

ANALISA KUAT TEKAN BETON POROUS DENGAN BAHAN TAMBAHAN LIMBAH ABU SEKAM DAN PUNTUNG ROKOK

Zudiana Muhromi*¹, Bagas Wahyu Adhi², Beni Setiyanto³ Ahmad Hidayawan⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Batik Surakarta

email: zudianamuh@gmail.com, bagaswahyu54@gmail.com, benisetiyanto09@gmail.com,
hidayawan11@gmail.com

Abstrak

Peningkatan aktivitas manusia dan kemajuan industri secara tidak langsung menghasilkan limbah yang jika tidak ditangani dengan baik akan menumpuk dan mencemari lingkungan. Di sisi lain, konstruksi beton memerlukan inovasi untuk menghasilkan material yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi pemanfaatan abu sekam dan puntung rokok sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton porous, guna menilai pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium menggunakan cetakan silinder dan balok, dengan variasi penambahan limbah sebesar 3%, 5%, dan 8%. Parameter utama yang diuji meliputi nilai kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu sekam mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan kekuatan tekan beton pada komposisi tertentu, sementara penggunaan puntung rokok sebagai campuran cenderung menurunkan kekuatan tekan. Dari data yang diperoleh, komposisi optimum terdapat pada penambahan abu sekam sebesar 3%. Studi ini membuktikan bahwa limbah abu sekam berpotensi sebagai substitusi sebagian bahan penyusun beton porous yang berpori dan ramah lingkungan.

Kata kunci: *Beton Pours, Limbah Abu Sekam, Kuat Tekan, Puntung Rokok*

Abstrack

The increase in human activity and industrial progress indirectly produces waste that, if not properly managed, will accumulate and pollute the environment. On the other hand, concrete construction requires innovation to produce more efficient and environmentally friendly materials. This study aims to explore the utilization of rice husk ash and cigarette butts as additives in the production of porous concrete, in order to assess their effect on the compressive strength of concrete. Tests were conducted through laboratory experimental methods using cylindrical and beam molds, with variations in waste addition of 3%, 5%, and 8%. The main parameters tested include compressive strength values at 7 and 28 days. The research results show that rice husk ash can contribute to increasing the compressive strength of concrete at certain compositions, while the use of cigarette butts as a mixture tends to decrease compressive strength. From the data obtained, the optimum composition is found in the addition of 3% rice husk ash. This study proves that rice husk ash waste has the potential to be a partial substitute for the constituent materials of porous and environmentally friendly concrete.

Keywords: *Pouros Concrete, Rice Husk Ash Waste, Compressive Strength, Cigarette Butts*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan aktivitas manusia telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, dan konstruksi. Namun, perkembangan tersebut juga berimplikasi terhadap peningkatan jumlah limbah, baik limbah padat, cair, maupun gas, yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola secara efektif (Libranito, 2023). Salah satu jenis limbah padat yang jumlahnya sangat besar namun masih minim pemanfaatan adalah limbah puntung rokok. Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah perokok tertinggi di kawasan ASEAN, dengan persentase mencapai 50,68% dari populasi (SEATCA, 2014). World Health Organization melaporkan bahwa jumlah perokok aktif di Indonesia mencapai sekitar 72 juta orang pada tahun 2015 dan diperkirakan meningkat

menjadi hampir 97 juta orang pada tahun 2025 (WHO, 2015). Tingginya konsumsi rokok ini berdampak langsung pada meningkatnya limbah puntung rokok yang sebagian besar dibuang secara sembarangan ke lingkungan, sehingga menimbulkan risiko pencemaran tanah, air, dan ekosistem akuatik. Filter rokok yang tersusun dari selulosa asetat diketahui bersifat tahan panas dan tekanan, sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai material alternatif dalam bidang konstruksi (Libranito, 2023).

Selain limbah puntung rokok, limbah pertanian berupa abu sekam padi juga menjadi masalah lingkungan yang signifikan. Setiap tahun, produksi sekam padi dunia diperkirakan mencapai sekitar 137 juta ton, dengan limbah abu sekam padi hasil pembakaran berkisar antara 20–33% dari berat gabah. Abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi dan bersifat pozolan, sehingga mampu bereaksi dengan hasil hidrasi semen dan berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Semen Portland sendiri merupakan bahan pengikat hidrolis yang diperoleh dari penggilingan klinker yang mengandung kalsium silikat, dengan penambahan kalsium sulfat sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan performa pengikatnya (Farayatna, 2014). Semen Portland Tipe I banyak digunakan untuk keperluan umum karena karakteristiknya yang sesuai untuk berbagai jenis konstruksi (Raymond et al., 2025). Pemanfaatan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen tidak hanya membantu mengurangi limbah pertanian, tetapi juga berpotensi meningkatkan sifat mekanis beton serta menurunkan konsumsi semen konvensional, sehingga mendukung pembangunan yang lebih ramah lingkungan (Devi et al., 2024).

Beton merupakan material utama dalam konstruksi sipil karena kekuatan, daya tahan, dan kemampuannya menahan beban struktural. Namun, beton konvensional memiliki berat jenis yang relatif tinggi sehingga dapat meningkatkan gaya gempa pada bangunan bertingkat. Untuk mengatasi keterbatasan ini, beton porous dikembangkan sebagai alternatif beton ringan yang memiliki struktur berongga, permeabilitas tinggi, dan kemampuan drainase yang baik. Beton porous umumnya dibuat tanpa agregat halus dan memiliki porositas antara 15–25% dengan kuat tekan berkisar 2,8–28 MPa sesuai standar ACI 522R-10 (Tjokrodimulyo, 2007; ACI Committee 522, 2010). Beton jenis ini banyak diaplikasikan pada sistem drainase, perkerasan ramah lingkungan, lansekap, dan area publik karena mampu mengurangi genangan air serta meminimalkan akumulasi kelembaban.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menyoroti pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan tambahan beton, terutama sebagai material pozolan untuk meningkatkan kuat tekan dan keberlanjutan beton (Devi et al., 2024). Di sisi lain, kajian mengenai limbah puntung rokok lebih banyak difokuskan pada dampak lingkungannya. United Nations Environment Programme (UNEP) dan WHO Framework Convention on Tobacco Control (FCTC) melaporkan bahwa puntung rokok merupakan sumber mikroplastik dan logam berat seperti kadmium yang berpotensi mencemari tanah dan air. Di Indonesia, konsumsi rokok yang mencapai 322 miliar batang pada tahun 2020 menghasilkan lebih dari 107 ribu ton limbah puntung rokok (Anwar et al., 2025). Meskipun potensi pemanfaatannya sangat besar, penelitian yang mengintegrasikan limbah puntung rokok sebagai bahan tambahan dalam beton, khususnya beton porous, masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah abu sekam padi dan puntung rokok terhadap kuat tekan beton porous serta menentukan proporsi optimum kedua material tersebut dalam campuran beton. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan kombinasi limbah abu sekam padi dan puntung rokok secara simultan sebagai bahan tambahan beton porous, yang diharapkan dapat menghasilkan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan, mendukung pembangunan berkelanjutan, sekaligus memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan beton berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengembangkan beton porous dengan bahan tambahan inovatif, yaitu abu sekam padi dan puntung rokok. Pendekatan eksperimen dipilih karena memungkinkan pengendalian kondisi laboratorium serta analisis kuantitatif terhadap pengaruh variasi limbah terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat tekan. Bahan tambahan ditambahkan ke dalam campuran beton sebanyak 3%, 5%, dan 8% dari komposisi desain awal, sehingga variasi tersebut dapat dianalisis pengaruhnya terhadap performa beton porous.

Pengujian utama yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton menahan beban tekan hingga mengalami kerusakan atau hancur. Berdasarkan SNI 03-1974-1990, pengujian dilakukan secara aksial dan bertahap pada benda uji berbentuk silinder atau kubus hingga terjadi retak atau hancur. Nilai kuat tekan (F_c') dihitung menggunakan persamaan matematis menurut SNI 8640:2018:

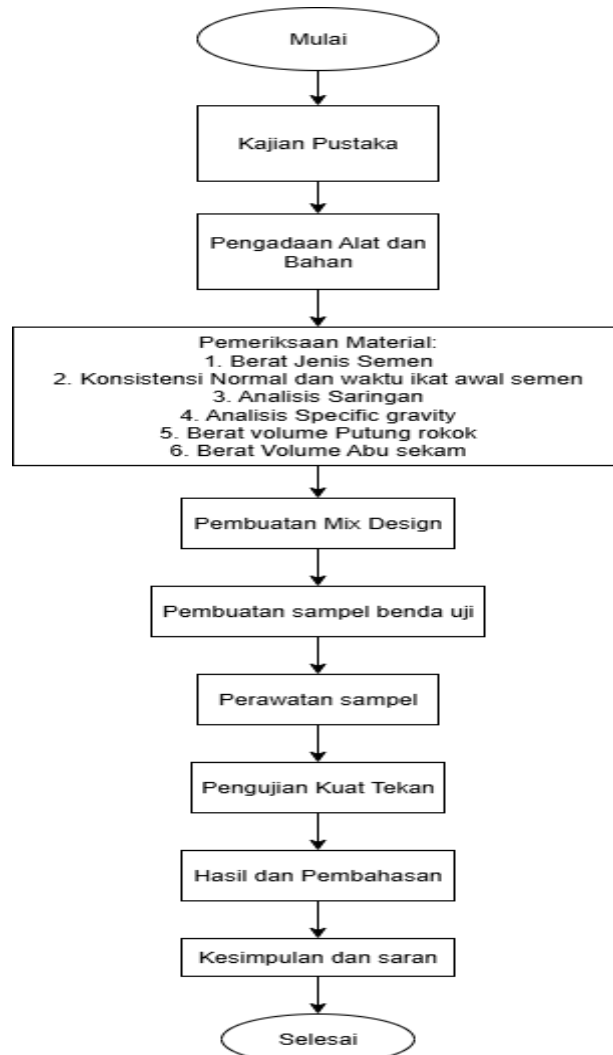
$$F_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- Fc' = Kuat tekan (MPa)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang (cm²)

Alur penelitian yang dilakukan dalam studi ini dijelaskan secara sistematis pada Gambar 1: diagram alir penelitian. Tahapan penelitian dimulai dengan kajian pustaka yang mendalam untuk memahami karakteristik beton porous serta potensi pemanfaatan limbah abu sekam dan puntung rokok sebagai bahan tambahan. Selanjutnya, dilakukan pengadaan alat dan bahan yang diperlukan, termasuk semen Portland, agregat, air, foam agent, serta limbah abu sekam dan puntung rokok. Sebelum campuran beton disiapkan, dilakukan pemeriksaan pendahuluan terhadap material, yang mencakup pengukuran berat jenis semen, konsistensi normal, serta karakterisasi agregat dan limbah. Analisis tambahan dilakukan untuk memastikan kualitas material, meliputi analisis saringan (sieve analysis), perhitungan specific gravity, serta penentuan berat volume abu sekam dan puntung rokok agar proporsi campuran beton dapat disesuaikan dengan hasil mix desain yang optimal.

Setelah tahap uji pendahuluan selesai, peneliti menyusun mix desain beton dengan variasi penambahan bahan limbah sesuai komposisi yang telah ditentukan. Campuran beton kemudian dituangkan ke dalam cetakan untuk membentuk sampel benda uji yang akan digunakan dalam pengujian kuat tekan. Benda uji tersebut kemudian dirawat dalam kondisi lembap sesuai prosedur standardisasi, guna memastikan proses hidrasi semen berlangsung optimal. Setelah mencapai umur uji yang telah ditetapkan, pengujian kuat tekan dilakukan untuk menilai kemampuan beton menahan beban tekan hingga mengalami kerusakan atau hancur. Tahap akhir dari alur penelitian ini mencakup pengolahan dan analisis data, di mana hasil pengujian dibandingkan antar variasi campuran untuk mengevaluasi pengaruh abu sekam dan puntung rokok terhadap sifat mekanik beton porous. Berdasarkan hasil analisis, pembahasan dilakukan untuk menarik kesimpulan terkait efektivitas bahan tambahan limbah dan menentukan proporsi optimum yang dapat digunakan untuk menghasilkan beton porous yang lebih ramah lingkungan dan berkinerja baik.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemeriksaan Material

Sebelum pembuatan sampel benda uji, dilakukan pengujian awal terhadap material yang akan digunakan untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya. Hasil pemeriksaan material di laboratorium disajikan pada Tabel 1. Semen Portland menunjukkan konsistensi normal sebesar 28,6% dan waktu ikat awal 120 menit, dengan berat jenis $3,05 \text{ gr/cm}^3$, semua memenuhi spesifikasi (Farayatna, 2014). Agregat halus memiliki nilai FM 3,3925, sedangkan agregat kasar menunjukkan Bulk Specific Gravity 2,642–2,651 gr/cm^3 dan SSD 2,691–2,698 gr/cm^3 , serta penyerapan air sangat rendah (0,017%–0,019%), sehingga cocok untuk beton porous. Limbah puntung rokok memiliki berat volume 259,30 gr/lit (padat) dan 358,89 gr/lit (lepas), sedangkan abu sekam 104,28 gr/lit (padat) dan 165,35 gr/lit (lepas), menunjukkan karakter ringan yang berpotensi mengurangi densitas beton. Pengujian slump pada variasi 3%, 5%, dan 8% untuk kedua limbah menunjukkan 4–5 cm, menandakan adukan masih mudah dicetak dan dipadatkan. Secara keseluruhan, semua material memenuhi standar dan layak digunakan sebagai campuran beton porous untuk penelitian ini.

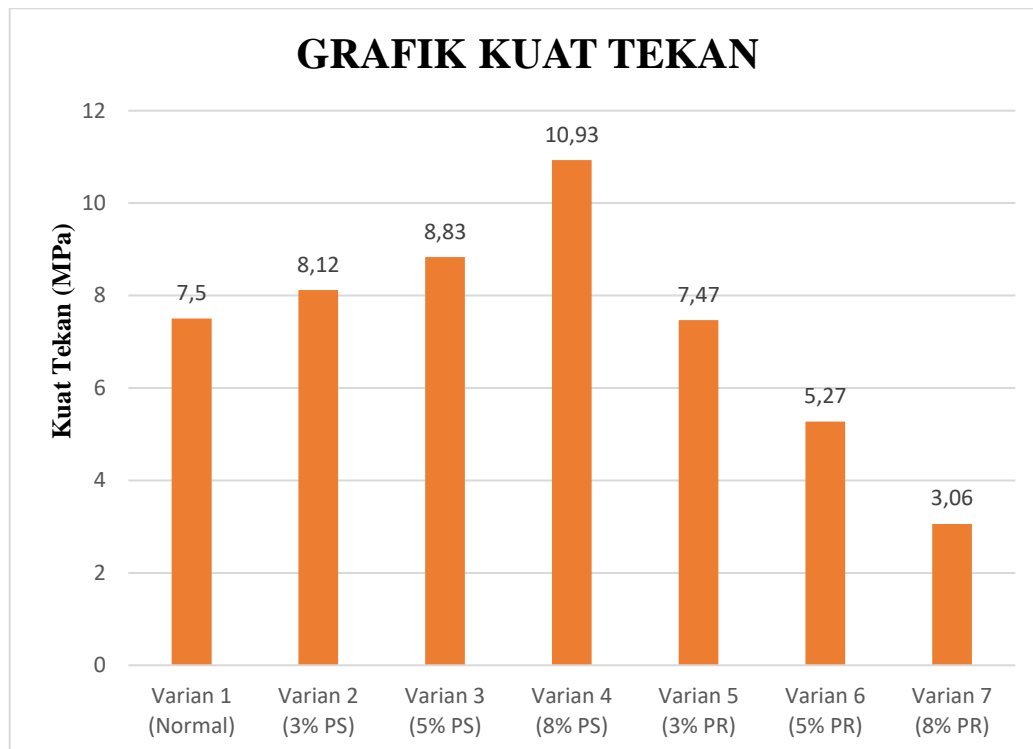
Tabel 1. Hasil pemeriksaan material

No	Pengujian	Spesifikasi	Nilai	Keterangan
1	Konsistensi normal semen	Penurunan jarum 10 mm	28,6%	Memenuhi
2	Waktu ikat awal semen	Penurunan jarum 25 mm	120 menit	Memenuhi
3	Berat jenis semen	3,0 - 3,20 gr/cm ³	3,05 gr/cm ³	Memenuhi
4	Analisa saringan agregat halus	FM 1,5 - 3,8	3,3925	Memenuhi
5	<i>Bulk Specific Gravity</i>	2.5-2.7 gr/cc		Memenuhi
	Agregat Kasar 10-20mm		2,651 gr/cc	Memenuhi
	Agregat Kasar 0.5mm		2,642 gr/cc	Memenuhi
6	<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2.5-2.7 gr/cc		Memenuhi
	Agregat Kasar 10-20 mm		2,698 gr/cc	Memenuhi
	Agregat Kasar 0.5 mm		2,691 gr/cc	Memenuhi
7	<i>Apparent Specific Gravity</i>			Memenuhi
	Agregat 10-20 mm		2,78gr/cc	Memenuhi
	Agregat 0.5 mm		2,78gr/cc	Memenuhi
7	Penyerapan Air Agregat Kasar	Maks 3%		Memenuhi
	Agregat 10-20 mm		0,017%	Memenuhi
	Agregat 0.5 mm		0,019%	Memenuhi
8	Berat Volume Puntung Rokok			Memenuhi
	Padat		259,30gr/lit	Memenuhi
	Lepas		358,89gr/lit	Memenuhi
9	Berat Volume Abu Sekam			Memenuhi
	Padat		104,28gr/lit	Memenuhi
	Lepas		165,35gr/lit	Memenuhi
10	Slump fas 0,40			Memenuhi
	1. Abu Sekam			Memenuhi
	Variant 3%		5cm	Memenuhi
	Variant 5%		4cm	Memenuhi
	Variant 8%		4cm	Memenuhi
	2. Puntung Rokok			Memenuhi
	Variant 3%		5cm	Memenuhi
	Variant 5%		4cm	Memenuhi
	Variant 8%		4cm	Memenuhi

3.2 Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kuat tekan bata ringan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Grafik 1. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari penambahan abu sekam dan puntung rokok terhadap sifat mekanis beton porous. Kuat tekan tertinggi dicapai pada campuran dengan penambahan 8% abu sekam, yaitu 10,93 MPa pada umur 14 hari, menunjukkan bahwa peningkatan kadar abu sekam secara proporsional meningkatkan kekuatan tekan. Hal ini dapat dikaitkan dengan sifat pozolan abu sekam yang bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen, membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang memperkuat matriks beton.

Sebaliknya, penambahan puntung rokok cenderung menurunkan kuat tekan, dengan nilai terendah 3,06 MPa pada campuran 8%. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh sifat puntung rokok yang berserat dan memiliki daya ikat yang rendah terhadap pasta semen, sehingga menciptakan porositas lebih tinggi dan mengurangi kohesi dalam beton. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa abu sekam berperan positif dalam meningkatkan kuat tekan, sedangkan limbah puntung rokok cenderung melemahkan kekuatan struktural beton porous. Temuan ini konsisten dengan prinsip mekanika beton bahwa material tambahan yang bersifat pozolan memperkuat matriks, sementara material dengan ikatan lemah atau porositas tinggi menurunkan kemampuan menahan beban tekan (Devi et al., 2024; Libranito, 2023).



Grafik 1. Hasil uji kuat tekan

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan abu sekam dan puntung rokok sebagai bahan campuran pada beton porous menunjukkan bahwa kedua material tersebut dapat digunakan dalam pembuatan beton porous. Penambahan abu sekam terbukti mampu meningkatkan kuat tekan, di mana semakin tinggi persentase abu sekam yang digunakan, semakin besar pula nilai kuat tekan yang dihasilkan. Sementara itu, penggunaan puntung rokok menunjukkan hasil yang optimal pada campuran dengan persentase 3% (varian 5), yang menghasilkan kuat tekan sebesar 7,47 MPa.

4.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan hal sebagai berikut :

1. Agar penambahan abu sekam difokuskan dalam rentang 6%–10% guna mencari nilai optimum yang memberikan kombinasi terbaik antara kuat tekan dan porositas.
2. Disarankan agar penggunaan puntung rokok tidak melebihi 3%, dan lebih baik digunakan hanya sebagai pengganti parsial untuk tujuan pengurangan berat, bukan sebagai penguat kekuatan beton.
3. Untuk penelitian lanjutan, sangat disarankan dilakukan pengujian terhadap laju infiltrasi, porositas total, daya serap air, serta ketahanan terhadap cuaca ekstrem, guna menilai performa beton secara menyeluruh terutama untuk aplikasi jalan lingkungan dan sistem drainase.
4. Pada penelitian hasil kuat tekan pada beton normal Tidak mencapai kekuatan beton K-250. Maka perlu dilakukan ulang penelitian untuk memperbaiki kesalahan penelitian sebelumnya

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 522. (2010). *Report on pervious concrete (ACI 522R-10)*. American Concrete Institute.
- Anwar, C., Surina Romadhoni, D., Afifudin, A., Wulandari, A., Widias Putri, Q., & Naf, H. (2025). Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Sebagai Bio-Pestisida Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan Melalui Program Ecogreen. *Jurnal Pengabdian Masyarakat As-Salam (JPMA)*, 5(1), 42–52. <https://doi.org/10.37249/jpma.v5i1.872>
- Devi, D. S., Nurmeyliandari, R., & Pramadona, A. P. (2024). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Limbah Granit Terhadap Kuat Tekan Beton. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 8.
- Farayatna, R. J. (2014). *Analisa Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan Jenis Semen yang Berbeda pada Mutu Beton K-300*. Universitas Medan Area.
- Libranito, D. ; R. Y. ; T. kalangi, H. (2023). Studi Pemanfaatan Filter Puntung Rokok Sebagai Bahan Pembuatan Atap Bitumen. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 1.
- Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offist
- Raymond, A., Brita, A., Gawei, P., Meilawaty, O., Riadi, F. H., Baru, H., & Aleksander, S. (2025). *Uji Kuat Tekan Beton dengan Campuran Air Asam dari Daerah Gambut*. X(3).
- SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (1990). https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/107120/mod_resource/content/1/sni_1974-2011_ujinkuat_tekan_beton.pdf
- SNI 8640:2018: Spesifikasi Bata Ringan Untuk Pasangan Dinding (2018). https://sipilpedia.com/skema-sertifikasi-sni-86402018-spesifikasi-bata_ringan-untuk-pasangan-dinding/
- Tjokrodimulyo 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.