

Pengaruh Penggunaan Serat Baja terhadap Kuat Tekan Beton ALWA

Fedyia Diajeng Aryani ^{1,*}

Teknik Sipil, Universitas Gunung Rinjani
Mataram, NTB, Indonesia
fedyadiajeng@gmail.com

Meity Wulandari ²

Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
meitywulandari@unesa.ac.id

Abstrak - Gempa bumi merupakan bencana yang dapat merusak struktur bangunan, khususnya yang terbuat dari beton. Salah satu penyebabnya yaitu berat volume struktur bangunan beton yang tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu inovasi pada material penyusun beton khususnya agregat kasar. Pada Penelitian ini digunakan (Artificial Light Weight Aggregate) ALWA dengan bahan styrofoam untuk mensubstitusi agregat kasar. Dalam proses pembuatannya styrofoam terlebih dahulu dilarutkan menggunakan aseton dan dibentuk menyerupai agregat kasar dengan ukuran 10mm sampai dengan 20 mm. Selain itu untuk meningkatkan kuat tekan beton digunakan serat baja sebagai bahan tambahan. Jenis serat baja yang digunakan adalah jenis hooked dengan diameter 0.8 mm, panjang 60 mm dan kuat tarik 1254 N/mm². Penelitian ini bertujuan untuk menemukan pengaruh ALWA dan serat baja pada kekuatan tekan dan volume beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian laboratorium dengan mengujia kuat tekan beton ALWA. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Adapun persentase ALWA yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 15%, 50%, dan 100% dari volume aggregate kasar, sedangkan persentase serat baja yang digunakan adalah 0,75%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar substitusi ALWA maka semakin kecil nilai berat volume dan kuat tekannya. Nilai kuat tekan beton ALWA efektif ketika penambahan serat baja dengan prosentase ALWA sebesar 15% dengan nilai 34,03 MPa. Penggunaan ALWA berbahan styrofoam dapat digunakan pada beton struktural dengan prosentase tidak lebih dari 47,48% untuk beton tanpa serat baja dan 74,48% untuk beton dengan serat baja.

Kata kunci; beton ALWA; serat baja; kuat tekan

Abstract - Building structures, those made of concrete in particular, are the most vulnerable to damage by earthquakes. One of the contributing factors to this is grounded by the high of volume weight to the concrete structure. Hence, an innovation on the concrete constituent materials is required, particularly coarse aggregate. This study dealt with ALWA (Artificial Light Weight Aggregate) with styrofoam material used to substitute coarse aggregate. In the manufacturing process, styrofoam was first dissolved by using acetone and formed to resemble coarse aggregate with a size of 10mm to 20mm. This study is aimed at finding the the effect of ALWA and steel fibers on compressive strength and density. As for the ALWA percentage applied in this study were 0%, 15%, 50%, and 100% of coarse aggregate

volume whereas the steel fiber percentage applied was 0,75%. Compressive strength of concrete was further increased, whereas steel fiber was applied as an additional material. Sort of steel fiber used was the hooked type with a diameter of 0.8 mm, a length of 60 mm and a tensile strength of 1254 N/mm². Result of the test revealed that the greater the ALWA substitution, the smaller the density and compressive strength value. More, when steel fiber is added with an ALWA percentage of 15% with a value of 34.03 MPa., the compressive strength of ALWA concrete was way more effective. The use of ALWA made from styrofoam can be applied in structural concrete with a percentage of less than 47.48% for concrete without steel fibers and 74.48% for concrete with steel fibers.

Keywords; ALWA concrete; steel fiber; compressive strength

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah penyebab kerusakan pada struktur bangunan, dikarenakan semakin berat struktur bangunan maka gaya geser yang terjadi saat gempa bumi juga semakin besar. Hal ini mengakibatkan struktur bangunan menjadi lebih cepat runtuh [1][2]. Untuk mengurangi berat struktur dari suatu bangunan maka beton harus dibuat menjadi lebih ringan [3].

Beton ringan merupakan alternatif untuk mengurangi berat volume struktur bangunan. Hal ini dikarenakan beton ringan memiliki berat volume dibawah 1840 kg/m³. Sehingga perlu dilakukan inovasi untuk membuat material beton menjadi lebih ringan. Salah satu material penyusun beton yang memiliki berat volume cukup tinggi adalah agregat kasar. Agregat ringan buatan merupakan salah satu inovasi untuk mengurangi berat volume dari agregat kasar [4][5]. Untuk membuat agregat ringan tentunya dibutuhkan bahan yang memiliki karakteristik ringan. Salah satu bahan yang mudah didapat dan memiliki karakteristik ringan adalah styrofoam [6].

Styrofoam bersifat transparan, lembut, elastis dengan nilai susut yang kecil serta gampang dibentuk [7]. Saat ini Styrofoam banyak digunakan sebagai pembungkus makanan, pengemas barang elektronik dan pembuatan bunga hias. Namun setelah itu styrofoam yang sudah tidak digunakan hanya menjadi sampah yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan styrofoam

sulit terurai di alam. Oleh karena itu, untuk mengurangi pencemaran lingkungan maka *styrofoam* dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat agregat ringan [8][9]. Sifat fisik *styrofoam* lembut dan elastis, dalam penelitian ini untuk membentuk *styrofoam* menjadi lebih keras dan menyerupai agregat kasar maka *styrofoam* dilarutkan dengan aseton. Aseton merupakan salah satu larutan tidak berwarna dan mudah larut dalam air dan mudah menguap. *Styrofoam* yang sudah dilarutkan dengan aseton akan menjadi lebih keras.

Pada penelitian ini *styrofoam* dilarutkan terlebih dahulu dengan aseton, yang kemudian membentuk agregat kasar yang disebut ALWA (*Lightweight Artificial Aggregate*). Aseton dapat berikatan dengan *styrofoam* [10]. Selain itu, penggunaan serat baja pada campuran beton dapat meningkatkan ketahanan beton dari retak sehingga kekuatan tekan beton meningkat [11].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Material

a. Semen

Jenis semen yang digunakan adalah OPC dengan berat jenis 3,12 gr/cm³.

b. Agregat halus dan agregat kasar

Agregat halus adalah pasir dengan kategori sedang dan termasuk kategori zona II. Selain itu untuk agregat kasar adalah batu pecah berdiameter maksimal 20 mm. Hasil pengujian pasir dan batu pecah dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian pasir

| Pengujian | Satuan | Hasil |
|--------------|--------------------|--------|
| Kadar Air | % | 4,8 |
| Berat Jenis | gr/cm ³ | 2,7 |
| Air Resapan | % | 1,58 |
| Berat Volume | kg/m ³ | 1487,3 |
| Kadar Lumpur | % | 3,6 |

Tabel 2. Hasil pengujian batu pecah

| Pengujian | Satuan | Hasil |
|--------------|--------------------|--------|
| Kadar Air | % | 0,7 |
| Berat Jenis | gr/cm ³ | 2,7 |
| Air Resapan | % | 1,1 |
| Berat Volume | kg/m ³ | 1513,3 |
| Kadar Lumpur | % | 0,3 |
| Keausan | % | 20,8 |

c. Agregat ALWA dengan *Styrofoam*

Bahan utama membuat ALWA yakni *styrofoam* dan aseton. *Styrofoam* dilarutkan dengan aseton dengan perbandingan berat 1:1,9, kemudian dibentuk menyerupai agregat kasar ukuran 10mm sampai 20mm. Adapun hasil pengujian

ALWA yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian ALWA

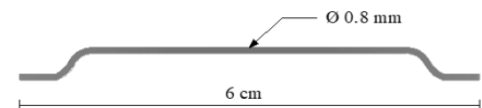
| Pengujian | Satuan | Hasil |
|--------------|--------------------|--------|
| Berat Volume | Kg/m ³ | 418,33 |
| Berat Jenis | gr/cm ³ | 0,75 |
| Impact | % | 2,79 |



Gambar 1. ALWA berbahan *Styrofoam*

d. Serat baja

Jenis serat baja yang digunakan yaitu hooked berdiameter 0,8 mm dan Panjang 60 mm, kekuatan tarik 1254 N/mm², dan aspek rasio (l/d) 75.



Gambar 2. Serat baja

2.2 Mix design

Pada penelitian ini digunakan ALWA berbahan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dengan prosentase 0%, 15%, 50% dan 100%, dan tambahan serat baja 0,75%. Desain campuran yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Mix design

| Prosentase ALWA (%) | Berat (Kg) | | | | | 0,75% Serat Baja |
|---------------------|------------|-----|-------|------------|------|------------------|
| | semen | Air | Pasir | Batu Pecah | ALWA | |
| 0 | 1,05 | 0,3 | 0,88 | 1,48 | 0 | 0,0079 |
| 15 | 1,05 | 0,3 | 0,88 | 1,25 | 0,06 | |
| 50 | 1,05 | 0,3 | 0,88 | 0,77 | 0,17 | |
| 100 | 1,05 | 0,3 | 0,88 | 0,00 | 0,38 | |

2.3 Benda uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Setiap

jenis campuran menggunakan 3 benda uji. Tabel 5 menunjukkan jumlah benda uji yang digunakan.

Tabel 5. Jumlah benda uji

| Prosentase ALWA (%) | Jumlah Benda Uji | |
|---------------------|------------------|-----------------|
| | 0% Serat Baja | 0,75 Serat Baja |
| 0 | 3 | 3 |
| 15 | 3 | 3 |
| 50 | 3 | 3 |
| 100 | 3 | 3 |

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Berat volume

Pengujian berat volume pada penelitian ini dilakukan pada usia beton 28 hari. Pengujiannya dibagi menjadi 2 yaitu beton ALWA tanpa menggunakan serat baja dan beton ALWA dengan penambahan serat baja sebesar 0,75%. Hasil pengujian berat volume beton dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Berat volume beton ALWA tanpa serat baja

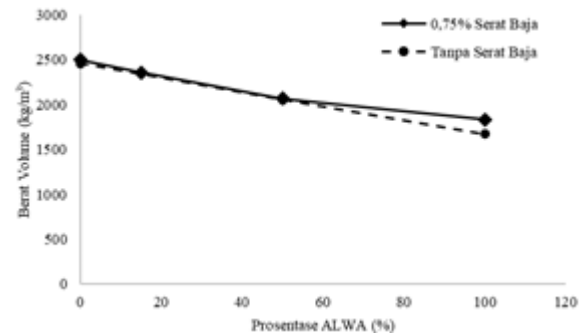
| Prosentase ALWA (%) | Berat Benda Uji (kg) | Volume Benda Uji (m ³) | Berat Volume (kg/m ³) |
|---------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 3,86 | 0,00157 | 2457,35 |
| 15 | 3,68 | 0,00157 | 2342,76 |
| 50 | 3,23 | 0,00157 | 2056,28 |
| 100 | 2,63 | 0,00157 | 1674,31 |

Berdasarkan Tabel 6 penambahan prosentase ALWA 15%, 50% dan 100% dapat menurunkan berat volume beton berturut turut sebesar 4,66%, 16,32%, dan 31,87%.

Tabel 7. Berat volume beton ALWA dengan serat baja

| Prosentase ALWA (%) | Berat Benda Uji (kg) | Volume Benda Uji (m ³) | Berat Volume (kg/m ³) |
|---------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 3,93 | 0,00157 | 2501,92 |
| 15 | 3,70 | 0,00157 | 2355,49 |
| 50 | 3,25 | 0,00157 | 2069,01 |
| 100 | 2,88 | 0,00157 | 1833,46 |

Berdasarkan tabel diatas penambahan prosentase ALWA sebesar 15%, 50%, dan 100% pada beton ALWA dengan serat baja sebagai bahan tambah menurunkan berat volume beton berturut – turut sebesar 5,85%, 17,30%, dan 26,72%.



Gambar 3. Grafik hubungan berat volume beton dan prosentase ALWA

Gambar 3 menunjukkan penambahan prosentase ALWA mampu menurunkan nilai berat volume beton. Hal ini dikarenakan ALWA memiliki berat volume yang lebih kecil dibandingkan dengan batu pecah. Menurut SNI 2847:2013 beton dapat dikategorikan beton ringan apabila memiliki berat volume kurang dari 1840 kg/m³. Sehingga dalam penelitian ini yang termasuk beton ringan yaitu dengan penambahan ALWA sebesar 100% dalam beton ALWA tanpa serat baja maupun menggunakan serat baja.

3.2. Kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Uji kuat tekan mengacu pada standar ASTM C39. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah UTM (Universal Testing Machine). Hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Kuat tekan beton ALWA tanpa serat baja

| Prosentase ALWA (%) | Kuat Tekan (f'c) (MPa) |
|---------------------|------------------------|
| 0 | 42,72 |
| 15 | 28,12 |
| 50 | 19,37 |
| 100 | 13,57 |

Tabel diatas menunjukkan penurunan nilai kuat tekan seiring dengan bertambahnya prosentase ALWA. Penurunan nilai kuat tekan berturut-turut dengan penambahan ALWA 15%, 50%, dan 100% adalah 34,18%, 54,66%, dan 68,24%.

Tabel 9. Kuat tekan beton ALWA 0,75% serat baja

| Prosentase ALWA (%) | Kuat Tekan (f'c) (MPa) |
|---------------------|------------------------|
| 0 | 46,35 |
| 15 | 34,03 |
| 50 | 25,37 |
| 100 | 14,40 |

Tabel 9 menunjukkan berkurangnya nilai kuat tekan beton berbanding lurus dengan peningkatan prosentase ALWA. Adapun prosentase penurunan kuat tekannya dengan penambahan ALWA 15%, 50%, dan 100% adalah 26,58%, 45,36%, dan 68,93%.

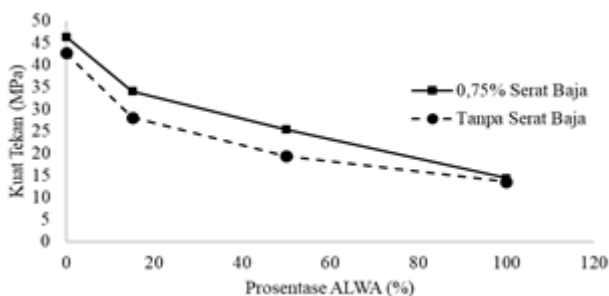
Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 nilai kuat tekan tertinggi untuk beton ALWA adalah dengan penambahan serat baja dan prosentase ALWA sebesar 15%. Selain itu,

penambahan styrofoam ALWA akan menurunkan kuat tekan beton. Selain itu, kuat tekan beton dengan penambahan serat baja lebih tinggi dibandingkan beton tanpa serat baja. Nilai kuat tekan beton tanpa serat baja dan beton serat baja dengan persentase ALWA masing-masing sebesar 8,50%, 21,02%, 30,98%, dan 6,17% untuk 0%, 15%, 50%, dan 100%.



Gambar 4. Pola keruntuhan

Berdasarkan gambar 4 salah satu penyebab menurunnya kuat tekan seiring bertambahnya prosentase ALWA adalah kurang berikatannya ALWA dengan material penyusun beton lainnya hal ini dikarenakan permukaan ALWA yang licin. Berikut ini merupakan grafik hubungan kuat tekan dengan prosentase ALWA.



Gambar 5. Grafik hubungan kuat tekan dan prosentase ALWA

Menurut SNI 2847:2013, syarat kuat tekan beton struktural adalah 20 MPa. Sehingga untuk mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 20 MPa maka prosentase ALWA yang dibutuhkan adalah 47,48% untuk beton tanpa serat baja dan 74,48% untuk beton dengan serat baja. Sedangkan persyaratan untuk beton tahan gempa adalah 17 MPa, maka dibutuhkan substitusi ALWA tidak lebih dari 70,43% untuk beton ALWA tanpa serat baja dan 88,15% dengan serat baja.

4 KESIMPULAN

Adapun kesimpulannya adalah sebagai berikut :

- Semakin besar substitusi ALWA maka semakin kecil nilai kuat tekannya. Nilai kuat tekan beton meningkat ketika ditambahkan serat baja.
- Berat volume beton menurun seiring dengan bertambahnya prosentase ALWA. Beton ALWA termasuk kategori beton ringan dengan penambahan ALWA sebesar 100%.
- Nilai kuat tekan beton ALWA efektif dengan prosentase ALWA sebesar 15% dan menggunakan bahan tambah serat baja.
- Penggunaan ALWA dapat digunakan pada beton struktural dengan prosentase tidak lebih dari 47,48% untuk beton tanpa serat baja dan 74,48% untuk beton dengan serat baja.
- Penggunaan ALWA dapat digunakan pada beton struktural dengan prosentase tidak lebih dari 70,43% untuk beton tanpa serat baja dan 88,15% untuk beton dengan serat baja.

REFERENSI

- I. G. P. Rakaa, Tavio, and M. D. Astawaa, "State-of-the-art report on partially-prestressed concrete earthquake-resistant building structures for highly-seismic region," *Procedia Eng.*, vol. 95, no. Scscsm, pp. 43–53, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.164.
- M. D. Astawa, Tavio, and I. G. P. Raka, "Ductile structure framework of earthquake resistant of highrise building on exterior beam-column joint with the partial prestressed concrete beam-column reinforced concrete," *Procedia Eng.*, vol. 54, pp. 413–427, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.03.037.
- D. Raharjo, A. Subakti, and Tavio, "Mixed concrete optimization using fly ash, silica fume and iron slag on the SCC's compressive strength," *Procedia Eng.*, vol. 54, pp. 827–839, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.03.076.
- B. Alam, Z. Ullah, F. U. Jan, K. Shahzada, and S. Afzal, "Investigation of Styrofoam as Lightweight Aggregate," *Int. J. Adv. Struct. Geotech. Eng. ISSN*, vol. 02, no. 02, pp. 2319–5347, 2013.
- F. Diajeng Aryani, Tavio, I. Gusti Putu Raka, and Puryanto, "The influence of OPC and PPC on compressive strength of ALWA concrete," *MATEC Web Conf.*, vol. 195, pp. 1–10, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819501021.
- D. H. Darayani, T. Tavio, I. G. P. Raka, and P. Puryanto, "The Effect of Styrofoam Artificial Lightweight Aggregate (ALWA) on Compressive Strength of Self Compacting Concrete (SCC)," *Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 9, p. 2111, 2018, doi: 10.28991/cej-03091143.
- Ashish, P. Kulkarni, M. E. Student, and A. P. Viit, "Experimental Investigation on Styrofoam Based Concrete," *Int. J. Mech. Prod. EngParanjeineering*, no. 5, pp. 2321–2071, 2017, [Online]. Available: <http://iraj.in>.
- M. Wulandari, T. Tavio, I. G. P. Raka, and P. Puryanto, "Compressive Strength of Steel-Fiber

- Concrete with Artificial Lightweight Aggregate (ALWA),” *Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 9, p. 2011, 2018, doi: 10.28991/cej-03091134.
- [9] Y. J. Priyono and Nadia, “Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton,” *J. Konstr.*, vol. 5, no. 2, pp. 55–61, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/download/279/255>.
- [10] Pujadi and M. Yola, “Analisis Sustainability Packaging dengan Metode Life Cycle Assessment (LCA),” *UIN Sultan Syarif Kasim Riau*, vol. 1, pp. 1–127, 2013.
- [11] P. Pascasarjana, “Optimasai Diameter Serat,” 2007.