

KUAT TEKAN BETON *BLENDED* ABU TERBANG DENGAN TAMBAHAN SERAT NANAS

Mohd. Rizki Novianto¹⁾, Monita Olivia¹⁾, Gunawan Wibisono¹⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: mohd.rizki1251@student.unri.ac.id, monita.olivia@lecturer.unri.ac.id,
g.wibisono@eng.unri.ac.id

Abstract

Blended fly ash concrete is concrete with partial cement substitution using pozzolan in the form of fly ash. This study examines the effect of adding pineapple fiber by 0%, 0.3%, and 0.6% of the concrete volume to the compression strength of blended fly ash concrete. Fly ash substitution in the concrete mixture was 10%. There were nine cylinder samples with size of 105 x 210 mm. Test were carried out after 28 days of immersed curing. All the pineapple fiber blended fly ash concretes have an increase in compressive strength at the age of 28 days. The maximum compressive strength was obtained on the blended fly ash concrete after adding pineapple fiber by 0.3%, with compressive strength value by 23.30 MPa., it was higher 27.042% than the 0% variation concrete (control). Based on all the test results, it can be concluded that the addition of pineapple fiber and the use of fly ash as a cement substitute in concrete has a positive impact on the compression strength of the concrete.

Keywords: blended fly ash, fly ash, Portland cement, pineapple fiber, fiber concrete

1. PENDAHULUAN

Abu terbang menurut ASTM C 618-05 merupakan material yang memiliki sifat pozzolanik sehingga dapat digunakan sebagai material substitusi semen pada campuran beton. PT Perusahaan Listrik Negara mengatakan dibutuhkan bahan bakar berupa batu bara sebanyak kurang lebih 1 juta ton dalam setahun untuk dua pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan daya 2 x 110 megawatt (Mw) di Kawasan Industri Tenayan Raya, Pekanbaru, Riau (Bisnis Indonesia, 2021). Berdasarkan hal ini produksi abu terbang dapat dipastikan akan meningkat setiap tahunnya. Sebelumnya hasil pembakaran batu bara ini hanya akan menjadi material tidak terpakai dan akan berakhir sebagai bahan untuk *embankment* atau bahkan akan dibuang begitu saja yang akan menimbulkan kerusakan terhadap

lingkungan yang ada di sekitar (Naibaho & Rahman, 2020). Umboh et al. (2014) melakukan penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang sebagai campuran (*blended*) beton, yang menghasilkan kuat tekan maksimum beton pada umur 28 hari sebesar 24,18 MPa dengan penambahan abu terbang sebanyak 30 %.

Beton serat mempunyai keunggulan meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan *impact*, meningkatkan kekuatan tekan, tarik, dan ketahanan terhadap susut (Sahrudin & Nadia, 2016). Serat terbagi atas dua, yaitu serat alami dan serat sintetik. Serat alami dapat berupa serat rami, ijuk, sabut kelapa, abaka, sisal, bambu, dan nanas. Sedangkan serat sintetik bisa berupa serat plastik, serat kawat, dan serat karet ban (Tjokrodinuljo, 2007). Serat yang dicampurkan ke dalam adukan beton akan

mengakibatkan terjadinya lekatan antara serat dengan pasta semen, sehingga pasta semen akan semakin kokoh dan stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fiber bridging*) yang mengikat disekelilingnya (Adrianto, 2010).

Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) termasuk kedalam tanaman penghasil serat. Provinsi Riau menghasilkan buah nanas dengan jumlah tertinggi dibanding buah lainnya pada periode tahun 2015, yaitu sebesar 74.389 ton (BPS Provinsi Riau, 2019). Produksi nanas yang cukup besar ini akan turut menghasilkan limbah organik yang besar pula. Limbah yang tidak termanfaatkan tersebut dapat diolah, terutama bagian daun nanas yang dapat diolah menjadi serat. Serat daun nanas merupakan salah satu serat alami yang memiliki kandungan selulosa tertinggi hampir 80%. Menurut Amalia et al. (2016) besarnya kuat tekan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi serat. Penambahan serat sebanyak 0,8% menghasilkan kuat tekan sebesar 58,24 MPa dan kuat lentur sebesar 7,07 MPa pada hari ke 28.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton *Blended* Abu Terbang

Abu terbang pertama kali digunakan sebagai bahan campuran beton pada awal 1930-an di Amerika Serikat yang kemudian dikenal sebagai beton *blended* abu terbang (ACI Committee 211, (1998). Penggantian semen menggunakan abu terbang yang direkomendasikan oleh ACI Committee 211 (1998) hanya boleh dalam interval 15% hingga 30% saja. Penentuan volume abu terbang sebagai substitusi semen tergantung pada senyawa kimia yang terkandung di dalam abu terbang dan semen.

Beton *blended* abu terbang memiliki keunggulan dibanding beton normal, berupa beton yang lebih padat dan memiliki kuat tekan yang semakin meningkat dalam jangka waktu yang panjang. Hal ini dikarenakan proses

hidrasi yang berawal dari dikalsium silikat (C_2S) dan trikalsium silikat (C_3S) yang akan diikat oleh air dalam campuran beton segar, kemudian akan diubah menjadi gel kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminium hidrat (CAH) yang akan membebaskan Kalsium Hidroksida ($Ca(OH)_2$) (Ervianto et al., 2016). Silica (SiO_2) yang terkandung pada abu terbang akan bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ yang dihasilkan dari proses hidrasi dan selanjutnya menghasilkan produk berupa CSH kembali yang dapat meningkatkan propertis mekanik pada beton. Reaksi ini dikenal dengan reaksi sekunder dan membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga mutu beton di atas umur 28 hari masih dapat meningkat

Suarnita, (2011) melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan abu terbang pada beton terhadap karakteristik mekanik beton. Penambahan abu terbang sebesar 10% meningkatkan kuat tekan hingga 9,473%, dari beton normal kuat tekan.

2.2 Beton Serat

Beton serat adalah beton yang dibuat dengan campuran semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sedikit serat yang disebar merata pada campuran beton, dan masih mungkin untuk diberi bahan *additive* (ACI Committee 544, 1999). Menurut Amin et al. (2020) dengan penambahan serat-serat alami pada beton dapat menunda pertumbuhan retakan yang tidak stabil yang biasanya terjadi pada lentur.

Hasil penelitian Alomayri et al. (2014) membuktikan kehadiran lapisan serat kapas atau *cotton fiber* (CF) dalam komposit geopolimer secara signifikan meningkatkan semua sifat mekanik (kekuatan lentur, modulus lentur, kekuatan impak, kekerasan dan ketangguhan retak) dibandingkan dengan geopolimer yang tidak diperkuat. Peningkatan ini disebabkan oleh sifat unik dari serat kapas dalam menahan gaya lentur dan menahan

gaya patah dibandingkan dengan geopolimer getas.

2.3 Serat Nanas

Serat daun nanas sudah banyak dimanfaatkan karena memiliki kuat tarik yang cukup tinggi, selain itu serat nanas mudah didapat dan mudah dalam proses pengolahan pengambilan seratnya, serta tidak beracun, akan tetapi beberapa jenis daun nanas memiliki duri di sisi daunnya (Mokhtar et al., 2007) Berdasarkan hasil penelitian Firman et al. (2015) membuktikan bahwa 0,7 gram serat daun nanas memiliki kuat lentur yang cukup tinggi yaitu 5,74 MPa.

Daun nanas dapat menghasilkan serat berwarna putih, halus, dan mengkilap seperti sutra, serat dengan panjang sedang. Serat nanas memiliki permukaan yang lebih lembut daripada serat alami lainnya dan dapat menyerap serta mempertahankan warna yang baik (Asim, M 2015). Serat nanas memiliki selulosa dalam jumlah besar (81,27%), hemiselulosa dalam jumlah kecil (12,31%), dan kandungan lignin (3,46%) (Rahman, 2011). Komposisi bahan kimia serat secara langsung mempengaruhi kinerja serat, selulosa pada serat bersifat hidrofilik/suka air, sehingga serat gampang menyerap air dan dalam jangka waktu panjang akan menyebabkan penurunan kekuatan beton (Wirawan et al., 2009).

2.2 Bahan Penyusun Beton *Blended* Abu Terbang Serat Nanas

2.2.1 Semen

Semen adalah perekat hidraulis bahan bangunan, dalam artian jika bereaksi dengan air akan menjadi perekat. Campuran air dengan semen baik yang dikeraskan ataupun tidak dikeraskan disebut pasta semen. Menurut SNI 15-2049-2004 semen adalah hasil dari penggilingan terak semen portland yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis digiling dengan bahan tambahan yang terdiri dari satu atau lebih kristal

senyawa kalsium sulfat atau bisa di tambahkan bahan tambahan lain.

2.2.2 Abu Terbang

Abu terbang merupakan limbah berupa endapan abu halus hasil pembakaran batu bara yang memiliki sifat pozolanik, sehingga abu terbang sangat cocok menjadi alternatif pengganti semen pada campuran mortar ataupun beton. Abu terbang memiliki sifat pozzolanik yang unik, karena SiO_2 dan Al_2O_3 yang terkandung didalamnya. Selama proses hidrasi SiO_2 dan Al_2O_3 akan bereaksi dengan kalsium hidroksida dan menghasilkan lebih banyak kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium aluminat hidrat (CAH). Beton menjadi lebih padat dengan adanya CSH dan CAH (Kumar et al., 2021).

2.2.3 Agregat

Dalam beton, agregat berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) dan semen berfungsi sebagai bahan pengikat dalam beton. Menurut ukuran butirannya, agregat diklasifikasikan menjadi agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar memiliki ukuran butir lebih besar atau sama dengan 4,75 mm (3/16 in) (saringan no. 4) standar ASTM C 33-03, Sedangkan agregat halus merupakan pasir yang terdiri dari pasir alam hasil disintegrasi batu alam, pasir buatan, atau kombinasi keduanya yang berukuran 4,75 mm (3/16 in) atau yang lolos saringan no 4 standar.

2.2.4 Air

Air dalam proses pembuatan beton adalah untuk memicu proses kimiawi dari semen, membasahi agregat dan mempermudah dalam pekerjaan beton. Syarat air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton menurut SNI 03-2847-2013 harus bebas dari bahan-bahan merusak seperti asam, alkali, oli, garam, bahan organik, serta ion klorida berlebih.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perencanaan Sampel

Proses pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Universitas Riau. Perencanaan *mix design* benda uji mengacu pada metode ACI 318, dengan kuat tekan rencana 20 MPa pada umur 28 hari. Pada penelitian ini akan dibuat benda uji berupa beton *blended* abu terbang serat nanas berbentuk silinder dengan diameter 105 mm dan tinggi 210 mm. jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak sembilan buah, yang terdiri dari 3 benda uji beton variasi 0% serat, 3 benda uji beton variasi 0,3% serat dan 3 benda uji beton variasi 0,6% serat; dengan substitusi abu terbang sebanyak 10% . Berikut perbandingan campuran material beton.

semen : agregat kasar : agregat halus : air
1 : 2,8 : 2,6 : 0,7.

3.2 Pengujian Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas, dengan rumus:

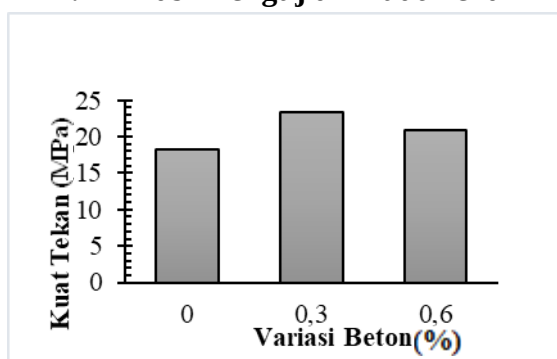
$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{..... (1)}$$

dimana:

$f'c$ = kuat tekan (MPa)
P = beban maksimum (N)
A = luas penampang (mm²)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan



Gambar 1. Grafik hasil pengujian kuat tekan 28 hari

Gambar 1. menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton *blended* terbang serat nanas dengan perawatan dalam air pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan tersebut berasal dari hasil uji kuat tekan silinder non standar dengan ukuran 105 mm x 210 mm, yang sudah dikonversi berdasarkan benda uji standar. Nilai kuat tekan beton *blended* abu terbang dengan tambahan serat nanas lebih tinggi dibanding beton *blended* abu terbang tanpa serat nanas, hal ini disebabkan apabila terdapat serat yang terdistribusi secara acak di dalam volume beton pada jarak yang relatif dekat satu sama lain akan memberi tahanan berimbang ke segala arah dan dapat meningkatkan sifat mekanik beton (As'ad, 2008).

Beton *blended* abu terbang tanpa serat nanas memiliki kuat tekan sebesar 18,341 MPa, beton dengan tambahan 0,3% serat nanas memiliki kuat tekan sebesar 23,30 MPa, dan beton dengan tambahan 0,6% serat nanas memiliki kuat tekan sebesar 20,816 MPa. Beton variasi 0,3% serat memiliki kuat tekan yang lebih tinggi 27,042% dari variasi 0% serat, begitu juga pada beton variasi 0,6% serat memiliki kuat tekan 13,498% lebih besar dibanding beton variasi 0% serat. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yanti et al. (2019), kuat tekan beton kian meningkat dengan bertambahnya jumlah serat yang digunakan, serat nanas sebanyak 5% merupakan kadar serat optimum yang menghasilkan beton dengan kuat tekan tertinggi, yaitu sebesar 267 kg/m³, dengan peningkatan sebesar 10,87% dari beton normal. Apabila variasi optimum serat telah tercapai, menandakan bahwa hampir seluruh titik pada beton sudah terisi oleh serat dengan kadar yang tepat, sehingga lekatan antara penyusun beton tidak berkurang.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Kuat tekan tertinggi terjadi pada penambahan serat sebanyak 0,3% dengan peningkatan kuat tekan sebesar 27,042% dari beton kontrol. Beton variasi 0,6% memiliki kuat tekan lebih tinggi 13,498% dari beton kontrol.
2. Kuat tekan beton 0,6% serat dengan nilai 20,816 MPa; lebih rendah dibanding beton 0,3% serat dengan nilai 23,30 MPa. Hal ini disebabkan jumlah serat yang lebih banyak akan rentan terjadi penggumpalan dan turut menurunkan ikatan beton, sehingga dapat menurunkan kuat tekan beton.
3. Penambahan serat nanas pada beton *blended* abu terbang dapat meningkatkan kuat tekan beton.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disampaikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut.

1. Sebaiknya penambahan serat nanas pada saat proses pencampuran dilakukan secara bertahap, sehingga serat tersebar secara merata.
2. Sebaiknya pembuatan beton kontrol (0% serat) tidak dilakukan hanya sekali adukan, melainkan pada tiap pengadukan variasi berbeda, sebelum ditambahkan serat nanas terlebih dahulu dibuat beton kontrol.

6. DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 211. (1998). Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash Reported. ACI Materials Journal, 90(3).

ACI Committee 544. (1999). ACI 544.4R-88: Design Considerations for Steel Fiber Reinforced Concrete. ACI

Committee 544, 88 (Reapproved), 18.

Adrianto, K. (2010). Pengaruh jenis serat limbah industri terhadap nilai susut kering beton memadat mandiri. Universitas Sebelas Maret.

Alomayri, T., Assaedi, H., Shaikh, F. U. A., & Low, I. M. (2014). Effect of water absorption on the mechanical properties of cotton fabric-reinforced geopolymer composites. Journal of Asian Ceramic Societies, 2(3), 223–230.

Amalia, N., Hidayatullah, S., Nurfadilla, & Subaer. (2016). The Mechanical Properties and Microstructure Characters of Hybrid Composite Geopolymers-Pineapple Fiber Leaves (PFL). Journal of Physics: Conference Series, 755(1). [htt](http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/012001)

Amin, M., Tayeh, B. A., & agwa, I. saad. (2020). Investigating the mechanical and microstructure properties of fibre-reinforced lightweight concrete under elevated temperatures. Case Studies in Construction Materials. Journal of polymers, 13(3).

As'ad, S. (2008). Teknologi Beton Serat, dalam buku: Potret Hasil Karya Iptek, 32 Tahun UNS Mengabdikan Bangsa. UNS Press.

Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M. R., & Hoque, M. E. (2015). A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites. Proc. 30th IAHR Congress, Thessaloniki, 25-29 August, 2015(1), 2–20.

ASTM International. (2010). ASTM C 33-03. United States: American Standard Testing and Material, i(C), 1–11.

ASTM International. (2005). ASTM C 618 – 05: Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. AIP Conference Proceedings, 1479(1), 860–863.

Bisnis Indonesia. (2021). PLTU Tenayan Raya Kapasitas 2 x 110 Mw Telah

- Beroperasi.
- BSN. (2013). SNI 03-2847-2013 : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. In Bandung: Badan Standardisasi Indonesia.
- Ervianto, M., Saleh, F., & Prayuda, H. (2016). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Bestmittel). *Sinergi*, 20(3), 199.
- Firman, S. H., Muris, & Subaer. (2015). Studi sifat mekanik dan morfologi komposit serat daun nanas- epoxy ditinjau dari fraksi massa dengan orientasi serat acak. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 11(2), 185–191.
- Kumar, M., Sinha, A. K., & Kujur, J. (2021). Mechanical and durability studies on high-volume fly-ash concrete. *Structural Concrete*, 22(S1), E1036–E1049.
- Mokhtar, M., Rahmat, A. R., & Hassan, A. (2007). Characterization and treatments of pineapple leaf fibre thermoplastic compos- ite for construction application. In *Universiti Teknologi Malaysia: Vol. 12y* (Issue 235).
- Naibaho, A., & Rahman, A. (2020). Efek Penambahan Fly Ash Tipe C terhadap Kuat Tekan Mortar. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 5(1), 51.
- Rahman, M. A. (2011). Study on modified pineapple leaf fiber. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 7(2), 1–16.
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan. *Konstruksia*, 7(2), 13–20.
- Suarnita, I. wayan. (2011). Kuat tekan beton dengan aditif fly ash ex. PLTU Mpanau Tavaeli. *Jurnal Smartek*, 9(1), 1–10.
- Tjokrodimuljo, K. (2007). Teknologi Beton. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil. Universitas Gajah Mada.
- Umboh, A. H., Sumajow, M. D. J., & Windah, R. S. (2014). Pengaruh pemanfaatan abu terbang (fly ash) dari pltu ii sulawesi utara sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statistik* 2(7), 352–358.
- Wirawan, R., Zainudin, E. S., & Sapuan, S. M. (2009). Mechanical properties of natural fibre reinforced PVC composites: A review. *Sains Malaysiana*, 38(4), 531–535.
- Yanti, G., Zainuri, Z., & Megasari, S. W. (2019). Peningkatan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Variasi Penambahan Serat Daun Nanas. *Teknik*, 40(1), 71.