

# Potensi Beton Busa Bahan Konstruksi Berkelanjutan Penopang Pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara di Kalimantan Timur

**Syahrul**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

---

## Artikel Informasi

### Riwayat Artikel

Diterima, 17 Maret 2022

Direvisi, 22 Maret 2022

Disetujui, 11 April 2022

---

### Kata Kunci:

Beton Busa

Berat Jenis

Bahan Dasar

---

### Keywords:

Foam Concrete

Specific Gravity

Basic Material

---

## ABSTRAK

Beton ringan umumnya memiliki berat jenis di bawah 1800 kg/cm<sup>2</sup>, berdasarkan kekuatan tekan, penggunaan beton ringan pada non struktural dengan berat berkisar 250 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan berat jenis beton normal mencapai 2400 kg/cm<sup>2</sup>, selain itu masih terdapat tambahan material lainnya yang melekat pada konstruksi, jika terjadi gempa pergerakan akan terjadi atau perpindahan massa, karena itu penggunaan material yang memiliki bobot yang ringan serta ramah lingkungan untuk kesinambungan konstruksi menjadi paradigma di era sekarang. Untuk membentuk beton busa menggunakan foam agent berbahan dasar sodium laureth sulfat serta silinder beton berukuran 200 x 100 mm guna mendapatkan data karakteristik beton busa. Penelitian yang bersifat ekperimental untuk mengetahui karakteristik beton busa dengan potensi sebagai material berkelanjutan dan penopang pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara di Kalimantan Timur.

---

## ABSTRACT

*Lightweight concrete generally has a specific gravity below 1800 kg/cm<sup>2</sup>, based on compressive strength, the use of non-structural lightweight concrete with a weight of around 250 kg/cm<sup>2</sup>, while the normal concrete density reaches 2400 kg/cm<sup>2</sup>, besides that there are other additional materials that attached to construction, if an earthquake occurs movement will occur or mass transfer, therefore the use of materials that have light weight and are environmentally friendly for construction sustainability is a paradigm in the current era. To form foam concrete using a foam agent made from sodium laureth sulfate and a concrete cylinder measuring 200 x 100 mm in order to obtain data on the characteristics of foam concrete. Experimental research to determine the characteristics of foam concrete with potential as a sustainable material and support for the development of the Archipelago National Capital in East Kalimantan.*



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

---

## Penulis Korespondensi:

**Syahrul**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: [Syahrulsipil@rocketmail.com](mailto:Syahrulsipil@rocketmail.com)

## PENDAHULUAN

Beton busa berupa material pengisi beton selular yang sangat cair dan ringan, yang diproduksi mencampur semen dengan busa yang diproduksi secara terpisah. Kerapatan beton busa ditentukan oleh perbandingan busa dengan pasta dengan kerapatan berkisar 300 kg/m<sup>3</sup> hingga 1600 kg/m<sup>3</sup>. Beton busa dibuat dengan distribusi seragam yang membentuk gelembung udara diseluruh massa beton atau pasta. Gelembung memiliki dinding busa yang stabil selama pencampuran, pengangkutan, pemompaan serta penuangan beton segar. Sel atau gelembung memiliki jarak berkisar 0,1 mm hingga 1 mm dan beton busa mengalir dan dituang tanpa pemadatan (Jalal MD dkk ; 2017). Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan kepadatan, rongga udara pada neton busa ditandai dengan parameter pengembangan rongga udara (Nambiar EKK and Ramamurty K ; 2007).

Metode perancangan beton busa yang diawali keseragaman distribusi dari rongga udara, proses pemberian busa pada bahan, akurasi perhitungan desain campuran dan produksi beton busa. Guna menghasilkan beton busa dengan konsistensi dan stabilitas yang tinggi, dianjurkan tidak mengurangi volume zat busa. Meskipun kerapatan yang diharapkan dan kekuatan yang diperlukan bergantung pada kondisi tertentu, berupa metode, proporsional atau komposisi bahan, pedoman atau acuan, metode coba-coba. Dan tidak adanya metode standar untuk menentukan proporsi campuran bahan beton busa secara pasti (Amran YHM dkk ; 2015). Beton akan tahan lama jika mengikuti spesifikasi dan beton diproduksi sesuai dengan keperluan dan beton yang tahan lama akan memberikan masa layan sesuai fungsinya serta hanya memerlukan perawatan dan perbaikan yang ditoleransikan sesuai spesifikasi (Mather B ; 2004).

Beton busa adalah teknologi inovatif untuk konstruksi sipil yang ramah lingkungan dan beton busa dapat menjadi bahan ramah lingkungan untuk konstruksi serta efektifitas biaya dalam penggunaannya. Oleh karenanya penelitian ini guna mengetahui karakteristik beton busa dengan parameter uji yang digunakan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Aplikasi Beton Busa

Aplikasi beton busa bnerdasarkan kepadatan terbagi menjadi beberapa jenis.

1. Pembangunan dinding dan lantai, beton busa kepadatan antara 300 kg/m<sup>3</sup> hingga 500kg/m<sup>3</sup> terutama digunakan pada konstruksi dinding dan atap karena beton busa memberikan ketahanan panas, isolasi akustik dan tahan api.
2. Pengisian rongga, beton busa kepadatan antara 600 kg/m<sup>3</sup> hingga 800 kg/m<sup>3</sup> digunakan untuk pengisian rongga, seperti lanskap (Konstruksi bawah tanah).
3. Pengisian rongga pada bagian yang melengkung dan untuk perbaikan sistem pembuangan limbah yang rusak serta memproduksi mortar pasangan bata.
4. Pondasi ringan, dengan kepadatan di bawah 300 kg/m<sup>3</sup>, pada galian dengan tanah yang jelek, beton busa dapat digunakan 100 % dengan desain menggunakan prinsip keseimbangan.
5. Pracetak, meningkatkan penggunaan beton busa sebagai blok dan panel pracetak.
6. Konstruksi jalan, beton busa memberikan pengurangan beban untuk mencegah penurunan.
7. Jaringan pejalan kaki, dengan kepadatan 800 kg/m<sup>3</sup>.
8. Jaringan pelengkung.

## Beton Ringan

SNI 03 3449 2002, mengategorikan beton ringan berdasarkan kuat tekan minimal dan maksimal (MPa) serta berat isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) serta tujuan konstruksi. Untuk struktur maksimal 41,36 MPa dengan berat isi 1850  $\text{kg}/\text{m}^3$ , dan minimal 17,24 MPa dengan berat isi 1400  $\text{kg}/\text{m}^3$ , struktur ringan maksimal 17,24 MPa dengan berat isi 1400  $\text{kg}/\text{m}^3$  dan minimal 6,89 MPa dengan berat isi 800  $\text{kg}/\text{m}^3$ , struktur ringan sebagai isolasi maksimal berat isi 800  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

## Penyusun Beton Busa

Beton busa memiliki beberapa bahan penyusun yang terdiri dari semen, agregat halus, foam agent, dan air. Pada rencana suatu bahan campuran harus memenuhi syarat :

1. Semen Portland ; merupakan material yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker, terutama yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pendukung, fungsi semen setelah bereaksi dengan air menjadi pasta semen, pasta merekatkan butiran agregat menjadi massa yang padat dan solid, pasta juga mengisi rongga diantara butiran agregat. Empat senyawa lengkap yang utama pada komposisi semen portland, yaitu Dikalsium Silikat ( $\text{C}_2\text{S}$ ) atau  $2\text{CaCO}_3 \cdot \text{SiO}_2$ , Trikalsium Silikat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) atau  $3\text{CaCO}_3 \cdot \text{SiO}_2$ , Trikalsium Aluminat ( $\text{C}_3\text{A}$ ) atau  $3\text{CaCO}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ , Tetrakalsium Aluminoforit ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) atau  $4\text{CaCO}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (Neville AM, and Brooks JJ ; 1987).
2. Agregat Halus ; pada pedoman perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton (1994) agregat halus bisa dibagi menjadi empat bagian berdasarkan gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar (SNI 03 6861 1 2002) spesifikasi bahan bangunan bagian A, bahan bangunan bukan logam, agregat halus memiliki syarat mutlak :
  - a. butiran tajam dan keras, dengan indeks kekerasan  $\leq 2,2$ .
  - b. Kekal, tidak pecah dan hancur oleh pengaruh cuaca.
  - c. Tidak mengandung lumpur, tidak mengandung zat organik terlalu banyak.
  - d. Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
  - e. Khusus beton keawetan tinggi, agregat halus tidak reaktif terhadap alkali.
3. Foam Agent ; berupa larutan pekat dari bahan surfaktan, jika digunakan harus dilarutkan dan diaduk dengan air. Surfaktan berupa zat yang cenderung terkonsentrasi antara muka dan mengaktifkan antara, foam agent merupakan cairan bahan baku pembuat busa yang berkualitas tinggi. Untuk mempercepat pengeringan dan pengerasan secara sempurna tambahkan 2 – 3 % cairan pengeras beton, adapun penggunaan 1 liter foam agent dicampur dengan air bersih 40 hingga 80 liter (normal 60 liter). Foam agent yang digunakan pada pembuatan beton busa mengandung sodium lauryl sulfate.
4. Air Tawar ; Pada Standar (SK SNI S-04-1989-F), spesifikasi bahan bangunan bagian A, air memiliki persyaratan:
  - a. Air harus bersih
  - b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual, benda-benda tersuspensi dan tidak boleh  $> 2$  gram per liter
  - c. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram per liter

- d. tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter, khusus untuk beton pra-tegang kandungan klorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram per liter
- e. tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO<sub>3</sub>) lebih dari 1 gram per liter. Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting, dan air dipergunakan sebagai pereaksi semen portland dan menjadi bahan pelumas antara butiran agregat, agar memberikan kemudahan pelaksanaan pengerjaan (diaduk, dituang, dipadatkan).



**Gambar 1.** Pedestrian berbahan beton busa



**Gambar 2.** Beton busa sebagai timbunan diatas jembatan



**Gambar 3.** Pengisian beton busa pada dinidng tangki

### **Kuat Tekan Silinder Beton Busa**

Kuat tekan merupakan suatu parameter yang menunjukkan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur oleh gaya tekan tertentu. (Putra AAF, dkk ; 2015). Korelasi uji tekan beton dalam (RSNI 03-3412-1994) dinyatakan pada Persamaan 1.

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

- f<sub>c</sub> = nilai tekan maksimum beton (N/mm<sup>2</sup>)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas permukaan specimen silinder (0,25 π d<sub>2</sub> h) (mm<sup>2</sup>)

### **Kuat Tarik Belah Beton Busa**

(SNI 03 2491 2002), pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan. Suatu pendekatan yang umum dilakukan dengan menggunakan modulus of repture yaitu

tegangan tarik beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton polos sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastis (Gunawan P, dkk ; 2014). Korelasi uji tarik belah dalam (SNI 03-2491-2002) dinyatakan pada Persamaan 2.

$$F_{sp} = \frac{2P}{\pi d l} \dots\dots\dots 2$$

Keterangan :

- P = beban (N/mm<sup>2</sup>)
- d = diameter specimen (mm)
- l = luas panjang specimen (mm)

### Kuat Lentur Beton Busa

Pengujian kuat lentur beton untuk mengetahui nilai optimum dan beban P maksimum pada kondisi two point loading yang dapat dipikul oleh balok (Rengkeng VD, dkk ; 2013). Kuat lentur adalah gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen balok sebagai akibat adanya beban transversal (Suhendra ; 2017). Korelasi uji kuat lentur beton dalam (SNI 4431-2011) dinyatakan pada Persamaan 3.

$$MoR = \frac{p \times l}{b \times d^2} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

- MoR = modulus of repture (N/mm<sup>2</sup>)
- P = beban maksimum (N)
- l = panjang bentang (mm)
- b = lebar specimen (mm)
- h = tinggi specimen (mm)

### Modulus Elastisitas Beton Busa

Modulus of elastisitas atau modulus young merupakan perbandingan antara besar tegangan pada satu satuan regangan.(Putra AAF, dkk ; 2015). Bagian tersebut berlaku pada garis lurus (linier) yang dihasilkan dari diagram tegangan - regangan. Saat bagian garis tidak lurus, atau melewati batas elastik, modulus of elastisitas diidentifikasi ukuran kemiringan dari tangen yang tidak lurus (bengkok) pada bagian titik diagram. Modulus of elastisitas dipengaruhi oleh kuat tekan dan kepadatan mortar atau beton, semakin tinggi kuat tekan beton semakin padat mortar atau beton, modulus of elastisitas semakin tinggi. Korelasi modulus of elastisitas dan kepadatan mortar atau beton dalam (SK SNI T-15-1991-03) dinyatakan pada Persamaan 4.

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c} \dots\dots\dots 4$$

Keterangan :

- E<sub>c</sub> = modulus elastisitas tekan beton (MPa)
- f<sub>c</sub> = kuat tekan beton (MPa)

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Kegiatan penelitian dibuat dalam bentuk diagram kerja yang disusun untuk memudahkan di dalam melakukan penelitian, dilaksanakan dengan efektif dan efisien. Tahapan dari kegiatan penelitian :

1. Studi pendahuluan
2. Persiapan peralatan dan pengujian bahan
3. Perancangan campuran
4. Pembuatan specimen silinder dan balok beton
5. Uji fisik dan mekanik silinder dan balok beton
6. Analisa dan bahasan
7. Kesimpulan dan saran

### Pengujian Karakteristik Material

Pengujian dilakukan berupa karakteristik agregat kasar dan agregat halus, pengujian dan metode digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Metode pemeriksaan karakteristik material

No.	Pengujian	Metode
		Agregat Halus
1	Analisa saringan	SNI 03 - 1968 - 1990
2	Berat jenis dan Penyerapan	SNI 03 - 1970 - 2008-
3	Kadar lumpur	SNI 03 - 4142 - 1996
4	Kadar air	SNI 03 - 1971 - 2011
5	Berat volume/isi	SNI 1973 - 2016
6	Kadar organik	SNI 03 - 2816 - 1992

### Foam Agent

Foam agent texapon N70 berupa material larutan gel bening keruh dengan karakteristik umum berbahan dasar sodium laureth sulfate, berupa eter sulfat yang terbuat dari alkohol lemak yang mengandung 2 mol etil oksida dengan proses klorosulfasi kontinu eksklusif cognis.

**Tabel 2.** Karakteristik kimia foam agent Texapon N70

No	Kandungan	Standar
1	FAES, % (MW 382)	68 - 72
2	Unsulfated Alcohol, %	Maks, 2,50
3	Sodium Chloride, %	Maks, 0,50
4	Sodium Sulfate, %	Maks, 1
5	pH (1% solution)	7,0 - 9,0
6	Color, % Trans., 440 nm	Min, 90



Gambar 4. Busa agent

### Admixture

Sikament LN material cair yang berfungsi sebagai aditif yang mengurangi jumlah air dan sebagai superplastisator untuk mempercepat pengerasan beton dan kelecakan tinggi, sesuai ASTM C 494 - 92 Type C.

Tabel 3. Karakteristik admixture sikament LN

No	Karakteristik	Hasil
1	Warna	Coklat gelap
2	Berat jenis	1,22 + 0,01 kg/l
3	Bentuk	Cair

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi eksperimental beton busa dengan menggunakan pasir, semen, air, serta foam agent dan bahan pengeras untuk mengetahui karakteristik beton busa dengan komposisi dan metode campuran menggunakan pasir, foam agent, air, semen.

Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik beton busa

Variabel	Beton Busa
Kuat tekan ( $f_c$ )	5,702 MPa
Berat Jenis ( $W_c$ )	1,368 kg/m <sup>3</sup>
Kuat tarik belah ( $f_t$ )	0,523 MPa
Kuat lentur ( $f_r$ )	1,232 MPa
Modulus elastis ( $E_s$ )	3,823 MPa



Gambar 5. Uji tarik belah silinder beton busa



**Gambar 6.** Uji tekan silinder beton busa



**Gambar 7.** Uji kuat lentur balok beton busa

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian singkat diatas, hasil yang diharapkan pada penelitian ini berupa penggunaan material beton busa sebagai bahan konstruksi yang berkelanjutan akan berguna dalam menyongsong pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara di Kalimantan Timur :

1. Beton busa memiliki kategori sebagai beton ringan mengingat berat jenis  $1,366 \text{ kg/m}^3$  berdasarkan SNI 03 3449 2002 memenuhi syarat sebagai beton ringan  $\leq 1400 \text{ kg/m}^3$ .
2. Penggunaan bahan foam agent sebagai busa pengembang beton dalam  $1 \text{ m}^3$  diperlukan sebanyak 600 ml.
3. Kandungan foam agent pada beton busa memberikan pengaruh terhadap berat jenis beton yang tereduksi sebesar 40 % dari berat beton normal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amran, YHM, Farzadnia, N, Ali, AAA. (2015). Properties and Applications of Foamed Concrete; a review, *Construction and Building Materials* 101 990-1005.
- Gunawan, P, Sunarmasto, Yunanto, AD. (2014). Studi Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas Beton Ringan Teknologi Foam Dengan Bahan Tambah Serat Polyester, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Desember 2014
- Jalal, MD, Tanveer, A, Jagdeesh, K, Ahmed F. (2017). Foam Concrete, *ISSN 2278-3652 volume 8, number 1, pp. 1-14.*



- Karimah, R, Rusdianto, Y, Hamdany, DY. (2017). Pengaruh Penggunaan Foam Agent Terhadap Kuat Tekan dan Koefisien Permeabilitas Pada Beton. *Media teknik sipil* ISSN 1693-3095.
- Karthikeyan, B, Selvaraj, R, Saravanan, S. (2015). Mechanical Properties of Foam Concrete, *International Journal of Earth Sciences and Engineering* ISSN 0974-5904.
- Mather, B. (2004). *Concrete Durability, cement and concrete composite* 26 3-4.
- Nambiar, EKK, Ramamurty, K. (2007). Air Void Characterisation of Foam Concrete, cement and concrete research 37 221-230.
- Namsone, E, Sahmenko, G, Korjakins, A. (2017) Durability Properties of High Performance Foamed Concrete, *procedia engineering* 172 760-767.
- Neville, AM, and Brook, JJ. (1987). *Concrete Technology, Logman Scintifity and Technical* Copublished in the United State with Jhon Wiley and Inc, New York.
- Putra, AAF, Djamaluddin, R, Irmawaty, R. (2015). Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam, *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*
- Rengkeng, VD, Manalip, H, Pandaleka, W J. (2013). Pemeriksaan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar Batu Ape Dari Kepulauan Talaud, *Jurnal Sipil Statik* Volume 1 No 7 Juni 2013 (486-492) ISSN 2337-6732
- Siram, KKB, Raj KA. (2013). Concrete + Green = Foam Concrete, ISSN 0976-6316 volume 4 issue 4 July-August pp. 179-184.
- Syahrul, M. W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, A. Arwin Amiruddin. (2019). Desain Campuran dan Kuat Tekan Beton Ringan untuk Aplikasi Beton Bertulang Komposit Sandwich. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 3*, ISBN 978-602-294-357-0, Hal 16 – 25. Penerbit Udayana University Pers.
- Syahrul, Wihardi, M. W, Djamaluddin, R, Amiruddin, A. A, (2021). Flexural Behavior of Normal and Lightweight Concrete Composite Beams. *Civil Engineering Journal*, ISSN (Online) 2476 – 3055. ISSN (Print) 2676 – 6975. Volume 7 No. 3 March 2021, Hal. 549-559. Salehan Institute of Higher Education, Iran.
- Syahrul, M. W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, A. Arwin Amiruddin., Correlation of Load and Deflection of Concrete Sandwich Containing Foam. *Proceeding International. ISID 2020*. IOP Publishing, Makassar.
- Syahrul, M. W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, A. Arwin Amiruddin., Perilaku Lentur Balok Komposit Beton Normal dan Beton Ringan, *Publikasi Hasil Penelitian*, ISSN 2087 – 7986 Volume LIV, Hal. 44 – 52, November 2020. Penerbit Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Syahrul, M. W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, A. Arwin Amiruddin., Kuat Lentur Balok Sandwich Beton Busa Pada Penampang Tarik, *Publikasi Hasil Penelitian*, ISSN 2087 – 7986 Volume LV, Hal. 7 – 16, Desember 2020. Penerbit Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Syahrul, M. W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, A. Arwin Amiruddin., Karakteristik Campuran Beton Normal dan Beton Ringan Sebagai Balok Komposit, *Publikasi Hasil Penelitian*, ISSN 2087 – 7986 Volume XLVII – Maret 2018, Hal. 99 – 109, Penerbit Program Doktor Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Suhendra. (2017). Kajian Hubungan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan Beton, *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari* Volume 2 No 1 Tahun 2017
- Tiwari, P, Chandak, R, Yadav, R, K. (2014). Effect of Salt Water on Compressive of Concrete, *International Journal of Engineering Research and Applications*, ISSN 2248-9622 Volume 4 Issue 4 (Version 5) April 2014, pp. 38-42