

Pengaruh Kombinasi Agregat Halus dan Volume Foam terhadap Sifat Mekanik Beton Busa

Naifah¹, Ghaitsa Zahira Sabila², Syamsul Bahri^{2,*}, Khairul Miswar²

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

*E-mail: Syamsul_bahri@pnl.ac.id

Abstract

Article history:

Received: 06-08-2025

Accepted: 19-08-2025

Published: 30-08-2025

Keywords:

density;
foam concrete;
foam sand;
particle size;
volume.

Lightweight concrete is defined as concrete utilizing lightweight aggregates or a combination of fine aggregates and natural sand, with a maximum density not exceeding 1850 kg/m³. Recent advancements in foam concrete—a cement-based material with a density range of 400–1850 kg/m³—have expanded its applications in structural and non-structural components. This study investigates the effect of fine aggregate particle size and foam volume on the compressive strength of lightweight foam concrete. Fine aggregates with particle sizes of 4.75 mm, 2.36 mm, and 1.18 mm were used, corresponding to target densities of 800 kg/m³, 1000 kg/m³, and 1200 kg/m³. The mix design was based on the Absolute Volume Method, following ASTM C29 and SNI standards. Experimental results indicate that the use of 4.75 mm aggregate resulted in the highest percentage increase in compressive strength across all density levels, namely 1.50% at 800 kg/m³, 2.08% at 1000 kg/m³, and 1.34% at 1200 kg/m³. At the highest density (1200 kg/m³), where foam content was minimized, the increase in compressive strength was more stable, recorded at 1.06% for 1.18 mm sand, 1.28% for 2.36 mm sand, and 1.34% for 4.75 mm sand. The findings highlight that both aggregate gradation and foam volume significantly affect the mechanical performance of foam concrete, with coarser aggregates offering better strength performance, particularly at higher densities.

1. Pendahuluan

Beton merupakan bahan yang populer dengan penggunaan yang banyak dan luas dikarenakan metode pembuatannya sederhana untuk mencapai kekuatan yang di rencanakan[1]. Pada proyek kontruksi jalan raya, beton ringan juga diterapkan secara signifikan, misalnya pada orpit, sebagai pengisi celah jembatan atau sebagai pengganti tanah lunak pada sub grade jalan raya. Beton ringan sendiri saat ini memiliki dua jenis klasifikasi dari proses pembuatannya yaitu *Aerated Autoclave Concrete* (ACC) dan *Cellular Light Concrete* (CLC)[2]. Dari beberapa tahun telah terjadi perkembangan pada beton busa (*foam concrete*), yang merupakan suatu pasta semen yang didefinisikan sebagai beton dengan kekuatan 400-1.850 kg/m³, memiliki rongga udara acak yang dibuat dari campuran foam agent didalam mortar[3].

Beton busa memiliki keunggulan berupa bobot yang lebih ringan, sifat insulasi termal yang baik, dan kemudahan dalam pengerjaan, sehingga banyak digunakan pada konstruksi dinding non-struktural, lapisan perkerasan ringan, maupun pengisi ruang[4]. Namun, kelemahan utama beton busa adalah rendahnya

kuat tekan dibandingkan beton normal. Oleh karena itu, variasi dalam komposisi campuran, termasuk penggunaan agregat halus dengan ukuran tertentu dan variasi volume foam, menjadi penting untuk meningkatkan sifat mekanik beton busa[5].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa densitas beton busa dapat dikontrol pada kisaran 400–1600 kg/m³ dengan menyesuaikan volume foam, dan terdapat hubungan langsung antara densitas dengan kuat tekan[6]. Sementara itu, pemilihan *foaming agent* yang tepat, serta penggunaan *superplasticizer*, berperan penting dalam meningkatkan stabilitas gelembung udara dan homogenitas campuran[7]. Penelitian juga menemukan bahwa variasi FAS (Faktor Air Semen) dan penggunaan aditif kimia dapat meningkatkan sifat mekanik dan durabilitas beton busa pada aplikasi konstruksi ringan[8].

Kajian pada berbagai faktor yang memengaruhi sifat mekanik beton busa mendapatkan bahwa densitas serta rasio air-semen merupakan parameter dominan[9]. Sementara itu kajian juga menunjukkan bahwa kuat tekan beton busa dapat ditingkatkan dengan optimasi ukuran butiran agregat dan

rasio foam[10]. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penambahan aditif polimer mampu meningkatkan kekuatan tekan sekaligus memperbaiki ketahanan terhadap retak pada beton busa[11, 12]. Selain itu, pemanfaatan limbah industri sebagai agregat pengganti dalam beton busa, juga memberikan hasil peningkatan potensi keberlanjutan material tanpa mengorbankan sifat mekanik[13-15]. Penelitian menegaskan kembali bahwa variasi foam agent dan ukuran butiran agregat sangat mempengaruhi mikrostruktur, densitas, serta kuat tekan beton busa[16].

Penelitian *foam concrete* ini akan berfokus pada variasi butiran agregat halus dan volume foam pada beton berbuisa. Agregat halus didapatkan dari lokasi Lhoknibong. Butiran agregat halus yang akan diuji mencakup agregat halus yang memenuhi syarat dengan lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm, sementara volume foam akan divariasikan untuk mencapai *density* 800 kg/m³, 1000 kg/m³, dan 1200 kg/m³ pada beton berbuisa. Penggunaan superplasticizer menggunakan jenis *ABS Additive Foam Concrete* dan *Foaming Agent* dari merek ABS. Pemakaian semen sebesar 900 kg dengan FAS sebesar 0,45 perbandingan semen dan agregat halus sebesar 1:3 dengan metode *mix desain foam concrete* yang digunakan adalah Metode Absolute[17].

Pada penelitian ini penulis meneliti seberapa besar pengaruh perubahan butiran agregat halus terhadap kuat tekan beton dan pengaruh perubahan foam volume pada agregat halus terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini bermanfaat sebagai alternatif peningkatan jalan yang tidak memiliki stabilitas dan daya dukung tanah yang baik, sebagai kepentingan dalam memastikan kualitas produk *foam concrete* yang dihasilkan, memberikan jenis bata ringan dengan variasi butiran agregat halus yang berbeda, dan memberikan jenis bata ringan dengan volume foam yang berbeda[5].

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan *mix design foam concrete* menggunakan Metode Absolute. Pada tahap awal dilakukan *trial mix* untuk menentukan komposisi campuran yang sesuai dengan target densitas.

Bahan yang digunakan meliputi semen Portland sebagai pengikat utama, agregat halus yang diambil dari lokasi Lhoknibong, *foaming*

agent ABS Foam Concrete, serta *superplasticizer* jenis *ABS Additive*. Agregat halus terlebih dahulu diperiksa sifat fisisnya, meliputi berat jenis, penyerapan air, dan kadar lumpur, kemudian dilakukan analisa gradasi dengan metode saringan bertingkat untuk mengetahui distribusi ukuran butirannya. Variasi agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 4,75 mm, 2,36 mm, dan 1,18 mm.

Pengujian yang dilakukan mencakup pemeriksaan sifat fisis agregat halus, analisa saringan agregat halus, pengujian kuat tekan beton *density* 800 kg/m³, 1000 kg/m³, 1200 kg/m³, dan pengujian kuat tekan beton direndam selama 24 jam[6-8].

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang diperoleh merupakan data pengujian sifat fisis agregat halus, analisa saringan agregat halus, kuat tekan beton *density* 800 kg/m³, kuat tekan beton *density* 1000 kg/m³, kuat tekan beton *density* 1200 kg/m³, dan kuat tekan beton direndam selama 24 jam.

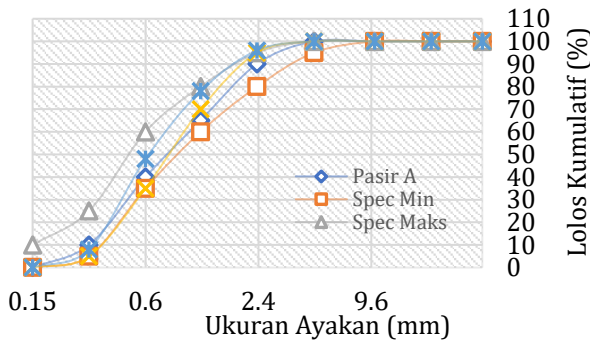
3.1 Hasil Pengujian Sifat Fisis Agregat Halus

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sifat-sifat fisis terhadap agregat halus yang memenuhi ketentuan yang disyaratkan ASTM. Hasil uji berat jenis agregat halus lolos saringan 4,75 mm didapati sebesar 2,70 kg/m³, agregat halus lolos saringan 2,36 mm didapat 2,70 kg/m³, dan agregat halus lolos saringan 1,18 mm didapat 2,67 kg/m³ hingga memenuhi syarat ASTM C.29-1991 yaitu diantara 1,6 – 3,2 kg/m³. Berat jenis agregat akan mempengaruhi proposi campuran dalam berat sebagai control[9].

Gradasi agregat halus dibagi kedalam 4 zona. Zona 1 pasir kasar, zona 2 pasir agak kasar, zona 3 pasir agak halus, dan zona 4 pasir halus, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan agregat halus termasuk kedalam zona 3 berdasarkan spesifikasi BS 882-92 yang kekasaran agregat halusnya dikategorikan pasir agak halus, dengan butiran agregat halus lolos saringan 4,75 mm FM sebesar 2,25, butiran agregat halus lolos saringan 2,36 mm FM sebesar 2,20, dan butiran agregat halus lolos saringan 1,18 mm FM sebesar 2,03[10].

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis agregat halus (pasir halus)

No	Pengujian	Lolos saringan 1,18 mm	Lolos saringan 2,36 mm	Lolos saringan 4,75 mm	Standar ASTM	ASTM
1	Berat Jenis (kg/m^3)	2,674	2,697	2,704	1,6 - 3,2	ASTM C.29-1991
2	Kadar Air (%)	1,108	1,104	0,625	Max 10%	ASTM C.566-13
3	Absorbtion (%)	4,103	2,169	2,696	Max 12%	ASTM C.128-15



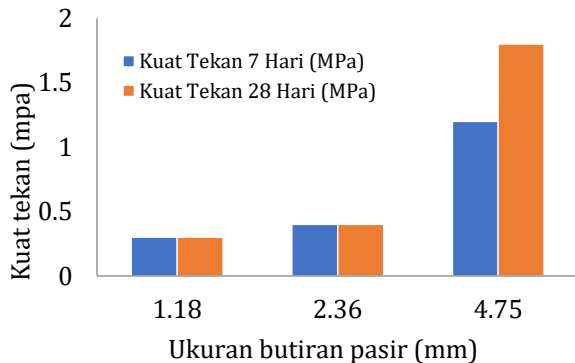
Gambar 1. Kurva gradasi agregat halus

3.2 Pengaruh *Density Foam Concrete* terhadap Kuat Tekan Beton

Pengaruh *density foam concrete* terhadap kuat tekan beton pada berbagai *density* diuraikan dalam penjelasan berikut.

3.2.1 Kuat Tekan Beton Busa *Density 800 kg/m³*

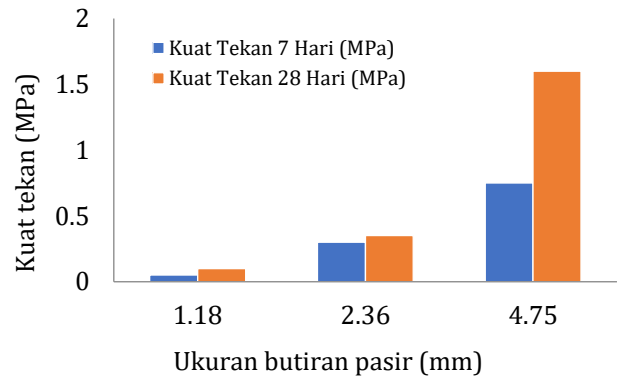
Kuat tekan beton busa densitas 800 kg/m^3 diperlihatkan pada Gambar 2. Gambar 2. menunjukkan perbandingan kuat tekan beton busa kubus $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ dengan *density* 800 kg/m^3 . Pada hasil perbandingan nilai kuat tekan pada *density* ini mengalami hal yang baik dengan kenaikan nilai kuat tekan yang terjadi. Dikarenakan pasir dengan butiran paling kasar memiliki nilai kuat tekan palig besar dibandingkan dengan pasir dengan butiran yang halus. Pada beton ringan mix-3 (A_3B_1) beton ringan mengalami kenaikan sebesar 1,06% diantara beton umur 7 hari dan umur 28 hari.



Gambar 2. Kuat tekan beton *density* 800 kg/m^3

3.2.2 Kuat Tekan Beton *Density 1000 kg/m³*

Kuat tekan beton busa densitas 800 kg/m^3 diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kuat tekan beton *density* 1000 kg/m^3

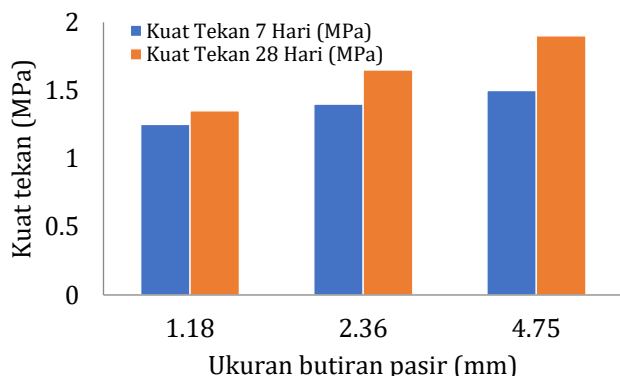
Gambar 3 menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton dengan *density* 1000 kg/m^3 dimana ukuran beton ringan adalah $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$. Pada hasil nilai kuat tekan ini grafik mengalami kenaikan yang stabil dimana kenaikan pada tiap jenis kehalusan pasir di umur 28 hari malampaui nilai kuat tekan beton umur 7 hari. Presentase nilai kuat tekan tertinggi pada *density* ini terletak pada mix-4 (A_1B_2) yaitu sebesar 2,08% dan nilai terendah terletak pada mix-5 (A_2B_2) dengan nilai sebesar 1,23%.

3.2.3 Kuat Tekan Beton *Density 1200 kg/m³*

Gambar 4 menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan beton *density* 1200 kg/m^3 pada ukuran beton yakni $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$. Pada hasil pengujian ini nilai kuat tekan beton umur 28 hari meningkat dibandingkan pada beton umur 7 hari. Pada *density* 1200 kg/m^3 nilai kuat tekan beton seluruhnya mengalami kenaikan, dengan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan *density* lainnya.

Nilai kuat tekan pada *density* ini memperoleh nilai tertinggi terletak pada mix-8 (A_2B_3) dengan presentase kenaikan sebesar 1,34% dan yang terendah terletak pada mix-9 (A_3B_3) yaitu sebesar 1,06%. Proses pengerjaan pada *density* ini tergolong yang tidak terlalu menyusahkan dikarenakan penggunaan *foam*

agent yang tidak banyak dibandingkan dengan density lainnya.

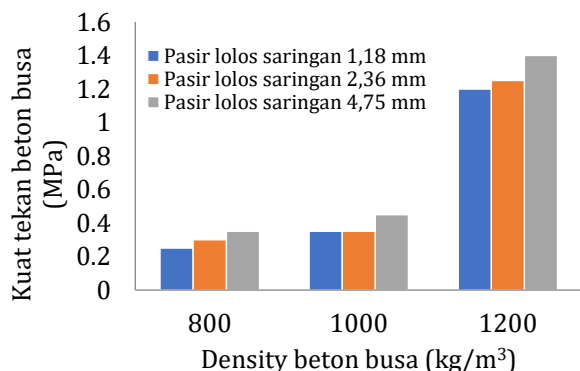


Gambar 4. Kuat tekan beton density 1200 kg/m³

3.2.4 Kuat Tekan Beton Busa Umur 28 Hari yang Direndam

Pada proses ini dilakukan untuk mengetahui penyerapan beton dengan faktor jumlah foam yang berbeda dengan variasi pasir yang berbeda, dikarenakan pada tiap komposisi memiliki jumlah foam yang berbeda walaupun density dan kehalusan pasirnya sama. Jangka waktu perendaman yang dilakukan tidak lebih selama 24 jam. Dari proses perendaman selama 24 jam ini didapat nilai kuat tekan beton yang tidak berbeda.

Gambar 5 menjelaskan kenaikan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang telah melalui proses perendaman selama 24 jam dimana pada seluruh mix mengalami kenaikan. Campuran beton yang menggunakan pasir kasar akan menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir dengan butiran yang halus[11].



Gambar 5. Kuat tekan beton direndam 24 jam

4. Kesimpulan

Pengaruh ukuran butiran pasir dalam nilai kuat tekan beton yang dimana, pada pasir ukuran 4,75 mm memiliki presentase kenaikan

nilai kuat tekan beton busa yang tertinggi pada tiap density, yaitu sebesar 1,50% pada density 800 kg/m³, 2,08% pada density 1000 kg/m³, dan 1,34% pada density 1200 kg/m³. Pada pasir ukuran 1,18 mm memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang paling rendah pada tiap density, yaitu sebesar 1,06% pada density 800 kg/m³, 1,36% pada density 1000 kg/m³, dan 1,06% pada density 1200 kg/m³.

Berbagai macam density yang dikerjakan memberikan jumlah foam berbeda pada tiap density, pada density 800 kg/m³ memiliki jumlah busa yang lebih banyak dibandingkan dengan density lainnya, pada tiap kehalusan pasir memiliki presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar 1,06% pada pasir ukuran lolos saringan 1,18 mm, 0,93% pada pasir lolos saringan 2,36 mm, dan 1,50% pada pasir lolos saringan 4,75 mm.

Pada density 1200 kg/m³ memiliki jumlah busa yang paling rendah sehingga memiliki konsistensi presentase kenaikan nilai kuat tekan beton busa yang baik, yaitu sebesar 1,06% pada pasir lolos saringan 1,18 mm, 1,28% pada pasir lolos saringan 2,36 mm, dan 1,34% pada pasir lolos saringan 4,75 mm.

Daftar Pustaka

- [1] Sabila, G. Z., Bahri, S., & Miswar, K., 2024. Pengaruh penggunaan butiran agregat halus dan volume foam terhadap kuat tekan beton busa. Jurnal Sipil Sains Terapan, Vol. 7, No. 02.
- [2] Bombatkar, S., Bajad, V., Murkut, V., Khedekar, D., & Jadhao, S., 2017. Review of foamed concrete. International Journal of Research in Advent Technology (IJRAT), pp. 275-278.
- [3] Tumpu, M., Parung, H., Tjaronge, M., & Amiruddin, A. A., Year. Karakteristik beton busa yang mengalami beban tekan. in Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil.
- [4] Hamdi, F. et al., 2022. Teknologi beton. Tohar Media.
- [5] Hardiyanti, A. D., Abdullah, A., Hayati, Y., & Abbas, I., 2022. Sifat mekanis beton busa dengan serat. Journal of The Civil Engineering Student, Vol. 4, No. 3, pp. 274-280.
- [6] Irianto, D. S., Suparjo, R. R., Andung Yuniarta, M. T., Franky, E., Fauzi, M., & Sila, A. A. Tohar media.
- [7] Lubis, M., Suryani, A., Kartika, I. A., & Hambali, E., 2019. Pemanfaatan foaming

- agent dari minyak sawit pada beton ringan. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, Vol. 29, No. 3.*
- [8] Susilowati, A. & Nabhan, F., 2021. *Pengaruh variasi faktor air semen terhadap mortar busa. Journal of Applied Civil and Environmental Engineering, Vol. 1, No. 2, pp. 9-15.*
- [9] Syahrul, S., 2022. *Karakteristik beton ringan menggunakan foam agent (sodium lauryl sulfate) sebagai busa. Prosiding Semnastek.*
- [10] Sukmana, N. C., Masbuchin, E., & Anggarini, U., 2020. *Optimasi komposisi pasir, foam agent dan suhu curing pada sintesis beton ringan selular geopolimer dengan pendekatan metode taguchi. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 16, No. 1, pp. 1-11.*
- [11] Enda, D., Dearn, R., Mahrani, D., & Ramdani, M., 2024. *The pengaruh penambahan zat adiktif Aditton HE dan terhadap kuat tekan beton busa. in Seminar Nasional Industri dan Teknologi.*
- [12] Siahaan, D. Y., Nusa, A. B., Dirgantara, R., Hanova, Y., & Sari, K. I., 2025. *Kajian kuat tekan beton dengan penambahan zat polymer sebagai bahan pengisi agregat terhadap mutu beton K-300 (25 MPa). AKSIOMA: Jurnal Sains Ekonomi dan Edukasi, Vol. 2, No. 2, pp. 550-568.*
- [13] Haris, T. & Hidayat, R., 2020. *Pemanfaatan limbah B3 sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dalam pembuatan beton. Engineering: Jurnal Bidang Teknik, Vol. 11, No. 1, pp. 24-33.*
- [14] Firda, A., Permatasari, R., & Fuad, I. S., 2021. *Pemanfaatan limbah batubara (fly ash) sebagai material pengganti agregat kasar pada pembuatan beton ringan. Jurnal Deformasi, Vol. 6, No. 1, pp. 1-8.*
- [15] Purwanto, D., Permadi, D. D., & Saputri, U. S., 2023. *Analisis uji kuat beton dengan menggunakan limbah styrofoam sebagai pengganti sebagian agregat halus. Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 5, No. 1, pp. 10-17.*
- [16] Santoso, T. B. & Miftah, M. F., 2023. *Pengaruh penambahan foam agent terhadap density, daya serap air dan kuat tekan mortar. Jurnal Riset Teknik Sipil dan Sains, Vol. 2, No. 1, pp. 32-39.*
- [17] Lestari, A. D., Hutauruk, D. M., & Alfa, A., 2024. *Studi eksperimen kuat tekan beton menggunakan portland composite cement (PCC) dan portland pozzolan cement (PPC) dengan pasir yang ditambang dari sungai wampu (mix design SNI 7656-2012). Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir, Vol. 10, No. 3, pp. 222-232.*