



PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN ZEOLIT DAN RECYCLE COARSE (RCA) SEBAGAI AGREGATE PADA BETON POROUS

Sultan Asyraf Nasution

Universitas Negeri Medan

Surel : sultan.asyraf05@gmail.com

Diterima : 12 Februari 2020; Disetujui : 21 Maret 2020

ABSTRAK

Industri beton setiap harinya melakukan pengujian beton, dengan melakukan kuat tekan dan kuat tarik pada beton. Oleh karena itu di penelitian ini saya akan memanfaatkan sisa beton yang tidak terpakai, menjadi bahan untuk campuran beton yang biasanya dikenal dengan nama *Recycled Coarse Agregate* (RCA). Agar dapat mencapai tujuannya yang diharapkan, sebelum penelitian kuat tekan dan porositas dilakukan ada beberapa tahap-tahap yang harus dilakukan, pengujian yang dilakukan adalah pengujian bahan penyusun beton, yang meliputi bahan RCA dan zeolit. Nilai FM yang diperoleh untuk semua sampel proporsi campuran masi berada pada rentang batas yang disyaratkan oleh ASTM, Agregat RCA di dapatkan 20% pada pengujian abrasi, menurut SNI 2417:2008 dan ASTM C-33 nilai abrasi yang diperoleh masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai perkerasan jalan yaitu 40% - 50%, nilai kekuatannya tidak sesuai dengan rancangan campuran, namun tren nilai kekuatan beton porous tersebut mengalami peningkatan. Kuat tekan beton dengan bahan agregat RCA 97% dan zeolit 3% sebesar 2.39 Mpa, RCA 93% dan zeolit 7% sebesar 2,55 Mpa, dan RCA 90% dan zeolit 10% sebesar 4,78 Mpa. RCA dan zeolit masih sesuai berdasarkan ACI 522R-10 dengan rata-rata kuat tekan beton porous berkisar antara 2,8 - 28 MPa, porositas hanya perbandingan RCA dan zeolit 93 % : 7 % yang memenuhi standard beton porous yaitu 19,29%.

Kata Kunci: Beton Campuran, Pengujian beton, RCA, Zeolite

ABSTRACT

The concrete industry conducts concrete testing every day, by applying compressive strength and tensile strength to concrete. Therefore in this study I will utilize the remaining unused concrete, to be a material for concrete mix which is usually known as *Recycled Coarse Agregate* (RCA). In order to achieve its expected goals, before the research of compressive strength and porosity is carried out there are several stages that must be carried out, the test carried out is the testing of concrete constituent materials, which include RCA and zeolite materials. The FM value obtained for all samples of the proportion of the mixture is still in the range of limits required by ASTM, the RCA aggregate is obtained 20% in abrasion testing, according to SNI 2417: 2008 and ASTM C-33 the abrasion value obtained still meets the requirements for use as pavement the road is 40% - 50%, the strength value is not in accordance with the mixed design, but the trend value of the strength of the porous concrete has increased. Concrete compressive strength with 97% RCA aggregate and 3% zeolite of 2.39 MPa, 93% RCA and 7% zeolite of 2.55 MPa, and 90% RCA and 10% zeolite of 4.78 MPa. RCA and zeolite are still suitable according to ACI 522R-10 with an average compressive strength of porous concrete ranging from 2.8 - 28 MPa, porosity is only a ratio of RCA and zeolite 93%: 7% which meets the porous concrete standard that is 19.29%.

Keywords: Concrete testing, RCA, Composite concrete, Zeolite

1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara yang seiring dengan perkembangan zaman melakukan berbagai pembangunan infrastruktur.

Kebutuhan akan beton semakin besar. Beton merupakan bahan yang sering digunakan dalam membuat bangunan-bangunan sipil. Hampir setiap bangunan sipil menggunakan

beton, baik sebagai struktur utama maupun struktur pelengkap (Iswanto, 2011). RCA atau agregat kasar daur ulang adalah limbah beton yang telah dihancurkan dan digunakan kembali sebagai agregat pada campuran beton. Berdasarkan jurnal Ronald Butar-butur, Suhairiani, Kinanti Wijaya, Nono Sebayang (2017), RCA berpeluang untuk menjadi bahan dasar pembentuk beton jika dilihat dari nilai berat jenis dan gradasi namun hasil tes kadar air menunjukkan peningkatan nilai kadar air. Karakteristik seperti ini bisa dijadikan sebagai bahan dasar beton porous. Beton porous mempunyai banyak keunggulan, dimulai dari penghematan bahan campuran beton, dapat mengakibatkan rembesan air, dan berat beton yang lumayan ringan, keunggulan dalam beton porous lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan beton konvensional. Beton porous mampu meloloskan air sehingga dapat mempertahankan daya resap meskipun sudah dilakukan perkerasan (Adi Prasetya, 2013). Beton Porous biasanya digunakan dalam perkerasan jalan karena sifatnya yang mampu meloloskan air. Kelemahan yang terdapat di dalam beton porous ini ialah bentuknya yang tidak padat dan berongga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik campuran zeolit dan RCA sebagai agregat pada beton porous, serta untuk mengetahui pengaruh bahan zeolit dan RCA sebagai agregat pada kekuatan beton porous.

2. Kajian Pustaka

2.1 Beton Porous

Menurut (Harber, 2005) beton porous atau beton non pasir adalah campuran antara semen, air dan agregat kasar dengan diameter seragam untuk menghasilkan material yang porous. Beton tersebut mempunyai volume rongga yang besar dengan penurunan kekuatan yang masih dapat diterima dan berat sendiri yang ringan. Beton ini memiliki beberapa nama yaitu beton non pasir, beton pervious dan beton porous (Prasetya Adi, 2013). Beton non pasir pertama kali digunakan di Inggris pada tahun 1852 untuk membangun rumah 2 lantai dan pemecah gelombang sepanjang 61 m dan lebar 2,15 (Francis dalam Harber 2005). Beton non pasir awalnya digunakan untuk struktur 2 lantai, selanjutnya dikembangkan untuk bangunan 5 lantai pada tahun 1950 dan terus dikembangkan.

Pada tahun-tahun selanjutnya, beton non pasir digunakan untuk menyangga beban gedung bertingkat tinggi sampai 10 lantai. Hal yang luar biasa penggunaan beton ini terdapat di Stuttgart, Jerman yaitu dengan beton konvensional untuk 6 lantai bawah dan beton non pasir untuk 30 lantai di atasnya (Malhotra, 1976).

2.2 RCA (Recycled Coarse Agregate)

Recycled Coarse Aggregate (RCA) atau agregat kasar daur ulang adalah limbah beton yang telah dihancurkan dan digunakan kembali sebagai agregat pada campuran beton. RCA memiliki daya serap air yang lebih tinggi dan berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan normal agregat, hal ini karena terdapat kandungan mortar dalam agregat. (Muhammad Redianto, 2018). RCA diproduksi dengan cara menghancurkan puing-puing beton yang merupakan limbah sisa konstruksi beton menjadi agregat daur ulang. Aplikasi RCA ini terbatas sebagai bahan struktural sehingga dapat diaplikasikan pada tujuan non struktural seperti jalan beton, campuran selokan, jalan bahan dasar kasar, paving blok, penimbunan dan blok bangunan (Portland Cement Association, 2007). Sedangkan menurut Kong (2010), RCA mengandung 65% - 70% agregat alami (kasar dan halus) dan 30% - 35% pasta semen dari volume beton itu sendiri. Karena variasi yang tinggi inilah, agregat yang dihasilkan tidak seragam, memiliki pori lebih banyak dan kurang padat dibandingkan agregat alam konvensional.

2.3 Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molekular struktur yang unik, dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan Silikon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation (<https://id.wikipedia.org/wiki/Zeolit>). Zeolit mempunyai beberapa

sifat antara lain, mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh karena sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air

2.4 Mix Desain Beton Porous

Mix desain beton porous selalu terkait dengan kebutuhan akan kekuatan yang diinginkan pada umur. Pada beton porous pasir semen hanya dibutuhkan untuk menyelimuti setiap butir agregat, oleh sebab itu kebutuhan semen lebih sedikit jika dibandingkan dengan beton normal. Pada desain campuran mix desain beton porous yang harus didapatkan terlebih dahulu ialah target kuat tekan yang akan diuji, target kuat tekan didapatkan dari grafik hubungan antara kuat tekan beton porous, cara mendapatkan *w/c ratio* (terhadap berat) dan *a/c ratio* dengan cara menarik garis dari grafik hubungan antara kuat tekan beton porous dari target kuat tekan ditarik secara melintang dapatlah *a/c ratio* yang diinginkan, lalu tarik lagi kebawah dapatlah *w/c ratio* yang diinginkan, sesudah didapatkannya target kuat tekan dapatlah *w/c ratio* (terhadap berat) dan *a/c ratio* (terhadap volume), hitunglah *a/c ratio* tiap-tiap bahan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{a}{c} \text{ ratio (terhadap berat)} = \frac{a/c \text{ ratio} \times \text{kepadatan curah agregat kasar}}{\text{kepadatan curah agregat semen}}$$

sesudah didapatkannya hasil *a/c ratio* dapatlah proporsi campuran yang akan digunakan pada bahan agregat kasar, semua bahan dijumlahkan berat bahan-bahan untuk setiap m³ campuran, perhitungan bisa dilihat sebagai berikut :

$$\text{Agregat kasar} = \frac{a/c \text{ ratio Agregat kasar}}{\text{Total proporsi campuran}} \times \text{kepadatan beton yang sesuai}$$

2.5 Acuan Standard Mutu Beton Porous

Dalam pengujian beton ada hal yang harus diperhatikan dari segi kualitas sampai dengan finishing, Dalam merancang campuran beton hal yang paling utama diperlukan adalah kualitas dan mutu campuran yang harus memadai dan sesuai perencanaan agar dapat menghasilkan beton yang berkualitas. Dalam standar mutu beton porous yang didapatkan

dari ACI 522R-10 yaitu semen sebanyak 270-415 kg, dan agregat kasar 1190-1480 kg, yang dipakai di dalam beton porous hanya agregat kasar tidak ada pemakaian agregat halus, dan ada faktor air semen dari beton porous yaitu 0,27-0,34, perbandingan berat pasir dan kerikil dari beton porous sebesar 0 sampai 1 : 1 serta penambahan *chemical admixtures*.

2.5.1 Berat Jenis Beton Porous

Berat jenis merupakan perbandingan dari massa dan volume dari material. Berat jenis sangat diperlukan dalam perhitungan volume material tersebut. Pada umumnya beton non pasir memiliki berat jenis yang rendah jika dibandingkan dengan beton normal. Berat jenis beton non pasir dipengaruhi oleh berat jenis dan gradasi agregat penyusunnya. Berat Jenis beton porous sebesar 1850 kg/m³ dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton porous yang sebenarnya (L.J Murdock, K.M.Brook, 1979).

2.5.2 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003). Evaluasi ini bertujuan untuk menguji apakah kekuatan beton telah tercapai sesuai rencana atau bahan dan untuk menentukan langkah-langkah preventif dengan tetap memperhatikan nilai-nilai ekonomis. Pengujian dilakukan dengan benda uji berbentuk silinder dengan diameter silinder 1,5 dm, tinggi silinder 3 dm, dan volume silinder 5,304dm³ atau 0,0053035 m³, data ini di dapatkan dari *Mix Design* beton non pasir menurut Ferdianti, dalam Tesisnya "pemanfaatan Batu Silika Dari Padangratu Lampung Tengah provinsi Lampung Sebagai Agregat Untuk Pembuatan Bata Beton Non Pasir". Menurut ACI 522R-10, rata-rata kuat tekan beton porous berkisar antara 2,8 - 28 MPa.

2.6 Porositas

Porositas merupakan suatu perbandingan antara volume rongga-rongga udara terhadap volume total dari keseluruhan benda uji beton porous. Besarnya nilai porositas yang dihasilkan oleh beton porous, akan sangat tergantung pada besar kecilnya rongga udara yang dihasilkan. Semakin besar rongga atau pori-pori beton, maka nilai porositas juga semakin besar yang

artinya bahwa beton porous tersebut dapat mengalirkan air dengan cepat. Namun dampak negative dengan besarnya porous tersebut akan membuat kuat tekan dari beton menjadi semakin berkurang karena terjadinya penurunan ikatan-ikatan antar agregat dengan semen. Akan tetapi dengan perencanaan pembuatan beton berpori yang baik dan benar, maka masi memungkinkan untuk memperoleh nilai kuat tekan minimum sesuai dengan batas syarat yang sudah direncanakan sesuai penggunaannya (Hanta, 2015).

3. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki sebab akibat antara satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya. Benda yang di uji pada penelitian ini adalah beton porous yang berbentuk silinder, yang nantinya akan diuji kuat tekan dan porositasnya. Agar dapat mencapai tujuannya yang diharapkan, sebelum penelitian kuat tekan dan porositas dilakukan ada beberapa tahap-tahap yang harus dilakukan, pengujian yang dilakukan adalah pengujian bahan penyusun beton, yang meliputi bahan RCA dan zeolite.

3.1 Tempat, Waktu dan Bahan Penelitian

Tempat Penelitian dilakukan di Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan. Sampel penelitian adalah benda uji berupa silinder dengan ukuran 1,5 dm, tinggi silinder 3 dm, dan volume silinder 5,304 dm³ atau 0,0053035 m³, terdiri dari benda uji bahan pengganti agregat kasar dan halus, berupa RCA dan Zeolit.

Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 19 Agustus 2019 sampai dengan 7 Oktober 2019 di Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

3.2 Bahan

Bahan RCA didapatkan dari Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan dari bekas pengujian kuat tekan beton yang berasal dari benda uji industri, beton dihancurkan menjadi butiran-butiran kerikil agar bisa dipakai pada pengujian beton porous, sedangkan dengan Semen yang dipakai ialah semen Portland tipe 1 merk Andalas, dan zeolit yang digunakan ialah zeolit merk zero, Air yang

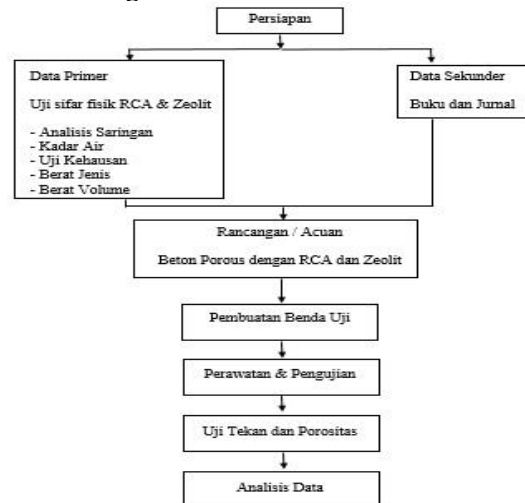
digunakan berasal dari Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan. Semua bahan diletakkan didalam Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan agar bahan terhindar dari gangguan cuaca seperti hujan dan panas matahari sehingga tidak mengurangi kualitas dari bahan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data primer penelitian ini yaitu sifat fisik dari bahan RCA dan zeolit yang didapatkan, dimulai dari pengujian analisis saringan, kadar air, uji keausan, berat jenis, dan berat volume.

Data sekunder penelitian ini yaitu data yang didapatkan dari buku dan jurnal untuk memperoleh standard beton porous sebagai acuan dalam penelitian ini.

3.4 Rancangan Percobaan



Gambar 1. Rancangan Percobaan

Tahapan penelitian ini diawali dengan mencari sifat fisik yang ada pada RCA dan zeolit yang akan digunakan, seperti pengujian analisis saringan, kadar air, uji keausan, berat jenis sampai dengan pengujian berat volume. Dan dilengkapi dengan data dari buku dan jurnal sebagai data sekunder. selanjutnya masuklah menyusun / acuan, membuat benda uji lalu dimulailah pembuatan benda uji, setelah itu dilakukan perawatan pada beton porous, dan sampailah tahap pengujian kuat tekan dan porositas pada beton porous, sesudah semua penelitian ini siap dilakukan dapat kita analisi data apa yang terjadi pada sifat fisik campuran agregat RCA dan zeolit dan pengaruh RCA dan zeolit pada beton porous.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Pengujian Sifat Fisik RCA dan Zeolit

Analisis pengujian bertujuan untuk mengetahui mutu dari agregat yang akan digunakan dalam campuran beton beton porous. Mutu dari agregat yang digunakan dalam campuran beton porous akan mempengaruhi mutu dari beton yang dihasilkan

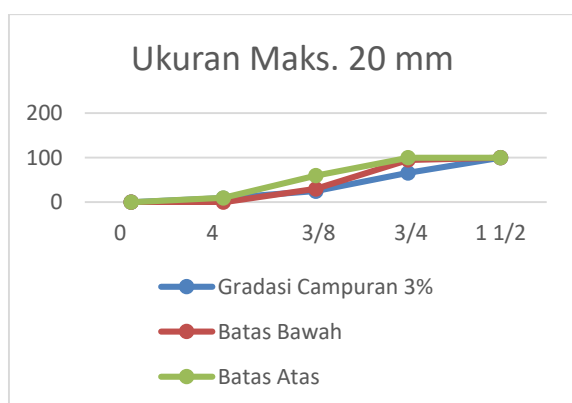
4.1.1 Analisis Saringan

Hasil analisis saringan diuraikan berdasarkan grafik ketentuan gradasi agregat kasar (split) berdasar SNI-03-2834-2000 hasil penelitian yang diuji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Medan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

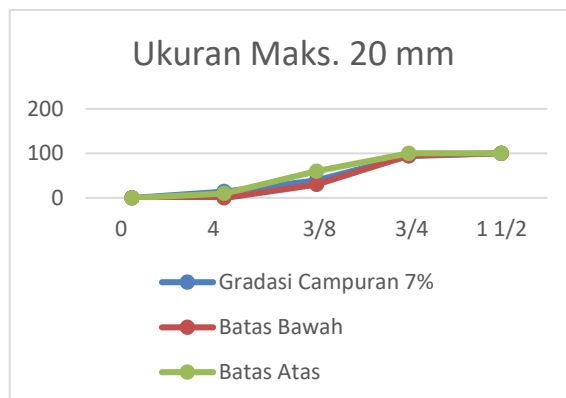
Tabel 1. Nilai Modulus Analisis Saringan RCA dan Zeolit

No	Keterangan	Nilai FM
1	RCA 97% : Zeolit 3%	6.55
2	RCA 93% : Zeolit 7%	5.82
3	RCA 90% : Zeolit 10%	5.78

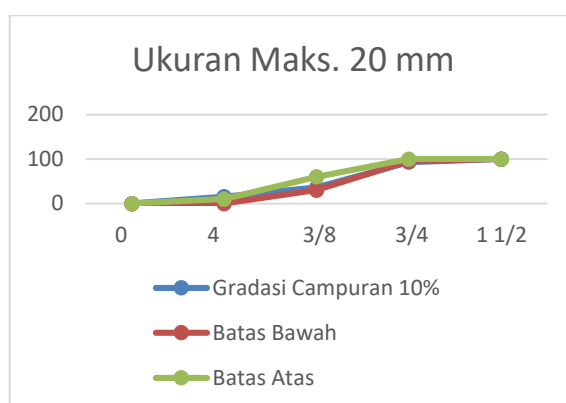
Semua nilai FM pada ketiga sampel masih dalam rentang nilai modulus kehalusan kerikil dan agregat campuran berdasarkan dari ASTM, yaitu 4,0-7,0. Dan dari hasil grafik gradasi diperoleh seluruh variasi campuran RCA dan zeolit yang digunakan dipenelitian ini masuk kedalam grafik ukuran maksimum 20 mm. (lihat Gambar 2, 3, dan 4).



Gambar 2. Grafik Gradasi RCA 97% : Zeolit 3% Ukuran 20 mm



Gambar 3. Grafik Gradasi RCA 93% : Zeolit 7% Ukuran 20 mm



Gambar 4. Grafik Gradasi RCA 90% : Zeolit 10% Ukuran 20 mm

4.1.2 Kadar air

Berdasarkan tabel 2 di bawah, diperoleh hasil nilai kadar air tertinggi yaitu pada sampel RCA 93% dan zeolit 7% dan nilai kadar air yang paling rendah ialah pada sampel RCA 90% dan zeolit 10%.

Tabel 2. Nilai Kadar Air RCA Dan Zeolit

No	Keterangan	Kadar Air
1	RCA 97% : Zeolit 3%	1,40
2	RCA 93% : Zeolit 7%	2,04
3	RCA 90% : Zeolit 10%	0,98

4.1.3 Uji Keausan RCA

Berdasarkan hasil penelitian yang diuji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Medan bisa keausan agregat RCA di dapatkan 20,45 dan dibulatkan menjadi 20% pada pengujian abrasi, menurut SNI 2417:2008 dan ASTM C-33 nilai abrasi yang diperoleh masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai

perkerasan jalan. Adapun nilai maksimum yang disyaratkan 40% - 50%.

4.1.4 Berat Jenis dan Absorpsi

Nilai berat jenis dan absorpsi RCA dan zeolit didapatkan dari penggabungan nilai pengujian yang didapat dari RCA dan zeolit. Nilai berat jenis dan absorpsi bisa dilihat pada tabel 12 dibawah

Tabel 3. Nilai Absorpsi Untuk Daya Serap Pada RCA dan Zeolit

Kesimpulan	Nilai Absorpsi untuk daya serap
RCA 97% : Zeolit 3%	1.73
RCA 93% : Zeolit 7%	1.81
RCA 90% : Zeolit 10%	1.87

Kesimpulan	Nilai Berat jenis kering oven
RCA 97% : Zeolit 3%	2.20
RCA 93% : Zeolit 7%	2.16
RCA 90% : Zeolit 10%	2.13

Dari tabel di atas berdasarkan pengujian berat jenis, dapat diketahui bahwa nilai absorpsi tertinggi diperoleh dengan campuran RCA 90% : Zeolit 10% dan yang terendah dengan campuran RCA 97% : Zeolit 3%, dan nilai berat jenis tertinggi pada campuran RCA 97% : Zeolit 3% dan yang terendah ialah RCA 90% : Zeolit 10%.

4.1.5 Berat Volume

Berdasarkan pengujian yang dilakukan (Tabel 4), dapat diketahui bahwa nilai berat isi agregat kering permukaan tertinggi diperoleh pada campuran RCA 90% : Zeolit 10% dengan nilai 1501,32 dan yang terendah pada campuran RCA 97% : Zeolit 3%, dengan nilai 1445,73 dan nilai rongga udara dalam agregat tertinggi pada campuran RCA 97% : Zeolit 3% dan yang terendah ialah RCA 90% : Zeolit 10%. Dengan nilai 30,96.

Tabel 4. Nilai Berat Isi Agregat Permukaan Kering Dan Rongga Udara

No	Keterangan	Berat isi agregat permukaan kering	Rongga udara dalam agregat
1	RCA 97% : Zeolit 3%	1445,73	35,46
2	RCA 93% : Zeolit 7%	1446,86	34,31

No	Keterangan	Berat isi agregat permukaan kering	Rongga udara dalam agregat
3	RCA 90% : Zeolit 10%	1501,32	30,96

4.2 Perencanaan Campuran Beton Porous

Tabel 5. Mix desain beton porous perbandingan RCA 97% : zeolit 3%

No	Uraian	Perhitungan	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Grafik pada gambar 5	14	Mpa
2	Jenis semen	-		Semen Tipe I (OPC)
3	Jenis agregat kasar	-		RCA & Zeolit
4	Ukuran agregat maksimum	Hasil dari analisis saringan	20	mm
5	Berat isi beton	Berdasarkan ACI 522R	1900	Kg/m ³
6	volume silinder	$3.14 \times 0.3075^2 \times 0.3$	0,0052	m ³
7	Kepadatan curah semen	Standard	1472	Kg/m ³
8	Kepadatan curah agregat kasar	Hasil uji berat volume	1445,73	gr
9	w/c ratio (terhadap berat)	Grafik pada gambar 5	0,385	
10	a/c ratio (terhadap volume)	Grafik pada gambar 5	6	
11	Kepadatan beton yang sesuai	Ditentukan	1900	Kg/m ³
12	a/c ratio (terhadap berat)	$\frac{6 \times 1445.73}{1472}$	5,89	Kg
13	Proporsi campuran beton porous			
14	Semen	Standard	1	gr
15	RCA & Zeolit	Hasil dari a/c ratio (terhadap berat)	5,89	Kg
16	Air	FAS	0,385	gr
17	Berat bahan campuran			
18	Semen	$\frac{1}{7.28} \times 5.89 \times 7$	261,06	gr
	RCA & Zeolit	$\frac{5.89}{7.28} \times 5.89$	1538,42	Kg
	Air	$\frac{0.385}{7.28} \times 5.89$	100,50	gr
19	Proporsi campuran untuk pengecoran			
20	Semen	$261,06 \times 0.0052$	1,35	Kg
	RCA & Zeolit	$1538,42 \times 0.0052$	7,99	Kg
	Air	$100,50 \times 0.0052$	0,52	Kg

Tabel 6. Mix desain beton porous perbandingan RCA 93% : zeolit 7%

17	Berat bahan campuran		
18	Semen	$\frac{1}{7.28} \times 5.89$	261,06 gr
	RCA & Zeolit	$\frac{5.90}{7.28} \times 5.89$	1539 gr
	Air	$\frac{0.385}{7.28} \times 5.89$	100,50 gr
19	Proporsi campuran untuk pengecoran		
20	Semen	$261,06 \times 0.0052$	1,36 Kg
	RCA & Zeolit	1539×0.0052	8,00 Kg
	Air	$100,50 \times 0.0052$	0,52 Kg

Tabel 7. Mix desain beton porous perbandingan RCA 90% : zeolit 10%

17	Berat bahan campuran		
18	Semen	$\frac{1}{7.50} \times 6.21$	253 gr
	RCA & Zeolit	$\frac{6.12}{7.50} \times 6.21$	1549 gr
	Air	$\frac{0.385}{7.50} \times 6.21$	97 gr
19	Proporsi campuran untuk pengecoran		
20	Semen	253×0.0052	1,32 Kg
	RCA & Zeolit	1549×0.0052	8,06 Kg
	Air	97×0.0052	0,51 Kg

4.3 Berat Jenis Beton Porous

Tabel 8. Nilai Berat Jenis Beton Porous

No	Keterangan	7 Hari (Kg/m ³)	28 Hari (Kg/m ³)
1	RCA 97 % : Zeolit 3%	1817,308	1903,846
2	RCA 93% : Zeolit 7%	1942,308	1951,923
3	RCA 90% : Zeolit 10%	1932,692	1951,923

Berdasarkan Tabel 8 diatas, didapatkan nilai berat jenis beton porous yang terbesar pada campuran RCA 93% : zeolit 7% dan nilai berat jenis paling kecil terdapat pada campuran RCA 97% : zeolit 3%, Untuk berat jenis beton porous ini memenuhi kriteria beton porous yaitu 1900 kg/m³.

4.4 Porositas

Tabel 9. Nilai Porositas Pada Beton Porous

No	Keterangan	7 Hari	28 Hari
1	RCA 97% : Zeolit 3%	28,93 %	28,93 %
2	RCA 93% : Zeolit 7%	28,93 %	19.29 %
3	RCA 90% : Zeolit 10%	28,93 %	28,93 %

Berdasarkan tabel 9 di atas, porositas pada variasi RCA dan zeolit pada masa perawatan 7 hari dan 28 hari mempunyai persamaan nilai yang sama dengan nilai sebesar 28,93%, dikarenakan zeolit yang menutup pori-pori pada beton porous tersebut, sedangkan dengan porositas RCA 93% : Zeolit 7% dengan masa perawatan 7 hari lebih mempunyai porositas terkecil dari semua sampel dibandingkan dengan sampel yang lainnya. Penambahan zeolit 7% lebih membuat nilai porositas menurun dibandingkan dengan variasi campuran lainnya, campuran zeolit 7% memenuhi standard porositas yaitu antara 15% hingga 25%.

4.5 Pengujian Kuat Tekan

Tabel 10. Analisis Data Pengujian Kuat Tekan Beton Porous 7 Hari

Sampel	Kuat Tekan (Mpa)		Rata-rata (Mpa)	Konversi
	I	II		
RCA 97 % : Zeolit 3%	2.46	2.32	2.39	3,41
RCA 93% : Zeolit 7%	2.25	2.85	2.55	3,64

Sampel	Kuat Tekan (Mpa)		Rata-rata (Mpa)	Konversi
	I	II		
RCA 90% : Zeolit 10%	5.72	3.84	4.78	6.82

Nilai kuat tekan pada umur 7 hari dikonversi dengan nilai 0,70 untuk mendapatkan nilai kuat tekan pada umur 28 hari. Hasil yang diperoleh yaitu benda uji yang menggunakan agregat RCA 97% : zeolit 3% mendapatkan hasil yang paling rendah sebesar 3,41 Mpa, sedangkan RCA 90% : 10% mendapatkan hasil yang paling tinggi dengan nilai sebesar 6,82 Mpa.

Tabel 11. Analisis Data Pengujian Kuat Tekan Beton Porous 28 Hari

Sampel	Kuat Tekan (Mpa)		Rata-rata (Mpa)
	I	II	
RCA 97 % : Zeolit 3%	3.69	3.84	3.765
RCA 93% : Zeolit 7%	3.35	3.79	3.57
RCA 90% : Zeolit 10%	8.95	6.17	7.56

Berdasarkan pada tabel di atas kuat tekan diatas RCA 90% : Zeolit 10% 28 hari paling besar diantara sampel lainnya dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 7.56 Mpa. Dan nilai kuat tekan rata-rata paling kecil diantara sampel yang lain ialah RCA 97 % : Zeolit 3% dengan nilai sebesar 2.39 Mpa.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa uji tekan dan pembahasan sesuai dengan permasalahan yang telah dikemukakan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: **Pertama**, nilai FM yang diperoleh untuk semua sampel proporsi campuran masi berada pada rentang batas yang disyaratkan oleh ASTM, Agregat RCA di dapatkan 20% pada pengujian abrasi, menurut SNI 2417:2008 dan ASTM C-33 nilai abrasi yang diperoleh masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai perkerasan jalan yaitu 40% - 50%, campuran tersebut masuk dalam kategori normal, Nilai yang diperoleh merepresentasikan semakin banyak persentase zeolit pada campuran maka benda uji akan semakin berat dan padat, dan sebaliknya jika semakin sedikit persentase zeolit maka semakin ringan dan berongga benda uji yang diperoleh. **Kedua**, sifat yang didapat dari beton porous

dari bahan agregat RCA dan zeolit ini dengan variasi komposisi 97% : 3%, 93% : 7%, 90% : 10%, Nilai kekuatannya tidak sesuai dengan rancangan campuran, tapi Nilai kuat tekan beton porous dengan bahan RCA dan zeolit masih sesuai berdasarkan ACI 522R-10 dengan rata-rata kuat tekan beton porous berkisar antara 2,8 - 28 MPa. Beton dengan bahan agregat RCA dan zeolit terhadap nilai kuat tekan beton porous pada umur 7 hari yang dikonversi menjadi 28 hari mengalami peningkatan seiring dengan penambahan persentase zeolit. Untuk berat jenis beton porous ini memenuhi kriteria beton porous yaitu 1900 kg/m³. Nilai porositas hanya perbandingan RCA dan zeolit 93 % : 7 % yang memenuhi standard beton porous yaitu 19,29%.

5.2 Saran

RCA yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Lab Beton Universitas Negeri medan dan zeolit yang diperoleh ialah zeolit zero maka perlu dilakukan penelitian untuk RCA dan zeolit yang berada ditempat lain, hal ini juga bertujuan untuk menghemat pembuatan beton terutama beton porous dengan menggunakan bahan RCA. Pada komposisi campuran beton, disarankan untuk melakukan penelitian dengan penambahan zat admixture untuk memperoleh kekuatan yang diharapkan.

Daftar Pustaka

ACI 522R-10 (2011) Report on Pervious Concrete
Adi Prasetya. (2013). Kajian Jenis Agregat Dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Tembus Beton Porus. *JURNAL TEKNIK*, 3(2), 100-106.
Amri, Sjafei. (2005) *Teknologi Beton A - Z*. Jakarta: Penerbit Yayasan John Hi-Tech Idetama
Aris Widodo, M. A. (2017). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir. *TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN*, 19, 115-120.
Diarto Trisnoyuwono, S. M. (2014). *Beton Non-Pasir*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
Ginting, A. (2015). Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous Dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil*, 11, 76-168.
Harber, P.J. (2005) *Applicability of No-Fines Concrete as a Road Pavement, Research Project, Bachelor of Engineering, Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland*.

Iswanto. (2011). *Belajar Mikrokontroler AT89S51 dengan Bahasa C*. Yogyakarta: Andi.
Lius Hanta, A. M. (2015). Studi Eksperimental Pengaruh Bentuk Agregat Terhadap Nilai Porositas Dalam Campuran Beton Berpori Pada Aplikasi Jalur Pejalan Kaki. *FSTPT International Symposium*.
Muhammad Redianto, E. A. (2018). Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Terhadap Keausan Beton Porous Yang Menggunakan Rca (Recycled Coarse Aggregate). *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*.
Oktaviani, Yetty. (2013). *Perbandingan Kuat tekan dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan dengan Penambahan Mineral Zeolit Alam Bergradasi Tertentu Dengan dan Tanpa Perawatan Khusus*. Malang: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya.
Raju, Krishna. (1983). *Design Of Concrete Mixes*, CBS Publishers & Distributors, India.
Ronald Butar-butur, S. K. (2017). Physical Characteristics of Laboratory Tested Concrete as a Substituion of Gravel on Normal Concrete. *Journal of Physics*, 1-5.
SNI-03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar
SNI 03-1971-1990 Metode pengujian kadar air agregat
SNI 2417:2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles
SNI 1969:2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
Widyawati, R. (2011). Serapan, Penetrasi Dan Permeabilitas Beton Ringan. *PS Teknik Sipil*, 29-30.
Wijaya K. (2019). *Modul Pengujian Beton*. Padang: UNP.