

Kuat Lentur Pelat Beton Non Pasir Dengan Variasi Bahan Tambah *Superplasticizer*

Flexural Strengh Of Plate No Fines Concrete With Superplasticizer Variation

Mardy Saukani Huda, Hakas Prayuda, Fanny Monika

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Pembangunan pesat di seluruh Indonesia akan membuat pemukiman penduduk semakin sempit. Hal ini didorong karena banyaknya penduduk Indonesia yang bermukim di kota-kota besar. Banyaknya bangunan-bangunan infrastruktur seperti gedung dan jalan membuat genangan air yang sangat banyak pada jalan, lahan parkir, dan pemukiman-pemukiman warga. Untuk mengurangi genangan tersebut perlu di buat suatu inovasi terbaru pada daerah resapan air, salah satunya dengan membuat beton non pasir. Beton non pasir adalah beton yang mengurangi atau tidak memakai agregat halus, sehingga beton non pasir dapat meloloskan air dan sangat ramah lingkungan terutama di daerah perkotaan. Inovasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat pelat beton non pasir. Ukuran pelat yang digunakan adalah 600 mm × 400 mm × 100 mm dan ditambahkan variasi *superplasticizer* dengan kadar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat lentur dari pelat beton non pasir tersebut. Benda uji pelat ini akan diuji setelah berumur 28 hari. Fas yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,35. Adapun bahan yang digunakan berupa agregat kasar dengan ukuran diameter 1 cm-2 cm dengan perbandingan agregat dan semen 5:1. Selain itu zat adiktif tipe F merk *Sika Viscocrete 1003* ditambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan *workability* dengan cara mengurangi air. Hasil dari penelitian ini didapatkan kuat lentur terbesar pada variasi SP 0% dengan nilai 1,17 MPa. Sedangkan variasi SP 0,5%, dan 1% didapatkan nilai kuat lentur masing-masing 1,06 MPa, dan 1 MPa. Kuat lentur terkecil yaitu pada variasi SP 1,5% dengan nilai kuat lentur 0,67 MPa.

Kata kunci : Beton non pasir, kuat lentur, *superplasticizer*

Abstract. *With massivly growth all over Indonesia will affect settelment become more transform into slump area. One of the major reason is people that chose live in the big city,a loot of building,roads, makes a high potential of puddle in streets , parking loot, and suburban area. To reduce the puddle there a great need to found an innovation to expand the water infiltration area, one of them was no fines concrete.no fines concrete is reduce or not using any fines, so it can pass the water and enviromental friendly for the ekosistem specially in major city area, in this research innovation doing by make an sample of no fines concrete with size 600mm x 400mm x 100mm and added with superplasticizer levels are 0%, 0,5%, 1% and 1,5%. The purpose of this research is to measure the value of flexible strength of no fines concrete.The sample will be tested after 28 days. With the size of hard fines was range 1-2 cm, with the concrete comparisson around 5:1 , beside that addictive substances type F brand Sika Viscocrete 103 also has been added with the purpose increasing workability with reducing water. Result of this research is flexural strength of each sample is SP 0% with the result 1,17 Mpa. And then 0,5% and 1% is 1,06 MPa and 1 MPa and the lowest flexural strenght is in SP 1,5% with 0,67 Mpa.*

Key word : *no fines concrete, flexural strenght, superplasticizer*

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastuktur di Indonesia terus berkembang di seluruh wilayah tanah air. Pemerintah Indonesia telah mengembangkan berbagai infrastruktur. Contoh-contoh infrastruktur di Indonesia yang sedang banyak mengalami perkembangan pesat dalam pembangunannya yaitu jembatan, jalan tol, dan jalan kereta api. Banyaknya pembangunan infrastruktur di seluruh Indonesia mengakibatkan sempitnya pemukiman penduduk di Indonesia. Banyaknya pembangunan ini membuat lahan parkir, gedung, dan jalan raya

menjadi genangan air jika terjadi hujan. Untuk mengurangi genangan tersebut, diperlukan inovasi beton non pasir. Beton non pasir adalah beton yang tidak memakai atau mengurangi pemakaian agregat halus.

Menurut Trisnoyuwono (2014), beton non pasir adalah beton yang mengurangi agregat halus pada campurannya. Beton non pasir biasa disebut beton *porous*, *no-fines concrete*, *permeconcrete*, dan *pervious concrete*. Beton non pasir biasanya digunakan pada pembuatan buis beton, perkerasan jalan lingkungan, rumah sederhana, batako ringan.

Kisaran kekuatan beton non pasir yaitu 70 kg/cm^2 sampai 140 kg/cm^2 saat berumur 28 hari dengan kepadatan masing-masing 1900 kg/cm^3 dan 2100 kg/cm^3 . Beberapa keunggulan beton non pasir dalam aplikasi perkerasan jalan raya adalah beton non pasir dapat mengurangi genangan air dari permukaan lapisan yang kedap air seperti aspal dan beton, beton non pasir juga dapat menyaring material polutan yang bercampur pada air hujan yang mengalir pada saluran drainase, dan permukaan tanah yang tertutup pada beton non pasir bisa subur karena beton tersebut bisa meloloskan air sehingga dapat meresap ke tanah sehingga tanaman sekitarnya dapat tumbuh dengan baik.

Berdasarkan ACI (2006) beton non pasir dalam aplikasinya bisa digunakan untuk perkerasan parkir jalan, lapisan luar di bawah area drainase, lantai rumah hijau, perkerasan, dinding dan lantai, bagian dek dari kolam renang, struktur dinding pemecah ombak, tanggul jembatan, lapisan permukaan untuk parkir, lapangan tennis, area kebun binatang.

Penelitian mengenai karakteristik beton pada perkerasan kaku terhadap kuat lentur dan kuat tekan dengan pemanfaatan air es, dan *fly ash* yang dilakukan oleh (Paripurna dkk., 2017). Penelitian ini menunjukkan kuat lentur akan bertambah dengan pemanfaatan air es, *fly ash* dan retarder dengan suhu yang rendah.

Penelitian kuat lentur pelat beton polikarbonat pada beton berpori oleh (Nurtanto., 2016), kemudian penelitian tentang analisis dan eksperimen pelat beton bertulang bambu lapis *styrofoam* oleh (Lailasari dkk., 2015), kemudian penelitian tentang kapasitas lentur pelat beton bertulang dengan bambu petung polos oleh (Hantara dkk., 2014) dan penelitian mengenai karakteristik kuat lentur beton ringan dengan penambahan *styrofoam* pada desain campuran beton oleh (Suryanita dkk., 2014). Penelitian-penelitian ini memuat tentang kuat lentur pelat beton bertulang menggunakan tulangan baja, tulangan bambu petung polos, dan tulangan bambu dengan lapis *styrofoam*. Kuat lentur dengan tulangan baja pada pelat beton meningkatkan kuat lentur. Karakteristik pengujian berat jenis pada beton ringan untuk agregat halus yaitu *apparent specific gravity* 2,70, *bulk specific gravity on dry basic* 2,56, *bulk specific gravity on SSD basic* 2,61, dan *water absorption* 2,04%. Sedangkan pengujian berat jenis agregat kasar yaitu *apparent specific gravity* 2,66, *bulk specific gravity on dry basic* 2,58, *bulk specific gravity on SSD basic* 2,62, dan *water absorption* 2,01%.

Penelitian mengenai pengaruh serat lokal terhadap kuat lentur dan kuat tekan *reactive*

powder concrete dengan teknik perawatan penguapan oleh (Kushartomo Christianto, 2015), kemudian penelitian selanjutnya pengaruh serat sabut kelapa terhadap kuat lentur beton dengan fas 0,5 oleh (Elhusna dkk., 2011), kemudian penelitian selanjutnya pengaruh penambahan serat tandan sawit terhadap kuat lentur dan kuat tekan beton oleh (Amna dkk., 2014), kemudian penelitian tentang pengaruh agregat kasar dengan ampas tebu terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton K-350 oleh (Rahmi dkk., 2015), kemudian penelitian mengenai pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari AIWA (*Artificial Lightweight Aggregate*) oleh (Haryanto, 2016), dan pengujian kuat tarik belah dan kuat tarik lentur agregat kasar dengan batu apung dan abu sekam padi sebagai parsial semen oleh (Rahamudin dkk., 2016). Penelitian-penelitian ini membahas tentang pengaruh bahan pengisi beton. Pengaruh bahan pengisi beton yang meningkatkan kuat lentur adalah pada penambahan serat lokal dengan teknik perawatan penguapan pada suhu 90°C dengan kuat lentur optimum 27,01 MPa.

Tujuan dibuat nya beton non pasir ini adalah mengurangi genangan air yang terjadi pada daerah perkotaan, dengan cara meloloskan air yang ada di atas permukaan beton tersebut ke dalam tanah. Selain itu beton non pasir ini bisa digunakan untuk saluran drainase. Pada penelitian ini dibuat pelat beton dengan ukuran $600 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ dengan variasi *superplasticizer* dengan kadar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. Tujuan ditambahkan *superplasticizer* ini adalah untuk mempermudah pekerjaan dengan cara mengurangi air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur pelat beton non pasir.

2. Semen Portland Dan Semen Portland Pozolan

Semen adalah bahan ikat campuran dari agregat halus, agregat kasar, dan air. Semen terdiri dari 2 kelompok yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis. Semen non hidrolis adalah semen yang mengeras pada saat di udara, tetapi tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air. contoh semen non hidrolis adalah kapur. Semen hidrolis adalah semen yang mampu mengikat dan mengeras di dalam air. contoh semen hidrolis adalah kapur hidrolis, semen *pozolan*, semen terak, semen alam, semen *portland*, semen *portland-pozolan*, semen *portland* terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif (Mulyono, 2005).

Menurut Tjokroadimuljo (2010) semen *portland* adalah semen yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang sifatnya hidrolisis. Semen yang diaduk dengan air akan menghasilkan pasta semen,

dan jika ditambahkan pasir akan menjadi mortar, dan jika ditambahkan dengan kerikil akan menjadi beton. Beton terdiri dari bahan aktif dan pasif. Bahan aktif berupa semen dan air sebagian bahan perekat, dan bahan pasifnya berupa pasir dan kerikil sebagai bahan pengisi. Sifat semen *portland adhesive* dan *kohesif*. Bahan-bahan dasar campuran semen *portland* yaitu bahan mengandung kapur, alumina, silika, dan oksidasi besi. Empat senyawa yang terkandung dalam semen yaitu *trikalsium silikat* (C_3S), *dikalsium silikat* (C_2S), *trikalsium aluminat* (C_3A), dan *tetrakalsium aluminoforit* (C_4AF). Bahan penyusun dari semen ini dapat dilihat pada Tabel 1. Unsur-Unsur dominan yang terkandung pada semen adalah C_3S dan C_2S mencapai 70-80%. Pengerasan semen dipengaruhi oleh unsur C_3S yang terkena air sehingga berhidrasi dan menghasilkan panas sebelum umur 14 hari. Unsur C_2S berperan melindungi semen terhadap serangan kimia dan susutan besar pengeringan. Selain itu unsur C_2S juga akan bereaksi dengan air dengan durasi yang lambat untuk mempengaruhi pengerasan beton lebih dari 7 hari. Kedua unsur ini memerlukan air sebanyak masing-masing 24% dan 21% dari berat masing-masing untuk terjadinya reaksi kimia, sehingga unsur C_3S lebih besar pengaruh pengerasan beton dari pada unsur C_2S . Unsur C_3A berhidrasi secara *exothermic* dan bereaksi sesudah 24 jam yang akan memberikan kekuatan. Unsur ini memerlukan sebanyak 40% air dari beratnya untuk bereaksi, sehingga unsur ini berpengaruh terhadap panas hidrasi yang tinggi. Unsur yang terakhir yaitu unsur C_4AF yang kurang berpengaruh terhadap proses pengerasan beton. Semen juga memiliki sifat-sifat fisik yaitu kehalusan butir, waktu ikatan, panas hidrasi, dan berat jenis. Butir-butir halus pada semen akan mempercepat proses hidrasi sehingga meningkatkan kohesi pada beton dan mengurangi *bleeding*. Efek dari butir-butir halus selain meningkatkan proses hidrasi dan kohesi beton juga dapat menyusutkan beton lebih banyak, dan mempermudah terjadinya retak susut. Waktu ikatan semen yaitu waktu semen bercampur dengan air membentuk gel menjadi kurang platis dan menjadi keras pada akhirnya. Waktu ikatan ini dihitung setelah air bercampur dengan semen. Waktu ikatan ada 2 yaitu waktu ikatan awal (*initial time*) dan waktu ikatan akhir (*final setting time*). Waktu ikatan awal adalah waktu disaat air dan semen bercampur sampai sifat keplastisannya menghilang, sedangkan waktu ikatan akhir waktu dimana pasta dari campuran semen tersebut mengeras. Semen Portland biasa, waktu ikatan awalnya tidak kurang dari 60 menit dan waktu ikatan akhirnya tidak boleh lebih dari 8 jam. Panas hidrasi adalah reaksi unsur silikat dan aluminat

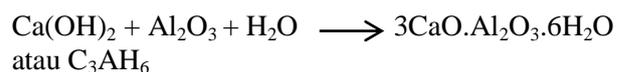
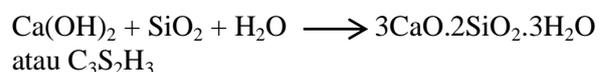
pada semen menjadi perekat yang memadat dan membentuk massa yang keras. Temperatur yang besar disebabkan karena proses hidrasi. Berat jenis semen berkisar 3,15. Nilai berat jenis semen ini digunakan dalam perhitungan perbandingan .

Tabel 1 Susunan unsur semen Portland (Tjokroadimuljo, 2010)

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60-65
Silika, SiO ₂	17-25
Alumina, Al ₂ O ₃	3-8
Besi, Fe ₂ O ₃	0,5-6
Magnesia, MgO	0,5-4
Sulfur, SO ₃	1-2
Soda/potash, Na ₂ O + K ₂ O	0,5-1

Menurut BSN (1989) semen *portland* dibedakan menjadi 5 jenis berdasarkan tujuan pemakaiannya masing-masing. Semen jenis 1 adalah semen *portland* yang banyak digunakan untuk konstruksi umum. Semen jenis 2 adalah semen *portland* yang digunakan pada konstruksi yang tahan terhadap sulfat dan hidrasi sedang. Semen jenis 3 adalah semen *portland* yang digunakan untuk konstruksi dengan kekuatan awal tinggi, semen jenis 4 adalah semen *portland* yang digunakan untuk konstruksi yang panas hidrasinya rendah. Semen jenis 5 adalah semen *portland* yang digunakan untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

Semen *Portland Pozolan* adalah semen yang terbuat dengan menggiling halus klinker semen *portland* dan *pozolan* secara merata dalam campurannya sehingga menjadi bahan perekat yang hidrolis. *Pozolan* terdiri dari unsur-unsur silikat (SiO₂) dan aluminat (Al₂O₃). *Pozolan* ini bukan sebagai bahan perekat, tetapi jika dicampur dengan kapur padam aktif dan air akan mengeras dan membentuk massa yang padat dan sangat susah larut di dalam air dengan rumus reaksi sebagai berikut:



Dari rumus reaksi tersebut dapat diketahui kuat tekan beton menjadi tinggi disebabkan unsur dari bahan *pozolan* yaitu SiO₂ dan Al₂O₃ bereaksi sampingan dengan hidrasi semen Ca(OH)₂ sehingga menjadi senyawa C₃S₂H₃. Semen *portland pozolan* memiliki sifat tahan terhadap kotoran dalam air (kandungan garam), sehingga sangat bagus dipakai pada konstruksi bangunan di air

payau, bangunan yang memerlukan kekedapan air yang tinggi, beton massa, dan pekerjaan plesteran (Tjokroadimulyo, 2010).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan mengumpulkan beberapa variabel-variabel yang akan digunakan. Metode eksperimental ini bisa digunakan di lapangan atau di laboratorium. Penelitian ini dilakukan pada labortorium.

Penelitian ini menggunakan material-material agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran 1-2 cm, air, semen merk semen gresik PPC tipe 1, dan bahan tambah *superplasticizer* merk *Sika Viscocrete 1003*.

Pada penelitian ini akan dibuat benda uji pelat beton non pasir sebanyak 12 buah dengan 3 buah masing-masing variasi SP 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%. Benda uji akan diuji kuat lenturnya setelah berumur 28 hari. Nilai fas yang digunakan adalah 0,35 dan rasio agregat dan semen 5:1. Ukuran pelat beton non pasir yang akan digunakan adalah 600 mm × 400 mm × 100 mm.

Penelitian ini menggunakan alat-alat dalam pemeriksaan agregat kasar, pencampuran benda uji, dan alat uji kuat lentur pelat beton. Alat alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kerucut *abrams*, bekisting pelat dengan ukuran 600 mm × 400 mm × 100 mm, *mixer*, batang penumbuk uji *slump*, timbangan, neraca *ohaus*, cetok, dan alat uji kuat lentur pelat beton. Campuran pengadukan pelat beton non pasir ini mengacu pada (*ACI, 2006*) dengan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2 Perencanaan *mix desain* pelat beton non pasir (*no fines concrete*) untuk per 1 m³

<i>Superplastisizer</i> (%)	Berat kerikil (Kg/m ³)	Berat semen (kg/m ³)	Berat air (kg/m ³)	Berat <i>Superplastisizer</i> (liter/m ³)
1,5	1152,5	235,25	82,34	3,58
0	1152,5	236,45	82,76	2,39
0,5	1152,5	237,64	83,17	1,19
0	1152,5	238,83	83,59	0

4. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian pelat beton ini akan dilakukan setelah melakukan pengujian material-material pengisi yaitu kadar air agregat kasar, berat satuan semen, berat satuan agregat kasar, berat jenis dan penyerapan, dan pengujian keausan agregat kasar, pengujian *slump* beton, dan pengujian kuat lentur pelat beton non pasir.

Berdasarkan Tabel 3, hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agegat kasar termasuk dalam kategori normal dengan nilai berat jenis curah jenuh kering permukaan sebesar 2,61. Hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

No	Pengujian	Hasil (%)
1	Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ss)	2,61
2	Berat jenis curah kering (Sd)	2,55
3	Berat jenis semu (Sa)	2,69
4	Penyerapan air (Sw)	2,07

Hasil pengujian kadar air agregat kasar yang berasal dari Clereng ini sebesar 2,72%. Hasil ini pengujian ini tidak ada acuan yang khusus. Hasil pengujian penyerapan air ini adalah sebesar 2,07 %. Hasil pengujian kadar air agregat dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian agregat kasar dan semen

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan	Memenuhi / Tidak Memenuhi
1	Penyerapan air	2,07	%	Memenuhi
2	Berat satuan agregat kasar	1383	Kg/m ³	Memenuhi
3	Keausan	26,81	%	-
4	Berat satuan semen	1433	Kg/m ³	-
5	Kadar air	2,72	%	Memenuhi

Berdasarkan BSN (1989) pengujian keausan agregat memiliki syarat yaitu kelas I dan Mutu B0 dan B1 adalah ukuran agregat yang harus hancur untuk ukuran butir 19 mm-30 mm sebanyak 30% dan untuk ukuran butir 9,5 mm-19 mm sebanyak 32% dan untuk agregat yang menembus ayakan 1,7 mm adalah 50%. Hasil pengujian ini didapatkan 26,81% sehingga masih memenuhi syarat yang sesuai. Hasil pengujian keausan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil pengujian berat satuan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4 sebesar 1383 kg/m³. Hasil pengujian ini tidak ada acuan khusus mengenai spesifikasi berat satuan agregat.

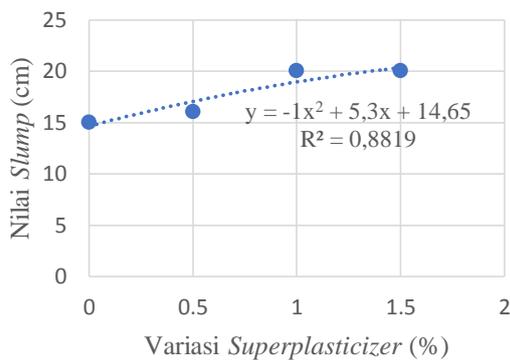
Hasil pengujian berat satuan semen dapat dilihat pada Tabel 4 sebesar 1433 kg/m³.

Pengujian *slump* pada beton bertujuan untuk mengetahui kelecakan atau keenceran pada beton pada saat pengecoran. Semakin tinggi nilai *slump* beton maka pengerjaan (*workability*) akan semakin mudah, sedangkan semakin rendah nilai *slump* beton maka semakin sulit dalam pengerjaannya. Dari pengujian ini didapatkan nilai *slump* beton dari masing-masing variasi campuran

superplasticizer 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% adalah 15 cm, 16 cm, 20 cm, dan 20 cm. Tabel 5 dan Gambar 1 menjelaskan semakin tinggi *superplasticizer* yang diberikan, maka semakin tinggi nilai *slump*nya.

Tabel 5 Hasil pengujian *slump* beton non pasir

No	Variasi Campuran (%)	Nilai Slump (cm)
1	1,5	20
2	1	20
3	0,5	15
4	0	15



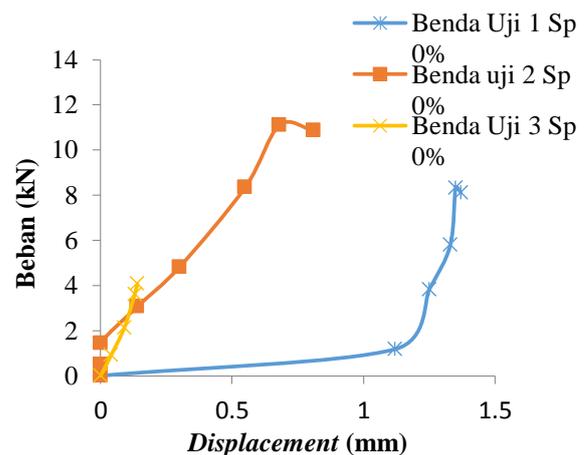
Gambar 1 Hubungan nilai *slump* dengan *superplasticizer*

Beban yang diberikan untuk pelat beton non pasir SP 0% bertujuan untuk mengetahui ukuran dari *displacement* yang dihasilkan dari hasil pengujian. Semakin besar beban yang diberikan, dan semakin kecil *displacement* yang dihasilkan, maka semakin bagus kuat lentur yang dihasilkan. Sedangkan semakin besar yang diberikan, dan semakin besar *displacement* yang dihasilkan, maka semakin jelek kuat lentur yang dihasilkan. Dari hasil penelitian ini didapatkan beban yang diberikan paling tinggi pada benda uji 2 dengan yaitu 11,095 kN dengan *displacement* 0,81 mm. Pada benda uji 1 dan 2 masing masing beban yang berikan yaitu 8,325 kN dan 4,077 kN dengan *displacement* masing-masing 1,37 mm dan 0,14 mm. Perbedaan beban yang diberikan dan *displacement* yang dihasilkan ini tergantung dari kondisi benda uji pada masing-masing benda uji. Hal ini disebabkan rongga yang mengisi pada benda uji tidak dapat kita prediksi dengan baik sehingga walaupun agregat pengisi benda uji sudah sesuai dengan syarat yang telah ditentukan, benda uji pada setiap pencampurannya akan berbeda-beda rongganya. Semakin banyak rongga pengisi benda uji, maka beban yang dihasilkan akan semakin kecil, semakin sedikit rongga pengisi benda uji

maka beban yang dihasilkan semakin besar. Fas yang terlalu besar juga akan mempengaruhi kuat tekan beton. Hasil pengujian mengenai hasil *displacement* untuk benda uji 1 dikarenakan pengujian yang selalu berulang dalam pembacaan *dial gauge* pada saat pengujian. Pembacaan *dial gauge* yang arah putarannya yang tidak searah dengan jarum jam akan menghasilkan pembacaan *dial gauge* yang tidak tepat sehingga pengujian uji lentur dan meletakkan *dial gauge* di bawah benda uji harus di ulang agar pembacaan *dial gauge* benda uji tersebut benar. Data hasil pengujian beban maksimum dan *displacement* maksimum dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 6 Hasil pengujian beban dan *displacement* pelat beton dengan variasi 0% *superplasticizer*

Benda Uji	Beban Maksimum (kN)	<i>Displacement</i> (mm)
Benda uji 1	8,325	1,37
Benda uji 2	11,095	0,81
Benda uji 3	4,077	0,14



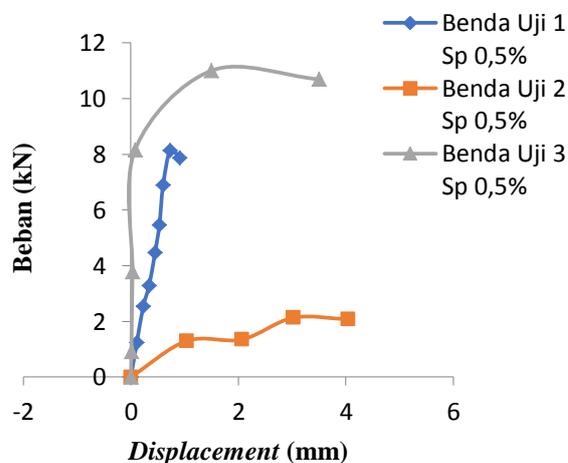
Gambar 2 Hubungan antara beban dan *displacement* variasi 0% *superplasticizer*

Penambahan *superplasticizer* dengan kadar 0,5% bertujuan untuk memudahkan pekerjaan di lapangan dengan mengurangi jumlah air dengan harapan kuat tekan beton juga akan lebih tinggi. Penggunaan *superplasticizer* ini juga bertujuan untuk menambah jumlah *slump* sehingga memudahkan pengerjaan. Hasil pada pengujian beban dan *displacement* pada setiap benda uji didapatkan beban terbesar yaitu pada benda uji 3 dengan beban terbesar 11,000 kN dengan *displacement* 3,50 mm. Sedangkan benda uji 1 dan benda uji 2 didapatkan beban maksimum yaitu 8,126 kN dan 2,132 kN dengan *displacement* masing-masing 0,91 mm dan 4,04 mm. Pada penambahan *superplasticizer* sebanyak 0,5%, beban yang dapat ditahan oleh benda uji tersebut

cenderung menurun. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan *superplasticizer* pada beton non pasir, jumlah air pada campurannya akan berkurang 30%, dan daya rekat antara agregat kasar dan semen akan berkurang, sehingga banyak semen yang akan turun ke bawah benda uji pada saat pengadukan benda uji. Data hasil pengujian beban maksimum dan *displacement* maksimum dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 3.

Tabel 7 Hasil pengujian beban dan *displacement* pelat beton dengan variasi 0,5% *superplasticizer*

Benda Uji	Beban Maksimum (kN)	Displacement (mm)
Benda uji 1	8,126	0,91
Benda uji 2	2,132	4,04
Benda uji 3	11,000	3,50



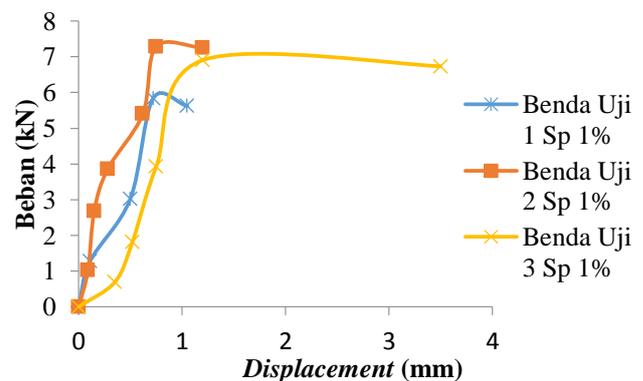
Gambar 3 Hubungan antara beban dan *displacement* variasi 0,5% *superplasticizer*

Penambahan selanjutnya dengan menambahkan *superplasticizer* sebanyak 1%. Tujuan penambahan zat adiktif ini adalah untuk memudahkan pekerjaan, dengan harapan dapat meningkatkan daya tahan pelat dalam menopang beban yang diberikan pada saat pengujian. Hasil dari pengujian ini didapatkan beban maksimum yang dapat ditopang yaitu pada benda uji 2 dengan beban 7,283 kN dengan *displacement* 1,20 mm. sedangkan untuk benda uji 1 dan benda uji 3 masing-masing beban maksimum yang dapat ditopang adalah 5,835 kN dan 6,908 kN dengan *displacement* masing-masing 1,05 dan 3,50 mm. Pada pengujian ini, dapat dilihat kembali bahwa daya tampung beban maksimum yang dapat ditahan oleh pelat beton tersebut kembali menurun. Pengaruh penambahan zat adiktif pada beton non pasir dapat menurunkan daya rekat antara agregat kasar dengan semen, dan pengurangan air yang bisa mencapai 30% dapat mengurangi daya layan

beban yang dapat ditahan. Rongga-rongga yang tidak terisi oleh agregat halus juga menjadi salah satu faktor kuat dan tidak nya benda uji yang dihasilkan. Data hasil pengujian beban maksimum dan *displacement* maksimum dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 4.

Tabel 8 Hasil pengujian beban dan *displacement* pelat beton dengan variasi 1% *superplasticizer*

Benda Uji	Beban Maksimum (kN)	Displacement (mm)
Benda uji 1	5,835	1,05
Benda uji 2	7,283	1,20
Benda uji 3	6,908	3,50



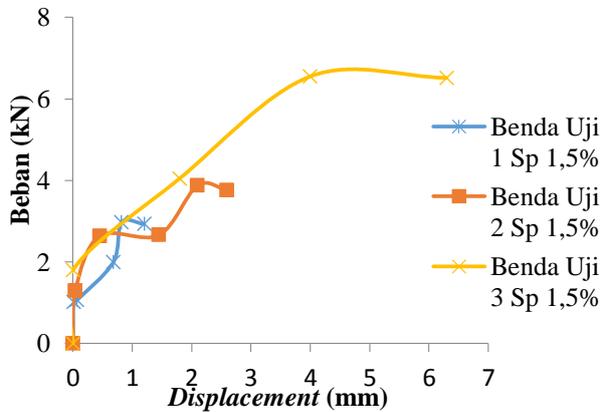
Gambar 4 Hubungan antara beban dan *displacement* variasi 1% *superplasticizer*

Tabel 9 Hasil pengujian beban dan *displacement* pelat beton dengan variasi 1,5% *superplasticizer*

Benda Uji	Beban Maksimum (kN)	Displacement (mm)
Benda uji 1	2,971	1,20
Benda uji 2	3,874	2,60
Benda uji 3	6,551	6,30

Pada penambahan *superplasticizer* sebanyak 1,5% didapatkan hasil yang tidak dapat menambah daya layan beban. Hasil dari pengujian ini, beban maksimum yang dapat ditahan yaitu pada benda uji 3 dengan beban 6,551 kN dengan *displacement* 6,30 mm. sedangkan benda uji 1 dan benda uji 2 beban maksimum yang dapat ditahan masing-masing 2,971 kN dan 3,874 kN dengan *displacement* masing-masing 1,20 mm dan 2,60 mm. Seperti variasi 0,5%, 1% daya layan beban dari hasil pengujian semakin menurun. Pada saat pencampuran dengan kadar 1,5% *superplasticizer*, didapat banyaknya cairan semen dan air yang mengendap di bawah cetakan pelat sehingga dapat dilihat disini semen yang dicampur dengan air dan *superplasticizer* tidak meresap ke agregat kasar, sehingga daya rekatnya semakin berkurang. Daya

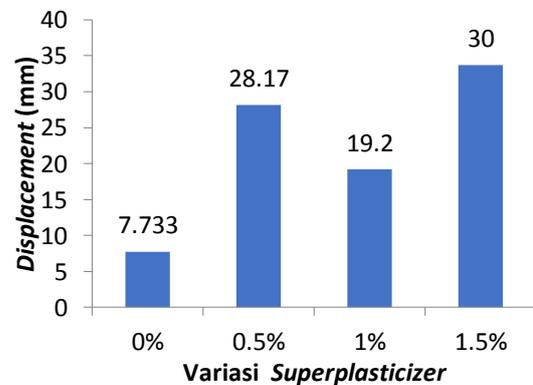
rekat semakin berkurang maka daya rekat antara agregat yang satu dengan yang lainnya juga akan berkurang sehingga akan berdampak kurangnya daya layan beban yang dihasilkan oleh pelat beton non pasir tersebut. Data hasil pengujian beban maksimum dan *displacement* maksimum dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 5.



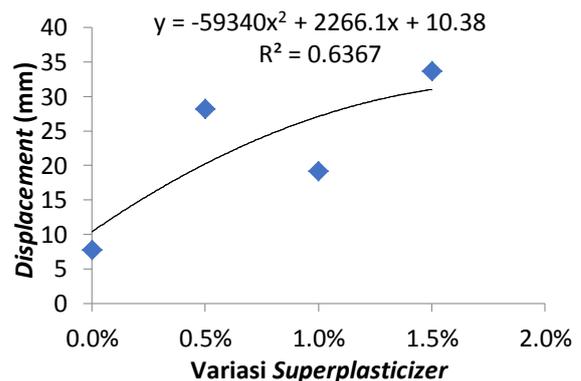
Gambar 5 Hubungan antara beban dan *displacement* variasi 1,5% *superplasticizer*

Hasil pengujian ini juga akan membahas hubungan antara *displacement* dan *superplasticizer*. Kuat lentur yang baik adalah beban yang besar dengan *displacement* yang kecil. Hasil dari hubungan antara rata-rata *displacement* dan rata-rata variasi *superplasticizer* ini yaitu pada variasi 1,5% didapatkan hasil *displacement* yang terbesar 30 mm. Sedangkan untuk variasi 0%, 0,5%, dan 1% masing-masing bernilai 7,73 mm, 28,17 mm, dan 19,2 mm. Hasil tersebut dapat diketahui bahwa variasi dengan nilai 1,5% memiliki nilai *displacement* yang besar, sehingga kuat lentur yang akan dihasilkan sangat kecil. Pada variasi 0% *superplasticizer* diketahui bahwa nilai *displacement* sangat kecil yaitu 7,73 mm, sehingga kuat lentur yang dihasilkan sangat besar. Data hasil pengujian rata-rata variasi *superplasticizer* dan rata-rata *displacement* dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Dari Gambar 7 tersebut, dengan persamaan $y = -59340x^2 + 2266.1x + 10.38$ dapat diperoleh hasil *displacement* optimum terdapat pada rentang variasi 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%. Dari Gambar 6, bisa kita lihat bahwa pada variasi 0,5% *displacement* lebih tinggi dibandingkan dengan *displacement* pada variasi 1%. Ini disebabkan permukaan bidang pada benda uji yang tidak rata dan pada saat pengujian, beban yang telah terbaca dilayar masih menunjukkan angka 0, tetapi *dial gauge* terus berjalan, sehingga pembacaan pada *dial gauge* ini tidak akurat. Selanjutnya pada saat pembacaan *dial gauge* yang sedang berjalan, dan beban yang masih 0, benda uji telah diuji diulang

kembali seperti semula. Selain itu, pada saat pengujian berlangsung, pembacaan *dial gauge* pada variasi 0,5% juga berbalik arah jarum jam. Maksudnya adalah seharusnya pembacaan yang benar adalah pembacaan yang jarum *dial gauganya* dimulai dari angka 0 dan selanjutnya ke angka 10 begitu sterusnya. Pada saat pengujian ini berbalik arah jarum jam yaitu dari angka 0 ke 90. Ini artinya disatu sisi bidang tidak rata sehingga ada satu bidang tertekan dan bidang yang lain terangkat, sehingga pembacaan *dial gauge* dari pengujian kurang akurat. Pembacaan *dial gauge* yang tidak akurat disini adalah pembacaan yang jarum *dial gauganya* berlawanan dengan arah jarum jam sehingga pada saat pengujian kemarin harus diulang. Pembacaan *dial gauge* yang tidak akurat akan memberikan data yang tidak akurat pada pengolahan data hubungan antara *displacement* dan variasi *superplasticizer*.



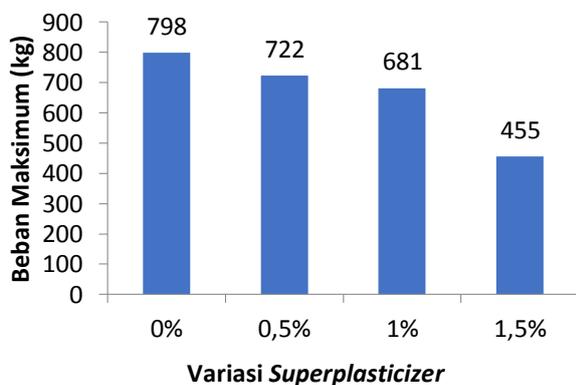
Gambar 6 Diagram batang hubungan *displacement* dan variasi *superplasticizer*



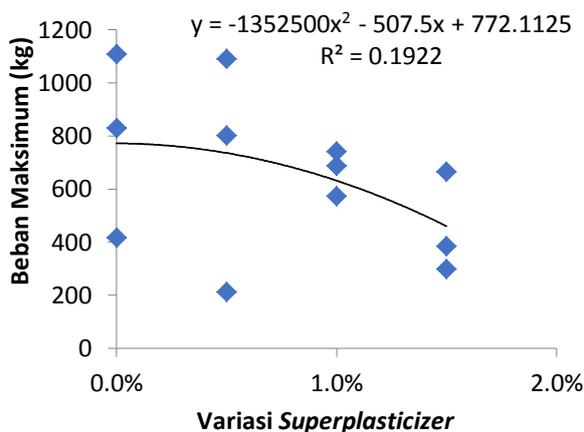
Gambar 7 Hubungan *displacement* dan variasi *superplasticizer*

Hubungan beban maksimum dan variasi *superplasticizer* ini bertujuan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dengan penambahan variasi *superplasticizer*. Hasil dari pengujian ini didapatkan rata-rata beban maksimum terbesar dari setiap masing masing benda uji yaitu pada variasi 0% *superplasticizer* dengan beban maksimum 798 kg. Sedangkan untuk

beban maksimum variasi 0,5%, 1%, dan 1,5% masing-masing adalah 722 kg, 681 kg, dan 455 kg. Dari hasil ini, penambahan *superplasticizer* akan menurunkan daya tahan beban yang diberikan. Hal ini dikarenakan penambahan *superplasticizer* akan mengurangi jumlah air dan menurunkan daya rekat antara agregat dan semen, sehingga benda uji tidak mampu menahan beban yang sangat besar. Pada saat pencampuran banyak semen yang telah bercampur air mengendap ke bawah setelah ditambahkan *superplasticizer*. Fas yang telah ditentukan juga terlalu besar pada pengujian untuk masing-masing benda uji, sehingga dengan ditambahkan *superplasticizer*, air akan berkurang sehingga semen yang bercampur dengan air akan sedikit akan mengurangi daya rekat agregat yang satu dengan yang lain. Data hasil pengujian rata-rata variasi *superplasticizer* dan beban maksimum rata-rata dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



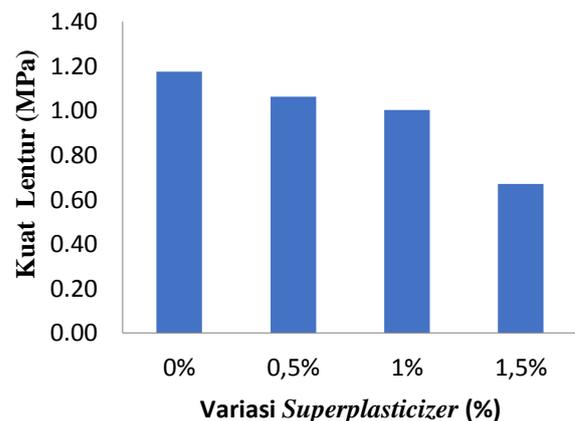
Gambar 8 Diagram batang hubungan beban maksimum dengan variasi *superplasticizer*



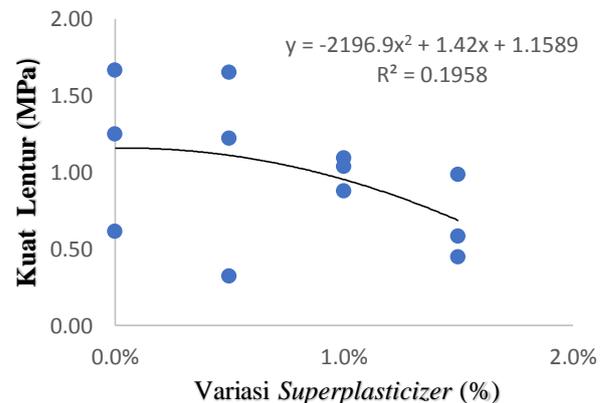
Gambar 9 Hubungan beban maksimum dengan variasi *superplasticizer*

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk mengetahui kekuatan lentur beton. Pada pengujian ini dilakukan pada pelat beton dengan ukuran

panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tinggi 10 cm. Hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai kuat lentur tertinggi pada benda uji variasi 0% *superplasticizer* dengan kuat lentur sebesar 1,17 MPa. Pada benda uji 0,5% SP, 1%SP dan 1,5% SP didapat kuat lentur masing-masing 1,06 MPa, 1 MPa, dan 0,67 MPa. Masing-masing benda uji diuji kuat lenturnya setelah berumur 28 hari. Hasil lengkap pengujian uji lentur dapat dilihat pada Tabel 10, Gambar 10 dan Gambar 4.11.



Gambar 10 Diagram batang hubungan antara kuat lentur dan variasi *superplasticizer*



Gambar 11 Hubungan antara kuat lentur dan variasi *superplasticizer*

Berdasarkan Gambar 10, diagram batang menunjukkan penambahan *superplasticizer* pada setiap benda uji tersebut tidak menaikkan kuat lentur dari pelat beton tersebut. Hal ini dapat dilihat pada benda uji dengan variasi 0% *superplasticizer* yang menunjukkan nilai kuat lentur sebesar 1,17 MPa. Ini dikarenakan tidak adanya penambahan *superplasticizer* pada pelat beton non pasir memberikan kekuatan yang lebih baik dalam menopang beban lentur di atasnya. Campuran antara air dan semen secara merata dan tidak adanya pengurangan air, sehingga kekuatan daya rekat semen, air dan agregat sangat merata dan kuat sehingga memberikan nilai kuat lentur yang kuat. Selain itu faktor nilai fas sebesar 0,35 menjadi

faktor penting dalam campuran adukan beton non pasir sehingga memberikan kuat lentur yang bagus. Kuat lentur pada benda uji dengan variasi 0,5% SP, 1% SP, dan 1,5% SP semakin kecil dari pada benda uji dengan variasi 0% SP.

Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 11 yaitu hubungan antara kuat lentur dan variasi *superplasticizer* didapatkan nilai kuat lentur tertinggi pada benda uji 0% *superplasticizer*, dan kuat lentur terkecil yaitu pada benda uji dengan variasi 1,5% *superplasticizer*. Dari hasil pengujian ini maka dapat kita lihat penambahan *superplasticizer* dengan merk *Viscocrete 1003* tidak dapat menambah kuat lentur pelat beton non pasir. Hal ini disebabkan penambahan zat adiktif ini akan mengurangi air mencapai 30% dan akan membuat campuran adonan beton cepat mengeras. Selain itu campuran semen dan air cepat sekali encer yang membuat campuran tersebut mengendap ke bagian bawah dari bekisting. Pengendapan semen yang bercampur air akibat penambahan zat adiktif ini membuat kurangnya daya rekat semen terhadap agregat, karena banyak semen yang tidak seluruhnya bercampur dengan agregat. Untuk Gambar 12, benda uji setelah uji lentur.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa hasil pengujian hubungan antara *displacement* dan variasi *superplasticizer* yang baik ditunjukkan pada Gambar 2. Hal ini bisa dilihat beban yang besar yang dapat ditampung oleh pelat dengan *displacement* yang kecil sehingga meninjukan kuat lentur yang besar dibanding

dengan benda uji variasi lainnya. Tetapi untuk grafik yang baik ditunjukkan pada Gambar 3 pada benda uji 3 SP 0%. Garfik pada benda uji 3 menunjukkan beban yang lumayan besar dengan *displacement* yang besar, sehingga pada saat terjadi lendutan tidak langsung patah.

Berdasarkan Tabel 10 hasil pengujian kuat lentur pelat beton non pasir dapat disimpulkan bahwa penggunaan beton non pasir hanya dapat digunakan untuk jalur pejalan kaki, taman, dan bangunan non struktural yang sederhana.



Gambar 12 Benda uji pelat beton non pasir setelah uji lentur

Tabel 10 Hasil uji lentur pelat beton non pasir

Variasi <i>Superplasticizer</i> Beton (%)	Kode	Peak Point (kg)	Dimensi Pelat Beton (mm)			Peak Point (N)	Tegangan Lentur (MPa)	Rata-Rata Kuat Lentur (MPa)
			b	h	l			
0%	I1	848,7	400	100	600	8325,75	1,25	1,17
	I2	1131	400	100	600	11095,11	1,66	
	I3	415,65	400	100	600	4077,53	0,61	
0,5%	S1	828,3	400	100	600	8125,62	1,22	1,06
	S2	217,35	400	100	600	2132,20	0,32	
	S3	1121,40	400	100	600	11000,93	1,65	
1%	T1	594,9	400	100	600	5835,97	0,88	1,00
	T2	742,65	400	100	600	7285,40	1,09	
	T3	704,25	400	100	600	6908,69	1,04	
1,5%	N1	302,85	400	100	600	2970,96	0,45	0,67
	N2	394,95	400	100	600	3874,46	0,58	
	N3	667,80	400	100	600	6551,12	0,98	

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai kuat lentur pelat beton non pasir dengan penambahan variasi *superplasticizer* ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuat lentur terbesar yaitu pada benda uji dengan variasi 0% *superplasticizer* dengan nilai 1,17 MPa. Sedangkan untuk kuat lentur terkecil yaitu pada benda uji dengan variasi 1,5% *superplasticizer* dengan nilai 0,67 MPa. Pada benda uji dengan variasi 0,5% *superplasticizer* dan benda uji dengan variasi 1% *superplasticizer* didapatkan nilai kuat lentur masing-masing 1,06 MPa, dan 1 MPa.
2. Pengaruh penambahan *superplasticizer* dengan merk *Viscocrete 1003* tidak dapat menambah kuat lentur dari pelat beton non pasir. Hal ini disebabkan penambahan zat adiktif ini akan mengurangi air mencapai 30%, membuat beton cepat mengeras dan membuat adonan semen dan air menjadi encer sehingga mengurangi daya rekat beton dan agregat.

6. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai kuat lentur pelat beton non pasir dengan penambahan variasi *superplasticizer* ini disarankan :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan zat adiktif lain selain merk *Viscocrete 1003* dengan tujuan untuk menambah kuat lentur pelat beton.
2. Variasi *superplasticizer* yang ditambahkan harus diperkecil dengan fas yang sesuai melalui pengujian.

7. Daftar Pustaka

- ACI, 2006. *Report On Pervious Concrete (ACI 522R-06)*. American Concrete Institute. Farmington Hills. Michigan.
- Amna, K.,Wesli., dan Hamzani. 2014. Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Teras Jurnal Sipil*, 4 (2) : 11-20
- ASTM, 494. *Standard Specification For Chemical Admixtures For Concrete*. ASTM.
- BSN, 1989. *SK-SNI S-04-1989-F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- BSN, 1990 a. *SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- BSN, 1990 b. *SNI 03-1973-1990 Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran Dan Kadar Udara Beton*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- BSN. 2008 a. *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- BSN, 2008 b. *SNI 2417:2008 Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angles*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- BSN, 2011. *SNI 4431:2008 Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan dua titik Pembebanan*. Badan Standardisasi Nasional. Bandung.
- Elhusna., Supriani,F., Gunawan,A., dan Islam,M. 2011. Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 5 (2) : 33-49
- Kushartomo,W. dan Christianto, D. 2015. Pengaruh Serat Lokal Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Reactive Powder Concrete dengan Teknik Perawatan Penguapan. *Journal of Civil Engineering*, 22 (1) : 31-36
- Lailasari, D.N., Dewi, S.M., dan Nuralinah, D. 2016. Analisis Dan Eksperimen Pelat Beton Bertulang Bambu Lapis Styrofoam. *Rekayasa Sipil*, 9 (3) : 211-216
- Mulyono, T.,2005., *Teknologi Beton*, Jakarta : CV ANDI OFFSET.
- Nurtanto,D. 2017. Kontribusi Kuat Lentur Polikarbonat Pada Pelat Beton Berpori. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 1 (1) : 1-6
- Paripurna, M.T., Solikin, M., Riyanto,A., dan Sunarjono, S. 2017. *Karakteristik Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Pemanfaatan Air Es Dan Fly Ash Terhadap Kuat Lentur Dan Kuat Tekan* : Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi dan Perancangan Industri (RAPI) XVI. 13 Desember 2017, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia Tahun 2017 : 248-254
- Rahamudin, R.H., Manalip, H., dan Mondoringin, M. 2016. Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*. 4 (3) : 225-231

- Rahmi, A.S., Handani, S., dan Mulyadi, S. 2015. Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton K-350. *Jurnal Fisika Unand*, 4 (3) : 298-302
- Suryanita,R., Sitompul, I.R., dan Zunwanis. 2014. Karakteristik Kuat Lentur Beton Ringan Akibat Penambahan Styrofoam Pada Desain Campuran Beton. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 13 (1) : 16-22
- Tjokrodijuljo, K. 2010.,*Teknologi Beton*. Yogyakarta : Biro Penerbit KMTS FT, Universitas Gajah Mada.
- Trisnoyuwono, D.,2014., *Beton Non Pasir*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

