

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam memenuhi tuntutan arsitek dalam merancang bentuk bangunan yang mempunyai banyak struktur sebagai hiasan dan hanya menahan beban mati berat sendiri. Untuk menghemat biaya diupayakan penggunaan beton ringan dalam hal ini dipakai Breksi Batuapung sebagai agregat dalam campuran beton dan diharapkan beton mempunyai Berat Jenis yang lebih kecil dari beton umumnya dengan kemampuan sebagai struktur seperti yang diharapkan.

Breksi Batuapung dalam penggunaannya sebagai struktur mempunyai banyak keuntungan. Keuntungan tersebut adalah karena berat sendirinya kecil sehingga dapat mereduksi efek gempa terutama pada gedung tingkat tinggi. Selain itu juga dapat mengurangi beban yang diterima struktur dibawahnya, sehingga dapat mengurangi biaya pendimensian struktur dibawahnya.

Breksi Batuapung saat ini ditambang dan diolah secara tradisional padahal cadangan yang tersedia sangat banyak terutama di sekitar Pulau Jawa yang merupakan daerah garis pegunungan penghasil Breksi Batuapung.

Data-data dari Dinas Pertambangan DIY menunjukkan, breksi batuapung merupakan batuan sedimen pembentuk utama dari Formasi Semilir borselingan

dengan batupasir tufan, batu lanau tufan serta serpih. Di lapangan dijumpai dalam bentuk berlapisan batuan dengan ketebalan dari beberapa meter sampai puluhan meter, berwarna putih abu-abu (warna fragmen putih kelabu dan masa dasarnya lebih gelap abu-abu kehitaman).

Disamping unggul terhadap kuat tekan, breksi batuapung juga mempunyai sifat unggulan untuk bahan bangunan yang mempunyai berat jenis yang rendah sehingga sangat menguntungkan. Karena dalam berat yang sama dapat diangkut jumlah bahan bangunan yang lebih banyak, sehingga memungkinkan menjangkau daerah pemasaran yang lebih luas.

Breksi batuapung juga merupakan bahan penghantar panas yang jelek, bersifat asam dan kaya unsur silika dan alumina. Sehingga sangat tahan terhadap asam atau air garam sehingga menjadikan suatu struktur ringan yang terbuat dari breksi batuapung akan mempunyai umur relatif panjang atau tetap awet meski di daerah pantai.

Breksi batuapung terendapkan dalam jumlah yang sangat besar, kurang lebih 6 miliar meter kubik tersebar mulai dari Kabupaten Sleman bagian tenggara, Kabupaten Bantul bagian timur, melebar ke arah Timur meliputi kecamatan Patuk bagian tengah, Gedangsari bagian tengah, Nglipar bagian utara Ngawen bagian utara dan Semin bagian utara.

Potensi breksi batuapung tercermin dari hasil Pemetaan Mikro Bahan Galian Golongan C di Kecamatan Piyungan Bantul, yang menunjukkan bahwa di wilayah tersebut memiliki cadangan sebesar 57.304.687 meter kubik.

1.2 Tujuan dan Sasaran Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemakaian breksi batuapung sebagai bahan struktur yang akan digunakan pada bagian struktur beton ringan yang menahan beban sendiri. Sasaran penelitian untuk mengetahui:

- kuat desak
- kuat tarik belah
- kuat lentur dan geser

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan beton yang mempunyai berat struktur yang ringan dan memiliki kekuatan sebagai beton struktural. Penelitian ini juga diharapkan mampu menambah masukan dalam perencanaan beton serta pemanfaatan khususnya dari Breksi Batuapung itu sendiri.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka batasan penelitian dapat diuraikan secara umum sebagai berikut :

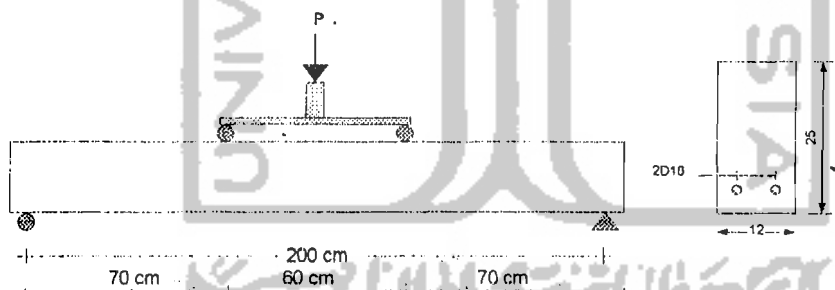
1. Mutu beton yang digunakan untuk semua sampel diharapkan mempunyai kekuatan tekan minimum $f_c' = 17,5$ Mpa,
2. Mutu baja rencana $F_y = 350$ Mpa, nilai yang pasti sesuai dari hasil uji tarik baja,

3. Agregat yang digunakan adalah agregat halus/pasir dan agregat kasar dengan kriteria lolos saringan 9,5 mm 15%, dan 19,0 85% dari kebutuhan total agregat kasar,
4. Semen yang dipakai merk Nusantara tipe I, air diambil dari sumber lokal (Lab. BKT FTSP-UII),

Secara khusus batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Uji kuat lentur

Uji kuat lentur beton menggunakan benda uji dengan balok beton tampang persegi dengan ukuran panjang 220 cm, lebar 12 cm, tinggi 25 cm, balok menggunakan tulangan sebelah 2D16, pengujian sampel dilakukan pada umur 28 hari. (lihat gambar 1.1)



Gambar 1.1 Rencana Sampel Balok

Untuk menghindari kegagalan geser saat pengujian maka kapasitas geser harus lebih besar dari pada kapasitas lentur tampang balok. Karena itu perlu dihitung kapasitas lentur dan kapasitas geser balok sebagai pembandingan agar memenuhi persyaratan pengujian (kegagalan lentur).

$$f_c' = 17,5 \text{ MPa} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$F_y = 350 \text{ MPa}$$

$$A_s = 2.1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 2.1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$$\text{Rasio tulangan: } \rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{120 \cdot 206} = 0,0161$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 17,5 \cdot 0,85}{350} \cdot \left(\frac{600}{600 + 350} \right) = 0,0228$$

$$\text{Syarat: } \rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0228 = 0,017111$$

$$\rho = 0,0161 < \rho_{\max} \quad (\text{OK})$$

Pada keadaan *balanced*, $C = T$

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

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 350}{0,85 \cdot 17,5 \cdot 120} = 78,808 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{78,808}{0,85} = 92,71 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{350}{200000} = 0,00175$$

$$\epsilon_s = \frac{d - x}{x} \cdot \epsilon_{cu} = \frac{184 - 92,71}{92,71} \cdot 0,003 = 0,00295 > \epsilon_y$$

Saat beton mencapai regangan hancur (0,003), regangan baja tulangan telah mencapai regangan 0,00295, dengan demikian akan terjadi lendutan yang cukup besar sebelum terjadi keruntuhan.

$$\begin{aligned} \text{Kapabilitas tampang: } M_n &= T.Z = A_s.f_y.(d - a/2) \\ &= 401,92.350.(206 - 78,808/2).10^{-6} \\ &= 23,435 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{1}{2} P_n.a + \frac{1}{8} W.D.L^2$$

WD = berat sendiri

$$W.D = 120.250.10^6.19,5 = 0,585 \text{ kN/m}$$

$$M_n = \frac{1}{8}.0,585.4 + \frac{1}{2} P_n.0.70$$

$$23,435 = 0,292 + 0,35P_n$$

$$P_n = 66,121 \text{ kN} = 6,7 \text{ t (lentur)}$$

Menghitung Inersia balok

$$E_s = 200.000 \text{ Mpa,}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{17,5} = 19661,51$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200.000}{19661,51} = 10,1722 \text{ dipakai } 10$$

$$12.1/2y^2 = 10.2.1/4.\pi.(1,6)^2.(25 - 3 - y)$$

$$y^2 + 6,702y - 147,44 = 0$$

$$y_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= 8,9 \text{ cm}$$

$$I_t = \frac{1}{12}(12)(25)^3 + (12.25)(3,6)^2 + 4,0192(10)(13,1)^2$$

$$= 26410,35 \text{ cm}^4$$

Perhitungan sengkang:

Dipakai diameter (D) = 6 mm

Gaya geser max pada ujung batang

$$V_u = \frac{1}{2} w_u \cdot L + \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} 0,585 \cdot 2 + \frac{1}{2} 66,121 = 33,96 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{17,5} \cdot 120 \cdot 206 = 17235 \text{ N}$$

$$= 17,235 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 17,235 = 14,3625 \text{ kN}$$

$V_u > V_c$; perlu tulangan sengkang

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{33,96}{0,6} - 14,3625 = 42,237 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 = 56,52 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{56,52 \cdot 350 \cdot 206}{42,237}$$

$$= 96,56 \text{ mm}$$

dipakai sengkang $\emptyset 6 - 90 \text{ mm}$

Kontrol lendutan balok (Δ)

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} = 4700 \cdot \sqrt{17,5} = 19661,51$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200.00}{19661,51} = 10,1722$$

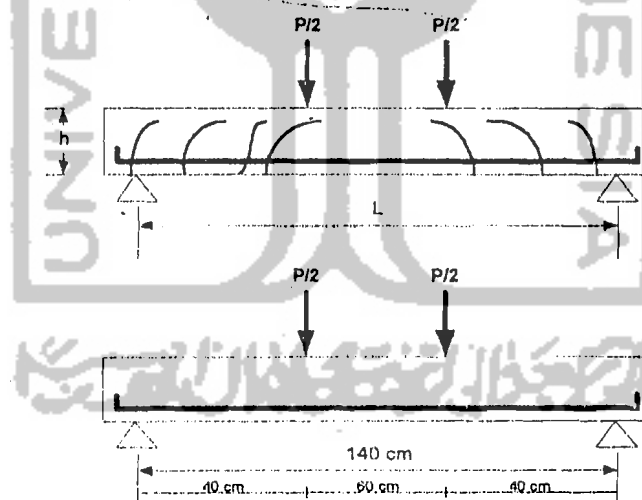
$$\Delta_{\text{total}} = \frac{5W_u L^4}{384.EI} + \frac{P.a}{48.EI} (3.L^2 - 4.a^2)$$

$$= \frac{5.0,585.(2000)^4}{384.19661,51.26450,35.10^4} + \frac{66,121.10^4.700}{48.19661,51.26450,35.10^4} (3.(2000)^2 - 4.(700)^2)$$

$$= 18,793 \text{ mm}$$

2. Uji kuat geser

Menggunakan sampel balok dengan dimensi sama seperti pada uji lentur, memakai tulaangan seperti gambar 1.2.



Gambar 1.2 Uji Balok Geser

a. Kapasitas Geser (V_c)

$$f_c' = 17,5 \text{ MPa} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$F_y = 350 \text{ MPa}$$

$$A_s = 2.1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 2.1/4 \cdot 3.14 \cdot 16^2 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{17,5} \cdot 120 \cdot 206 = 17235 \text{ N}$$

$$= 17,235 \text{ kN} = 1,723 \text{ t}$$

b. Kapasitas Lentur

$$f_c' = 17,5 \text{ MPa} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$F_y = 350 \text{ MPa}$$

$$A_s = 2.1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 2.1/4 \cdot 3.14 \cdot 16^2 = 401,92 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan: $\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{401,92}{120 \cdot 206} = 0,0161$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{350} = 0,04$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{F_y} = \frac{0,85 \cdot 17,5 \cdot 0,85}{350} = 0,0235$$

$$\text{Syarat: } \rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0235 = 0,017669$$

$$\rho = 0,0161 < \rho_{\max} \quad (\text{OK})$$

Pada keadaan *balanced*, $C = T$

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

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 350}{0,85 \cdot 17,5 \cdot 120} = 78,808 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{78,84}{0,85} = 92,762 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{350}{200000} = 0,00175$$

$$\varepsilon_s = \frac{d-x}{x} \cdot \varepsilon_u = \frac{184-92,762}{92,762} \cdot 0,003 = 0,00295 > \varepsilon_y$$

Saat beton mencapai regangan hancur (0,003), regangan baja tulangan telah mencapai 0,00295, dengan demikian akan terjadi lendutan yang cukup besar sebelum terjadi keruntuhan.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tampang: } M_n &= T \cdot Z = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 401,92 \cdot 350 \cdot (206 - 78,808/2) \cdot 10^{-6} \\ &= 23,435 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$M_u = M_n$ (karena bukan perencanaan, dimensi sudah diketahui)

$$M_u = \frac{1}{2} P_u \cdot e + \frac{1}{8} W_u \cdot L^2$$

WD = berat sendiri

$$WD = 120 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 19,5 = 0,585 \text{ kN/m}$$

$$W_u = 0,585 \text{ kN/m}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot 0,585 \cdot 1,4^2 + \frac{1}{2} P_n \cdot 0,40$$

$$23,435 = 0,1433 + 0,20 P_n$$

$$P_n = 116,4585 \text{ kN} \quad (\text{lentur})$$

Perhitungan tulangan geser (sejang)

$$\text{Diameter } (\Gamma) = 6 \text{ mm}$$

Gaya geser pada tumpuan balok

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L + \frac{1}{2} P_u = \frac{1}{2} \cdot 0,585 \cdot 1,4 + \frac{1}{2} \cdot 116,45 = 58,637 \text{ kN}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{17,5} \cdot 120 \cdot 206 = 17235 \text{ N}$$

$$= 17,235 \text{ kN}$$

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$V_s = 58,637/0,6 - 17,235$$

$$V_s = 41,4025 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 6^2 = 56,52 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ perlu} = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s} = \frac{56,52 \cdot 350 \cdot 206}{4,4025}$$

$$= 98,43 \text{ mm}$$

Diambil jarak 150 mm dimaksudkan agar balok tidak terlalu kuat menahan geser.

Jadi digunakan sengkang $\phi 6$ -150.

Kontrol lendutan balok (Δ)

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} = 4700 \cdot \sqrt{17,5} = 19661,51$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200.000}{19661,51} = 10,1722$$

$$\Delta \text{ total} = \frac{5 \cdot W_u \cdot L^4}{384 \cdot EI} + \frac{P \cdot a}{48 \cdot EI} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)$$

$$= \frac{5 \cdot 0,585 \cdot (1400)^4}{384 \cdot 19661,51 \cdot 26450,35 \cdot 10^4} + \frac{116,458 \cdot 10^4 \cdot 400}{48 \cdot 19661,51 \cdot 26450,35 \cdot 10^4} (3 \cdot (1400)^2 - 4 \cdot (400)^2)$$

$$= 9,784 \text{ mm}$$

Untuk pengujian geser diusahakan tidak terjadi kegagalan lentur sehingga pada penulangan geser digunakan jarak penulangan sengkang $\emptyset 6 - 150$ mm.

3. Uji kuat desak dan kuat tarik belah beton

Sampel beton diambil bersamaan pada pembuatan kedua sampel uji diatas, dicetak dalam silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah uji laboratorium. Bagian ini terdiri dari rencana pelaksanaan, alat dan bahan yang digunakan dan prosedur pelaksanaan .

a. Rencana Pelaksanaan.

Pelaksanaan penelitian di laboratorium diusahakan sesuai jadwal yang ditetapkan, dengan menyediakan segala sarana dan prasarana yang menunjang seperti penyediaan serta prosedur dan hasil yang diharapkan.

b. Alat dan bahan

Pada penelitian ini digunakan alat-alat:

1. timbangan,
2. cetakan silinder 30 cm X 15 cm²,
3. alat uji slump,
4. mesin pengaduk beton ("concrete mixer"),
5. mesin uji desak beton,
6. mesin uji lentur/geser beton,

7. peralatan tambahan, ember, sekop, penggaris, pemadat dan lain-lain.

Bahan-bahan yang digunakan:

1. semen portland tipe I merk Nusantera,
2. agregat halus berasal dari sungai Krasak,
3. agregat kasar (batu pecah) breksi batuapung berasal dari gunung sekitar daerah Berbah, Sleman, Yogyakarta,
4. tulangan pokok berdiameter 16 mm dan sengkang berdiameter 6 mm,
5. air diambil dari Laboratorium BKT, UII.

c. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan penelitian diuraikan secara singkat sebagai berikut:

1. campuran adukan beton menggunakan perbandingan standar "mix design",
2. adukan beton setelah tercapai "slump" yang direncanakan dituangkan ke bak penampungan yang selanjutnya dicetak dalam cetakan,
3. perataan dan pemadatan campuran dalam cetakan dilakukan dengan menumbuk dan mengetuk bagian sisi luar cetakan,
4. perawatan benda uji dilakukan sampai umur 14-28 hari,
5. pengujian yang dilakukan kuat desak, lentur, tarik belah dan geser
6. hasil penelitian dicatat kemudian diolah menjadi data, gambar dan grafik.