MENENTUKAN EFFISIENSI PENGGUNAAN BAHAN PLAT BAJA / BETON PADA PEMBUATAN TANDON (*STORAGE*) BERUKURAN BESAR

Hazioedy
Fakultas MIPA Universitas Pesantren Tinggi Darul 'Ulum
hazioedy@gmail.com

Abstrak

Masalah effisiensi menjadi bagian penting dalam perencanaan konstruksi khususnya dalam penggunaan bahan. Penggunaan effisiensi tidak terlepas dari masalah Kalkulus khususnya yang terkait dengan penerapan maksimum dan minimum dalam Teorema Derivatif. Lebih jauh lagi penting untuk diketahui bagaimana penerapan maksimum dan minimum dalam bidang konstruksi, ekonomi atau produksi, agar bisa mendapatkan nilai yang paling effisien dan optimal. Seperti halnya pembuatan tandon (Storage) yang berbentuk silinder dengan bagian atasnya (tutup) berbentuk setengah bola, kita bisa mendapatkan nilai yang paling ekonomi, apabila

$$R = \left(\frac{3}{5\pi}v\right)^{1/3}$$

Dimana :
R : Jari-jari
v : Volume bola
Dengan ukuran ini dan apabila silinder dbuat dari plat baja, maka pemakaian plat baja adalah paling sedikit (effisien).
Demikian pula untuk pembuatan tandon bentuk balok dengan volume misalnya v, dengan lebar alas sama dengan a dan panjang alas sama dengan ka, maka ukuran yang paling ekonomi adalah apabila:

$$a = \left(\frac{vk+v}{2k^2}\right)^{1/3}, \; k = \textit{kelipatan dari } a$$

***Kata Kunci** :* Effisiensi, Tandon, Silinder, Balok.

Abstract

Problems efficiency becomes an important part in the planning of construction especially in the use of materials. The use of efficiency can not be separated from Calculus problems especially related to the application of the maximum and minimum in Theorem Derivatives. Furthermore it is important to know how the application of the maximum and minimum in the field of construction, economy or production, in order to get the most value efficient and optimal. As well as the manufacture of tank (Storage) are cylindrical in shape with the top (lid) hemispherical shape, we can get the most economic value if:

$$R = \left(\frac{3}{5\pi}v\right)^{1/3}$$

where:
R: radius:

V: Volume ball
With this size and if the cylinder is made of steel plate, then use steel plate is at least (efficiently).
Similarly, for the manufacture of tank shapes such as beams with volume v, with a base width equal to a and a base length equal to ka, the size of the economy if:

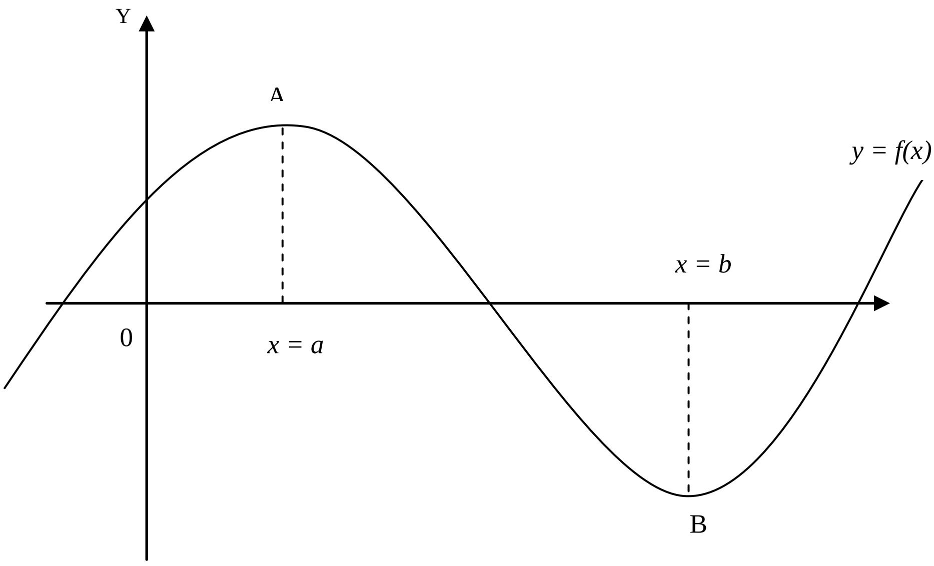
$$a = \left(\frac{vk + v}{2k^2}\right)^{1/3}, \text{ } k = \textit{multiples a}$$

Keywords: *Efficiency, Tandon, Cylinders, Beams.*

1. Pendahuluan

Pada perhitungan effisiensi, faktor-faktor yang langsung berhubungan dengan biaya menjadi perhatian utama, misalnya luas dan volume.

Secara teoritis apabila diketahui $y = f(x)$ yang *differensiable*, maka dapat dicari turunan dari $f(x)$ yang dinyatakan dengan $f'(x)$. Misalkan kurva $f(x)$ dapat digambarkan sebagai berikut :



Pada kurva terlihat adanya titik maksimum pada A dan titik mínimum pada B. Atau titik maksimum terjadi pada x = a dan titik mínimum terjadi pada x = b. Pada interval x < a, nilai $f'(x)$ adalah positif atau $f'(x) > 0$ dan pada a < x < b nilai $f'(x)$ adalah negatif atau $f'(x) < 0$.

Selajutnya pada x > b, nilai $f'(x) > 0$. Secara grafik untuk x < a kurva $f(x)$ naik, a < x < b kurva $f'(x)$ turun dan x > b kurva $f(x)$ naik. Nilai-nilai x = a dan x = b biasa disebut nilai-nilai lritis dari $f(x)$ yang diperoleh dari $f'(x)$ = 0. Bila nilai – nilai kritis diplot dalam garis bilangan :

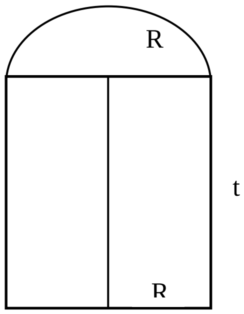
$f'(x) > 0$ Max $f'(x) < 0$ Max $f'(x) > 0$

x = a x = b

Pada dua interval yang berurutan, jika tanda $f'(x)$ berubah dari positif ke negatif, maka pada nilai kritis itu akan terjadi maksimum. Dan jika tanda $f'(x)$ berubah dari negatif ke positif, maka tanda nilai kritis itu akan terjadi mínimum. Pada perhitungan effisiensi, kita akan mencari nilai – nilai kritis untuk mendapatkan nilai maksimum atau mínimum suatu fungsi.

2. Pembahasan

2.1 Pembuatan Tandon Bentuk Silinder



Misal Volume tandon adalah v. Bagian bawah tandon berbentuk silinder dengan jari-jari R dan tinggi t. Sedangkan bagian atas tandon (tutup) berbentuk setengah bola dengan jari-jari R (jari-jari bola sama dengan jari-jari silinder).

$$v \text{ tandon} = \pi R^2 t + \frac{2}{3}\pi R^3 \qquad (1)$$

Sehingga $t = \dfrac{v - \frac{2}{3}\pi R^3}{\pi R^2} = \dfrac{v}{\pi R^2} - \dfrac{2}{3}R$

Luas permukaan tandon = L

$$L = \pi R^2 + 2\pi R t + 2\pi R^2$$

$$= 3\pi R^2 + 2\pi R\left(\frac{v}{\pi R^2} - \frac{2}{3}R\right)$$

$$= \frac{5}{3}\pi R^2 + \frac{2v}{R}$$

$L = f(R)$

$$\frac{dL}{dR} = \frac{10}{3}\pi R^2 + \frac{2v}{R^2}$$

Untuk mendapatkan nilai kritis, $\dfrac{dL}{dR} = 0$

$$\frac{10}{3}\pi \; R^2 + \frac{2v}{R^2} = 0$$

$$R^3 = \frac{3v}{5\pi}$$

Sehingga didapatkan R = $\left(\frac{3v}{5\pi}\right)^{1/3}$

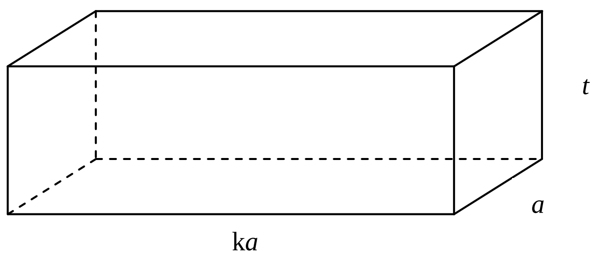
Bila nilai R ini diplot dalam garis bilangan

$$\frac{dL}{dR} < 0 \qquad \text{min} \qquad \frac{dL}{dR} > 0$$

$$\text{R} = \left(\frac{3v}{5\pi}\right)^{1/3}$$

Dengan nilai R ini, maka apabila tandon dibuat dari plat baja atau beton, biaya pembuatannya akan paling murah.

2.2 Pembuatan Tandon Berbentuk Balok



Misalkan kapasitas balok (tandon) adalah v, lebar alas balok adalah a dan panjang alas balok adalah ka , dimana k adalah kelipatan dari a .

Volume Balok = v

$$v = k \; a^2 \; t$$

Sehingga didapatkan

$$t = \frac{v}{k \; a^2}$$

Luas permukaan balok, termasuk alas balok adalah :

$$L = 2 \; k \; a^2 + 2 \; k \; a \; t + 2 \; a \; t$$

$$= 2 \; k \; a^2 + \left(2 \; k \; a + 2 \; a\right) \; t$$

$$= 2 \; k \; a^2 + \left(2 \; k \; a + 2 \; a\right) \left(\frac{v}{ka^2}\right)$$

$$L = 2 \; k \; a^2 + \frac{2v}{a} + \frac{2v}{ka}$$

L = $f\left(a\right)$

$$\frac{dL}{dR} = 4\ k\ a - \left(2v + \frac{2v}{k}\right)\ \frac{1}{a^2}$$

Untuk mendapatkan nilai kritis, $\frac{dL}{dR} = 0$

$$4\ k\ a - \left(2v + \frac{2v}{k}\right)\ \frac{1}{a^2} = 0$$

$$a^3 = \frac{v\ k + v}{2\ k^2}$$

$$a = \left(\frac{v\ k + v}{2\ k^2}\right)^{1/3}$$

Bila diplot dalam garis bilangan :

$dL/dR < 0$ min $dL/dR < 0$

$$a = \left(\frac{v\ k + v}{2\ k^2}\right)^{1/3}$$

Dengan mengambil nilai a ini, maka pembuatan tandon (balok) akan paling effisien dan biayanya paling murah.

3. Kesimpulan

Dari contoh perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan yang paling effisien adalah sebagai berikut :

1. Untuk tandon berbentuk silinder, jari – jari silinder harus = $\left(\frac{3v}{5\pi}\right)^{1/3}$ atau

   R = 0.577 $v^{1/3}$
2. Sedangkan untuk tandon yang berbentuk balok, lebar alasnya harus diambil :

   $$\left(\frac{v\ k + v}{2\ k^2}\right)^{1/3}$$

Jika ingin membandingkan tandon berbentuk silinder dengan tandon berbentuk balok, manakah yang lebih effisien pada kapasitas yang sama, maka carilah luas permukaan masing – masing tandon, kemudian bandingkan luas permukaan yang lebih kecil aadalah effisien karena penggunaan bahan lebih sedikit.

Daftar Pustaka

Edwin J. Purcell. *Calculus with Analytic Geometry 3rd Edition*. University of Arizona

Frank Ayres, IR. PhD. *Theory and Problems of Differencial and Digital Calculus, 2nd Edition*. Departemen Matematika Dichivision College University of Lecester.

KA Stroud. *Engineering Mathematics, 3rd Edition*. Manchester Polythechnic Coventory

Murray R, Spiegel PhD. (1983). *Advanced Mathematics for Engineers and Scientists, 3rd Edition*. McGraw Hill International Book Company. New York