

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 BETON

Beton (*concrete*) adalah campuran semen portland (Portland Cemen/PC) atau dapat berupa semen hidraulis lainnya, agregat kasar dan halus, air, dan dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*). Bahan-bahan yang ditambahkan dapat berupa bahan kimia, serat, atau bahan buangan (limbah) non-kimia. Campuran tersebut (beton segar) tersebut pada awalnya berbentuk plastis, jika dituang dalam cetakan lalu didiamkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan dikarenakan adanya reaksi kimia antara semen (PC) dan air dalam kurun waktu tertentu yang cukup lama, sehingga lambat laun beton akan selalu bertambah keras dan kuat sesuai dengan pertambahan usianya, menurut SNI-2847-2013.

Mulyono (2004) mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Sedang Sagel, dkk. (1994) menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan Pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, kebersihan, dan gradasi agregat mempengaruhi kekuatan pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton.

Kualitas dan kuantitas air berpengaruh besar pada pengerasan dan kekuatan beton. Saat setelah beton mengeras, diharapkan beton memiliki kemampuan menahan beban, maka sifat dasar yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya yang tinggi. Kekuatan pada beton sangat dipengaruhi oleh rasio

campuran air dan semen yang digunakan dan selanjutnya akan disebut sebagai faktor air semen (FAS) dan derajat kekompakan antar agregat yang terkandung di dalamnya. Adapun faktor lain yang berpengaruh pada kekuatan beton adalah tipe semen dan tipe gradasi agregat kasar dan halus, kualitas semen, dan perawatan (*curing*).

2.2 BETON SERAT

Beton serat adalah campuran beton biasa yang ditambah serat ke dalamnya. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*poly-propylene*), atau potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, sabut kelapa, bambu, ijuk) (Mulyono, 2004)

Menurut Tjokrodinuljo (1992), beton serat (*Fibre Concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Penambahan serat pada adukan beton akan mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi. Penurunan tingkat kemudahan ini dipengaruhi oleh volume serat dan panjang serat. Serat dalam beton itu berguna untuk memperbaiki kelemahan beton terutama kuat tariknya, mencegah adanya retak-retak pada beton, sehingga menjadikan beton serat lebih daktail dari beton biasa. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi dari beton, misalnya kawat baja, maka beton serat akan bersifat lebih tahan benturan dan lenturan, sedangkan bila modulus elastisitasnya lebih rendah, misalnya serat rami atau plastik, hanya membuat beton lebih tahan benturan saja. Karena sifatnya yang lebih tahan benturan daripada beton biasa maka sering dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat udara, jalan raya, lantai jembatan.

Penggunaan serat dapat meningkatkan kinerja beton, seperti peningkatan penyerapan energi, pengurangan retak plastis pada umur awal, mengontrol retak dan juga mengurangi *spalling* ketika beton sudah retak. Penggunaan fiber dalam beton juga dapat meningkatkan daktilitas beton dari sifat yang getas menjadi lebih daktil. Keuntungan yang lain adalah dapat meningkatkan kekuatan lentur balok beton (Antoni, dkk 2007).

Kandungan serat pada beton menambah kekuatan *interlocking* antar material penyusun beton, membantu penyaluran dan perambatan beban-beban/gaya-gaya yang bekerja pada beton serta mencegah terjadinya keretakan pada beton, bahkan setelah terjadi keretakan, kandungan serat dapat menjadi jembatan yang menjebatani beban-beban/gaya-gaya yang bekerja pada beton (Perumalsamy dan Surendra, 1992).

2.3 SERAT KARBON (*CABON FIBER*)

Serat karbon adalah bahan yang terdiri dari serat yang sangat kecil dengan diameter serat $\pm 7 \mu\text{m}$ dan sebagian besar terdiri dari atom karbon. Karakteristik dari serat karbon antaralain: tegangan tarik $360 \pm 50 \text{ kg/mm}^2$, modulus elastisitas $23.500 \pm 1.000 \text{ kg/mm}^2$, massa jenis $1,75 \pm 0,2 \text{ g/cm}^3$ (Sutrisno, 2015).

Serat karbon dapat didefinisikan sebagai serat karbon jika mengandung setidaknya 92% karbon, sedangkan serat yang mengandung setidaknya 99% karbon biasanya disebut serat grafit. Serat karbon umumnya memiliki kuat tarik yang sangat baik, kepadatan yang rendah, stabilitas termal dan stabilitas kimia yang tinggi tanpa adanya zat pengoksidasi, konduktivitas termal dan listrik yang baik, dengan ketahanan mulur yang sangat baik. Serat karbon telah banyak digunakan untuk pembuatan komposit dalam bentuk tekstil tenunan, *prepregs* (serat siap pakai yang sudah diinjeksi/dicampur dengan resin sebelumnya), serat kontinyu / keliling, dan serat cincang. Bagian komposit dapat diproduksi melalui proses lilitan filamen, lilitan pita, *pultrusion*, cetakan kompresi, kantong hampa udara, cetakan cair, dan cetakan injeksi (Xiaosong Huang, 2009).



Gambar 2.1 Serat karbon (*Carbon Fiber*) dengan model anyaman *Twill*

2.4 SIKA VISCOCRETE-3115 N

Sika Viscocrete-3115 N merupakan bahan tambah yang termasuk dalam golongan *Superplasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan daya alir beton atau beton yang mampu memadat sendiri (*High flow concrete / Self-Compacting concrete*).

Menurut *Product Data Sheet* Sika Viscocrete-3115 N (2016), Sika Viscocrete-3115N adalah *super-plasticizer* generasi ke-3 untuk mortar dan beton. Dikembangkan untuk produksi beton yang mudah mengalir dengan mengurangi retensi kemampuan mengalirnya (*High flow concrete / Self-Compacting concrete*) dan secara signifikan mengurangi *bleeding* dan segregasi.

2.5 KARAKTERISTIK KEKUATAN BETON

Kelebihan utama beton adalah mempunyai kuat tekan yang tinggi, sedangkan kekurangan beton adalah pada kuat tariknya yang rendah (hanya 9% – 15 % dari kuat tekanya). Berdasarkan hal tersebut, maka pada sisi atau elemen atau bagian struktur yang menahan beban tarik biasanya diberi perkuatan dengan menambahkan baja-tulangan, sehingga terbentuklah sebuah struktur baru yang berupa struktur komposit dan biasa disebut beton bertulang. Dan beton tanpa tulangan disebut beton polos (*plain concrete*).

Kuat tekan beton merupakan perbandingan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Menurut Wang, Chu Kia. dkk (1990), Kekuatan desak beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Kekuatan beton dalam menahan tarik adalah suatu sifat yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak di dalam struktur. Modulus Elastisitas pada beton merupakan hubungan antara tegangan dan regangan beton ketika diberi beban tekanan (Smith, 1980).

2.6 PENELITIAN TERDAHULU

Pu-Woei Chen dan D.D.L Chung (1992) telah melakukan penelitian mengenai “*Concrete Reinforced with Up to 2,0 vol% of Short Carbon Fibres*” Dalam percobaan ini menggunakan campuran 0,5% serat karbon, 0,5% tersebut dari berat semen atau 0,189% dari berat beton sampelnya. Bila dibandingkan dengan beton normal tanpa campuran mengalami peningkatan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) sebesar 85%, ketangguhan lentur (*Flexural Toughness*) sebesar 205% dan peningkatan kuat tekannya (*Compressive strength*) sebesar 22% dalam usia beton 28 hari dengan peningkatan biaya sebesar 39%.

Selain itu, mereka juga melakukan percobaan dengan teknik *air entrainer*, yaitu suatu teknik agar terdapat banyak gelembung dalam beton tersebut. Teknik tersebut diaplikasikan kepada campuran beton karbon dengan campuran yang sama dan kepada beton tanpa campuran serat karbon dan dihasilkan peningkatan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) sebesar 79%, ketangguhan lentur (*Flexural Toughness*) sebesar 53% dan peningkatan kuat tekannya (*Compressive strength*) sebesar 95% dalam usia beton 28 hari terhadap beton tanpa campuran serat karbon dengan teknik *air entrainer*.

Karena perlakuan-perlakuan tersebut, maka campuran tersebut sangat efektif untuk meningkatkan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) dalam menggunakan atau tidak menggunakan teknik *air entrainer*, tapi sangat efektif dalam meningkatkan ketangguhan lentur (*Flexural Toughness*) selama tidak menggunakan teknik *air entrainer*. Peningkatan ketangguhan lentur (*Flexural Toughness*) sekaligus juga akan meningkatkan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) dan juga daktilitas.

Selain itu campuran serat karbon yang efektif untuk meningkatkan kekuatan lentur (*Flexural Strength*) sebesar 0,1% dari berat semen dan dibawah 0,1% dari berat semen masih efektif untuk meningkatkan ketangguhan lentur (*Flexural Toughness*). Memakai panjang serat optimum antara 7mm hingga 12mm dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,5 dengan slump 102mm tanpa teknik *air entrainer*, sedangkan dengan teknik *air entrainer* nilai slumpnya sebesar 50,8mm

dan faktor air semen (FAS) 0,45. Dan untuk beton normalnya tanpa campuran serat karbon dengan faktor air semen (FAS) yang sama, slumpnya adalah 152mm.

Norazman Mohamad Nor, Mohd Hanif Ahmad Boestamam dan Mohammed Alias Yusof (2013) telah melakukan penelitian mengenai “*Carbon Fiber Reinforced Polymer (CRFP) as Reinforcement for Concrete Beam*” Dalam penelitian ini mereka membuat 3 kelompok balok yang akan diuji, yaitu Tipe1 (balok/benda uji kontrol) : Balok dengan panjang 600mm, lebar 150mm dan tebal 150mm dengan 2 baja tulangan berdiameter 12mm dengan kuat tariknya sebesar 371 MPa dan modulus elastisitas sebesar 204 kN/mm² diletakkan di bagian bawah balok dengan tebal kulit beton setebal 25mm; Tipe2 : Balok dengan dimensi yang sama namun baja tulangan digantikan dengan serat karbon dengan dimensi panjang 450mm, lebar 60mm dan tebal 4,5mm diletakkan dibagian bawah balok dengan tebal lapisan kulit beton sebesar 25mm; dan Tipe3 : Dimensi balok sama tanpa baja tulangan dan digantikan dengan serat karbon dengan dimensi yang sama dengan yang ada pada Tipe2, serat karbon diletakkan dibagian bawah balok tanpa ada lapisan kulit beton sama sekali.

Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa balok yang diperkuat dengan CRFP dapat menahan beban yang lebih besar bila dibandingkan dengan balok yang menggunakan baja tulangan, bahkan pada sampel Tipe3 tetap dapat menahan beban lebih besar (27,2 kN) bila dibandingkan dengan balok dengan baja tulangan (Tipe1 : 20,2 kN) meskipun mengalami licin (*slip*) dan lepasnya ikatan (*snap*) antara balok dengan CRFP sehingga dianggap tidak layak untuk dijadikan struktur. Sedangkan untuk Tipe2 juga sukses dalam menahan beban bila dibandingkan dengan balok Tipe3 dengan tanpa mengalami licin (*slip*) dan lepasnya ikatan (*snap*) antara balok dengan CRFP meskipun beban maksimum yang mampu ditahan sedikit lebih rendah (22,1 kN) bila dibandingkan dengan Tipe3 sehingga dapat dikatakan layak untuk struktur. Selain itu untuk masalah ketahanan jangka panjangnya masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan CRFP dapat digunakan sebagai penguat untuk balok beton pada bagian tarik.

2. Balok yang diperkuat dengan CRFP dapat menahan dengan baik beban lentur.
3. Ikatan antara CRFP dengan beton memiliki peranan yang sangat penting, oleh karena itu lapisan beton yang melapisis CRFP sangat diperlukan untuk struktur yang baik.
4. Kemampuan dan perilaku balok yang diperkuat dengan CRFP sebanding dengan balok yang diperkuat dengan baja tulangan.

Dr. Abdulkader Ismail A, Dr. Ibrahim Ahmed S dan Eng. Noor Salah Najim (2013) Dari penelitian yang mereka lakukan dengan judul "*Mechanical Properties of Carbon Fiber Lightweight Aggregate Concrete Containing Acrylic Polymer*" dapat diketahui bahwa:

1. Kuat tekan beton normal dengan campuran berdasarkan volume (1:1,5:2) didapatkan kuat tekan sebesar 19,31 MPa pada 28 hari dan 22,54 MPa pada 56 hari. Dengan penambahan cacahan serat karbon dengan panjang 5mm dapat meningkatkan kuat tekan hingga 30 MPa pada usia 56 hari. Dan penambahan polimer akrilik dengan tambahan 1% dari volume berupa serat karbon menurunkan kuat tekannya hingga 25 MPa pada usia 56 hari.
2. Kekuatan lentur pada beton normal adalah 3,5 MPa pada usia 28 hari dan 3,6 MPa pada usia 56 hari. Dengan menambahkan cacahan serat karbon dengan panjang 5mm meningkatkan kuat lenturnya hingga 4,88 pada usia 56 hari. Dan penambahan polimer akrilik dengan tambahan 1% dari volume berupa serat karbon menurunkan kekuatan lenturnya hingga 3,36 MPa pada usia 56 hari.
3. Kuat belahnya pada beton normal adalah 1,7 MPa pada usia 28 hari dan 1,98 MPa pada usia 56 hari. Dengan menambahkan cacahan serat karbon dengan panjang 5mm meningkatkan kuat belahnya hingga 3,14 pada usia 56 hari. Dan penambahan polimer akrilik dengan tambahan 1% dari volume berupa serat karbon menurunkan kekuatan lenturnya hingga 2,9 MPa pada usia 56 hari.

Dari hasil di atas terlihat jelas bahwa penambahan serat karbon yang cukup dapat digunakan sebagai material untuk beton ringan, karena berat jenis serat karbon yang rendah dan kuat tarik yang tinggi dari serat karbon itu sendiri. Hal tersebutlah yang berdampak pada meningkatnya kuat desak beton, kuat lentur beton dan kuat belah beton. Sedangkan polimer akrilik justru berdampak

sebaliknya meski sudah ditambahkan serat karbon 1% dari volume. Polimer akrilik tidak direkomendasikan untuk ditambahkan kedalam campuran beton.

E. Mello, C. Ribellato dan E. Mohamedelhassan (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “*Improving Concrete Properties with Fibers Addition*” yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.



CELLULOSE RESULTS

	Workability		Compressive		Flexural		Tensile	
	Plasticizer (mL)/m ³	Slump (mm)	Strength (MPa)	Δ in Compressive Strength	Strength (MPa)	Δ in Flexural Strength	Strength (MPa)	Δ in Tensile Strength
Plain Concrete	0	85.0	42.9	-	6.46	-	3.75	-
Cellulose Fibers 0.2%	1217	75.0	38.5	-10.2%	6.35	-1.8%	2.69	-28.1%
Cellulose Fibers 0.3%	2431	75.0	38.7	-9.8%	5.46	-15.6%	3.07	-18.1%
Cellulose Fibers 0.4%	2915	55.0	37.5	-12.7%	5.63	-12.8%	3.41	-8.9%
Cellulose Fibers 0.5%	2912	25.0	35.8	-16.4%	5.93	-8.3%	2.73	-27.2%

STEEL RESULTS

	Workability		Compressive		Flexural		Tensile	
	Plasticizer (mL)/m ³	Slump (mm)	Strength (MPa)	Δ in Compressive Strength	Strength (MPa)	Δ in Flexural Strength	Strength (MPa)	Δ in Tensile Strength
Plain Concrete	0	85.0	42.9	-	6.46	-	3.75	-
Steel Fibers 0.5%	0	75.0	39.0	-9.0%	6.88	6.4%	3.27	-12.8%
Steel Fibers 1.5%	1145	20.0	41.0	-4.4%	9.43	45.9%	5.47	45.8%
Steel Fibers 2.3%	1135	0.0	45.2	5.3%	11.68	80.7%	7.27	93.3%
Steel Fibers 3%	1127	0.0	51.4	19.9%	10.85	67.9%	8.30	121.5%

CARBON RESULTS

	Workability		Compressive		Flexural		Tensile	
	Plasticizer (mL)/m ³	Slump (mm)	Strength (MPa)	Δ in Compressive Strength	Strength (MPa)	Δ in Flexural Strength	Strength (MPa)	Δ in Tensile Strength
Plain Concrete	0	85.0	42.9	-	6.46	-	3.75	-
Carbon Fibers 0.2%	2321	95.0	43.1	0.5%	7.24	11.9%	2.98	-20.4%
Carbon Fibers 0.3%	2320	85.0	43.6	1.6%	6.82	5.5%	3.78	0.9%
Carbon Fibers 0.4%	2895	0.0	42.0	-2.1%	9.37	45.5%	4.17	11.3%
Carbon Fibers 0.5%	2892	0.0	47.0	9.6%	6.94	7.3%	4.11	9.7%

PET RESULTS

	Workability		Compressive		Flexural		Tensile	
	Plasticizer (mL)/m ³	Slump (mm)	Strength (MPa)	Δ in Compressive Strength	Strength (MPa)	Δ in Flexural Strength	Strength (MPa)	Δ in Tensile Strength
Plain Concrete	0	85.0	42.9	-	6.46	-	3.75	-
Pet Fibers 0.5%	0	85.0	30.4	-29.0%	5.58	-13.8%	2.61	-30.4%
Pet Fibers 1.0%	684	25.0	30.9	-27.9%	5.40	-16.5%	2.78	-25.7%
Pet Fibers 1.5%	681	0.0	29.7	-30.9%	5.19	-19.7%	2.71	-27.6%
Pet Fibers 2.3%	675	0.0	28.2	-34.3%	4.80	-25.7%	2.91	-22.3%

Tabel 2.1 Tabel hasil penelitian "Improving Concrete Properties with Fibers Addition"

Oscar Galao, Luis Banon, Fransisco Javier Baeza, Jesus Carmona dan Pedro Garces (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “*Highly Conductive Carbon Fiber Reinforced Concrete for Icing Prevention and Curing*” dalam penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Arus AC maupun DC dapat digunakan untuk meningkatkan suhu benda uji.
2. Voltase yang ditetapkan sebesar 20V atau 25V dapat mencegah benda uji mengalami pembekuan dan dapat meningkatkan suhu benda uji di atas 0°C di dalam lingkungan bersuhu -15°C. Oleh karena itu, dengan voltase 20V yang telah ditetapkan sudah cukup untuk membuat benda uji berfungsi sebagai elemen pemanas dengan konsumsi energi yang masuk akal.
3. Model matematis dan hasil pengujian menunjukkan hasil dengan korelasi yang mendekati sehingga beton dengan konduktivitas tinggi ini dapat diterapkan seperti yang sudah diprediksi sebelumnya.

2.7 PERBANDINGAN PENELITIAN

Pada Tabel 2.2 berikut ini dapat dilihat perbandingan antara penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian yang terdahulu.

Tabel 2.2 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
Pu-Woei Chen dan D.D.L Chung (1992)	<i>Concrete Reinforced with Up to 2,0 vol% of Short Carbon Fibres</i>	Mengetahui pengaruh penambahan serat karbon kedalam beton dengan metode konvensional maupun <i>air entrainer</i> dalam upaya peningkatan kemampuan beton dalam menahan beban desak, beban belah dan beban lentur.	Kuat desak, kuat belah dan kuat lentur dengan metode konvensional dan metode <i>air entrainer</i>	Kelompok benda uji dibagi menjadi 2, yaitu dengan metode <i>air entrainer</i> dan metode konvensional. Terdapat dua macam beton yaitu beton normal untuk control dan beton dengan campuran serat karbon. Terdapat sampel untuk pengujian desak, belah dan lentur. Beton di uji setelah berusia 28 hari.	Penambahan serat karbon dapat meningkatkan <i>Compressive strength</i> , <i>Flexural Strength</i> dan <i>Flexural Toughness</i> serta daktilitas selama tidak menggunakan teknik <i>air entrainer</i> .

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
Norazman Mohamad Nor, Mohd Hanif Ahmad Boestama m dan Mohammed Alias Yusof (2013)	<i>Carbon Fiber Reinforced Polymer (CRFP) as Reinforcement for Concrete Beam</i>	Mengetahui pengaruh serat karbon berupa lembaran dalam menahan beban lentur pada balok	Kuat lentur beton	Pengujian dilakukan pada usia balok 28 hari, dengan dimensi balok 150x150x600mm. balok dibedakan menjadi 3 tipe, yaitu balok dengan baja tulangan 2x12mm yang diletakkan dibawah balok/dibagian tarik balok dengan kulit setebal 25mm, tipe berikutnya penambahan serat karbon dengan dimensi 450x60x4,5mm diletakkan dibagian bawah/bagian tarik balok dengan lapisan kulit beton setebal 25m dan tipe yang terakhir penambahan serat karbon dengan dimensi 450x60x4,5mm diletakkan dibagian bawah/bagian tarik balok tanpa lapisan kulit beton. Pengujian berupa uji lentur 2 titik, benda uji diuji hingga hancur/gagal.	Penggunaan CRFP dapat digunakan sebagai penguat untuk balok beton pada bagian tarik. Balok yang diperkuat dengan CRFP dapat menahan dengan baik beban lentur. Ikatan antara CRFP dengan beton memiliki peranan yang sangat penting, oleh karena itu lapisan beton yang melapisi CRFP sangat diperlukan untuk struktur yang baik. Kemampuan dan perilaku balok yang diperkuat dengan CRFP sebanding dengan balok yang diperkuat dengan baja tulangan.

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
Dr. Abdulkader Ismail A, Dr. Ibrahim Ahmed S dan Eng. Noor Salah Najim (2013)	<i>Mechanical Properties of Carbon Fiber Lightweight Aggregate Concrete Containing Acrylic Polymer</i>	Mengetahui pengaruh penambahan serat karbon dan polimer akrilik bercampur serat karbon kepada beton terhadap kemampuan beton dalam menahan beban desak, belah dan lentur	Kuat desak, kuat belah dan kuat lentur	Pengujian dilakukan pada usia beton 28 hari dan 56 hari, pengujian berupa uji desak, belah dan lentur. Benda uji berupa beton normal tanpa campuran (beton control) serta beton dengan tambahan serat karbon dan yang terakhir beton dengan campuran polimer akrilik yang sudah dicampuri serat karbon sebanyak 1% dari volume polimernya.	Penambahan serat karbon yang cukup dapat digunakan sebagai material untuk beton ringan, karena berat jenis serat karbon yang rendah dan kuat tarik yang tinggi dari serat karbon itu sendiri. Hal tersebutlah yang berdampak pada meningkatnya kuat desak beton, kuat lentur beton dan kuat belah beton. Sedangkan polimer akrilik justru berdampak sebaliknya meski sudah ditambahkan serat karbon 1% dari volume. Polimer akrilik tidak direkomendasikan untuk ditambahkan kedalam campuran beton
E. Mello, C. Ribellato dan E. Mohamedelhassan (2014)	<i>Improving Concrete Properties with Fibers Addition</i>	Mengetahui pengaruh penambahan serat selulosa, serat baja, serat karbon dan serat plastik PET terhadap kemampuan beton dalam menahan desak, lentur dan belah	Kuat desak, kuat belah dan kuat lentur serta volume optimal campuran serat	Pengujian dilakukan pada usia beton 28 hari. Pengujian berupa uji desak, belah dan lentur. Variasi beton berupa macam macam serat, presentase serat berdasarkan berat beton dan penambahan plasticizer.	Penambahan serat berupa selulosa dan plastic PET justru menurunkan kemampuan beton dalam menahan beban tarik, lentur dan belah. Sedangkan penambahan serat besi memberikan dampak paling positif bahkan bila dibandingkan dengan penambahan serat karbon.

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Judul	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
Oscar Galao, Luis Banon, Fransisco Javier Baeza, Jesus Carmona dan Pedro Garces (2016)	<i>Highly Conductive Carbon Fiber Reinforced Concrete for Icing Prevention and Curing</i>	Mengetahui pengaruh penambahan serat karbon kedalam beton dalam upaya meningkatkan konduktivitas beton dalam rangka mencegah pembekuan pada beton	Beton tidak membeku dalam suhu lingkungan -15°C	Benda uji berupa pelat dengan dimensi 300x300x21,8mm dan 300x300x20,7mm. Beton dengan campuran serat karbon yang masih segar dilakukan curing segera setelah dituang kedalam cetakan dengan metode <i>in humidity cahmber</i> selama 24 jam dengan suhu 20°C dengan kelembaban 95%. Setelah preses curing selesai benda uji didiamkan selama 28 hari. Setelah 28 hari dilakukan uji penyetruman dengan daya 20V dan 25V.	Arus AC maupun DC dapat digunakan untuk meningkatkan suhu benda uji. Voltase yang ditetapkan sebesar 20V atau 25V dapat mencegah benda uji mengalami pembekuan dan dapat meningkatkan suhu benda uji di atas 0°C di dalam lingkungan bersuhu -15°C. Oleh karena itu, dengan voltase 20V yang telah ditetapkan sudah cukup untuk membuat benda uji berfungsi sebagai elemen pemanas dengan konsumsi energi yang masuk akal. Model matematis dan hasil pengujian menunjukkan hasil dengan korelasi yang mendekati sehingga beton dengan konduktivitas tinggi ini dapat diterapkan seperti yang sudah diprediksi sebelumnya.
Yesa Kristiando no (2018)	Analisis Pengaruh Pencampuran Serat Karbon Terhadap Kekuatan Beton dalam Menahan Beban Desak, Beban Tarik dan Beban Lentur	Mengetahui dampak penambahan serat karbon kedalam beton dalam upaya peningkatan kemampuan beton dalam menahan beban desak, beban tarik dan beban lentur	Kuat desak, kuat belah dan kuat lentur	Pengujian dilakukan setelah benda uji berusia 28 hari. Pengujian berupa uji desak, belah dan lentur. Variasi berupa panjang serat karbon, yaitu 5mm; 10mm; dan 15mm dengan kadar 0,3% dari berat bahan pengikat (semen).	

2.8 KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan kali ini merupakan lanjutan penelitian dari E. Mello, C. Ribellato dan E. Mohamedelhasan (2014) dengan perbedaan pada penentuan kadar serat karbon yang akan dicampurkan, yaitu 0,4% dari berat beton normal serta variasi berupa panjang serat karbon yang akan dicampurkan, yaitu 5mm; 10mm; dan 15mm serta penambahan superplasticizer dengan merk Sika Viscocrete-3115N sebesar 0,3% dari berat bahan pengikat (semen). Sedangkan pada pengujian terdahulu, persentase campuran menjadi variasi, selain itu panjang serat yang dicampurkan tidak diperhitungkan atau sekedar serat yang dicacah secara asal. Sehingga dalam penelitian ini diharapkan akan mendapatkan hasil dari pengaruh variasi panjang serat karbon yang akan dicampurkan dalam upaya meningkatkan kuat desak, kuat belah dan kuat lentur beton.

