisi Batuan 'x'

## Bagan Alir

Setelah didapatkannya data beban merata, beban terpusat, gaya normal, gaya lintang, gaya momen, ukuran batuan x, maka dibuatlah script MATLAB untuk pengolahan data mentah tersebut, hal pertama yang dilakukan dalam pembuatan script adalah memprogram input rumus perhitungan pada setiap data yang ada, hasil perhitungan tersebut nantinya akan diplot sehingga didapatkan grafik gaya momen, grafik gaya normal, grafik gaya lintang yang nantinya hasil dari grafik tersebut dapat menjadi pertimbangan untuk menggunakan batuan x untuk digunakan dalam permodelan pondai jembatan. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir modelling

Berdasarkan percobaan ini maka diperoleh beberapa data gaya lintang, gaya momen dan gaya normal sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Pembentangan M, L dan N

<b>A-B</b> $(0 \leq x \leq 2)$	$Mx = 8x$ <b>- 60</b>	$Lx = 8$	$Nx = 0$
<b>0</b>	$M_0 = -60$	$L_0 = 8$	$N_0 = 0$
<b>1</b>	$M_1 = -56$	$L_1 = 8$	$N_1 = 0$
<b>2</b>	$M_2 = -44$	$L_2 = 8$	$N_2 = 0$
<b>B-C</b> $(0 \leq x \leq 3)$	$Mx = 8x$ <b>- 40</b>	$Lx = 8$	$Nx = 0$
<b>0</b>	$M_0 = -40$	$L_0 = 8$	$N_0 = 0$
<b>1</b>	$M_1 = -32$	$L_1 = 8$	$N_1 = 0$
<b>2</b>	$M_2 = -24$	$L_2 = 8$	$N_2 = 0$
<b>3</b>	$M_3 = -16$	$L_3 = 8$	$N_3 = 0$
<b>C-D</b> $(0 \leq x \leq 4)$	$Mx = -x^2$ <b>+ 8x - 16</b>	$Lx = 8 - 2x$	$Nx = 0$
<b>0</b>	$M_0 = -16$	$L_0 = 8$	$N_0 = 0$
<b>1</b>	$M_1 = -9$	$L_1 = 6$	$N_1 = 0$

<b>2</b>	$M_2 = -4$	$L_2 = 4$	$N_2 = 0$
<b>3</b>	$M_3 = -1$	$L_3 = 2$	$N_3 = 0$
<b>4</b>	$M_4 = 0$	$L_4 = 0$	$N_4 = 0$

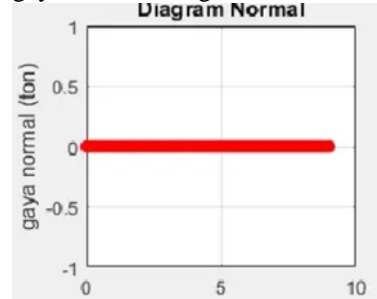
Keterangan :

M = gaya momen

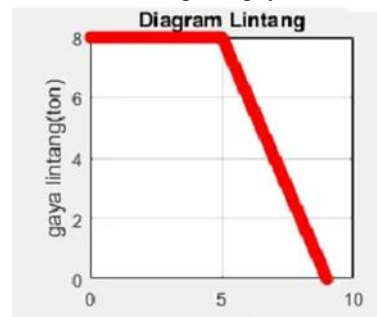
L = gaya lintang

N = gaya normal

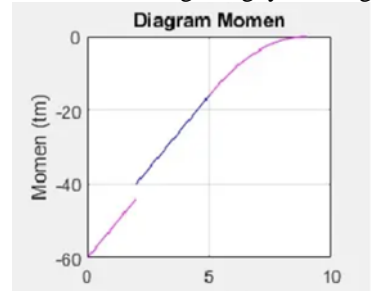
Berdasarkan percobaan ini maka diperoleh hasil data dari gaya lintang, gaya momen dan gaya normal sebagai berikut :



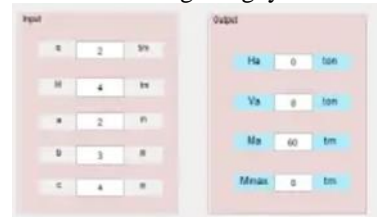
Gambar 2. Diagram gaya normal



Gambar 3. Diagram gaya lintang

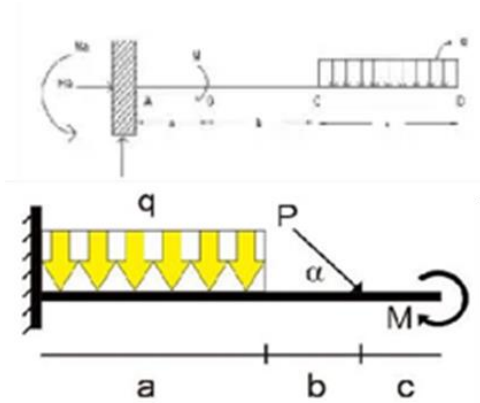


Gambar 4. Diagram gaya momen



Gambar 5. Perhitungan Modelling berbasis MATLAB

## Modelling 2-D Pondasi Jembatan Berdasarkan Pembebanan dan Letak Posisi Batuan 'x'

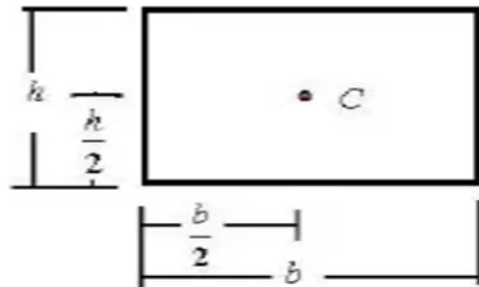


**Gambar 6.** Pemodelan 2D dengan MATLAB

Berdasarkan data dan hasil modelling dengan menggunakan software MATLAB, dapat diketahui pembebanan dan posisi susunan batuan yang sesuai dengan pondasi jembatan berdasarkan data batu 'x'. Berdasarkan pada perhitungan, gaya normal didapatkan nilai nol, sedangkan gaya lintang memiliki nilai sekitar (0 sampai 8) N dan gaya momen sekitar (-60 sampai 0) N. Berdasarkan gambar 2 gaya normal menunjukkan nilai konstan sehingga kecepatan pada batu 'x' bernilai nol ( $\Delta V=0$ ). Sedangkan pada gambar 3 gaya lintang mengalami penurunan nilai pada waktu ke 5 hingga waktu ke 10 dan pada gambar 4 gaya momen bernilai negative hingga bernilai nol pada saat waktu ( $t = 0$ ) sampai ( $t = 10$ ), sehingga memiliki nilai percepatan nol ( $\Delta \alpha=0$ ). Sehingga berdasarkan data batu 'x' tersebut, batu tersebut tidak memiliki nilai translasi dan rotasi, yang mengakibatkan batu 'x' ini sesuai jika dilakukan perletakan dengan model perletakan jepit karena perletakan ini memiliki 3 gaya reaksi, gaya reaksi dalam arah horizontal, gaya reaksi dalam arah vertikal, dan gaya momen, sehingga perletakan ini dapat menahan gerak translasi dalam segala arah dan rotasi sehingga sesuai menjadi pondasi jembatan (Hady, 2013)

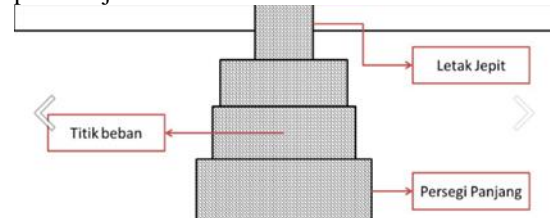
Selain mengetahui posisi perletakan batuan dalam pondasi jembatan juga perlu diketahui model pembebanan batuan tersebut. Untuk mengetahui distribusi pembebanan harus mengetahui luasan beban merata pada tiap titik berat susunan batuan jika disusun berbentuk persegi, segitiga maupun bentuk lainnya. Dan berdasarkan **Gambar 6** menunjukkan bahwa batu 'x' ini sesuai dengan bentuk persegi panjang untuk pembebanan. Dan dalam pembebanan sendiri harus memiliki ukuran yang sesuai. Berdasarkan **Gambar 6**, dikarenakan modellingnya berbentuk persegi panjang maka

titik berat pada batuan tersebut terdapat pada titik saat di setengah dari lebar dan setengah panjang seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Titik berat pada ukuran

Batuan berbentuk persegi panjang Sehingga berdasarkan hal-hal tersebut, batu 'x' ini sesuai menjadi pondasi jembatan jika batu diletakan dengan modelling jepit dan disusun secara persegi panjang. Dan berdasarkan analisis dapat diketahui model jembatan yang dapat dibuat dengan batu 'x' tersebut pada gambar 8 yang dapat digunakan dalam rencana pembuatan pondasi jembatan.



**Gambar 8.** Penyiapan gambar rencana pondasi jembatan

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada kajian penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Batu 'x' dapat dimodelkan dengan disusun secara persegi panjang dengan titik berat yang merata di pusat.
2. Model perletakan yang digunakan adalah model jepit dikarenakan model jepit tidak memiliki nilai translasi dan rotasi sehingga batu 'x' ini sesuai menjadi pondasi jembatan.

### Saran

Berdasarkan dari kesimpulan kajian penelitian ini, maka dapat diberikan saran :

1. Untuk meningkatkan keakuratan dari hasil modelling pondasi jembatan sebaiknya dilakukan dalam 3-D.
2. Batuan yang digunakan dalam penelitian tidak hanya satu jenis saja agar hasilnya dapat dibandingkan.

**Daftar Rujukan**

- Depatemen, P. U. (2007). *Pelatihan Ahli Perencanaan Teknis Jembatan (Bridge Design Engineer)*. Jakarta: Pusat Pembinaan Kompetisi dan Pelatihan Konstruksi.
- Fahmi, A. (2013). *Perencanaan Struktur Bangunan Sipil*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Hady. (2013). *GUI Matlab Untuk Membuat Grafik Fungsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ma'arif, F. (2012). *e-Learning MEKANIKA TEKNIK 01*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soemono, I. (1985). *Statistika I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.