

Kajian Kuat Tekan Beton Beragregat Halus Pasir Pantai Pasca Bakar Dengan Variasi Waktu *Water Curing*

Syarifah Asria Nanda¹⁾, Yovi Chandra²⁾, Emi Maulani³⁾

^{1, 2, 3)} Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh

Email: syarifah.asria@unimal.ac.id¹⁾, yovi.chandra@unimal.ac.id²⁾,
emimaulani@unimal.ac.id³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i2.671>

(Received: December 2021 / Revised: February 2022 / Accepted: August 2022)

Abstrak

Material beton salah satu bahan penyusunnya adalah pasir (agregat halus). Pasir pantai sebagai bahan penyusun beton menjadi pilihan oleh masyarakat pesisir. Kebakaran meninggalkan kekhawatiran akan struktur beton yang mengakibatkan penurunan terhadap kekuatan beton. Untuk mengembalikan kekuatan beton pasca bakar perlu dilakukan proses pemulihan. Penelitian menggunakan pasir pantai sebagai pengganti agregat halus pada beton yaitu mengetahui besar kuat tekan untuk beton beragregat pasir pantai pasca bakar dan metode waktu *water curing*. Penelitian dilakukan di Laboratorium dengan metode eksperimental. Benda uji dibuat 15 sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan beton dengan waktu 28 hari tanpa pembakaran, pasca bakar 350°C, dan pasca bakar 350°C dengan *water curing* pada umur 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan untuk beton beragregat halus pasir pantai sebesar 17,90 Mpa dan pasca bakar 350°C sebesar 10.41 Mpa. Perlakuan beton pasca bakar 350°C beragregat halus pasir pantai dengan *water curing* umur 7,14 dan 28 hari berturut-turut adalah 12,20 Mpa, 13,69 Mpa, dan 14,89 Mpa. Pemulihan beton pasca bakar 350°C dengan *water curing* 28 hari menunjukkan kenaikan kuat tekan beton yang maksimal bahwa pengaruh perawatan (*curing*) pada beton pasca pembakaran sangat mempengaruhi pengembalian kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai.

Kata kunci: *kuat tekan beton, pasca bakar, waktu water curing, pasir pantai.*

Abstract

One of the materials for making concrete is sand (fine aggregate). Beach sand as a material for making concrete is the choice of coastal communities. The fire left a concern for the concrete structure which resulted in a decrease in the strength of the concrete. To restore the strength of post-combustion concrete, it is necessary to carry out a recovery process. Research using beach sand as a substitute for fine aggregate in concrete is to determine the compressive strength for post-burnt aggregated beach sand and the method of water curing time. The research was conducted in a laboratory with an experimental method. The test specimens were made of 15 cylindrical samples with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Testing the compressive strength of concrete with a time of 28 days without burning, post-burning 350°C, and post-burning 350°C with water curing at the age of 7, 14 and 28 days. The results of the compressive strength test for fine aggregated beach sand are 17.90 Mpa and post-burnt 350°C is 10.41 Mpa.

The treatment of post-burned concrete at 350°C with fine aggregated beach sand with water curing at the age of 7.14 and 28 days, respectively, was 12.20 Mpa, 13.69 Mpa, and 14.89 Mpa. Recovery of post-burned concrete at 350°C with water curing 28 days showed an increase in the maximum compressive strength of concrete that the effect of curing on post-combustion concrete greatly affects the return of the compressive strength of fine-aggregated concrete on beach sand.

Keywords: *compressive strength of concrete, post burn, water curing time, beach sand.*

1. Latar Belakang

Material beton adalah untuk konstruksi yang paling lazim digunakan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan infrastruktur seperti rumah, gedung, jalan, bendungan, jembatan, dan sebagainya. Beton diperoleh dari pencampuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Penambahan semen dengan takaran tertentu, dan air sebagai bahan pembantu untuk keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton.

Indonesia merupakan negara yang mempunyai lebih dari 17.504 pulau dan pantai sepanjang 108 ribu km (Komunikasi, n.d.), artinya memiliki ketersediaan pasir pantai yang banyak dan berlimpah. Pasir pantai menjadi pilihan yang banyak digunakan oleh masyarakat pesisir yang tinggal di pulau-pulau terpencil, hal ini disebabkan karena sulitnya penambangan pasir disungai. Pemakaian pasir laut ini dikarenakan sumber material yang cukup dekat, sehingga dapat diperoleh dengan mudah (Marfai et al., 2021).

Kerusakan konstruksi beton sering terjadi disebabkan oleh kebakaran. Kebakaran adalah hal yang tidak diduga sama sekali oleh manusia, selain akan meninggalkan penderitaan juga akan meninggalkan kekhawatiran akan struktur beton pasca kebakaran. Kebakaran yang sering terjadi pada bangunan-bangunan konstruksi dapat menyebabkan kerugian yang besar, kebakaran juga mengakibatkan penurunan kekuatan dari bahan penyusun bangunan terutama pada material beton, baik kuat tekan, kuat tarik belah maupun fungsi yang lainnya.

Saat terbakar beton tidak dapat mengasilkan api namun dapat menyerap panas sehingga akan terjadi suhu tinggi berlebihan yang akan mengakibatkan perubahan pada *microstructure* beton. Pada batas suhu tertentu, pemanasan akan menyebabkan stabilitas ikatan jel semen pada beton menjadi hilang, pemuaiian butiran batu pecah (agregat), lepasnya ikatan semen dan pemuaiian pada butiran, ini akan menyebabkan penurunan stabilitas kesatuan beton itu sendiri sehingga kuat beton menjadi turun. Perubahan atau kerusakan akibat kebakaran dipengaruhi oleh tingginya suhu, lama pembakaran, jenis bahan pembentuk campuran beton, dan perilaku pembebanan (Wicaksono and Jamal, n.d.).

Pada umumnya, ketika beton mengalami kerusakan akibat terbakar atau sebab lainnya, banyak orang yang cenderung untuk mengantinya dengan beton yang baru. Menurut beberapa penelitian dan didasarkan pada sebuah pemikiran sederhana bahwa Ketika beton terbakar dalam suhu tinggi akan terurai menjadi semen. Selanjutnya semen tersebut setelah disiram dengan air akan kembali berubah menjadi beton (Partowiyatmo, 2005).

Mutu beton f'c 17 MPa dipilih sebagai mutu benda uji dalam penelitian dikarenakan mutu tersebut merupakan mutu beton minimum untuk beton struktural (SNI-2847-2019, n.d.). Benda uji dibakar dengan suhu 350°C dikarenakan pada

suhu lebih dari 250°C beton akan mengalami penurunan kuat tekan beton (Dharmawan et al., 2016). Tingkat penurunan kekuatan beton akibat terbakar tergantung pada kepadatan dan tingginya suhu pada saat terbakar.

Beton dengan campuran proposional pada suhu dibawah 250°C tingkat penurunan kekuatan beton sangat kecil. Jika suhu lebih dari 250°C penurunan kekuatan beton bisa mencapai 40% sampai 80% dari kekuaatan awal beton. Reduksi kekuatan beton akibat terbakar umumnya hanya berdampak pada lapisan luar beton, berkisar pada ketebalan 3-5 cm. Hal ini terkait dengan prinsip isothermis atau perambatan panas, semakin kedalam beton maka panas yang diterima semakin kecil. Proses water curing setelah beton dibakar menyebabkan meresapnya air kedalam pori-pori beton dan bereaksi dengan senyawa C2S dan C3S pada butiran-butiran semen yang belum bereaksi maupun senyawa α C2S pada semen akibat beton terbakar, hasil reaksi dari senyawa tersebut menjadi C-S-H dan Ca(OH)₂ sehingga mampu mengembalikan kekuatan beton seperti sebelum terbakar (Partowiyatmo, 2005).

Pasir pantai mengandung banyak garam dan dapat digunakan pada campuran beton dengan perlakuan khusus, yaitu dengan cara dicuci sehingga kandungan garamnya dapat berkurang dan bahkan hilang. Pasir laut tidak disarankan untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk- petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan (Jipta, n.d.).

Pokok pikiran penelitian ini berorientasi pada seberapa besar pengaruh pemulihan (*recovery*) beton yang menggunakan agregat halus pasir pantai setelah dibakar pada suhu 350°C yaitu dengan cara merendam beton tersebut dengan air (*curing*) dengan variasi waktu 7, 14, dan 28 hari, ditinjau dari kuat tekan beton yang beragregat halus pasir pantai.

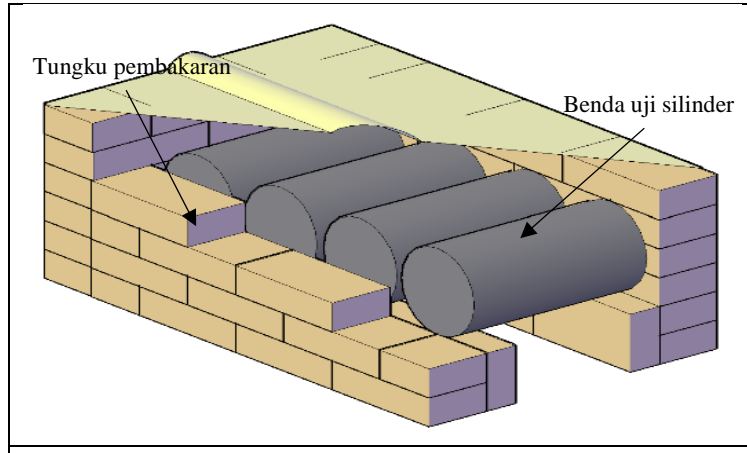
2. Metode Penelitian

Bahan Penyusun beton berupa agregat halus menggunakan pasir pantai diambil dari sekitaran pantai Kota Lhokseumawe. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik sipil Universitas Malikussaleh dengan Pengujian eksperimental berupa kuat tekan. Benda uji yang digunakan silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 15 benda uji. Untuk peruntukan penggunaan benda uji umur 28 hari tanpa perawatan dan perawatan dapat diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah benda uji

No	Kode Benda Uji	Suhu	Umur Pengujian	Umur Perawatan	Jumlah
1	B11, B12, B13	-	28 hari	-	3
2	B21, B22, B23	350°C	28 hari	-	3
3	B31, B32, B33	350°C	28 hari	7 hari	3
4	B41, B42, B43	350°C	28 hari	14 hari	3
5	B51, B52, B53	350°C	28 hari	28 hari	3
Jumlah Benda Uji					15

Pembakaran benda uji sebanyak 12 buah dengan menggunakan tungku buatan dan dibakar selama 60 menit. Suhu panas dikontrol setiap 15 menit dengan pencapaian suhu harus 350°C dengan alat *thermometer* digital. Untuk Tungku yang digunakan seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pembakaran benda uji silinder

Menurut (SNI 1974 : 2011, n.d.) nilai kuat tekan beton didapat melalui pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton sampai hancur. Sedangkan untuk pengujian kuat tekan dapat diformulasikan sebagai berikut:

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

di mana:

- f'c : kuat tekan beton (MPa)
- P : beban tekan maksimal (N)
- A : luas permukaan benda uji (mm²)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian sifat fisis agregat

Hasil dari penelitian berupa pengujian untuk sifat fisis semen, pengujian sifat fisis agregat terdiri dari kadar kelembaban agregat, berat jenis, absorpsi agregat, analisa saringan dalam persyaratan campuran beton diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian sifat fisis aggregate

Uraian	Agregat halus	Agregat Kasar	Semen
Kadar Kelembaban (%)	2,456	1,051	
Absorpsi	1,283	1,926	3,09
Specific Gravity (OD)	2,624	2,611	
Specific Gravity (SSD)	2,657	2,661	

3.2 Pengujian analisa saringan

Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian Analisa saringan, untuk pasir persen lolos masih dalam batasan maksimum dan minimum yang disyaratkan oleh (SNI-03-2834-2000, n.d.), dan untuk agregat kasar, persen lolos masih dalam batasan maksimum dan minimum yang disyaratkan oleh (SNI 7656-2012, n.d.).

Tabel 3 Analisa saringan agregat

Ukuran Saringan (mm)	% Lolos	
	Agregat Halus	Agregat Kasar
25,00		100
19,00		96,85
12,7		21,44
9,50	100	2,92
4,75	100	1,05
2,36	100	0
1,18	99,83	
0,60	96,97	
0,30	48,76	
0,15	12,03	
0,075	0,00	
Modulus halus butir	2,424	

3.3 Pengujian nilai slump

Pengujian nilai slump dilakukan pada setiap pembuatan campuran beton segar selesai di mixer. Hasil pemeriksaan uji slump dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Nilai Uji Slump

Sampel	Tinggi (mm)
1	78
2	75
3	80
4	76
5	81

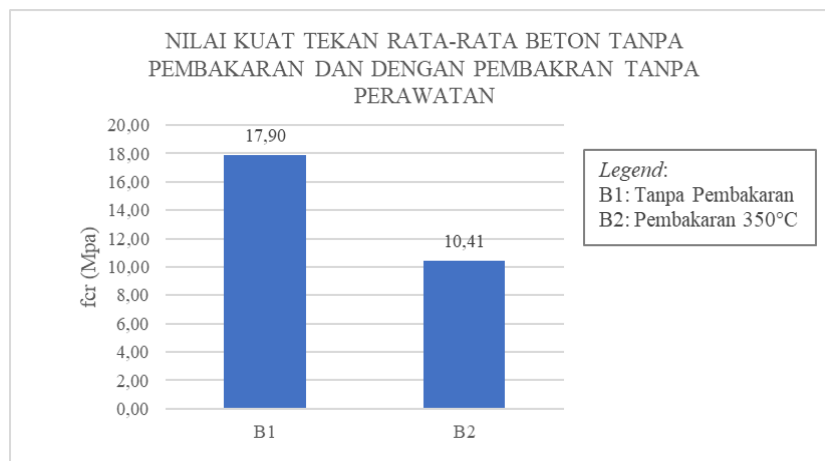
3.4 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan benda uji menggunakan *Compression Testing Machine (CTM)* yang dilakukan setelah perawatan dan pembuatan benda uji. Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm di uji setelah umur 28 hari. Untuk masing-masing variasi dibuat 3 sampel, dengan menggunakan rumus dari persamaan 1 didapat hasil kuat tekan benda uji silinder yang dapat dilihat pada Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 5 Hasil kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai tanpa pembakaran dan dengan pembakaran tanpa perawatan

No.	Kode Benda Uji	Suhu Pembakaran	Beban Maksimum (Pmaks)	Kuat Tekan (f'c)	Kuat Tekan Rata-Rata (f'cr)
		(°C)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
1	B11	-	354000	20,032	17,90
2	B12	-	293000	16,580	
3	B13	-	302000	17,090	
4	B21	350°C	192000	10,865	10,41
5	B22	350°C	184000	10,412	
6	B23	350°C	176000	9,960	

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan rata-rata beton tanpa dilakukan pembakaran dan dilakukan pembakaran dengan suhu 350°C. Berdasarkan hasil pengujian, perbandingan kuat tekan beton dapat diperlihatkan secara grafik pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik nilai kuat tekan rata-rata beton tanpa pembakaran dan dengan pembakaran tanpa perawatan

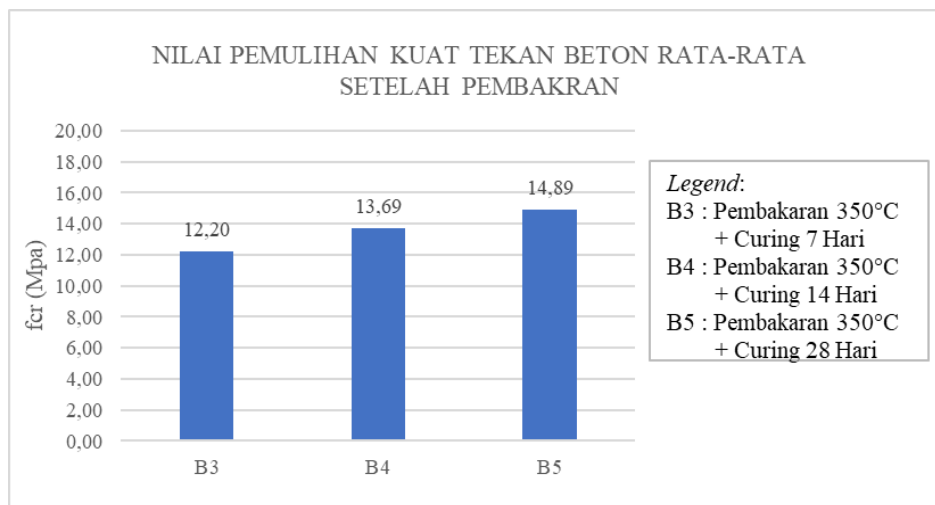
Berdasarkan Gambar 2, grafik hubungan bahwa kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai dengan pembakaran 350° C mengalami penurunan kuat tekan yang signifikan dengan mutu 10.41 Mpa tanpa perawatan.

Tabel 6 Hasil kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai dengan variasi waktu perawatan

NO	Kode Benda Uji	Suhu Pembakaran	Variasi Waktu Curing	Beban Maksimum (Pmaks)	Kuat Tekan (f'c)	Kuat Tekan Rata-Rata (f'cr)
		(°C)	(Hari)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
1	B31	350°C	7	249000	14,090	12,20
2	B32	350°C	7	220000	12,449	

3	B33	350°C	7	178000	10,073	
4	B41	350°C	14	254000	14,373	
5	B42	350°C	14	232000	13,128	13,69
6	B43	350°C	14	240000	13,581	
7	B51	350°C	28	269000	15,222	
8	B52	350°C	28	265000	14,996	14,89
9	B53	350°C	28	255000	14,430	

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton yang telah dilakukan pembakaran dengan suhu 350°C mengalami peningkatan setelah dilakukan perawatan (*curing*) dengan cara direndam didalam bak perendaman. Perbandingan kuat tekan beton dapat dilihat secara grafik pada Gambar 3.



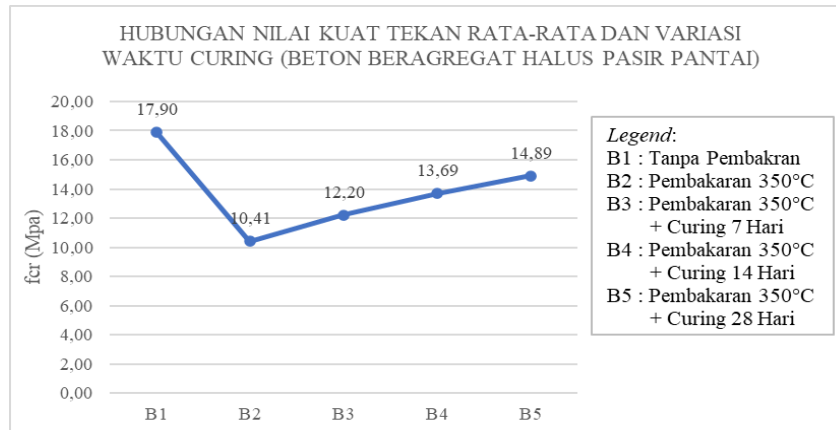
Gambar 3 Grafik nilai pemulihan kuat tekan beton rata-rata setelah pembakaran

Dari hasil uji kuat tekan beton, didapatkan hubungan antara nilai kuat tekan beton sebelum dibakar, setelah dibakar, dan setelah mendapatkan perawatan kembali setelah dibakar. Untuk lebih lengkapnya, perubahan kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil analisa perhitungan kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai

No	Kode Benda Uji	Suhu Pembakaran (°C)	Variasi Waktu <i>Curing</i> (Hari)	Kuat Tekan Rata-Rata (<i>f</i> _{cr}) (Mpa)	Perubahan Kuat Tekan Setelah <i>Recovery</i> (%)
1	B1	-	-	17,90	100
2	B2	350°C	-	10,41	58,17
3	B3	350°C	7	12,20	68,18
4	B4	350°C	14	13,69	76,50
5	B5	350°C	28	14,89	83,18

Berdasarkan Tabel 7 dibuat grafik hubungan antara nilai kuat tekan rata-rata beton terhadap variasi waktu *curing* yang menunjukkan seberapa besar pengaruh pemulihan (*recovery*) terhadap beton sebelum dibakar, dapat diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik hubungan nilai kuat tekan rata-rata dan variasi waktu curing

Berdasarkan pencapaian kuat tekan pasca bakar dengan suhu sampai 350°C beton beragregat pasir pantai dilakukan tanpa *curing* perendaman dan dengan *curing*, kuat tekan dengan tanpa *curing* perendaman nilai kuat tekan hanya mencapai 58% dari nilai kuat tekan sebelum dibakar. Pengaruh penetapan suhu pembakaran lebih dari 250°C dapat menurunkan kuat beton selanjutnya untuk mencoba meningkatkan kuat tekan pasca bakar beragregat pasir pantai dengan melakukan *curing* perendaman variasi 28 hari masih mencapai 83% dari kuat tekan sebelum dibakar. Secara pembakaran terhadap nilai kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai ketika terbakar, maka pori-pori beton akan mengalami proses dekomposisi unsur C-S-H dan akan berubah menjadi kapur bebas CaO, SiO₂ dan uap H₂O. Beton setelah umur 28 hari apabila dirawat (*curing*) kemungkinan akan mengalami peningkatan kekuatan, demikian juga setelah dibakar kemudian dirawat (*curing*).

Hasil Analisa kuat tekan rata-rata beton beragregat halus pasir pantai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| a. Sebelum Pembakaran | : 17,90 Mpa |
| b. Pembakaran 350°C | : 10,41 Mpa |
| c. Pembakaran 350°C + Curing 7 hari | : 12,20 Mpa |
| d. Pembakaran 350°C + Curing 14 hari | : 13,69 Mpa |
| e. Pembakaran 350°C + Curing 28 hari | : 14,89 Mpa |

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan nilai kuat tekan pada beton beragregat halus pasir pantai setelah dibakar pada suhu 350°C dan tanpa perendaman adalah sebesar 10,41 Mpa dari 17,90 Mpa.
2. Setelah dilakukan proses pemulihan (*recovery*) dengan cara perendaman dengan variasi waktu 7, 14, dan 28 hari dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai. Air meresap kedalam pori-pori beton dan bereaksi dengan senyawa C₂S dan C₃S pada butiran-butiran semen yang belum bereaksi maupun senyawa aC₂S pada semen akibat beton terbakar, hasil reaksi dari senyawa C-S-H dan Ca(OH)₂ yang merupakan unsur utama penyusun kekuatan beton.
3. Besarnya perubahan kekuatan setelah proses pemulihan beton beragregat halus pasir pantai dengan cara perendaman selama 7 hari didapat kuat tekan sebesar 12,20 Mpa, perendaman 14 hari kuat tekan sebesar 13,69 Mpa, dan perendaman 28 hari kuat tekan beton sebesar 14,89 Mpa. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa pengaruh perawatan (*curing*) pada beton pasca pembakaran sangat mempengaruhi pengembalian kuat tekan beton beragregat halus pasir pantai.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diberikan saran-saran yang bertujuan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut. Saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya mengenai kuat tekan beton pasca bakar dengan menggunakan suhu yang lebih tinggi dan dapat menambahkan jumlah sampel agar diperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Penelitian berikutnya diharapkan dapat menguji beton dengan agregat halus yang berbeda dengan mutu beton yang lain dan menambahkan variasi waktu perawatan.

Daftar Kepustakaan

- Dharmawan, W.I., Oktarina, D., Safitri, M., 2016. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Menggunakan Hammer Test dan Compression Testing Machine terhadap Beton Pasca Bakar. MEDIA Komun. Tek. SIPIL 22, 35–42.
- Jipta, T., n.d, 1971, Peraturan Beton Indonesia 1971 281.
- Komunikasi, O.B., n.d. Menko Maritim Luncurkan Data Rujukan Wilayah Kelautan Indonesia [WWW Document]. URL <https://maritim.go.id/menkomaritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-indonesia/> (accessed 8.1.22).
- Marfai, M.A., Mardiatno, D., Wibowo, A.A., Utami, N.D., Jihad, A., Sudarno, A., Fajarianty, I.W., Lubis, N.A.-Z., 2021. Kajian pengelolaan pesisir berbasis ekowisata di Kepulauan Karimunjawa. UGM PRESS.
- Partowiyatmo, A., 2005. Pemulihan Kekuatan Beton Pasca Kebakaran.
- SNI 1974 : 2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, n.d.

Standar Nasional Indonesia, 2012. SNI 7656-2012, Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, n.d.

Standar Nasional Indonesia, 2019. SNI-2847-2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.pdf, n.d.

Standar Nasional Indonesia, 2020. SNI-03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton normal, n.d.

Wicaksono, Y., Jamal, A.U., n.d. Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Dengan Bahan Tambah Limbah Karet Sebesar 1% Dari Berat Beton Normal.