JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING FOR SUSTAINABLE FUTURE (JCESF) *ISSN : 3090-1995*
Volume 1-1, June 2025, ***Kurniawan,S.[1], Nurmeyliandari,R.[2], Marguan,F.[2]***

ANALISIS PENGARUH LIMBAH SERBUK BESI TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Sapta Kurniawan[1*], Revianty Nurmeyliandari[2*], Marguan Fauzi[3]
[1,2,3]Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri Palembang
Jln Jend. Sudirman KM.4 No.629, Sumatera Selatan
[*]Corresponding Author: revianty@uigm.ac.id

Dikirim : 1 Juni 2025 *Direvisi : 12 Juli 2025* *Diterima : 1 Agustus 2025*

ABSTRAK

berfungsi sebagai elemen struktural. dengan kemajuan teknologi di bidang beton, banyak ide dan inovasi telah diterapkan untuk meningkatkan kualitasnya, salah satunya dengan menambahkan bahan tambahan atau substitusi pada campuran beton. Serbuk besi adalah residu yang dihasilkan ketika besi digunakan. Karena kekuatan dan kekerasannya yang tinggi, besi merupakan salah satu logam yang paling umum digunakan di dunia., Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serbuk besi sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dan nilai optimum tingkat kuat tekan beton. Serbuk besi digunakan sebagai substitusi dengan variasi 2%, 4%, dan 6%. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan variasi 4% tanpa serbuk besi memiliki nilai slump yang tertinggi hal ini menunjukan bahwa beton memiliki mobilitas yang baik. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan, penambahan serbuk besi berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kuat tekan beton. Penggunaan optimum serbuk besi terdapat di variasi 50% pada umur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan beton tertinggi dengan nilai 32,36 MPa.

Kata kunci: : beton, agregat halus, serbuk besi, kuat tekan beton

ABSTRACT

Abstract: Concrete is an important component used in building construction that functions as a structural element. with technological advances in the field of concrete, many ideas and innovations have been implemented to improve its quality, one of which is by adding additional or substitute ingredients to the concrete mixture. Iron powder is the residue produced when iron is used. Due to its high strength and hardness, iron is one of the most commonly used metals in the world, This study aims to determine the effect of iron powder as a fine aggregate substitution on the compressive strength of concrete and the optimum value of concrete compressive strength level. Iron powder was used as a substitution with variations of 2%, 4%, and 6%. The method applied in this research is experimental. The results showed that concrete with 4% variation of without iron powder has the highest slump value, this indicates that the concrete has good mobility. As for compressive strength testing, the addition of iron powder has a significant effect on the compressive strength characteristics of concrete. The optimum use of iron powder is in the 50% variation at the age of 28 days producing the highest concrete compressive strength value with a value of 32.36 MPa.

Keywords: concrete, fine aggregate, iron powder, concrete compressive strength

1. PENDAHULUAN (Font Times New Roman 12 Pt, Cetak Tebal)

Beton menjadi salah satu dari komponen penting yang digunakan dalam konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai elemen struktural karena memiliki berbagai macam keunggulan. Diantaranya kekuatan tekan yang tinggi, durabilitas, serta dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi.

Agus Setiawan (2016) mendefinisikan beton sebagai bahan bangunan yang terbuat dari kombinasi semen, pasir, batu pecah atau koral, dan air. Selain itu, senyawa tambahan tertentu dimasukkan ke dalam komponen beton untuk meningkatkan kualitasnya. Penambahan ini diantisipasi untuk meningkatkan kemampuan kerja, daya tahan, dan daya tahan.

(Fansuri & Nura Diana 2020) berpendapat bahwa, terdapat pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya penambahan limbah serbuk besi sebagai admixture agregat halus, namun penambahan serbuk besi yang terlalu berlebihan juga dapat mengurangi kekuatan dari beton itu sendiri.

Menurut Fakhri, R,S., (2022) dengan kemajuan teknologi di bidangbeton, banyak ide dan inovasi telah diterapkan untuk meningkatkan kualitasnya, salah satunya dengan menambahkan bahan tambahan atau substitusi pada campuranbeton. Dengan mengadopsi alternatif ini, kualitas dan atribut beton akan berubah, sehingga berpotensi mempercepat proses pembangunan, meningkatkan kekuatan dan umur beton, serta mengurangi biaya dan waktu pengerasan. Salah satu bahan yang dapat disubstitusi adalah serbuk besi.

Penambahan serbuk besi yang terlalu bnayak dapat dapat mengurangi kekuatan tekan pada beton (Setiawan & Diana, 2022). Karena kekuatan dan kekerasannya yang tinggi, besi merupakan salah satu logam yang paling umum digunakan di dunia., serta kekuatan tarik yang kuat. Gagasan untuk memanfaatkan serbuk besi dengan menambahkannya pada beton telah muncul sebagai inovasi.

Penelitian sebelumnya mengenai pengaruh penambahan serbuk besi terhadap kuat tekan beton K225 oleh (Purwanto % Wardani, 2020) menunjukkan bahwa penambahan serbuk besi dengan kadar lebih dari 5% menurunkan kuat tekan beton.

Fansuri, S., & Nura, A. I. (2020) di dalam penelitiannya menyatakan diketahui bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya penambahan serbuk besi, namun penambahan serbuk besi yang terlalu berlebihan juga dapat mengurangi kekuatan beton itu sendiri. Pengunaan serbuk besi yang baik adalah pada variasi 10% - 30% dengan kuat tekan beton karakteristik optimum 21,42 N/mm2 dan pengaruh sebesar 26% - 60% Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan campuran epoxy 2% dan serat logam 2%, 4%, dan 6% terhadap kuat tekan dan kuat Tarik beton. Temuan dari studi ini dimaksudkan untuk menguntungkan pengembang ilmu teknik sipil di kedua sektor pendidikan dan praktisi / industri.

Penelitian ini memiliki tujuan khusus untuk menganalisis sejauh mana pengaruh dari serbuk besi sebagai substitusi pasir, serta mengevaluasi nilai optimum dari kuat tekan beton setelah penambahan serbuk besi.

2. METODE PENELITIAN(Font Times New Roman 12 Pt, Cetak Tebal)

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen yang dilakukan dilaboratorium beton fakultas teknik, Universitas Indo Global Mandiri. Benda uji yang berukuran diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm berbentuk silinder dengan kuat tekan rencana sebesar 20 MPa.

Jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 36 buah untuk diuji kekuatan tekannya setelah berusia 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

2.1 PENGUJIAN MATERIAL

Sebelum digunakan dalam campuran beton material seperti agregat kasar dan agregat halus dilakukan pengujian karakteristik terlebih dahulu. Pengujian ini terdiri dari beberapa tahapan, meliputi :

a. Analisa Saringan Agregat Halus yang berpacu pada(SNI03-1990-2000). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Analisa Saringan Agregat halus

Ukuran Saringan	Beratat Tertahan (Gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Tertahan (%)	Persentase KumulatifLolos (%)
4.75 mm	0.00	0	0	100
2.36 mm	18.30	3.66	3.66	96.34
1.18 mm	28.70	5.74	9.4	90.6
0.3 mm	432	86.40	95.8	4.2
0.15 mm	18	3.60	99.4	0.6
Pan	3	0.60	100	0
Total	500	100.0		
(FM)			**3.08**	

Pada pengujian analisa saringan agregat halus yang lolos sesuai tabel 1 di atas, saringan 4,75 mm mencapai 100%, saringan 2,36 mm mencapai 96,34%, saringan 1,18 mm mencapai 90,6%, saringan 0,3 mm mencapai 4,2%, saringan 0,15 mm mencapai 0,6%, dan pan mencapai 0%.

Modulus kehalusan agregat halus dalam SNI 03-1750 bervariasi dari 1,5 hingga 3,8. Modulus kehalusan agregat halus, temuan ini menunjukkan bahwa nilai modulus kehalusan agregat halus memenuhi standar yang disyaratkan.

b. Analisa Saringan Agregat Kasar yang berpacu pada(SNI 03-1990-2000). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan	Berat Tertahan (Gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Tertahan (%)	PersentaseKumulatif Lolos (%)
38.10	0	0	0	100
25.00 mm	2.43	0.10	0.10	99.90
19.00 mm	401.2	16.05	16.15	83.85
12.50 mm	1169.9	46.80	62.95	37.05
9.50 mm	625	25.00	87.95	12.05
4.75 mm	289.2	11.57	99.52	0.48
2.36	10.1	0.40	99.92	0.1
Pan	1.96	0.1	100.00	0
Total	2500	623.1		
(FM)			**4.67**	

Uji analisa saringan agregat kasar yang lolos saringan 38,10 mm sebesar 100%, saringan 25 mm sebesar 90,90%, saringan 19 mm sebesar 83,85%, saringan 20,50 mm sebesar 37,05%, saringan 9,5 mm sebesar 12,05%, saringan 4,75 mm sebesar 0,48%, dan saringan no. 2,36 mm sebesar 0,1% Pan sebesar 0,00%, sesuai dengan tabel 2 di atas.

Nilai modulus kehalusan agregat kasar adalah 5,3 berdasarkan hasil pengujian di atas. Agregat

kasar pada pengujian ini memenuhi standar karena menurut ASTM C 33, modulus kekasaran agregat harus kurang dari 7%.

c. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus yang berpacu pada (SNI 1970, 2008). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Sampel	**I**	**II**
Berat Piknometer	201.4	201.4
Berat Contoh SSD (gr)	500	500
Berat piknometer + air + Contoh SSD (gr)	996.9	994.2
Berat piknometer + air (gr)	693.1	692.1
Berat Contoh Kering (gr)	494.5	498.4
Berat Jenis Semu	2.59	2.54
Berat Jenis Curah	2.52	2.52
Berat jenis Kering (SSD)	2.55	2.53
Persentase absorpsi air (%)	0.01	0.003
Rata – rata		
Berat Jenis Semu	2.57	
Berat Jenis Curah	2.52	
Berat jenis Kering (SSD)	2.54	
Persentase absorpsi air (%)	0.01	

Dari hasil pengujian didapat data-data pada Tabel 3. Pada Table terlampir 3 macam berat jenis, yaitu berat jenis kondisi kering, berat jenis SSD, dan berat jenis semu. Berat jenis terpenuhi apabila nilai berat jenis kondisi kering < berat jenis SSD < berat jenis semu dengan nilai rata-rata 2,52 < 2,54 < 2,57 dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 0,01 %. Berdasarkan ASTM C 128 berat jenis yang disyaratkan adalah yang berbeda dalam batasan antara 2,4 – 2,7 gr/cm3 dan nilai

penyerapan yang baik adalah dibawah 2%, maka agregat halus dalam pengujian ini telah memenuhi syarat.

d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat kasar yang berpacu pada (SNI 1970, 2008). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Sampel	**I**	**II**
Berat Piknometer	5000	5000
Berat Contoh SSD (gr)	5221.8	5039.4
Berat piknometer + air + Contoh SSD (gr)	3389.9	2960
Berat piknometer + air (gr)	2.73	2.40
Berat Contoh Kering (gr)		
Berat Jenis Semu	3.11	2.45
Berat Jenis Curah		

Sampel	I	II
Berat jenis Kering (SSD)	2.85	2.42
Persentase absorpsi air (%)		
Rata – rata		
Berat Jenis Semu	2.57	
Berat Jenis Curah	2.78	
Berat jenis Kering (SSD)	2.64	
Persentase absorpsi air (%)	2.61%	

Dari hasil pengujian didapat data-data pada Tabel 4. Pada table terlampir 3 macam berat jenis, yaitu berat jenis kondisi kering, berat jenis SSD, dan berat jenis semu. Berat jenis terpenuhi apabila nilai berat jenis kondisi kering < berat jenis SSD < berat jenis semu dengan nilai rata-rata 2,78 < 2,64 < 2,57 dan 2.61%. Berdasarkan ASTM C 128 berat jenis yang disyaratkan adalah yang berbeda dalam batasan antara 2,4 – 2,7 gr/cm3 dan nilai penyerapan yang baik adalah dibawah 2%, maka agregat halus dalam pengujian ini telah memenuhi syarat.

e. Pemeriksaan Kadar Air Agregat halus yang berpacu pada (SNI-03-1971-1990, 1990). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat halus

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus				
Berat Pan	W1	157	156.9	gram
Berat Pan + Benda Uji	W2	2657	2656.9	gram
Berat Pan + Benda Uji Kering Oven	W3	2511.3	2577.5	gram
Benda Uji Sebelum di Oven	W4	2500	2500	gram
Benda Uji Setelah di Oven	W5	2354	2421	gram
Kadar Air		6.19	3.28	%
			4.73	%

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus berdasarkan ASTM C 566, SNI 1971:2011 nilai kadar air pada agregat halus berkisar antara 3%-5% sedangkan nilai yang diperoleh sebesar 4.73% sehingga memenuhi syarat.

f. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar yang berpacu pada (SNI-03-1971-1990, 1990). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar				
Berat Pan	W1	157	156.9	gram
Berat Pan + Benda Uji	W2	2657	2656.9	gram
Berat Pan + Benda Uji Kering Oven	W3	2511.3	2577.5	gram
Benda Uji Sebelum di Oven	W4	2500	2500	gram

Benda Uji Setelah di Oven	W5	2354	2421	gram
Kadar Air		6.19	3.28	%

Hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar menurut SNI 1971:2011 berkisar antara 3%- 5% sedangkan nilai yang diperoleh sebesar 4.62 % sehingga dapat dikatakan memenuhu syarat.

g. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus yang berpacu pada (SNI 03-4142-1996). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Sampel	**Keterangan**	**I**	**II**
Tinggi pasir (ml)	V1	197	198
Tinggi lumpur (ml)	V2	3	2
Tinggi total (ml)	V3 = V1 + V2	200	200
Kadar lumpur (%)	(V2/V3) x 100%	1.50	1.00
Rata-rata (%)			1.25

Berdasarkan Tabel 7 didapatkan persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 197% dan sampel kedua sebesar 198%. Untuk mengambilnilai kadar lumpur, maka diambil dari rata-rata pengujian yaitu 1,25%. Berdasarkan SNI 03-4142-1996 bahwa nilai kadar lumpur untuk agregat halus tidak boleh dari 3%.

h. Pemeriksaan berat isi atau volume agregat halus yang berpacu pada (SNI 03-4804, 1998). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Pemeriksaan berat isi atau volume agregat halus

Sampel		Padat		Gembur	
		I	II	I	II
Volume wadah	A	1.219	1.219	1.219	1.219
Berat wadah	B	4.330	4.330	4.330	4.330
Berat wadah + benda uji	C	6.128	6.257	6.070	6.194
Berat benda uji	D = C - B	1.798	1.927	1.740	1.864
Berat volume	D/A	1.475	1.581	1.427	1.529
Rata - rata (%)			1.530		1.480

Menurut SNI 03-4804-1998, standar berat volume agregat yang baik yaitutidak boleh kurang

dari 1,200 gr/cm^3. Berdasarkan pemeriksaan berat volumedalam keadaan gembur pada agregat halus yaitu mencapai 1,480 gr/cm^3, nilaitersebut mempunyai nilai yang lebih tinggi dari 1,200 gr/cm^3. Sehingga agregat halus yang digunakan untuk material beton sudah sangat baik dari standar.

i. Pemeriksaan berat isi atau volume agregat Kasar yang berpacu pada (SNI 03-4804, 1998). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Table 9 Pemeriksaan berat isi atau volume agregat Kasar

Sampel		**Padat**		**Gembur**	
		I	**II**	**I**	**II**
Volume wadah	A	1.219	1.219	1.219	1.219
Berat wadah	B	4.330	4.330	4.330	4.330
Berat wadah + benda uji	C	5.760	5.757	5.569	5.955
Berat benda uji	D = C - B	1.430	1.427	1.239	1.625
Berat volume	D/A	1.173	1.171	1.016	1.333
Rata - rata (%)		1.210		1.210	

Menurut SNI 03-4804-1998, standar berat volume agregat yang baik yaitutidak boleh kurang dari 1,200 % gr/cm^3. Berdasarkan pemeriksaan beratvolumedalam keadaan gembur pada agregat kasar yaitu mencapai 1.220 gr/cm^3,nilai tersebut mempunyai nilai yang lebih tinggi dari 1,200 gr/cm^3. Sehingga agregat kasar yang digunakan untuk material beton sudah sangat baik dari standar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Komposisi Material

Material penyusun beton yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa item, berikut komposisi yang digunakan pada campuran beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa dapat lihat pada Tabel 10.

Table 10 Proporsi Campuran Beton 1 Silinder

proporsi campuran 1 benda uji					
Kode	Semen	Serbuk Besi	Agregat Kasar	Agregat Halus	Air
	KG	KG	KG	KG	Ltr
BN	0,660	0	1,836	1.101	0.4239
2%	0,660	0,220	1,836	0,881	0,4239

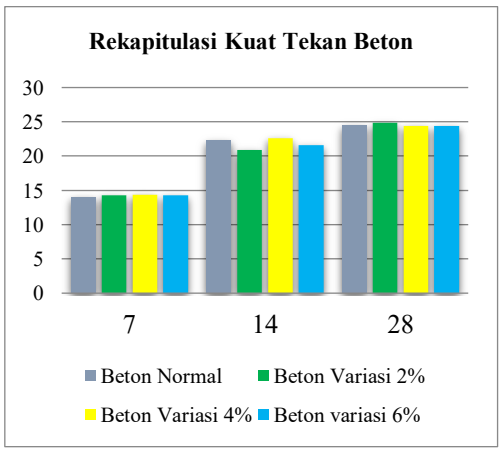
proporsi campuran 1 benda uji					
Kode	Semen	Serbuk Besi	Agregat Kasar	Agregat Halus	Air
	KG	KG	KG	KG	Ltr
4%	0,660	0,440	1,836	0,661	0,4239
6%	0,660	0,660	1,836	0,441	0,4239

b. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat teksn beton akan dilakukan setelah beton sudah mencapai umur yang direncanakan yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Berikut hasil yang diperoleh dari uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 1 dibawah ini.

Tabel 11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 20 MPa

Umur	7	14	28
Beton normal	13.96	22.3	24.44
Beton variasi 2%	14.31	20.88	24.83
Beton variasi 4%	14.37	22.59	24.43
Beton variasi 6%	14.28	21.63	24.39



Gambar 1 Rekapitulasi Kuat Tekan Beton

Berdasarkan dari Gambar 1 diatas dihasilkan uji kuat tekan masing-masing variasi dengan takaran sebanyak 2%; 4%; dan 6% dari agregat halusnya mengalami kenaikan masing-masing sebesar 14.31%; 22.59%; dan 24.39% dari kuat tekan betonnormalnya dan nilai optimum paling tinggi di variasi 4%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian mengenai Analisis Pengaruh Limbah Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton, antara lain sebagai berikut. Kuat tekan beton meningkat seiring dengan penambahan serbuk besi. Hal ini dapat disebabkan karena struktur serbuk besi yang lebih kuat dan keras

dari pada pasir. Struktur serbuk besi juga lebih runcing sehingga memungkinkan terjadinya daya ikat (*lock and key*) yang kuat dengan komponen penyusun yang lainnya.

Hasil kuat tekan beton setelah penambahan serbuk besi dengan variasi takaran sebanyak 2%; 4%; dan 6% dari agregat halusnya mengalami kenaikan masing-masing sebesar 14.31%; 22.59%; dan 24.39% dari kuat tekan beton normalnya dan nilai optimum paling tinggi di variasi 2% dengan nilai 24,83 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk besi dengan kadar yang terlalu banyak dapat menurunkakn tingkat kekuatan dari beton. Dan sebaliknya penggunaan serbuk kaca yang tidak terlalu banyak dapat meningkatkan kuat tekan dari beton tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Fansuri, S., & Nura Diana, A. I. (2020). Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Besi Sebagai Admixture Agregat Halus. *Jurnal Ilmiah MITSU*, *8*(1), 26–32. https://doi.org/10.24929/ft.v8i1.918

Purwanto, H., & Wardani, U. C. (2020). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225. *Jurnal Deformasi*, *5*(2), 103. https://doi.org/10.31851/deformasi.v5i2.5039

Setiawan, A. A., & Diana, A. I. N. (2022). Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Sebagai Bahan Campuran Pasir Pada Pembuatan Paving Block Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air. *Jurnal Teknik Sipil*, *3*(2), 395–402. https://doi.org/10.31284/j.jts.2022.v3i2.3326

SNI-T-15-1990-03. (1990). *Mix Design Beton Normal Berdasarkan SNI T-15-1990- yang disyaratkan (fc ') pada umur tertentu*.

SNI-03-1971-1990. (1990). Sni-03-1971-1990 Pengujian Kadar Air. 3–6.

SNI-1972. (2008). Cara Uji Slump Beton.

SNI-1974. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,SNI 1974-2011. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 20.

SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.

SNI 03-4804. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat, 1–6.

SNI 1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standar Nasional Indonesia, 7–18. http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195