

Kuat Tekan Beton Ringan Non-Pasir Pada Pemanfaatan Batu Karang Simeulue Sebagai Alternatif Agregat Kasar

Wesli¹⁾, Adlianis Fuadi¹⁾, Yovi Chandra³⁾

^{1, 2, 3)}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia
Email: wesli@unimal.ac.id¹⁾ adlianis.180110124@mhs.unimal.ac.id²⁾,
yovicivil@gmail.com³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.979>

(Received: 08 February 2023 / Revised: 14 August 2023 / Accepted: 23 August 2023)

Abstrak

Batu karang mati banyak ditemukan di pulau Simeulue dan tersebar hampir disetiap pesisir pantainya. Dalam hal Pembangunan daerah, penggunaan bahan penyusun beton seperti agregat kasar sering kali didatangkan dari luar pulau sehingga harganya menjadi mahal. Dalam penelitian ini ingin memanfaatkan batu karang mati sebagai agregat kasar pada campuran beton ringan non-pasir dan beton normal. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui besarnya variasi batu karang yang dapat dimanfaatkan untuk agregat kasar pada beton ringan non-pasir dan beton normal. Perencanaan campuran beton dibuat berdasarkan SNI 7656:2012. Faktor air semen untuk semua variasi adalah 0,40. Pengujian kuat tekan dan porositas daerah dilakukan pada umur beton 28 hari. Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini dinyatakan bahwa Agregat batu karang Simeulue ini tidak bisa dimanfaatkan dalam campuran beton ringan non-pasir, akan tetapi dapat dimanfaatkan dalam campuran beton normal yang memenuhi kriteria untuk beton struktural minimal kuat tekan 17 MPa.

Kata kunci: *Batu karang, Beton non-pasir, Beton ringan, Beton ringan non-pasir, Kuat tekan beton*

Abstract

Dead corals are found on Simeulue Island and are scattered on almost every coast. In terms of regional development, the use of concrete constituent materials such as coarse aggregate is often imported from outside the island so the price is expensive. In this study, we wanted to use dead coral rock as a coarse aggregate in a mixture of non-sand and normal lightweight concrete. The purpose of this study was to determine the variety of rocks that can be used for coarse aggregate in non-sand lightweight concrete and normal concrete. Concrete mix planning is based on SNI 7656:2012. Water cement factor for all variations is 0.40. The compressive strength and regional porosity tests were carried out at the age of 28 days of concrete. Based on the results of data analysis in this study it was stated that the Simeulue rock aggregate cannot be used in non-sand lightweight concrete mixtures, but can be used in normal concrete mixtures that meet the criteria for structural concrete with a minimum compressive strength of 17 MPa.

Keywords: *Rock, No fines concrete, Lightweight concrete, Non-sand lightweight concrete, Compressive strength*

1. Latar Belakang

Kabupaten Simeulue salah satu kabupaten di Propinsi Aceh terletak pada koordinat antara $02^{\circ}02'03''$ - $03^{\circ}02'04''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}22'15''$ - $96^{\circ}42'45''$ Bujur Timur, dari sektor pembangunan dan populasi manusia yang setiap tahunnya meningkat pesat, maka kebutuhan akan material bangunan meningkat pula, tak terkecuali beton. Kebutuhan akan bahan mentah beton, seperti agregat kasar dari batu pecah meningkat di mana ketersediaannya terbatas. Untuk memenuhi berbagai kebutuhan material bangunan seperti batu pecah dan material lainnya sering didatangkan dari luar pulau yang menyebabkan harga bahan material-material tersebut menjadi jauh lebih mahal. Seperti proyek pembangunan bendungan dan irigasi Sigulai yang mendatangkan material batu pecah dari luar pulau dengan menggunakan kapal tongkang (admin, 2021). Salah satu inovasi untuk mengatasi limpasan dan meningkatkan infiltrasi dari air hujan yaitu dengan menggunakan beton non-pasir yang kelebihanannya dapat meloloskan air (Tyas et al., n.d.).

Berdasarkan data yang bersumber dari website resmi pemerintah Kabupaten Simeulue, kabupaten ini memiliki luas wilayah $2,310 \text{ km}^2$, panjang pulau $\pm 100,2 \text{ km}$, lebar pulau $8 - 28 \text{ km}$. Kabupaten Simeulue memiliki batu karang mati berada hampir sepanjang bibir Pantai, dari aspek ekonomi dan ketersediaan material, maka perlu dilakukan penelitian adan pengujian laboratorium pada beton non-pasir dan beton normal menggunakan agregat kasar batu karang Simeulue untuk pengembangan inovasi terhadap beton non-pasir dan beton normal, yang diharapkan setidaknya untuk membangun bangunan dan rumah sederhana meskipun kuat tekannya tidak terlalu tinggi. Pada hal lainnya pemanfaatan sumber daya alam lain dapat menjadi alternatif untuk bahan mentah beton jika suatu saat terjadi krisis atau kelangkaan pada batu pecah di pulau ini.

Penelitian ini ingin mengetahui apakah batu karang mati yang terdapat di pulau Simeulu dapat dimanfaatkan untuk menjadi material beton khususnya material beton Beton Ringan Non-Pasir yang nantinya akan menjadi alternatif bagi pemerintah daerah dalam memenuhi kebutuhan material batu untuk Pembangunan daerah.

Menurut (Niu et al., 2020) agregat batu karang memberikan keuntungan yang baik dalam penggunaan bahan atau material lokal, efisiensi, ekonomi yang tinggi dan prospek aplikasi yang luas dalam hal pembangunan proyek terumbu karang, oleh sebab itu berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar variasi batu karang yang dapat dimanfaatkan untuk agregat kasar pada beton ringan non-pasir dan beton normal. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui besarnya variasi batu karang yang dapat dimanfaatkan untuk agregat kasar pada beton ringan non-pasir dan beton normal.

2. Metode Penelitian

2.1 Beton ringan

Beton ringan struktural adalah beton yang menggunakan agregat ringan atau campuran agregat kasarnya dari material yang ringan dan agregat halus dari material pasir yang ringan pula dengan syarat berat maksimum beton 1840 kg/m^3 (SNI 03-3449-2002 n.d.). Beton ringan diklasifikasikan berdasarkan tujuan konstruksi, berat beton dan agregat penyusunnya hal tersebut seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi beton ringan berdasarkan tujuan konstruksi, berat beton dan agregat penyusunnya

Konstruksi bangunan	Beton ringan		Jenis agregat ringan
	Kuat tekan (MPa)	Berat isi (Kg/m ³)	
Struktural			
- Minimum	17,24	1400	- Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu
- Maksimum	41,36	1850	- Serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang
Struktural ringan			
- Minimum	6,89	800	Agregat ringan alam: skorja atau batu apung.
- Maksimum	17,24	1400	
Struktural sangat ringan sebagai isolasi	-	800	Perlit atau vemikulit

2.2 Beton non-pasir (*No-Fines Concrete*)

Menurut Kurniadi and Himawan, (2019) beton non-pasir sering disebut dengan berbagai istilah seperti *pervious concrete*, *no-fines concrete*, dan *permeconcrete*. Jenis beton ini tidak menggunakan pasir dalam campurannya sehingga terciptanya rongga merata dan saling terkoneksi antar agregat kasar menyebabkan berkurangnya kepadatan beton.

Kadar rongganya berkisar antara 12%-25%, namun jenis beton ini memiliki kelebihan utama yaitu proses membuatnya tergolong cepat, dapat meredam panas, sifat penyusutan yang rendah dan mudah meloloskan air.

Berdasarkan tipikal, beton non-pasir dibuat menggunakan faktor air semen (FAS) antara 0,35-0,45 yang memiliki rongga agregat kasar sebesar 15% sampai 25%. Sedangkan untuk nilai faktor air semen optimum sekitar 0,40.

Pada jenis beton non-pasir pengujian slump pada umumnya tidaklah berlaku dikarenakan nilai slumpnya sangat kecil bahkan mencapai 0. Nilai faktor air semen optimum akan menghasilkan beton non-pasir dengan kuat tekan optimum pula (Tjokrodimulyo, 1995).

2.3 Batu karang

Batu karang adalah batuan sedimen yang terstruktur dari batu kapur kalsium karbonat yang terdapat di dalam laut, yang bisa juga disebut terumbu karang. Batu karang merupakan sebuah ekosistem yang terbentuk serta didominasi oleh komunitas koral (Chaniago, 2017). Batu karang merupakan batuan sedimen kimiawi yang terbentuk dari bahan-bahan organik, misalnya mengandung fragmen kerang (Negara and Putra, 2010).

Terdapat 6 unsur dominan yang terkandung dalam batu karang berdasarkan persenan tertinggi yaitu Oksigen (O) 55,8%, Kalsium (Ca) 28,27%, Karbon (C) 15%, Aluminium (Al) 0,37%, Magnesium (Mg) 0,24%, dan Silika (Si) 0,30% (Hutagalung, 2013).

2.4 Perencanaan campuran beton (*mix design*)

Tata cara perencanaan dan perhitungan campuran beton (*mix design*) mengacu pada SNI 7656-2012. Pembuatan campuran beton dilakukan untuk mengetahui proporsi material yang digunakan dalam campuran beton, diantaranya agregat kasar (batu pecah, batu karang), agregat halus, semen dan air.

2.5 Benda uji

Material batu karang yang diambil langsung dari pesisir pantai tepatnya di desa Matanurung, Kecamatan Teupah Tengah, Kabupaten Simeulue. Material dipersiapkan mulai dari batu karang mati Simeulue sebagai agregat kasar, semen portland tipe I, dan air. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisis terhadap semen dan batu karang yang akan digunakan. Untuk air tidak dilakukan pengujian sifat fisis. Kemudian pembuatan *mix design* beton non-pasir dan beton normal berdasarkan SNI 7656:2012 dan juga tetap mengikuti kaidah-kaidah beton non-pasir. Beton normal menggunakan pasir dibuat bertujuan untuk memperoleh informasi dan hasil lebih lanjut mengenai aplikasi batu karang mati Simeulue pada campuran beton normal. Untuk beton ringan non-pasir setelah diperoleh hasil *mix design* maka dibuat variasi semen berbanding agregat yang beratnya dikali ½ dari hasil *mix design* yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian benda uji dibuat divariasikan lagi dengan dengan tambahan *Superplasticizer*. Rincian jumlah sampel benda uji diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rincian jumlah sampel benda uji

Variasi	Nama Benda Uji	Kuat tekan		Jumlah total benda uji
		Porositas		
		Ukuran bekisting		
		15 x 30 cm	10 x 20 cm	
Beton	1 BNNP	3	3	6
	2 BKR1	3	3	6
Ringan Non-pasir	3 BKR1+SP 0,6%	3	3	6
	4 BKR2 ½ BKR1	3	3	6
	5 BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%	3	3	6
Beton Normal	6 BNBK	3	-	3
	7 BNBK+SP 1,5%	3	-	3
	8 BN	3	-	3
Total Sampel		24	15	39

Keterangan:

BNNP	= Beton non-pasir batu pecah
BKR1	= Beton non-pasir batu karang <i>mix design</i>
BKR1+SP 0,6%	= Beton non-pasir batu karang <i>mix design</i> + <i>Superplasticizer</i> 0,6%
BKR2 ½ BKR1	= Beton non-pasir batu karang ½ <i>mix design</i>
BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%	= Beton non-pasir batu karang ½ <i>mix design</i> + <i>Superplasticizer</i> 0,6%
BN	= Beton normal batu batu pecah
BNBK	= Beton normal batu karang
BNBK+SP 1,5%	= Beton normal batu karang + <i>Superplasticizer</i> 1,5%

2.6 Pengujian kuat Tekan dan porositas beton

Menurut SNI-1974-2011 kuat tekan benda uji dengan membagi gaya aksial maksimum yang diterima oleh benda uji dengan luas penampang melintang rata dan hasilnya dinyatakan dengan dibulatkan ke 1 desimal menggunakan satuan 0,1 MPa, maka kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 1 berikut:

$$\text{Kuat tekan beton } (f'c) = \frac{P}{A} \quad (1)$$

keterangan:

$f'c$	= Kuat tekan beton (N/mm ²)
P	= Gaya tekan aksial, dinyatakan dalam newton (N)
A	= Luas penampang benda uji, dinyatakan dalam mm ²

Berdasarkan ASTM-C642-06, (2006) besarnya porositas beton non-pasir dapat dihitung dengan persamaan rumus sebagai berikut.

$$Porositas = \frac{(C - A)}{(C - D)} \times 100\% \quad (2)$$

keterangan:

- C = Berat sampel dalam kondisi SSD (gram)
- D = Berat sampel dalam air (gram)
- A = Berat sampel kering oven (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Benda uji

Hasil perencanaan campuran material beton ringan non-pasir diperoleh berdasarkan kebutuhan volume benda uji untuk beton ringan non-pasir yang dihitung berdasarkan SNI 7656:2012 mengenai tata cara pemilihan campuran beton, direncanakan beton ringan non-pasir dengan mutu $f'c$ 15 MPa. Untuk hasil kebutuhan material 1 m³ beton non-pasir yang telah dihitung seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kebutuhan material 1 m³ variasi beton non-pasir

Material	Beton Ringan Non-Pasir				
	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4	Variasi 5
	BNNP	BKR1	BKR1+SP 0,6%	BKR2 ½ BKR1	BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%
Berat batu pecah (Kg)	1033,783	-	-	-	-
Berat batu karang (Kg)	-	830,989	830,989	830,989	830,989
Berat semen (Kg)	300,000	300,000	300,000	600,000	600,000
Berat pasir (Kg)	-	-	-	-	-
Berat air (Kg)	120,000	120,000	118,200	240,000	236,400
Berat SP (Kg)	-	-	1,800	-	3,600
Berat Total (Kg)	1453,783	1250,989	1250,989	1670,989	1670,989

Hasil perencanaan campuran material beton normal diperoleh berdasarkan kebutuhan volume benda uji untuk beton normal yang dihitung berdasarkan SNI 7656:2012 mengenai tata cara pemilihan campuran beton. Beton ringan normal yang direncanakan adalah beton ringan normal dengan mutu $f'c$ 15 MPa. Hasil kebutuhan material 1 m³ beton normal yang diperlukan seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kebutuhan material 1 m³ variasi beton normal

Material	Beton Normal		
	Varias 6	Varias 7	Varias 8
	BN	BNBK	BNBK+SP 1,5%
Berat batu pecah (kg)	991,104	-	-
Berat batu karang (kg)	-	622,991	622,991
Berat semen (Kg)	293,313	293,313	293,313
Berat pasir (kg)	843,331	843,331	843,331
Berat air (kg)	219,617	219,617	215,217
Berat SP (kg)	-	-	4,400
Berat Total (Kg)	2347,365	1979,251	1979,251

3.2 Pengujian kuat tekan dan porositas beton

Pengujian kuat tekan diperoleh dari hasil perhitungan pada persamaan 1 dan porositas dari persamaan 2. Hasil pengujian kuat tekan dan porositas beton ringan non-pasir diperlihatkan pada Tabel 5 dan beton normal Tabel 6.

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tekan dan porositas beton pada umur 28 hari

Beton Ringan Non-pasir							
Variasi	Benda uji	Semen berbanding agregat	Parameter		Kuat tekan rata-rata (MPa)	Porositas rata-rata (%)	Keterangan
			F'c (MPa)	SNI 03-3449-2002 (MPa)			
1	BNNP	1 : 3,45	15	6,89	11,86	23,75	M
2	BKR1	1 : 2,77	15	6,89	2,04	25,27	TM
3	BKR1+SP 0,6%	1 : 2,77	15	6,89	2,30	23,20	TM
4	BKR2 ½ BKR1	1 : 1,38	15	6,89	4,24	20,94	TM
5	BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%	1 : 1,38	15	6,89	5,64	17,90	TM

Tabel 6 Hasil pengujian kuat tekan dan porositas beton normal pada umur 28 hari

Beton Normal					
Variasi	Benda uji	Parameter		Kuat Rekan Rata-rata (MPa)	Keterangan
		F'c (MPa)	SNI 6880-2016 (MPa)		
6	BN	15	17	20,37	M
7	BNBK	15	17	18,15	M
8	BNBK+SP 1,5%	15	17	20,73	M

keterangan:

M = Memenuhi

TM = Tidak memenuhi

3.3 Kuat tekan beton

Untuk mencapai hasil kuat tekan beton yang direncanakan, maka tahapan yang dilakukan adalah dengan pemeriksaan sifat fisis material, analisis dan merencanakan proporsi campuran terhadap data tersebut. Selisih antara tekan beton ringan non-pasir setiap variasi dengan variasi beton non-pasir batu pecah (BNNP) diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Selisih antara kuat tekan beton ringan non-pasir setiap variasi dengan variasi 1 beton non-pasir batu pecah (BNNP)

Variasi	Benda Uji	Semen Berbanding Agregat	Parameter		Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Persentase Peningkatan (%)
			F'c (MPa)	SNI 03-3449-2002 (MPa)		
1	BNNP	1:3,45	15	6.89	11.86	0
2	BKR1	1:2,77	15	6.89	2.04	-82.83
3	BKR1+SP 0,6%	1:2,77	15	6.89	2.3	-80.6
4	BKR2 ½ BKR1	1:1,38	15	6.89	4.24	-64.23
5	BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%	1:1,38	15	6.89	5.64	-52.46

Terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 82,83% dari variasi 1 beton non-pasir batu pecah (BNNP). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sobirin, 2021) bahwa penggunaan batu karang berpengaruh pada penurunan kuat tekan beton. Sedangkan untuk porositas rata-rata variasi beton non-pasir batu karang *mix design* (BKR1) sebesar 25,27% di mana memenuhi persyaratan porositas sebesar 15%-35% berdasarkan ACI 522R-10, (2010) mengenai beton non-pasir. Jadi variasi 2 beton non-pasir batu karang *mix design* (BKR1) tidak dapat dimanfaatkan dalam campuran beton ringan non-pasir.

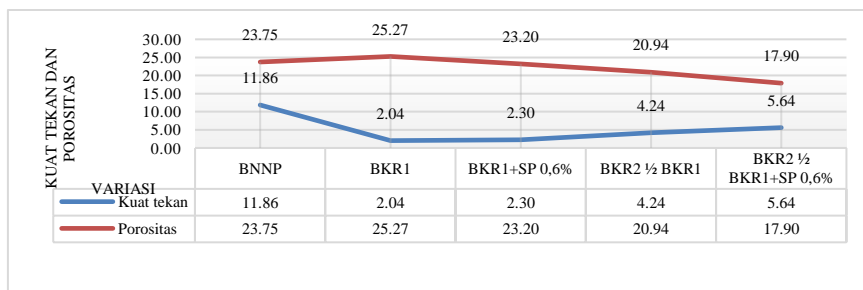
Variasi 3 beton non-pasir batu karang *mix design* ditambah *Superplasticizer* 0,6% (BKR1+SP 0,6%) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 1250,989 kg yang mana dari segi berat variasi ini memenuhi syarat untuk beton ringan yang tidak melebihi 1850 kg/m³ berdasarkan SNI 03-3449-2002. Variasi ini dibuat berdasarkan variasi BKR1 dengan menambahkan *Superplasticizer* sebanyak 0,6% dari berat semen. Perbandingan didapat yaitu 1:2,77 semen berbanding agregat batu karang. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 2,30 MPa di mana kuat tekannya tidak memenuhi kuat tekan untuk beton ringan struktural yaitu minimal 6,89 MPa berdasarkan SNI 03-3449-2002 dan juga tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Selisih antara tekan beton ringan non-pasir setiap variasi dengan variasi beton non-pasir batu pecah (BNNP) diperlihatkan pada Tabel 7. Terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 80,6% dari variasi BNNP yang menggunakan agregat batu pecah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (ST Huwae, 2011) bahwa penggunaan batu karang berpengaruh pada penurunan kuat tekan beton. Akan tetapi penambahan *Superplasticizer* 0,6% berhasil meningkatkan kuat tekan beton variasi sebesar 12,96 % dari variasi BKR1 yang tidak menggunakan *Superplasticizer*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Pandei et al., 2019) bahwa penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan beton berpori. Sedangkan untuk porositas rata-rata variasi BKR1+SP 0,6% sebesar 23,20% di mana memenuhi persyaratan porositas sebesar 15%-35% berdasarkan ACI 522R-10 mengenai beton non-pasir. Jadi variasi 3 beton non-pasir batu karang *mix design* + *Superplasticizer* 0,6% (BKR1+SP 0,6%) tidak dapat dimanfaatkan dalam campuran beton ringan non-pasir.

Variasi 4 beton non-pasir batu karang $\frac{1}{2}$ *mix design* (BKR2 $\frac{1}{2}$ BKR1) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 1670,989 kg yang mana dari segi berat variasi ini memenuhi syarat untuk beton ringan yang tidak melebihi 1850 kg/m³ berdasarkan SNI 03-3449-2002. Variasi ini dibuat berdasarkan setengah dari perbandingan agregat batu karang dari variasi BKR1 sehingga diperoleh 1:1,38 semen berbanding agregat batu karang. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 4,24 MPa di mana kuat tekannya tidak memenuhi kuat tekan untuk beton ringan struktural minimal 6,89 MPa berdasarkan SNI 03-3449-2002 dan juga tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 64 % dari variasi BNNP yang menggunakan agregat batu pecah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Idhan, 2021) bahwa penggunaan batu karang berpengaruh pada penurunan kuat tekan beton. Akan tetapi terjadi peningkatan kuat tekan yang signifikan dari variasi beton non-pasir batu karang *mix design* + *Superplasticizer* 0,6% (BKR1+SP 0,6%) sebesar 84,43 %. Sedangkan untuk porositas rata-rata variasi BKR2 $\frac{1}{2}$ BKR1 ini sebesar 20,942 % di mana memenuhi persyaratan porositas sebesar 15%-35% berdasarkan ACI 522R-10

mengenai beton non-pasir. Jadi variasi BKR2 ½ BKR1 menggunakan agregat batu karang tidak dapat dimanfaatkan dalam campuran beton ringan non-pasir.

Variasi 5 beton non-pasir batu karang ½ mix design ditambah Superplasticizer 0,6% (BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 1670,989 kg yang mana dari segi berat variasi ini memenuhi syarat untuk beton ringan yang tidak melebihi 1850 kg/m³ berdasarkan SNI 03-3449-2002. Variasi ini dibuat berdasarkan variasi BKR2 ½ BKR1 dengan menambahkan Superplasticizer sebanyak 0,6% dari berat semen. Perbandingan didapat yaitu 1:1,38 semen berbanding agregat batu karang. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 5,64 MPa di mana kuat tekannya tidak memenuhi kuat tekan untuk beton ringan struktural yaitu minimal 6,89 MPa berdasarkan SNI 03-3449-2002 dan juga tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 52,46 % dari variasi BNNP yang menggunakan agregat batu pecah, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Huang et al., 2018) bahwa penggunaan batu karang berpengaruh pada penurunan kuat tekan beton. Akan tetapi penambahan Superplasticizer 0,6% berhasil meningkatkan kuat tekan beton variasi sebesar 32 % dari variasi 4 beton non-pasir batu karang ½ mix design (BKR2 ½ BKR1), hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wahyuning Tyas, 2020) dan (Irlan et al., 2020) bahwa penambahan superplasticizer dapat meningkatkan kuat tekan beton berpori. Jadi variasi 5 beton non-pasir batu karang ½ mix design + Superplasticizer 0,6% (BKR2 ½ BKR1+SP 0,6%) tidak dapat dimanfaatkan dalam campuran beton ringan non-pasir.

Untuk pengujian kuat tekan dan porositas beton ringan non-pasir setiap variasi dapat dijabarkan dalam bentuk grafik agar memperjelas hasil telah diperoleh disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik kuat tekan dan porositas beton ringan non-pasir semua variasi

Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan terhadap porositas beton berpori yaitu semakin tinggi nilai kuat tekan beton maka nilai porositasnya semakin kecil dikarenakan rongganya semakin banyak, sedangkan semakin kecil nilai kuat tekan beton maka semakin tinggi nilai porositasnya. Nilai kuat tekan terkecil pada variasi BKR1 sebesar 2,04 MPa dengan porositas tertinggi sebesar 25,27 %. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Astutik et al., 2014), (Li et al., 2021), dan (Chen et al., 2013) yang memperoleh hasil kuat tekan beton non-pasir tertinggi pada variasi yang nilai porositasnya paling rendah sedangkan nilai kuat tekan beton terendah pada variasi yang nilai porositasnya terbesar.

Variasi agregat kasar batu karang beton normal berdasarkan SNI 7656:2012. Kemudian dilakukan pembuatan benda uji. Variasi benda uji terdiri dari variasi 6

beton normal batu batu pecah (BN), variasi 7 beton normal batu karang (BNBK), dan variasi 8 Beton normal batu karang ditambah *Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%).

Variasi 6 beton normal batu batu pecah (BN) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 2347,365 kg, yang mana dari segi berat variasi ini tergolong dalam jenis beton normal. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 20,76 MPa di mana kuat tekannya memenuhi kuat tekan untuk beton struktural minimal 17 MPa berdasarkan SNI 6880-2016 serta mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa.

Variasi 7 beton normal batu karang (BNBK). Variasi beton normal batu karang (BN) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 1979,251 kg, yang mana dari segi berat variasi ini tergolong dalam jenis beton normal. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 18,15 MPa. Selisih antara kuat tekan beton normal setiap variasi dengan variasi 6 beton normal batu batu pecah (BN) diperlihatkan pada Tabel 8.

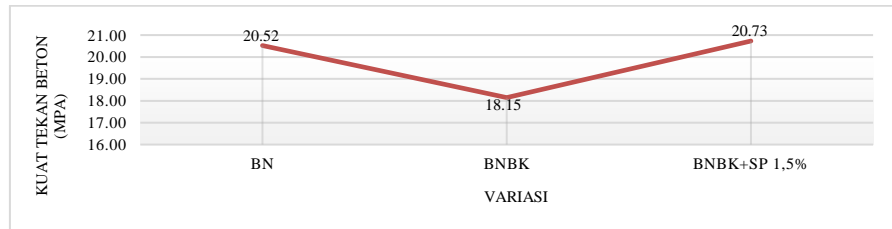
Tabel 8 Selisih antara kuat tekan beton normal setiap variasi dengan variasi 6 beton normal batu batu pecah (BN)

Variasi	Benda Uji	Beton Normal		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Persentase Peningkatan (%)
		Parameter			
		F'c (MPa)	SNI 6880-2016 (MPa)		
6	BN	15	17	20,52	0,00
7	BNBK	15	17	18,146	-11,58
8	BNBK+SP 1,5%	15	17	20,730	1,01

Mengganti agregat batu pecah dengan agregat batu karang variasi 7 beton normal batu karang (BNBK) ini menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton sebesar 11,58 % dari variasi 6 beton normal batu batu pecah (BN). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sina, 2003) (Aswan, 2019), (Rizali et al., 2017), dan (Zhou et al., 2020) bahwa penggunaan batu karang berpengaruh pada penurunan kuat tekan beton normal. Walaupun demikian, beton normal batu karang (BNBK) kuat tekannya memenuhi kuat tekan untuk beton struktural minimal 17 MPa berdasarkan SNI 6880-2016 serta mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa sehingga variasi 7 beton normal batu karang (BNBK) dapat dimanfaatkan dalam campuran beton normal.

Variasi 8 Beton normal batu karang +*Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%) Setelah melakukan perhitungan *mix design* variasi 8 beton normal batu karang ditambah *Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%) diperoleh berat beton dalam 1 m³ sebesar 1979,251 kg, yang mana dari segi berat variasi ini tergolong dalam jenis beton normal. Variasi ini dibuat berdasarkan variasi beton normal batu karang (BNBK) dengan menambahkan *superplasticizer* sebanyak 1,5% dari berat semen. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 20,73 MPa. Terjadi kenaikan kuat tekan beton sebesar 1,01% dari variasi 6 beton normal batu batu pecah (BN) dan terjadi kenaikan sebesar 14,24% dari variasi beton normal batu karang (BNBK) karena penambahan *superplasticizer*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Faqihuddin et al., 2021), (Suseno et al., 2008) dan (Vijay and Sajeeb, 2022) bahwa penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan beton normal. Jadi beton normal batu karang +*Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%) kuat tekannya memenuhi kuat tekan untuk beton struktural minimal 17 MPa berdasarkan SNI 6880-2016 serta mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa

sehingga variasi 8 beton normal batu karang +*Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%) dapat dimanfaatkan dalam campuran beton normal. Untuk pengujian kuat tekan beton normal setiap variasi dapat dijabarkan dalam bentuk grafik agar memperjelas hasil dan pembahasan yang telah diperoleh diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal variasi dengan dan tanpa batu karang umur 28 hari

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pemanfaatan batu karang Simeulue sebagai alternatif agregat kasar pada campuran beton ringan non-pasir untuk semua variasi baik variasi 2 beton non-pasir batu karang *mix design* (BKR1), variasi 3 Beton non-pasir batu karang *mix design* + *Superplasticizer* 0,6% (BKR1+SP 0,6%), variasi 4 beton non-pasir batu karang $\frac{1}{2}$ *mix design* (BKR2 $\frac{1}{2}$ BKR1) dan variasi 5 beton non-pasir batu karang $\frac{1}{2}$ *mix design* + *Superplasticizer* 0,6% (BKR2 $\frac{1}{2}$ BKR1+SP 0,6%) kuat tekannya tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa dan tidak mencapai persyaratan kuat tekan beton struktural ringan sebesar 6,89 MPa berdasarkan SNI 03-3449-2002 sehingga semua variasi beton ringan non-pasir menggunakan batu karang tidak dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan penggunaannya dalam beton non-pasir. Akan tetapi pemanfaatan batu karang Simeulue sebagai alternatif agregat kasar pada campuran beton normal untuk semua variasinya baik variasi 6 beton normal batu pecah (BN), variasi 7 beton normal batu karang (BNBK), dan variasi 8 Beton normal batu karang +*Superplasticizer* 1,5% (BNBK+SP 1,5%) mencapai kuat tekan rencana sebesar 15 MPa dan mencapai kuat tekan untuk beton struktural minimal sebesar 17 MPa. Dengan demikian batu karang Simeulue dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar pada campuran beton normal dengan kuat tekan kurang dari 25 MPa.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan yaitu apabila ingin memanfaatkan batu karang mati Simeulue sebagai alternatif agregat kasar hanya dianjurkan penggunaannya dalam beton normal menggunakan pasir dan tidak dianjurkan penggunaannya dalam beton ringan non-pasir dikarenakan kuat tekan yang dihasilkan tidak mencapai persyaratan kuat tekan beton ringan struktural. Serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak terhadap lingkungan dan ekosistem apabila batu karang terus diambil dari pesisir pantai pulau Simeulue.

Daftar Kepustakaan

- ACI 522R-10: Report on Pervious Concrete oleh American Concrete Institute (ACI) - eBuku [WWW Document], 2010. . Scribd. URL (accessed 2.13.22).
admin, 2021. PT Perapen Datangkan 4.000 Kubik Material Ke Simeulue. Waspada. URL <https://waspada.id/aceh/pt-perapen-datangkan-4-000-kubik-material-ke-simeulue/> (accessed 10.31.22).
- Alkhaly, Y.R., 2021. Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Pecahan Batu Bata Klinker Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Teras J.* 5.
- ASTM-C642-06 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete, n.d.
- Astutik, H.P., As' ad, S., Basuki, A., 2014. Kuat Tekan, Porositas Dan Permeabilitas Pervious Concrete Dengan Campuran Agregat Limbah Gerabah. *Matriks Tek. Sipil* 2, 132.
- Aswan, R., 2019. Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Dari Batu Karang (PhD Thesis). Universitas Putra Indonesia" YPTK" Padang.
- Bakarbessy, D., 2015. Presentasi Karang Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Dinamis* 2, 58–65.
- Chaniago, M.Y., 2017. Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Batu Karang Sebagai Agregat Kasar (PhD Thesis). Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Chen, Y., Wang, K., Wang, X., Zhou, W., 2013. Strength, fracture and fatigue of pervious concrete. *Constr. Build. Mater.* 42, 97–104.
- Faqihuddin, A., Hermansyah, H., Kurniati, E., 2021. Tinjauan Campuran Beton Normal dengan Penggunaan Superplasticizer Sebagai Bahan Pengganti Air Sebesar 0%; 0, 3%; 0; 5% Dan 0, 7% Berdasarkan Berat Semen. *J. Civ. Eng. Plan.* 2, 34–45.
- Huang, Y., He, X., Sun, H., Sun, Y., Wang, Q., 2018. Effects of coral, recycled and natural coarse aggregates on the mechanical properties of concrete. *Constr. Build. Mater.* 192, 330–347.
- Hutagalung, J., 2013. Analisis Kandungan Unsur pada Terumbu Karang (Coral Reef) di Daerah Pesisir Pantai Sibolga (PhD Thesis). Unimed.
- Idhan, A., 2021. Pemanfaatan Batu Karang Pantai Imbo ($F_c' = 20$ MPa) SEBAGAI Pengganti Kerikil Dalam Campuran Beton (PhD Thesis). Universitas Sintuwu Maroso.
- Irlan, A.O., Rintawati, D., Paikun, P., 2020. Studi Literatur Beton Berpori Dengan Penambahan Fly Ash, Superplasticizer, dan Serat Terhadap Kuat Tekan. *KILAT* 9, 171–180.
- Kurniadi, E., Himawan, L., 2019. Kajian Kuat Tekan Dan Infiltrasi Pada Beton Non Pasir (Study Of Compressive Strength And Infiltration Of no-fines Concrete). *J. Ris. Rekayasa Sipil* 2, 72–78.
- Li, L.G., Feng, J.-J., Zhu, J., Chu, S.-H., Kwan, A.K.H., 2021. Pervious concrete: Effects of porosity on permeability and strength. *Mag. Concr. Res.* 73, 69–79.
- Negara, I.N.W., Putra, T.G.S., 2010. Potensi Batu Kapur Nusa Penida Sebagai Agregat Perkerasan Jalan. *J. Ilm. Tek. Sipil* 14.

- Niu, D., Zhang, L., Fu, Q., Wen, B., Luo, D., 2020. Critical conditions and life prediction of reinforcement corrosion in coral aggregate concrete. *Constr. Build. Mater.* 238, 117685.
- Pandei, R.W., Supit, S.W., Rangan, J., Karwur, A., 2019. Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori (Pervious Concrete). *J. Poli-Tekno.* 18.
- Rizali, M.R., Afrizal, Y., Elhusna, E., 2017. Pengaruh Pemanfaatan Limbah Pecahan Batu Karang Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton (kajian batu karang yang lolos saringan 3/4” tertahan disaringan 3/8”) (PhD Thesis). Universitas Bengkulu.
- Sina, D.A.T., 2003. Potensi penggunaan batu karang pulau Timor sebagai agregat kasar pada beton (PhD Thesis). Petra Christian University.
- SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan, n.d.
- SNI 6880-2016 Spesifikasi Beton Struktural, n.d.
- SNI 7656-2012 Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa, n.d.
- SNI-1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, n.d.
- SNI-4810-2013 Tata cara pembuatan dan perawatan spesimen uji beton di lapangan, n.d.
- Sobirin, A., 2021. Pengaruh Batu Karang Sebagai Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan dan Porositas pada Beton Berpori (PhD Thesis). Universitas Bangka Belitung.
- ST Huwae, E.R., 2011. Pemanfaatan Batu Karang Pecah Kabupaten Maluku Tenggara Barat Provinsi Maluku Sebagai Agregat Kasar untuk Bahan Beton Normal (PhD Thesis). Universitas Gadjah Mada.
- Suseno, H., Setyowati, E.W., Hariono, B., 2008. Pengaruh Variasi Proporsi Campuran dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Slump, Berat Isi dan Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan Andesit Piroksen. *Rekayasa Sipil* 2, 241–253.
- Tjokrodimulyo, K., 1995. Buku Ajar Teknologi Beton. Jur. Tek. Sipil UGM Yogyakarta.
- Tyas, Y.W.T., Nurtanto, D., Krisnamurti, K., n.d. Pengaruh Variasi Prosentase Superplasticizer terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori (The Effect of Variation Superplasticizer Percentage to The Mechanical Properties and Porosity of Porous Concrete).
- Vijay, A., Sajeeb, R., 2022. Effect of superplasticizer on the characteristics of stabilized earth concrete. *Mater. Today Proc.*
- Wahyuning Tyas, Y., 2020. Pengaruh Variasi Prosentase Superplasticizer Terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori (PhD Thesis). Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Zhou, W., Feng, P., Lin, H., 2020. Constitutive relations of coral aggregate concrete under uniaxial and triaxial compression. *Constr. Build. Mater.* 251, 118957.