

EVALUASI BEBAN LAYAN JALAN BETON X KABUPATEN ASMAT

Budi Doloksaribu

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus

Email : budi@unmus.ac.id

Abstrak

Kontur tanah di wilayah Kabupaten Asmat adalah daerah datar dan berawa dengan jenis tanah yang berlumpur sehingga pembangunan jalan - jalan dilakukan dengan menyerupai model dermaga. Ketersediaan material bahan bangunan juga, terutama bahan pembuat beton bertulang, harus didatangkan dari luar pulau sehingga biaya pembangunan cukup mahal. Selama ini pembangunan jalan dilakukan dengan menggunakan material kayu namun dengan semakin sulitnya mendapatkan kayu dengan kualitas yang baik dan umur bangunan yang relatif lebih pendek dibandingkan dengan menggunakan material beton maka belakangan ini pembangunan jalan mulai ditingkatkan dengan menggunakan material beton. Pembangunan jalan dengan menggunakan material beton yang sudah dilakukan perlu dilakukan evaluasi terhadap beban layan berdasarkan analisis perhitungan yang dilakukan terhadap pelat dan balok dengan menggunakan SNI 03 2847 – 2002 sehingga diperoleh beban hidup yang diizinkan. Besar beban hidup yang diijinkan berdasarkan analisis adalah sebesar 225 kg/m².

Kata kunci : Evaluasi, beban layan, jalan beton

PENDAHULUAN

Salah satu faktor penunjang perkembangan suatu daerah adalah dengan tersedianya sarana dan prasarana transportasi. Ketersediaan sarana transportasi akan memudahkan arus mobilisasi barang dan atau manusia dari suatu tempat ke tempat lainnya. Jalan merupakan sarana penghubung arus transportasi darat yang lebih mudah untuk dilakukan dibandingkan dengan transportasi laut dan udara namun kondisi tanah setempat akan menentukan perkembangan pembangunan jalan setiap daerah. Pembangunan jalan dipengaruhi oleh kontur tanah yang ada. Untuk kontur tanah yang memungkinkan, jalan dapat dibangun di atas permukaan tanahnya namun untuk yang kurang memungkinkan dapat dibangun jembatan untuk menghubungkan antara dua titik lokasi supaya fungsi mobilisasi dapat dilakukan.

Kabupaten Asmat dibentuk pada tahun 2002 melalui Undang-undang No. 26 Tahun 2002. Kontur tanah Kabupaten Asmat merupakan daerah datar dan berawa sehingga permukaan tanahnya sering tergenangi air. Pengaruh pasang-surut air laut juga masih sering menyebabkan lokasi asmat tergenang sehingga jalan – jalan yang ada harus dibangun dengan menggunakan jembatan kayu (Gambar 1).



Gambar 1. Jalan kayu di Kab. Asmat
Akhir-akhir ini jalan kayu

sudah mulai diganti dengan jalan beton (Gambar 2). Beberapa faktor penyebabnya adalah: (1) umur jalan dengan menggunakan material kayu cukup pendek, (2) material kayu dengan kualitas yang baik semakin sulit untuk diperoleh, (3) pada saat hujan, jalan kayu sangat licin sehingga cukup berbahaya pada pengguna jalan terutama yang menggunakan kendaraan, dan (4) jalan kayu sangat mudah terbakar. Selain itu, curah hujan yang cukup tinggi di Kabupaten Asmat mengakibatnya kayu yang digunakan untuk jalan menjadi mudah rusak/busuk. Penggantian material pembangunan jalan ini berdampak pada tingginya biaya yang akan digunakan untuk pembangunan.



Gambar 2. Jalan beton di Kab. Asmat

Pembangunan jalan dengan material beton membutuhkan biaya yang cukup besar karena ketersediaan material penyusun beton juga harus didatangkan dari luar daerah namun untuk jangka panjang, umur jalan menjadi cukup lama. Penggunaan material ini harus dibarengi dengan analisis perhitungan pembebanan dalam menentukan dimensi sesuai dengan mutu bahan yang digunakan. Evaluasi terhadap bangunan dapat dilakukan pasca pembangunan dan dalam hal ini evaluasi dilakukan pada beban mati dan beban hidup yang bekerja pada pelat lantai dan balok beton bangunan jalan yang ada.

Sesuai dengan dimensi elemen dan mutu bahan yang digunakan pada struktur

maka perlu dilakukan evaluasi terhadap beban layan sehingga pembatasan beban yang diijinkan melintasi jalan tersebut dapat dilakukan dengan melakukan analisis beban layan tersebut. Berdasarkan analisis yang akan dilakukan dapat diketahui berapa besarnya beban layan yang mampu dipikul oleh konstruksi jalan beton yang ada.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya beban layan yang dapat dipikul oleh jalan beton yang ada. Analisis pembebanan dilakukan pada elemen struktur pelat dan balok beton dengan data struktur yang diperoleh secara sekunder.

METODE PENELITIAN

Beton

Beton merupakan bahan konstruksi bangunan yang diperoleh dengan mencampurkan air, semen, agregat dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah. Kualitas beton akan dipengaruhi oleh mutu bahan, proporsi campuran dan metode pencampurannya, perawatan beton dan keadaan pada saat dilakukan percobaan.

Beton memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan material bahan bangunan lainnya. Diantaranya adalah harganya relatif murah karena umumnya menggunakan bahan dasar yang berasal dari bahan lokal kecuali semen portland dan memiliki kekuatan tekan yang cukup tinggi namun kekurangannya adalah memiliki kekuatan tarik yang rendah dan menyusut pada saat kering serta mengembang pada saat basah.

Tulangan

Tulangan merupakan bahan yang terbuat dari baja dan sesuai dengan SNI 2847:2013, tulangan yang digunakan dalam sebuah konstruksi harus tulangan ulir dan tulangan

polos dapat digunakan untuk tulangan spiral atau baja prategang. Tulangan digunakan untuk menahan tarik pada sebuah konstruksi beton bertulang karena beton kuat terhadap tekan sementara sangat lemah terhadap tarik sehingga untuk menahan tarik yang terjadi pada sebuah elemen konstruksi beton digunakan tulangan. Persyaratan tentang tulangan harus memenuhi SNI 07-2052-2002 tentang baja tulangan beton.

Pelat

Pelat merupakan elemen struktur yang tipis yang umumnya digunakan untuk memikul beban gravitasi sehingga diperhitungkan terhadap beban lentur. Sistem penulangan pelat dibagi atas pelat satu arah dan pelat dua arah. Ada beberapa pertimbangan dalam penulangan pelat, yaitu:

1. Pada perhitungan, lebar pelat (b) diambil 1 meter (1.000 mm)
2. Panjang pelat () diambil sebesar:
 - a). $= n + h$ dan $as-as$: pada pelat yang tidak meyatu dengan struktur pendudung
 - b). $= n$ untuk $n \leq 3,0$ atau $= n + 2.50$ mm untuk $n > 3,0$: pada pelat yang meyatu dengan pendudung
3. Tebal minimum pelat (h_{min}) diambil sebesar:
 - a). h_{min} pada pelat satu arah diambil sesuai dengan tabel 1
 - b). h_{min} pada pelat dua arah diambil dengan bergantung pada m (rata-rata), dengan:

$$= \frac{E_{cp} I_p}{E_{cp} I_p}$$

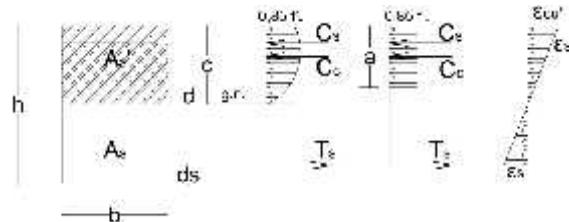
- 1). Jika $m < 0,2$ maka $h = 120$ mm
- 2). Jika $0,2 \leq m \leq 2$ maka $h = \frac{\lambda_1 (0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$ dan 120 mm
- 3). Jika $m > 2$ maka $h = \frac{\lambda_1 (0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9\beta}$ dan 90 mm

Tabel 1. Tinggi minimum (h_{min}) pelat satu arah

	Dua tumpuan	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
h_{min}	L/16	L/18,5	L/21	L/8

Balok

Balok merupakan elemen struktur bangunan yang diletakkan secara horizontal dalam memikul beban. Beban yang bekerja pada balok biasanya beban lentur, beban geser maupun beban torsi sehingga diperlukan tulangan untuk memikul beban-beban tersebut. Distribusi tegangan dan regangan pada balok dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Distribusi tegangan dan regangan pada balok

Tegangan tarik yang terjadi pada balok akan dipikul oleh tulangan karena tegangan tarik beton sangat kecil, sekitar 10% dari tegangan tekannya sehingga tarik beton diabaikan. Perhitungan tegangan pada balok dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$C_s = A_s' \cdot f_y'$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

Untuk persyaratan keseimbangan, $C_c + C_s = T_s$, sehingga:

$$0,85f'_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y' = A_s \cdot f_y$$

Jika tulangan tekan sudah leleh, maka $f_y = f_y'$ sehingga

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Momen nominal balok dapat dihitung dengan:

$$M_{nc} = 0,85 f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2)$$

$$M_{ns} = A_s' \cdot f_y' \cdot (d - d_s')$$

$$M_n = M_{nc} + M_{ns}$$

Dengan:

C_c = gaya tekan pada beton, kN

T_s = gaya tarik pada tulangan, kN

f'_c = kekuatan tekan beton, MPa

a = ketinggian blok tegangan tekan persegi ekivalen, mm

b = lebar balok, mm

f_y = tegangan leleh tulangan baja, MPa

$A_{s'}$ = luas tulangan tarik, mm^2

A_s = luas tulangan tekan, mm^2

M_n = momen nominal aktual, kNm

M_{nc} = momen nominal yang dihasilkan oleh gaya tekan beton, kNm

M_{ns} = momen nominal yang dihasilkan oleh tulangan baja, kNm

Geser yang terjadi pada balok akan dipikul oleh bentuk dan kekerasan agregat dan tulangan geser/sengkang. Perhitungan tulangan geser dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_s = (V_u - V_c) / \text{ dan } V_s \text{ harus}$$

$$\frac{2}{3} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot c$$

Luas tulangan geser diambil nilai yang terbesar dari :

$$1. A_{v,u} = \frac{V_s \cdot S}{f_y \cdot d}$$

$$2. A_{v,u} = \frac{b \cdot S}{S \cdot f_y}$$

$$3. A_{v,u} = \frac{75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot S}{1200 \cdot f_y}$$

Dengan :

V_c = kuat geser yang ditahan oleh beton, kN

V_s = kuat geser yang ditahan oleh baja, kN

V_n = kuat geser nominal, kN

S = panjang balok (= 1000 mm)

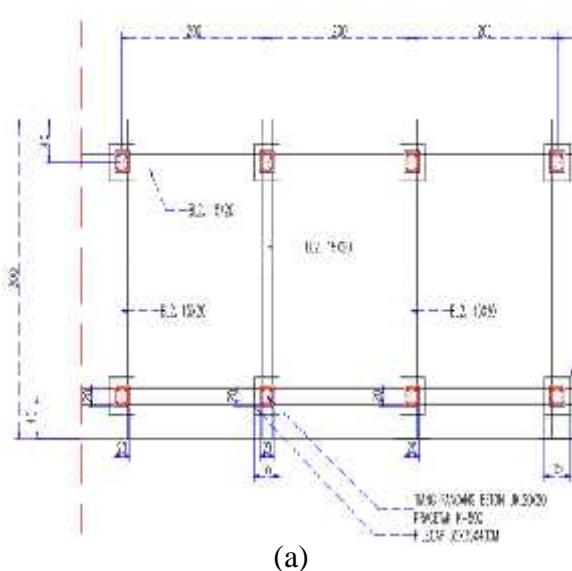
A_{vu} = luas tulangan geser, mm^2

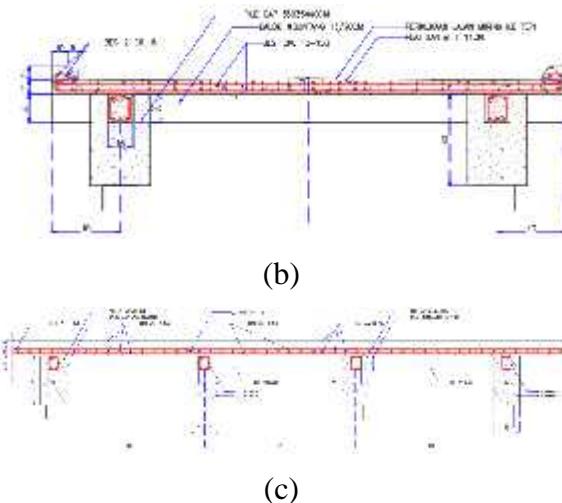
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan mengumpulkan berbagai teori dan pembahasan dengan buku peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan jurnal yang berkaitan dengan bangunan beton bertulang dan evaluasi pembebanan. Evaluasi pembebanan dilakukan dengan menggunakan SNI 03-2847-2002. Dimensi struktur dan penggunaan tulangan dievaluasi sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan.

Dimensi bangunan dan mutu bahan yang digunakan

Gambar jalan beton yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4 dengan menggunakan tulangan diameter 10 mm dan 8 mm dengan mutu beton K-225 atau setara dengan kuat tekan beton (f'_c) = 18,675 Mpa baik untuk pelat maupun untuk balok



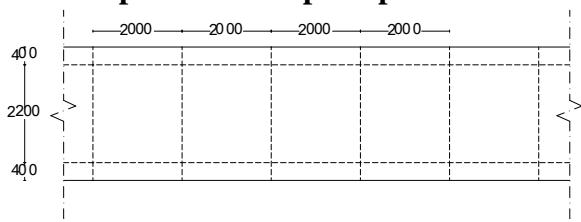


Gambar 4. Denah dan potongan pada pelat dan balok jalan beton

(a) Tampak atas, (b) Potongan 1-1, dan (c) Potongan A-A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pembebanan pada pelat



$$L_y = 2200 \text{ mm}$$

$$L_x = 2000 \text{ mm}$$

$$= L_y/L_x = 1,1$$

$$f_c' = 18,675 \text{ MPa} (\text{K-225}) \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

Mutu baja (f_y) = 240 MPa (tegangan leleh BJTP - baja tulangan polos)

$$h_{\min} = \frac{\beta_1 \left(0,8 - \frac{f_y}{1500} \right)}{36 \cdot 9 \beta_1} \text{ dan } 90 \text{ mm}; \quad n = 1850 \text{ mm}$$

$h_{\min} = 45 \text{ mm}$ (tebal pelat yang digunakan di lapangan = 100 mm)

$$K_{\max} = \frac{182,5 \cdot \beta_1 \cdot t \cdot (600 + t_y - 220 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2}$$

$$= 5,583 \text{ MPa}$$

Syarat $K \leq K_{\max}$ sehingga ambil $K = K_{\max}$ maka:

$$K = \frac{M_n}{bd^2}, \text{ maka } M_n = K \cdot b \cdot d^2; \quad d = 75 \text{ mm}$$

$$M_n = 5,583 \cdot 1000 \cdot 75 = 418688,5 \text{ Nmm}$$

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 f_c}} \right) \cdot d = 34,15 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d-a/2)$$

Tulangan yang dipakai di lapangan adalah $\phi 12 - 150$, maka:

$$A_s = \frac{\pi/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S}{S} = \frac{\pi/4 \cdot 3,14 \cdot 75^2 \cdot 1000}{150} \\ = 523,3 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka } M_n = 523,3 \cdot 240 \cdot (75-34,15/2) \\ = 7,275 \text{ kNm}$$

$$M_u = 0,8 \cdot 7,275 = 5,82 \text{ kNm}$$

Pelat dikategorikan pada tumpuan elastis dengan tipe IVB sehingga:

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X; \quad (X = 54)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X; \quad (X = 20)$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X; \quad (X = 54)$$

$$q_u = 1,2 D + 1,6 L;$$

$$\text{Beban mati (D)} = 0,1 \cdot 1 \cdot 24 = 2,4 \text{ kN/m}$$

$$M_{lx} = M_{tx} = 0,001 \cdot (2,88 + 1,6 qL)^2 \cdot 54$$

$$5,82 = 0,6221 + 0,3456 qL$$

$$0,3456 qL = 5,1981$$

$$qL = 15,04 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot (2,9 + 1,6 qL) \cdot 2^2 \cdot 20$$

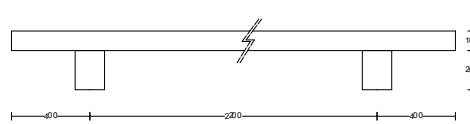
$$M_{ly} = 0,2304 + 0,128 qL$$

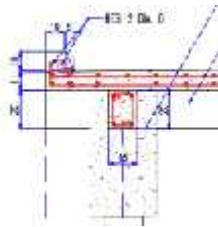
$$0,128 qL = 5,58981$$

$$qL = 43,67 \text{ kN/m}^2$$

Sehingga beban hidup yang dapat dipikul oleh pelat adalah $15,04 \text{ kN/m}^2$

Analisis pembebanan pada balok





Jarak antar balok = 2200 mm

Tulangan yang digunakan adalah tulangan polos sehingga $f_y = 240 \text{ MPa}$

Beban mati (qD)

$$\text{B. pelat} = 0,1 \cdot 2 \cdot 24 = 4,8 \text{ kN/m (a)}$$

$$\text{B. balok} = 0,15 \cdot 0,2 \cdot 24 = 0,72 \text{ kN/m (b)}$$

$$(a) + (b) = 5,28 + 0,72 = 5,52 \text{ kN/m}$$

Digunakan dimensi balok 15/20 cm

Selimut beton (sb) diperkirakan sesuai dengan syarat minimum = 40 mm maka $d_s = sb + \text{begel} + \text{tul}/2$

$$= 40 + 8 + 10/2 = 53 \text{ mm}$$

$$d = h - d_s = 200 - 53 = 147 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 f'_c \cdot a \cdot b$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

Penggunaan tulangan di daerah tekan sebanyak 2 unit merupakan persyaratan minimum sehingga pengaruh tulangan tekan tidak diperhitungkan. Digunakan keseimbangan balok:

$$C_c = T_s$$

$$0,85 f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot t} = \frac{235,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 18,68 \cdot 120} = 23,74 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y (d - a/2) = 135,5 \cdot 240 (147 - 23,74/2) = 7,64 \text{ kNm}$$

Gaya geser (V)

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = \frac{1}{\epsilon} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot c \\ = \frac{1}{\epsilon} \sqrt{18,68} \cdot 150 \cdot 147 = 15,88 \text{ kN}$$

$$\text{Syarat } V_s = \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot c \\ = \frac{2}{3} \sqrt{18,68} \cdot 150 \cdot 147$$

63,52 kN

$$A_{v,u} = (V_s \cdot S)/(f_y \cdot d)$$

Digunakan sengkang di tumpuan $\phi 8-100$ dan di lapangan $\phi 8-150$

$$A_v = \frac{\pi \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S}{S}$$

$$A_{v,\text{Tumpuan}} = \frac{100480}{100} = 1004,8 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,\text{Lapangan}} = \frac{100480}{150} = 669,86 \text{ mm}^2$$

Maka

$$V_s \text{ tumpuan} = \frac{A_v f_y \cdot d}{S} = \frac{1004,8 \cdot 240 \cdot 147}{10000} =$$

$$35449 \text{ N} = 35,4 \text{ kN} < 63,52 \text{ kN} \dots \text{Ok}$$

$$V_s \text{ lapangan} = \frac{669,86 \cdot 240 \cdot 147}{10000} = 23,63 \text{ kN} <$$

$$63,52 \text{ kN} \dots \text{Ok}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 15,88 + 2,63 = 39,51 \text{ kN}$$

Akibat lentur dan geser, dipilih yang terkecil sehingga $M_n = 7,64 \text{ kN}$

$$M_u \dots M_n$$

$$M_u \text{ di tengah bentang } (M^+) = 1/11 q_u \cdot L^2$$

$$M_u \text{ di tumpuan } (M^-) = -1/16 q_u \cdot L^2$$

Area lapangan :

$$M_u \dots M_n$$

$$1/11 (1,2qD + 1,6 qL)L^2 = 0,8 \cdot 7,64$$

$$0,528 qD + 0,704 qL = 6,11$$

$$2,914 + 0,704 qL = 6,11$$

$$qL = 4,5391 \text{ kN/m'}$$

sehingga beban hidup yang dapat bekerja pada pelat dengan jarak antar balok 2 meter adalah: $4,5391 \text{ kN/m'} : 2 = 2,27 \text{ kN/m}^2 = 227 \text{ kg/m}^2$ 225 kg/m^2

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan terhadap jalan beton x yang ada dengan mutu bahan yang sesuai dengan spesifikasi bahan yang

digunakan diperoleh hasil beban hidup layan yang diijinkan adalah sebesar 225 kg/m^2 .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2002, *SNI 03-2847-2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- [2] Anonim, 2002, *SNI 07-2052-2002 : Baja tulangan beton*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [3] Anonim, 2013, *SNI-2847:2013 : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Anonim, 2019, *Dokumen perencanaan jalan beton Kabupaten Asmat*, Agats.
- [5] Asroni, A. H., 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] McCormac, Jack C., 2004, *Desain Beton Bertulang*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.