PERENCANAAN DESAIN CAMPURAN BETON NON-PASIR SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI YANG DAPAT MENINGKATKAN DAYA TEMBUS AIR

Edy Budiantoro[1], Telly Rosdiyani[2], Ahmad Siful Huda[3]

Program Studi Teknik Sipil. Universitas Banten Jaya, Kota Serang, Banten
Email : edy_bangunbeton@yahoo.co.id

ABSTRAK

Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) curah hujan rata-rata di Indonesia cukup tinggi, tingginya curah hujan tersebut menyebabkan banyaknya terjadi genangan, salah satu penyebabnya adalah penggunaan beton sebagai bahan perkerasan jalan di daerah pemukiman. Makin meningkatnya luas daerah yang ditutupi oleh perkerasan dengan pembangunan permukiman seperti halnya di perkotaan dapat mengakibatkan waktu berkumpulnya air menjadi jauh lebih pendek, sehingga akumulasi air hujan yang terkumpul melampaui kapasitas drainase yang ada. Penggunaan beton berpori merupakan alternatif yang ramah lingkungan, penggunaannya diharapkan dapat meresapkan air ke dalam tanah. Metode yang digunakan sebagai *eksperimen* yaitu dengan menghilangkan proporsi agregat halus pada *mix design* beton normal, agregat batu pecah ukuran seragam 0.5-1 cm berlandaskan pada ketentuan ACI 522R-10 (*Report on Previous Concrete*) dengan variasi perbandingan Faktor Air Semen (FAS) 0.28, 0.30 dan 0.32. Kemudian dari *mix design* tersebut akan diuji daya tembus air (*infiltrasi*) dan kuat tekan beton. Dari hasil pengujian laju *infiltrasi* beton berpori variasi FAS 0.28, 0.30 dan 0.32 didapat nilai tertinggi pada variasi C (FAS 0.32) yaitu 495.96 *inch/hr*, dan nilai terendah pada variasi A (FAS 0.28) yaitu 350.93 *inch/hr*. sedangkan nilai kuat tekan tertinggi yaitu variasi A (FAS 0.28) sebesar 25.560 Mpa (N/mm²), dan kuat tekan terendah pada variasi C (FAS 0.32) sebesar 19.241 Mpa (N/mm²).

Kata kunci: *Previous concrete, Laju infiltrasi, Kuat tekan beton.*

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya luas daerah yang ditutupi oleh perkerasan dengan pembangunan permukiman seperti halnya di perkotaan dapat mengakibatkan waktu berkumpulnya air menjadi jauh lebih pendek, sehingga akumulasi air hujan yang terkumpul melampaui kapasitas drainase yang ada. Sebelum ada pembangunan, pada saat hujan sebagian besar air yang mengalir dipermukaan tanah langsung terserap kedalam tanah, dibandingkan dengan setelah daerah tersebut berkembang, banyak air hujan yang tidak dapat langsung terserap kedalam tanah dan mengalir diatas permukaan beton dan mengarah kesaluran air yang ada, maka saluran-saluran air segera menjadi penuh ketika hujan turun. Bahkan dimana-mana terjadi banjir karena saluran air tidak mempunyai kapasitas yang cukup untuk mengalirkan kelebihan air. Upaya mengantisipasi hal tersebut, maka diperlukan penerapan mengenai drainase permukiman yang berwawasan lingkungan, sebagai metode untuk konservasi air tanah seperti pembuatan perkerasan beton lolos air (*pervious concrete*) pada area taman bermain, area parkir, trotoar dan lain-lain.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui proporsi (komposisi) yang ideal dari beton non-pasir atau beton lolos air (*pervious concrete*). Variasi komposisi yang telah direncanakan diharapkan didapat bentuk campuran yang bermacam-macam dan dapat diketahui kekuatan masing-masing komposisi. Sehingga dalam penelitian ini juga dapat mengetahui daya serap air (*infiltrasi*) dan kuat tekan betonnya dari beton non-pasir.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa formulasi campuran beton porous dengan kekuatan yang mencukupi sehingga dapat dimanfaatkan untuk perkerasan-perkerasan dengan beban ringan. Perkerasan dengan menggunakan beton porous diharapkan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan beton konvensional. Beton porous mampu meloloskan air sehingga dapat mempertahankan daya resap meskipun sudah dilakukan perkerasan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah campuran dengan proporsi tertentu antara agregate + *cement* + air (dan atau dengan bahan tambahan yang lain) yang membentuk suatu masa seperti batu.

Bahan dasar pembentuk beton *porous* yaitu semen, agregat, dan air, setelah dicampur merata menghasilkan suatu campuran *plastis* (antara cair dan padat) dimana sifat dari campuran yang *plastis* ini akan menjadi keras karena proses kimia antara semen dan air. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat dan karakteristik bahan dasar, nilai perbandingan bahan dasar, cara pengerjaan, pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan selama proses pengerasan.

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 *porus*.

Menurut Kardiyono (2007), beton non pasir (*no fines concrete*) ialah bentuk sederhana dari jenis beton ringan yang dalam pembuatannya tidak dengan agregat halus. Tidak digunakannya agregat halus dalam komposisi beton ini menyebabkan berkurangnya berat jenis beton tersebut.

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).

Diarto Trisnoyuwono dkk (2009), dalam penelitian Beton Non Pasir dengan Agregat dari Batu Alam (Batu Ape) Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud Sulawesi Utara bertujuan untuk menegtahui proporsi campuran yang ideal untuk beton non-pasir dengan agregat batu ape yang diberikan perlakuan pemanasan sehingga diperoleh sifat fisik yang cocok dengan pemakaiannya. Agregat yang digunakan adalah batu Ape ukuran 10-20 mm hasil pembakaran tungku pada suhu 600°C selama 30 menit, serta semen *Portland Type* I. Penelitian ini diperoleh rasio volume semen – agregat pada campuran beton non pasir yang ideal adalah 1 : 6 dimana kuat tekan pada benda uji silinder sebesar 7,67 MPa dengan kebutuhan semen per m3 sebanyak 285,41 kg. Nilai fas 0,40 memberikan nilai *zero slump* untuk semua variasi rasio volume semen agregat, namun dengan demikian tidak berarti bahwa beton non-pasir tidak dapat dikerjakan.

Abadjieva dkk dalam Harber (2005), menyebutkan pengaruh dari perbandingan agregat dan semen terhadap kuat tarik dan kuat lentur beton non pasir. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengujian dengan rasio campuran 6:1 sampai dengan 10 : 1. Kekuatan tertinggi dicapai oleh campuran 7 : 1. Kekuatan tersebut semakin menurun seiring meningkatnya rasio agregat dan semen. Data yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah kekuatan yang rendah yang dapat dicapai oleh beton non pasir, namun tidak bisa dijelaskan mengapa perbandingan 7 : 1 memiliki kekuatan yang tertinggi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan penyusun beton *porous* terdiri dari semen, air dan agregat kasar (*screnning*). Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam adukan beton pada pengujian ini adalah *Portland cement Type* I merk Indocement. Pengamatan secara fisik menunjukkan bahwa semen dalam keadaan baik, yakni butir-butirnya tidak menggumpal, tidak ada bagian yang mengeras dan kantong semen dalam keadaan utuh dan tertutup rapat.

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari di Laboratorium Bahan dan Beton PT. Bangun Beton Indonesia. Secara fisik telah memenuhi persyaratan seperti yang tercantum dalam SK SNI 03-2847-2002, yakni bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan tidak mengandung benda terapung lainnya.

Agregat kasar (kerikil), pada penelitian ini menggunakan batu pecah ukuran maksimum 10 mm (*screnning*) yang berasal dari daerah Ciwandan, Cilegon – Banten.

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat untuk pembuatan adonan dan sampel benda uji beton non-pasir: mesin aduk beton (*mixer*), cetok, talam, kerucut *Abrams*, cetakan benda uji *cylinder*, cetakan benda uji plat beton, tongkat pemadat, serta perawatan benda uji dalam bak air (bak *curing*). Dan peralatan pengujian kuat tekan benda uji *cilinder* digunakan *Compressif Testing Machine.*

3.2.1 Jumlah Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk *cylinder* (Ø 15cm x 30cm) sebanyak 6 (enam) buah untuk pengujian kuat tekan untuk diuji pada umur beton 7 hari dan 28 hari, dan benda uji berbentuk plat beton (50cm x 50cm x 10cm) sebanyak 6 (enam) buah untuk pengujian daya tembus air pada beton *porous* di umur 7 hari dan 28 hari pada masing-masing percobaan desain campurannya. Seperti tercantum pada **Gambar 1.** dan **Tabel 1.** dibawah ini.

Gambar 1. Cetakan Benda Uji *Cylinder* Dan Plat Beton

Sumber : Penulis

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Yang Digunakan

Faktor Air Semen (FAS)	Umur Uji Kuat Tekan (hari)		Jumlah Benda Uji	Umur Uji Daya Tembus Air (hari)		Jumlah Benda Uji
	7	28		7	28	
0.25	3	3	6	3	3	6
0.30	3	3	6	3	3	6
0.32	3	3	6	3	3	6
Jumlah			18			18

Sumber: Penulis

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini secara umum meliputi persiapan bahan dan alat, uji pendahuluan terhadap material agregat, perancangan campuran benda uji, pembuatan benda uji, perawatan, pengujian benda uji, analisis data serta pembahasan hasil penelitian.

4. DATA DAN ANALISA

4.1 Pengujian Pendahuluan

4.1.1 Pengujian Agregat Kasar

Dalam penelitian ini peneliti melakukan pengujian untuk agregat kasar analisa saringan (*sieve analisys*), berat jenis dan penyerapan, berat isi dan kadar lumpur material menggunakan metode dari ASTM (*American Standard Test Methode*). Dari pengujian yang dilakukan didapat hasil yang tergambar dalam **Tabel 2.** dibawah ini.

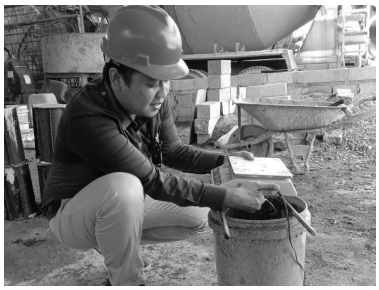
Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil
1	*Sieve Analisys / FM*	3.52
2	Berat Jenis (g/cc)	2.58
3	Penyerapan (Abs.)	0.97
4	Berat Isi (Kg/m³)	1620
5	Kadar Lumpur (%)	0.49

Sumber : Penulis

Gambar 2. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analisys*)

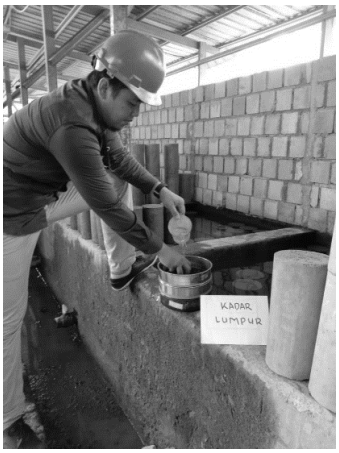
Sumber : Penulis



Gambar 3. Pengujian Berat Jenis & Penyerapan

Sumber : Penulis

Gambar 4. Pengujian Berat Isi
Sumber : Penulis



Gambar 5. Pengujian Kadar Lumpur

Sumber : Penulis

4.1.2 Pengujian Semen

Karena keterbatasan alat untuk pengujian semen, pada pengujian ini peneliti tidak melakukan pengujian semen untuk data yang dibutuhkan hanyalah berat jenis semen. Data ini diambil dari sertifikat yang diberikan oleh *supplier* semen Tiga Roda yaitu PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Berdasarkan sertifikan semen yang ada berat jenis semen OPC merek Tiga Roda sebesar 3.15 g/cc.

4.1.3 Pengujian Air

Pada pengujian ini peneliti tidak melakukan pengujian, seperti halnya dengan semen, untuk air data yang dibutuhkan hanyalah berat jenis air. Data ini diambil dari sertifikat hasil pengujian air oleh PT. Bangun Beton Indonesia di Lab Sucofindo. Data yang didapat berat jenis air sebesar 1 g/cc.

4.2 Perhitungan Komposisi *Mix Design*

Pada penelitian ini, berdasarkan dari data hasil pengujian material penyusun beton yang telah diuraikan diatas, peneliti dapat menghitung komposisi *mix design* direncanakan. Peneliti dalam merancang perhitungan komposisi *mix design* menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) yaitu mengacu pada ACI 522 R-10. Peneliti melakukan penelitian sebanyak 3 kali percobaan yaitu menggunakan komposisi *mix design* dengan perbandingan faktor air semen (w/c) 0.28, 0.30 dan 0.32 seperti dijelaskan pada **Tabel 3.** dibawah ini :

Tabel 3. Komposisi *Mix Design* 1 m3

No.	Faktor Air Semen (W/C)	Perbandingan Volume Air : Semen : Agregat	Air		Semen		Agregat	
			Berat (Kg/m³)	Volume (m³)	Berat (Kg/m³)	Volume (m³)	Berat (Kg/m³)	Volume (m³)
1	0.28	1 : 1,1 : 4,4	108	0.108	387	0.123	1239	0.480
2	0.30	1 : 1 : 4,3	112	0.112	374	0.119	1239	0.480
3	0.32	1 : 1 : 4,1	116	0.116	362	0.115	1239	0.480

Sumber : Penulis

4.3 Pengujian Benda Uji

4.3.1 Pengujian Daya Tembus Air (Infiltrasi)

Dari pengujian yang dilakukan didapat data-data yang tercantum dalam **Tabel 4.** berikut :

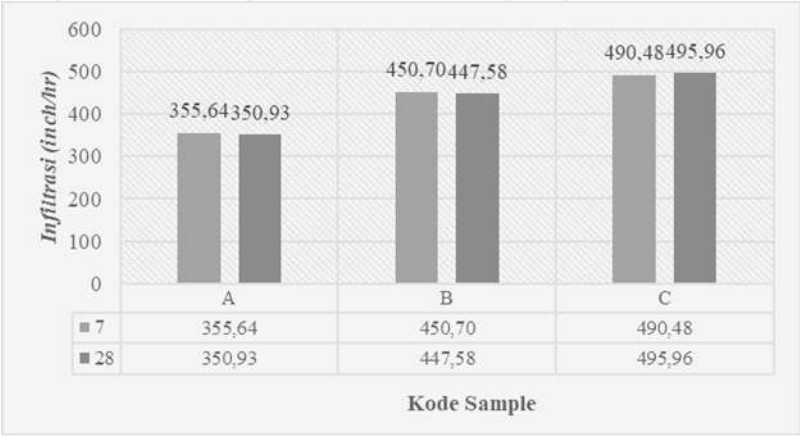
Tabel 4. Hasil Daya Tembus Air (*Infiltrasi*)

No	w/c	Kode Sample	Umur (Hari)	Waktu (det)	*Infiltrasi* (*inch/hr*)	Rata-rata
1	0.28	A	7	21.50	409.79	355.64
2	0.28	A	7	30.22	291.54	

3	0.28	A	7	24.10	365.58	
4	0.28	A	28	20.04	439.64	
5	0.28	A	28	37.49	235.01	350.93
6	0.28	A	28	23.30	378.13	
7	0.30	B	7	19.24	457.92	
8	0.30	B	7	20.13	437.68	450.70
9	0.30	B	7	19.30	456.50	
10	0.30	B	28	20.22	435.73	447.58
11	0.30	B	28	19.65	448.37	
12	0.30	B	28	19.21	458.64	
13	0.32	C	7	17.22	511.64	
14	0.32	C	7	19.21	458.64	490.48
15	0.32	C	7	17.58	501.16	
16	0.32	C	28	16.24	542.51	
17	0.32	C	28	19.20	458.88	495.96
18	0.32	C	28	18.11	486.49	

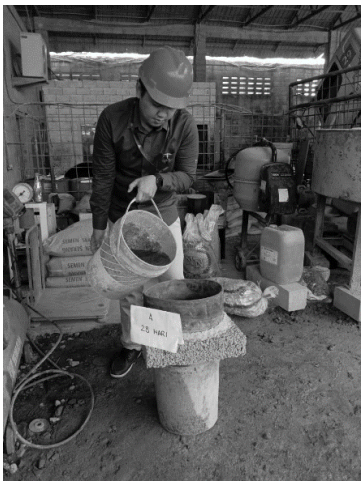
Sumber : Penulis

Dari Tabel 4. diatas, dapat digambarkan pada diagram batang seperti pada **Gambar 6.** Berikut:



Gambar 6. Grafik Hasil Daya Tembus Air (*Infiltrasi*)
Sumber: Penulis

Dari Grafik hasil daya tembus air (*infiltrasi*) diatas diperoleh nilai tertinggi pada variasi C (FAS 0.32) yaitu 495.96 inch/hr, dan nilai terendah pada variasi A (FAS 0.28) yaitu 350.93 inch/hr. Hal ini disebabkan karena semakin kecil nilai Faktor Air Semen (FAS) berarti kadar semen yang digunakan lebih banyak, sehingga pori-pori yang direncanakan dalam beton *porous* ini sebagian tertutupi oleh semen sehingga dapat menurunkan laju infiltrasi yang terjadi. Begitupun sebaliknya jika semakin tinggi nilai Faktor Air Semen (FAS) berarti laju *infiltrasi* pada beton meningkat. Penjelasan dari beberapa hal tersebut disajikan dalam bentuk gambar pengujian daya tembus air (*infiltrasi*) seperti dalam Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 7. Pengujian *Infiltrasi* Sample A

Sumber : Penulis

Gambar 8. Pengujian *Infiltrasi* Sample B

Sumber : Penulis

Gambar 9. Pengujian *Infiltrasi* Sample C

Sumber : Penulis

4.3.2Pengujian Kuat Tekan Beton

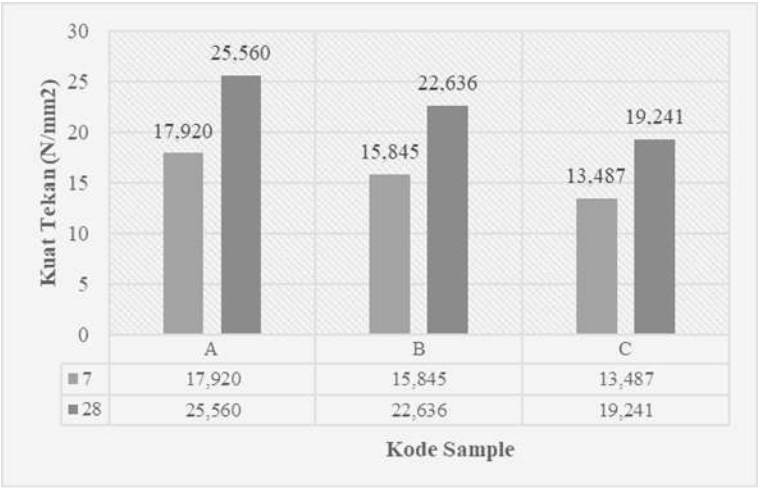
Dari pengujian yang dilakukan didapat data-data yang tercantum dalam **Tabel 5.** berikut :

Tabel 5. Hasil Kuat Tekan Beton

No	w/c	Kode Sample	Umur (Hari)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata
1	0.28	A	7	330	18.675	17.920
2	0.28	A	7	300	16.977	
3	0.28	A	7	320	18.109	
4	0.28	A	28	470	26.597	25.560
5	0.28	A	28	425	24.051	
6	0.28	A	28	460	26.031	
7	0.30	B	7	285	16.128	15.845
8	0.30	B	7	295	16.694	
9	0.30	B	7	260	14.713	
10	0.30	B	28	410	23.202	22.636
11	0.30	B	28	420	23.768	
12	0.30	B	28	370	20.938	
13	0.32	C	7	245	13.865	13.487
14	0.32	C	7	230	13.016	
15	0.32	C	7	240	13.582	
16	0.32	C	28	350	19.806	19.241
17	0.32	C	28	325	18.392	
18	0.32	C	28	345	19.524	

Sumber : Penulis

Dari Tabel 5. diatas, dapat digambarkan pada grafik kolom seperti **Gambar 10** dibawah ini :



Gambar 10. Grafik Hasil Kuat Tekan Beton
Sumber : Penulis

Dari grafik hasil pengujian kuat tekan beton diatas, beton berpori variasi FAS 0.28, 0.30 dan 0.32 didapat nilai kuat tekan tertinggi yaitu variasi A (FAS 0.28) sebesar 25.560 Mpa (N/mm²), dan kuat tekan terendah pada variasi C (FAS 0.32) sebesar 19.241 Mpa (N/mm²). Hal ini disebabkan karena

semakin kecil nilai Faktor Air Semen (FAS) berarti kadar semen yang digunakan lebih banyak maka kuat tekannya semakin meningkat. Begitupun sebaliknya jika semakin tinggi nilai Faktor Air Semen (FAS) berarti kuat tekannya semakin menurun. Penjelasan dari beberapa hal tersebut disajikan dalam bentuk gambar pecahnya benda uji seperti dalam Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.

Gambar 11. Pecahan Benda Uji *Sample* A

Sumber : Penulis

Gambar 12. Pecahan Benda Uji *Sample* B

Sumber : Penulis

Gambar 13. Pecahan Benda Uji *Sample* C

Sumber : Penulis

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang sudah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1 Pada campuran dilakukan penetapan Faktor Air Semen (FAS) sebagai parameter untuk membandingkan kuat tekan dan laju *infiltrasi*.

2 Berdasarkan hasil pengujian daya tembus air (*infiltrasi*) yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa beton *porous* dengan nilai Faktor Air Semen (FAS) tertinggi lebih besar daya tembus airnya dibandingkan dengan Faktor Air Semen (FAS) yang lainnya.

Varian	Umur	*Infiltrasi*
Variasi A (FAS 0.28)	28 hari	350.93 *inch/hr*
Variasi B (FAS 0.30)	28 hari	447.58 *inch/hr*
Variasi C (FAS 0.32)	28 hari	495.96 *inch/hr*

3 Varian C (FAS 0,32) memiliki daya tembus air (*infiltrasi*) tertinggi dengan nilai perbandingan volume air : semen : agregatnya sebesar 1:1:4,1.

4 Berbanding terbalik dengan hasil pengujian daya tembus air, berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa beton *porous* dengan nilai Faktor Air Semen (FAS) terendah lebih besar kuat tekannya dibandingkan dengan Faktor Air Semen (FAS) yang lainnya.

Varian	Umur	Kuat Tekan Beton
Variasi A (FAS 0.28)	28 hari	25.560 Mpa (N/mm²)
Variasi B (FAS 0.30)	28 hari	22.636 Mpa (N/mm²)
Variasi C (FAS 0.32)	28 hari	19.241 Mpa (N/mm²)

5 Varian A (FAS 0,28) memiliki kuat tekan tertinggi dengan nilai perbandingan volume air : semen : agregatnya sebesar 1:1,1:4,4.

5.2 Saran

Setelah melihat hasil penelitian dan menyadari kemungkinan adanya kekurangan dalam penelitian ini, maka penulis dapat memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) untuk menambah variasi kuat tekan yang dihasilkan.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan menggunakan material yang berbeda dan gradasi yang berbeda pula serta menggunakan variasi campuran agregat

(*combine aggregate*) dengan ukuran yang lebih besar agar dapat meningkatkan *porositas* dan daya tembus airnya.

3. Pada proses pengecoran beton *porous* sangat perlu diperhatikan kadar airnya, karena apabila faktor air semennya kurang atau lebih akan sangat berpengaruh terhadap penyebaran pori.

6. Daftar Pustaka

Zulmahdi, D. Baehaki. Supriyadi, H. (2017). *Beton Non-Pasir Dengan Penggunaan Agregat Lokal Dari Merak,* Cilegon, Jurusan Teknis Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Pratomo, P. Setyawan. Djumari. (2016). *Pengaruh Gradasi Terhadap Porositas Dan Kuat Tekan Beton Berpori*, Surakarta, Jurusan Teknis Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Widodo, A. Basith, MA. (2017). *Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir*, Semarang Jurusan Teknis Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Trisnoyuwono, D. Tjokrodimuljo, K. Satyarno, I (2009). *Beton Non Pasir Dengan Agregat Dari Batu Alam (Batu Ape) Sungai Lua Kabupaten Kepulauan Talaud Sulawesi Utara*, Yogyakarta, Jurusan Teknis Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Standar Nasional Indonesia. (1974:2001). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. (1972:2000). *Metode Pengujian Slump Beton. Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung

ASTM. (1996). *Concrete and Agregates*. By The American Society for Testing and Materials.

ACI. (2010). *Report on Pervious Concrete.* ACI Committee 522. ACI 522 R-10 Amerika.