

# Kuat Lentur Pada Pelat Beton Non Pasir Dengan Tambahan *Fly Ash* Dan *Superplasticizer*

*Flexural strength of No-Fines Concrete with Fly Ash Admixture and Superplasticizer*

**Glenada Rizkia Aziza, Hakas Prayuda, Fanny Monika**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

**Abstrak.** Beton non pasir merupakan salah satu inovasi dari beton ramah lingkungan. Beton non pasir dikerjakan tanpa menggunakan pasir sehingga menghasilkan beton yang berongga, rongga tersebut dapat mengalirkan air dari permukaan sehingga dapat menjadi daerah resapan air dan mengurangi ukuran drainase pada jalan. Penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat lentur beton non pasir dengan tambahan *fly ash* 20%, 40%, 60% dan *superplasticizer* 0,5%. Pada pengujian ini menggunakan perbandingan agregat, semen dan *fly ash* 5:1:persentase *fly ash*. Agregat berasal dari clereng dengan ukuran 1 cm s/d 2 cm, menggunakan semen tipe ppc, variasi *fly ash* yang digunakan adalah 20%, 40% dan 60% dan menggunakan bahan tambahan *superplasticizer* tipe f Sika Viscocrete 1003 sebesar 0,5%. Pengujian ini menggunakan benda uji pelat dengan panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tebal 10 cm. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat lentur terbesar terdapat pada variasi *fly ash* 40% dengan kuat lentur rata-rata sebesar 1,55 Mpa dan kuat lentur terendah terdapat pada variasi *fly ash* 60% dengan kuat lentur rata-rata sebesar 0,75 Mpa. Dari hasil kuat lentur tersebut dapat diaplikasi sebagai perkerasan kaku pada jalan pejalan kaki, taman dan lantai *greenhouse*.

**Kata kunci :** beton non pasir, kuat lentur, *fly ash*, *superplasticizer*

**Abstract.** *no fines concrete is one of the innovations of green concrete. No fines concrete is concrete without sand to produce pores concrete, the pores can drain water from the surface so it can be a water absorption area and reduce the drainage size on the road. This research is to know the value of flexural strength of no fines concrete with additional fly ash 20%, 40%, 60% and superplasticizer 0,5%. In this test using aggregate, cement and fly ash 5: 1: fly ash percentage. Aggregate from clereng with size 1 cm-2 cm, using portland pozzolan cement, variation of fly ash used is 20%, 40% and 60% and using superplasticizer Sika Viscocrete 1003 type f 0,5%. This test used no fines concrete slab test object with length 60 cm, width 40 cm and thickness 10 cm. Testing flexural strength were performed at 28 days. The results show the largest flexural strength value in 40% fly ash variation with the average flexural strength is 1.55 Mpa and the lowest flexural strength in 60% fly ash variation with the average flexural strength is 0.75 Mpa. From the result of flexural strength it can be applied as a rigid pavement on pedestrian street, garden and greenhouse floor.*

**Key word:** *no fines concrete, flexural strenght, fly ash, superplasticizer.*

## 1. Pendahuluan

Di daerah perkotaan terutama perkotaan besar hampir seluruh struktur dan infrastruktur kota dibangun menggunakan beton, baik untuk bangunan skala besar maupun skala kecil, ruas jalan, drainase dan lain sebagainya, sehingga mengurangi daerah resapan air. Dampak dari kurangnya daerah resapan air adalah jika musim penghujan air tidak dapat meresap ke dalam tanah dan langsung mengalir ke drainase atau jalan, jika

air yang mengalir tersebut debitnya lebih besar dari kemampuan drainase untuk menampung air hujan maka terjadilah banjir. Dan jika musim kemarau banyak sumur-sumur air bersih warga yang cepat mengering karena rendahnya muka air tanah. Untuk itu munculah inovasi beton non pasir. Menurut Neville dan Brooks (2010) beton non pasir merupakan beton yang menghilangkan agregat halus (pasir) saat pencampurannya, dengan agregat kasar seragam. Karena tidak menggunakan

pasir, agar agregat dapat merekat satu sama lain, agregat kasar hanya dilapisi oleh semen dengan ketebalan sekitar 1,3 mm. Berdasarkan American Concrete Institute (2006) dalam ACI 522R-06 beton non pasir (pervious concrete) merupakan beton yang terdiri dari material seperti semen, agregat kasar, air, bahan tambahan, dan tidak menggunakan pasir atau hanya sedikit menggunakan pasir. Memiliki rongga sebesar 2 mm-8 mm yang memungkinkan air untuk lewat dari permukaannya.

Penelitian terdahulu mengenai agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo pernah diteliti oleh (Sari dkk., 2013) mengenai Tinjauan Durabilitas Beton Berpori Sebagai Perkerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan. (Ginting, 2015) mengenai Pengaruh Rasio Agregat Semen dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous, dan (Erviyanto dkk., 2016) mengenai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Bestmittel).

Penelitian terdahulu mengenai kuat lentur pernah diteliti oleh (Nurtanto, 2016) mengenai Kontribusi Kuat Lentur Polikarbonat Pada Pelat Beton Berpori, (Rahmi dkk., 2015) mengenai Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton K-35, (Pertiwi dan Sabariman, 2017) mengenai Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang, (Amna dkk., 2014) mengenai Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton, (Elhusna dkk., 2011) mengenai Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton dengan Faktor Air Semen 0,5, (Handani dkk., 2009) mengenai Pengaruh Panjang Sabut Kelapa terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton, (Haryanto, 2016) mengenai Pengaruh Serat Limbah Karpet Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Ringan dari Alwa, (Wirawan dkk., 2016) mengenai Analisis Petrografi Agregat Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku, (Pranoto dkk., 2014) mengenai Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu Wulung Dengan Takikan Tidak Sejajar, dan (Royani dkk., 2014) mengenai Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Ringan Dengan Agregat Limbah Plastik Pet dan Limbah Serbuk Kayu.

Nilai fas dan variasi *fly ash* mempengaruhi kekuatan dari beton non pasir dalam pengujian ini. Jika nilai fas besar namun variasi *fly ash* yang digunakan sedikit akan menyebabkan adukan beton terlalu cair dan tidak dapat menyatu dengan agregat. Namun jika fas yang digunakan kecil dengan variasi *fly ash* yang besar akan

menyebabkan beton kekurangan air sehingga adukan beton menjadi terlalu kering dan tidak mampu memberi daya ikat yang baik antara semen, *fly ash* dan agregat. *Superplasticizer* digunakan dalam penelitian ini agar dapat mengurangi jumlah air yang digunakan dan mempermudah proses pembuatan beton, mulai dari pengadukan sampai pembuatan benda uji.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat diteliti mengenai pengaruh *fly ash* dan *superplasticizer* terhadap kuat lentur beton non pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji korelasi antara kuat lentur beton non pasir dengan variasi *fly ash* dan penggunaan *superplasticizer*.

## 2. Metodologi Penelitian

Agar sebuah penelitian memperoleh hasil yang rasional, sesuai dengan yang diharapkan dan dapat dipertanggung jawabkan maka dilakukanlah metode penelitian yaing berisi langkah-langkah urut pengerjaan suatu penelitian dari tahap awal hingga tahap akhir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode pencapaian hasil penelitian yang didapat dari keterkaitan beberapa variabel yang digunakan. Metode ini memungkinkan dilakukan di lapangan dan atau di dalam laboratorium. Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang terdiri dari: semen PPC tipe 1 merk semen gresik, agregat kasar/split berukuran 1cm s/d 2cm yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, *fly ash* tipe F yang berasal dari CV. Lestari, air dan bahan tambahan *Sika Viscocrete* 1003.

Berat satuan semen sebesar 1433 kg/m<sup>3</sup>. Untuk berat satuan agregat kasar sebesar 1383 kg/m<sup>3</sup>. Nilai fas yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,28, variasi *fly ash* yang digunakan sebesar 0%, 20%, 40% dan 60% dengan penggunaan *fly ash* sebesar 0,5%. Untuk perbandingan agregat, semen dan *fly ash* yang digunakan sebesar 5:1:variasi *fly ash*. Pengujian ini menggunakan benda uji pelat dengan panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tebal 10 cm. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari.

Dalam penelitian ini digunakan alat-alat guna mempermudah proses penelitian, alat yang utama digunakan adalah : cetakan pelat yang terbuat dari kayu berukuran 60 cm x 40 cm x 10 cm, *Mixer* yang digunakan untuk mencampurkan seluruh material berkapasitas 40 kg, kerucut *abrams* dan batang penumbuk untuk pengujian *slump* beton, *flexural testing mechine* yang digunakan untuk uji lentur, timbangan untuk mengukur kebutuhan semen dan *fly ash*, gelas ukur untuk mengukur kebutuhan air dan *superplasticizer* dan meteran untuk mengukur dimensi beton. ACI 522R-06 (American Concrete Institute, 2006) digunakan sebagai acuan dalam

membuat rencana adukan beton per m<sup>3</sup>. Hasil dari rencana adukan beton per m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana adukan beton per m<sup>3</sup>

% <i>Fly Ash</i>	Berat <i>Sp</i> (l/m <sup>3</sup> )	Berat <i>Fly Ash</i> (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Air (l/m <sup>3</sup> )	Berat Kerikil (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Semen (kg/m <sup>3</sup> )
0%	1,19	0	66,54	1152,5	237,64
20	1,19	47,53	66,54	1152,5	238,83
40	1,19	95,06	66,54	1152,5	238,83
60	1,19	142,58	66,54	1152,5	238,83

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian agregat dan semen dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan campuran beton. Pengujian agregat kasar yang dilakukan terdiri dari: berat jenis, penyerapan air, kadar air, berat satuan dan keausan. Untuk pengujian semen hanya dilakukan berat satuan semen. Pengujian berat satuan agregat dan berat satuan semen berguna untuk *mix design* beton non pasir. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian agregat kasar dan semen

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1.	Berat jenis	2,62	-
2.	Penyerapan air	1,13	%
3.	Kadar air	2,83	%
4.	Berat satuan agregat kasar	1383	kg/m <sup>3</sup>
5.	Keausan	26,47	%
6.	Berat satuan semen	1433	kg/m <sup>3</sup>

Pada praktek umumnya di laboratorium nilai berat jenis agregat kasar berkisar antara 2,50-2,70. Dari Tabel 2 dapat dilihat hasil pengujian berat jenis jenuh kering muka (SSD) yaitu sebesar 2,62 maka agregat tergolong kategori agregat normal. Sedangkan dari pengujian penyerapan air didapatkan hasil sebesar 1,13 %.

Dari pengujian kadar air agregat kasar didapatkan hasil sebesar 2,83 %. Pengujian kadar air ini dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan air dalam pori-porinya. Pengujian ini tidak memiliki acuan khusus.

Dari pengujian berat satuan agregat kasar didapatkan hasil sebesar 1383 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian berat satuan agregat kasar tidak memiliki acuan khusus dalam penentuan hasilnya.

Dari pengujian keausan agregat kasar didapatkan hasil sebesar 26,47 %. Hasil tersebut memenuhi syarat berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2002) dalam SNI 03-6861-2002, yaitu

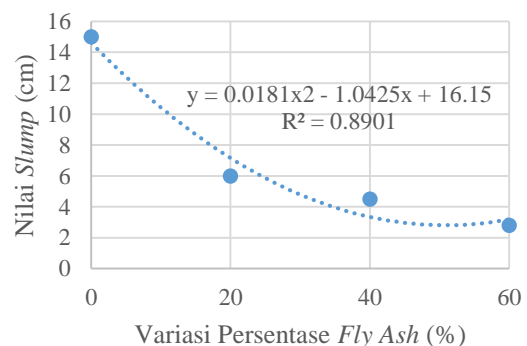
keausan untuk beton kelas I dengan  $f_c' \leq 10$  MPa dan ukuran agregat 1,9 cm – 3 cm memiliki nilai keausan  $\leq 50\%$ .

Setelah dilakukan pengujian agregat dan semen, selanjutnya dilakukan pembuatan, perawatan beton dengan menutupi beton yang telah jadi dengan karung goni basah dan pengujian beton. Untuk pengujian beton pada penelitian ini dilakukan pengujian *slump* beton dan kuat lentur beton.

Kelecekan dan kemudahan proses pengerjaan beton dimulai dari proses pencampuran adukan beton sampai campuran adukan beton dituang ke dalam cetakan dapat dilihat dari nilai *slump*, semakin tinggi nilai *slump* yang dihasilkan semakin mudah proses pengerjaannya dan semakin rendah nilai *slump* yang dihasilkan semakin sulit proses pengerjaannya. Berdasarkan Tabel 3. dan Gambar 1. nilai *slump* tertinggi terdapat pada variasi *fly ash* 0% yaitu sebesar 15 cm, dan nilai *slump* terendah terdapat pada variasi *fly ash* 60% sebesar 2,8 cm. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan variasi *fly ash* dengan nilai *slump* berbanding terbalik, semakin besar kadar *fly ash* maka nilai *slump* semakin kecil, maka semakin sulit dalam proses pengerjaannya. Untuk hasil dari pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 3. dan Gambar 1.

Tabel 3. Hasil pengujian *slump* beton

No	Variasi <i>Fly Ash</i> (%)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	0	15
2	20	6
3	40	4,5
4	60	2,8



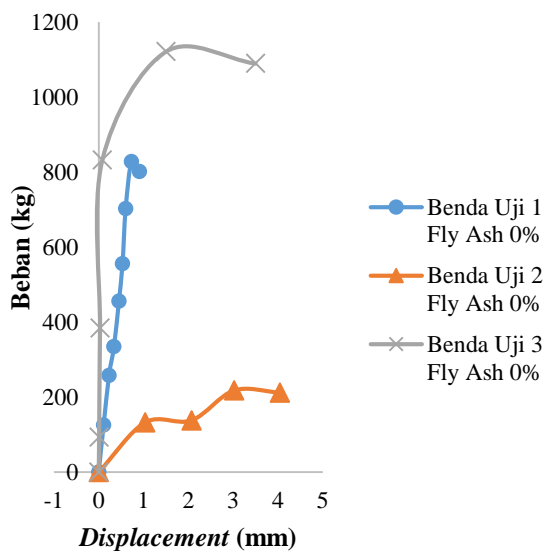
Gambar 1. Hubungan variasi *fly ash* terhadap nilai *slump*

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari. Baik atau tidaknya nilai kuat lentur yang akan diperoleh dapat dilihat dari hubungan antara beban yang diterima beton non pasir saat pengujian dengan nilai *displacement* yang dihasilkan pada

saat pengujian. Semakin besar beban yang diberikan namun *displacement* yang dihasilkan kecil maka pelat beton tersebut memiliki nilai kuat lentur yang baik. Beban terbesar yang dapat diterima oleh variasi *fly ash* 0% dan *superplasticizer* 0,5% sebesar 1089,9 kg dengan *displacement* sebesar 3,5 mm pada benda uji 3. Dilanjutkan dengan benda uji 1 yang dapat menerima beban sebesar 801,45 dengan *displacement* sebesar 0,91 mm. dan yang terakhir adalah benda uji 3 yang dapat menerima beban sebesar 211,65 dengan *displacement* sebesar 4,04 mm. Hasil dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 4. Hubungan antara beban dan *displacement* variasi *fly ash* 0% dan *superplasticizer* 0,5%

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Displacement (mm)
Benda Uji 1	801,45	0,91
Benda Uji 2	211,65	4,04
Benda Uji 3	1089,9	3,5



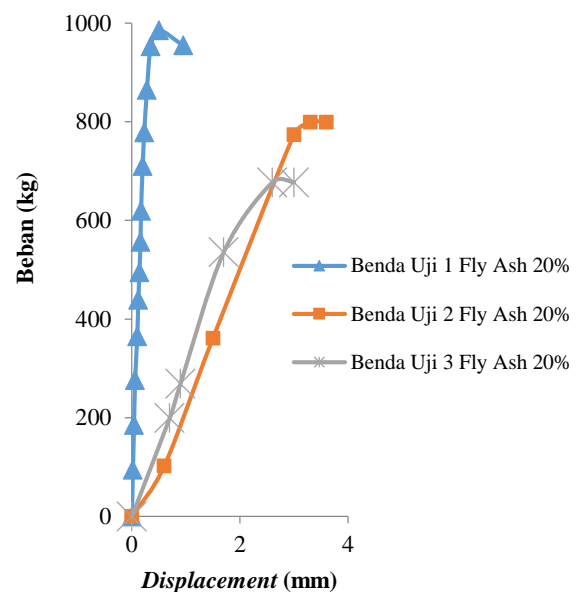
Gambar 2. Hubungan antara beban dan *displacement* variasi *fly ash* 0% dan *superplasticizer* 0,5%

Pemberian *fly ash* 20% sebagai *filler* bertujuan untuk mengisi sedikit rongga yang terdapat pada beton non pasir, agar beton memiliki kepadatan yang lebih tinggi dari pada beton non pasir tanpa pemberian *fly ash*. Dan pemberian *superplasticizer* sebanyak 0,5% bertujuan untuk mengurangi air, yang diharapkan dengan pengurangan air dapat memudahkan proses pengerjaan beton non pasir itu sendiri. Dari hasil pengujian didapatkan nilai hubungan antara beban dan *displacement* tertinggi terdapat pada benda uji 1 dengan beban sebesar 955,05 kg dan

*displacement* sebesar 0,95 mm, dilanjutkan oleh benda uji 2 dengan beban maksimum sebesar 799,5 kg dan *displacement* sebesar 3,6 mm, dan benda uji dengan beban maksimum terkecil yang dihasilkan dari variasi *fly ash* 20% dan *superplasticizer* 0,5% adalah 677,25 kg dari benda uji 3 dengan *displacement* sebesar 3 mm. Ketiga benda uji memiliki hasil yang berbeda walaupun variasi campuran *fly ash* dan *superplasticizer* yang digunakan sama, hal ini dapat dikarenakan ketika proses pemadatan yang dilakukan manual sehingga kepadatan setiap benda uji berbeda-beda dan benda uji yang tidak rata menyebabkan sulitnya dilakukan pembacaan beban di komputer dan pembacaan *displacement* di *dial gauge*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 3.

Tabel 7. Data hasil pengujian beban dan *displacement* pada variasi *fly ash* 20% dan *superplasticizer* 0,5%

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	Displacement (mm)
Benda Uji 1	955,05	0,95
Benda Uji 2	799,5	3,6
Benda Uji 3	677,25	3



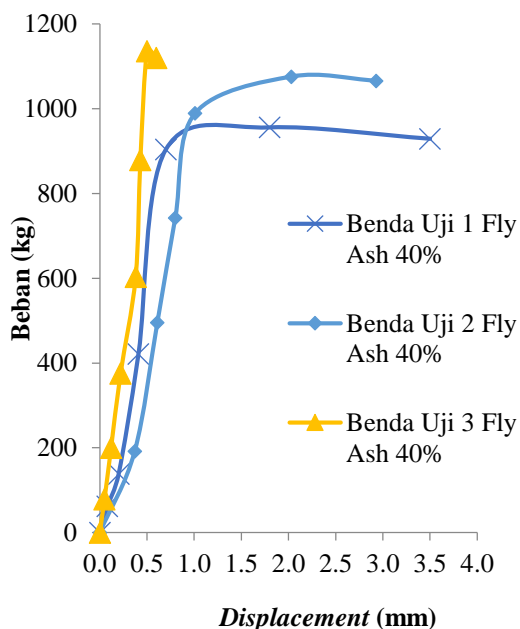
Gambar 4. Hubungan antara beban dan *displacement* variasi *fly ash* 20% dan *superplasticizer* 0,5%

Untuk variasi *fly ash* 40% memiliki rongga yang lebih padat dari pada variasi *fly ash* 20%. Dari hasil pengujian didapatkan nilai hubungan antara beban dan *displacement* tertinggi terdapat pada benda uji 3 dengan beban sebesar 1136,1 kg dan *displacement* sebesar 0,6 mm. Dilanjutkan dengan

benda uji 2 dengan beban sebesar 1065,9 kg dan *displacement* sebesar 2,93 mm. Dan terakhir benda uji 3 dengan beban sebesar 929,1 kg dan *displacement* sebesar 3,5 mm. Penambahan *fly ash* dapat mengisi sedikit rongga pada beton non pasir. Sehingga rongga yang dihasilkan tidak terlalu besar dan hasilnya pun menjadi lebih padat. Ketiga benda uji memiliki hasil yang berbeda walaupun variasi campuran *fly ash* dan *superplasticizer* yang digunakan sama, hal ini dapat dikarenakan ketika proses pemadatan yang dilakukan manual sehingga kepadatan setiap benda uji berbeda-beda dan benda uji yang tidak rata menyebabkan sulitnya dilakukan pembacaan beban di komputer dan pembacaan *displacement* di *dial gauge*. Hasil dapat dilihat pada Tabel 8. Dan Gambar 5.

Tabel 8. Data hasil pengujian beban dan *displacement* pada variasi *fly ash* 40% dan *superplasticizer* 0,5%

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	<i>Displacement</i> (mm)
Benda Uji 1	929,1	3,5
Benda Uji 2	1065,9	2,93
Benda Uji 3	1136,1	0,6



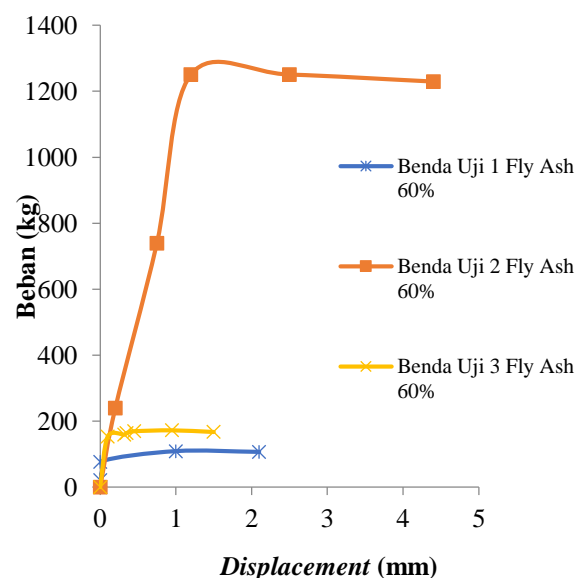
Gambar 5. Hubungan antara beban dan *displacement* variasi *fly ash* 40% dan *superplasticizer* 0,5%

Pada *fly ash* dengan kadar 60% pengujian didapatkan nilai hubungan antara beban dan *displacement* tertinggi terdapat pada benda uji 2 dengan beban sebesar 1229,4 kg dan *displacement*

sebesar 4,4 mm. Dilanjutkan dengan benda uji 3 dengan beban sebesar 167,55 kg dan *displacement* sebesar 1,5 mm. Dan terakhir benda uji 1 dengan beban sebesar 106,8 kg dan *displacement* sebesar 2,1 mm. Beban yang dapat diterima beton non pasir pada variasi *fly ash* 60% dan *superplasticizer* 0,5% mengalami penurunan dibandingkan dengan 3 variasi sebelumnya. Hal ini dikarenakan penambahan kadar *fly ash* terlalu banyak dan tidak sebanding dengan kadar *superplasticizer* dan fas yang yang digunakan. Sehingga adukan beton menjadi terlalu kering dan tidak dapat mengikat seluruh material dengan baik. karena kurangnya daya ikat yang dihasilkan, kemampuan beton dalam menerima beban pun berkurang. Terdapat perbedaan hasil yang cukup jauh antara benda uji 1 dan benda uji 3 dengan benda uji 2. Hal ini dikarenakan pada saat pengujian benda uji 1 dan benda uji 3 banyak mengalami *error* saat pembabanan dimana komputer dan *dial gauge* tidak dapat membaca beban dan *displacement* yang telah dihasilkan ketika pengujian, sehingga harus dilakukan pembebanan ulang. Karena pembebanan dilakukan tidak hanya sekali, nilai beban dan *displacement* yang dihasilkan tidak maksimal. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 6.

Tabel 9. Data hasil pengujian beban dan *displacement* pada variasi *fly ash* 60% dan *superplasticizer* 0,5%

Benda Uji	Beban Maksimum (kg)	<i>Displacement</i> (mm)
Benda Uji 1	106,8	2,1
Benda Uji 2	1229,4	4,4
Benda Uji 3	167,55	1,5

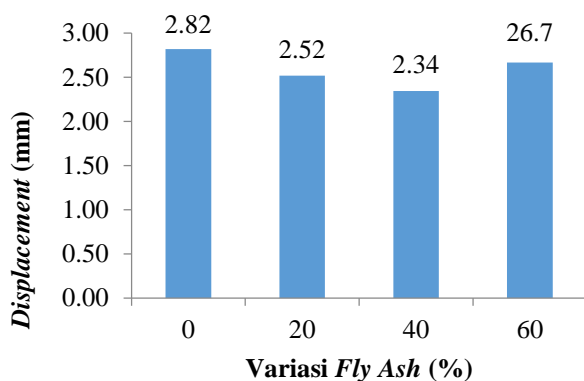


Gambar 6. Hubungan antara beban dan *displacement* variasi *fly ash* 60% dan *superplasticizer* 0,5%

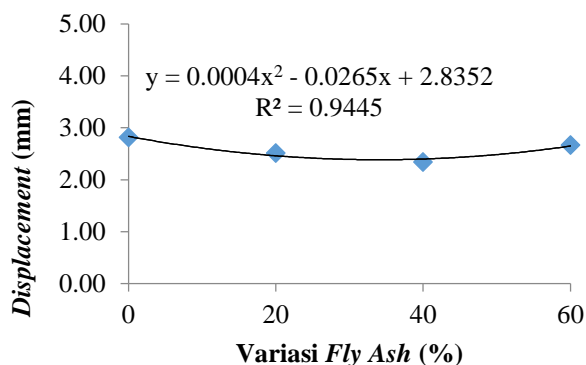
Pada hasil pengujian ini didapatkan rata-rata nilai *displacement* terbesar pada variasi *fly ash* 0% sebesar 2,82 mm dan nilai *displacement* terkecil pada variasi *fly ash* 40% sebesar 2,34 mm. Namun pada variasi 60% *displacement* mengalami peningkatan lagi menjadi 2,67 mm. Dari hasil ini dapat dilihat untuk menahan *displacement* penambahan *fly ash* pada beton non pasir baik dilakukan, karena seiring bertambahnya variasi *fly ash* semakin kecil nilai *displacement* yang dihasilkan sampai pada variasi 40%. Pada variasi 60% *displacement* mengalami penurunan karena, nilai *fas* yang digunakan terlalu kecil untuk kadar 60% sehingga adukan beton menjadi lebih kering daripada variasi lain dan daya ikat antar material pun berkurang. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10, Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 10 Hasil pengujian hubungan variasi *fly ash* dan *displacement*

Variasi Fly Ash (%)	Rata-Rata Displacement (mm)
0	2,82
20	2,52
40	2,34
60	2,67



Gambar 6 Hasil pengujian hubungan variasi *fly ash* dan *displacement*



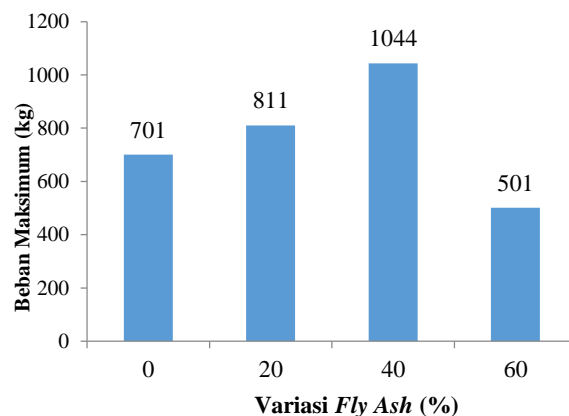
Gambar 7 Hasil pengujian hubungan variasi *fly ash* dan *displacement*

Pada pengujian pelat beton non pasir dihasilkan nilai beban yang berbeda-beda setiap

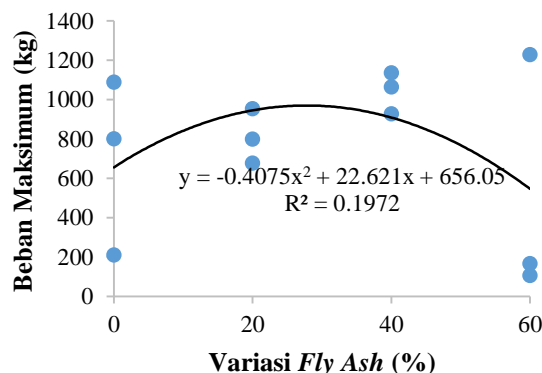
benda uji. Variasi 40% memiliki ketahanan dalam menerima beban tertinggi yaitu sebesar 1044 kg. Dilanjutkan oleh variasi 20% yaitu sebesar 811 kg dan variasi 0% sebesar 701 kg. Variasi 60% memiliki kemampuan menahan beban yang terkecil yaitu sebesar 501 kg. Beban yang diterima beton non pasir dengan variasi *fly ash* terus mengalami peningkatan sampai pada variasi *fly ash* 40%, namun pada variasi *fly ash* 60% mengalami penurunan. Penambahan *fly ash* dalam beton non pasir baik dilakukan dengan kadar tertentu yang menyesuaikan dengan nilai *fas* yang digunakan. Campuran yang terlalu kering menyebabkan daya ikat antara semen, agregat dan *fly ash* kurang baik dan menyebabkan buruknya kemampuan beton non pasir dalam menerima beban. Hasil pengujian hubungan antara beban dan variasi *fly ash* dapat dilihat pada Tabel 11, Gambar 8 dan Gambar 9.

Tabel 11. Data hasil pengujian beban dengan variasi *fly ash*

Variasi Fly Ash (%)	Rata-Rata Beban Maksimal (kg)
0	701
20	811
40	1044
60	501

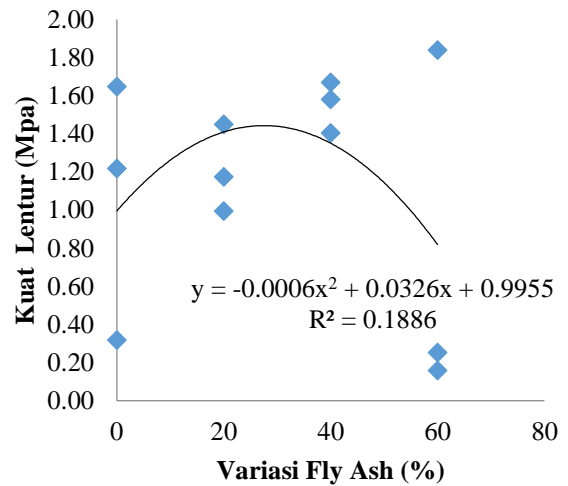


Gambar 8. Hubungan antara beban maksimum dan variasi *fly ash*

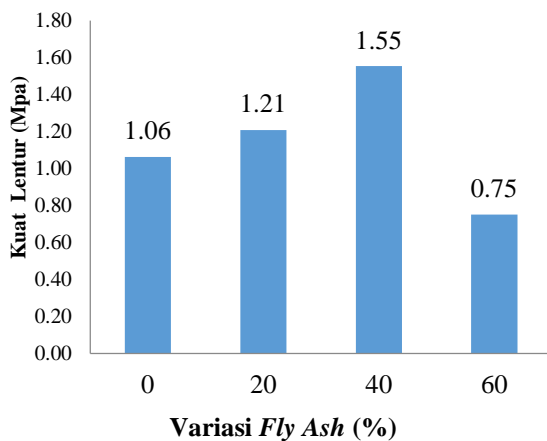


Gambar 9. Hubungan antara beban maksimum dan variasi *fly ash*

Nilai rata-rata kuat lentur terbesar terdapat pada beton non pasir dengan variasi *fly ash* 40% yaitu sebesar 1,55 MPa. Selanjutnya variasi *fly ash* 20% sebesar 1,21 MPa dan variasi *fly ash* 0% sebesar 1,06 MPa. Rata-rata nilai kuat lentur terendah terdapat pada variasi *fly ash* 60%. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan *fly ash* nilai kuat lentur semakin meningkat sampai pada variasi *fly ash* 40%, namun pada variasi *fly ash* 60% kuat lentur mengalami penurunan. Penggunaan *fly ash* pada beton non pasir baik dilakukan dengan kadar yang optimal dan sesuai dengan nilai fasnya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 12, Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 11. Hubungan kuat lentur dengan variasi *fly ash*



Gambar 10. Hubungan kuat lentur dengan variasi *fly ash*

Tabel 12 Perhitungan Kuat Lentur Pelat Beton Non Pasir dengan Variasi Fly Ash 0%, 20%, 40% dan 60%

<i>Fly Ash</i>	Kode	<i>Peak Point</i> (kg)	<i>Peak Point</i> (Newton)	Tegangan Lentur (MPa)	Rata-Rata Kuat Lentur (MPa)
Variasi <i>Fly Ash</i> 0%	L	828,3	8125,62	1,22	1,06
	K	217,35	2132,20	0,32	
	J	1121,40	11000,93	1,65	
Variasi <i>Fly Ash</i> 20%	I	985,95	9672,17	1,45	1,21
	H	799,50	7843,10	1,18	
	G	677,25	6643,82	1,00	
Variasi <i>Fly Ash</i> 40%	F	955,80	9376,40	1,41	1,55
	E	1075,65	10552,13	1,58	
	D	1136,10	11145,14	1,67	
Variasi <i>Fly Ash</i> 60%	C	109,20	1071,25	0,16	0,75
	B	1250,55	12267,90	1,84	
	A	172,65	1693,70	0,25	

#### 4. Kesimpulan

Terdapat beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil pengujian kuat lentur terhadap pelat beton non pasir dengan penambahan *fly ash* (20%,40% dan 60%) dan superplasticizer (0,5%), yaitu :

1. Pemberian *fly ash* pada beton non pasir dengan variasi 0%, 20%, 40% dan 60% memberikan peningkatan nilai kuat lentur mulai dari variasi 0%, 20% dan 40% namun pada variasi 60% mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian *fly ash* dapat membantu

meningkatkan nilai kuat lentur beton non pasir, jika dilakukan dengan kadar yang tepat yaitu pada variasi *fly ash* 40%.

2. Dari hasil kuat lentur yang didapat beton non pasir dengan pemberian *fly ash* dan *superplasticizer* dapat digunakan sebagai perkerasan untuk pejalan kaki, taman dan lantai *greenhouse*.

## 5. Daftar Pustaka

- ACI Committee 522. 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*, 4(2): 11-20.
- BSN, 2002, *SNI 03-6861-2002 Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Elhusna., Supriani, F., Gunawan, A., dan Islam, G. 2011. Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5. *Jurnal Teknik Sipil INERSIA*. 3(1): 4-9.
- Ervianto, M., Saleh, F., Prayuda, H. 2016. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Bestmittel). *SINERGI*, 20 (3): 199-206
- Ginting, A. 2015. Pengaruh Rasio Agregat Semen Dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous. *Jurnal Teknik Universitas Janabadra*, 5(1): 2-9.
- Handani, S. 2009. Pengaruh Panjang Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Ilmu Fisika*, 1(1): 26-30.
- Haryanto, Y. 2016. Pengaruh Serat Limbah Karpet Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Ringan Dari Alwa. *TECHNO*, 17(2): 73-78.
- Neville, A.M., Brooks, J.J. 2010. *Concrete Technology*. Second Edition. Pearson Education Limited. Essex. England.
- Nurtanto, D. 2017. Kontribusi Kuat Lentur Polikarbonat Pada Pelat Beton Berpori. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 1 (1): 1-6.
- Pertiwi, D.R.R., Sabariman, B. 2017. Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(1): 247-255.
- Pranoto, F.T., Budi, A.S., dan Basuki, A. 2014. Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu Wulung Dengan Takikan Tidak Sejajar. *Matriks Teknik Sipil*, 2(1): 77-84.
- Rahmi, A.S., Handayani, S., dan Mulyadi, S. 2015. Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton K-350. *Jurnal Fisika*, 4 (3): 298-302.
- Royani, I. F., Ahmad, B., dan Sunarmasto. 2014. Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Ringan Dengan Agregat Limbah Plastik Pet dan Limbah Serbuk Kayu. *Matriks Teknik Sipil*, 2(4): 641-648.
- Sari, M.F., Setyawan, A., dan Sambowo, K.A. 2013. Tinjauan Durabilitas Beton Berpori Sebagai Perkerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan. *Matriks Teknik Sipil*, 1(2): 142-148
- Tjokrodinuljo, K. 2010. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada.
- Wirawan, B., Setyawan, A., dan Sumarsono, A. 2016. Analisis Petrografi Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku. *Matriks Teknik Sipil*, 4(1): 217-222.