

ANALISIS BETON SELF COMPACTED MENGGUNAKAN SEMEN PCC

⁽¹⁾Muhammad Imany Romadhon), ⁽²⁾ Dr. Eri Setia Romadhon, M.T)

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Jayabaya Jakarta,
Indonesia

Email: imanyramadhan24@gmail.com; eriromadhon63@gmail.com

Abstrak

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 80-an. Beton SCC merupakan beton yang inovatif yang tidak memerlukan getaran ataupun alat pemadat karna beton SCC dapat memadat sendiri. Tujuan penelitian ini yaitu (1) memperoleh kekuatan tekan beton self compacted pada beberapa umur yaitu 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari, (2) memperoleh kekuatan tekan beton self compacted pada beberapa kadar fly ash yaitu 0, 15, 30 dan 45%, 3) memperoleh besaran kuat tarik beton self compacted. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain yaitu penentuan komposisi beton scc melalui tinjauan pustaka. Kemudian pembuatan model uji menggunakan silinder 100 x 200 mm untuk dilakukan pengujian tekan dan tarik beton SCC. Tahapan terakhir yaitu pembuatan model dengan regresi power untuk melihat hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan beton self compacted. Hasil perhitungan menunjukkan beton SCC memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 25,8 KN dengan kenaikan mutu rata sebesar 2,37 KN. Komposisi fly ash 15% memiliki nilai mutu beton yang paling tinggi yaitu sebesar 25,8 KN. Nilai kuat tarik belah pada beton SCC yaitu berikisar dari 2. 10 – 2.80 KN. Beton SCC memiliki keterkaitan yang kuat antara nilai kuat tekan dan kuat tarik belah.

Kata kunci: Beton Self Compacted, Kuat tekan, Tarik Belah,

Pendahuluan

Penelitian yang inovatif dilakukan untuk mendapatkan sesuatu yang baru sebagai upaya meningkatkan kualitas bahan dapat bermunculan. Semua yang dilakukan para peneliti dimaksudkan untuk menjawab permasalahan yang timbul dalam penggunaan bahan serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Beton merupakan material yang sangat penting dan banyak digunakan untuk membangun berbagai infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, bendungan, pembangkit listrik, gedung dan bangunan - bangunan lainnya. Hampir pada semua bangunan yang didirikan dapat dikatakan selalu

membutuhkan pekerjaan beton, baik itu berupa beton struktural maupun non struktural. Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi, beton dikembangkan dan ditingkatkan kualitasnya untuk menjadi lebih baik.

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan hasil riset di Jepang pada awal tahun 80-an. Beton SCC merupakan beton yang inovatif yang tidak memerlukan getaran ataupun alat pemadat karna beton SCC dapat memadat sendiri. Hal ini karna beton SCC dapat mengalir di bawah beratnya sendiri, sehingga dapat mempermudah dalam pengerjaan beton kepadatan pada bagian yang sulit dijangkau dan secara

umum meningkatkan mutu beton (Ngudiyono *et al.* 2021).

Perbedaan utama antara beton konvensional dengan SCC yaitu pada beton segar dengan nilai faktor air semen (FAS) rendah, SCC dapat memadat sendiri tanpa penggetaran, sedangkan pada beton konvensional beton dalam kondisi kental sehingga sulit untuk dikerjakan. Campuran beton dikatakan SCC, jika mempunyai sifat yaitu memiliki kemampuan mengisi celah-celah diantara tulangan (*filling ability*), kemampuan lolos (*passing ability*), dan ketahanan terhadap pemisahan butiran/ segregasi (*segregation resistance*). Untuk memenuhi sifat di atas, maka pada SCC membutuhkan bahan tambah kimia dengan jenis superplastisizer dan fraksi agregat yang berbutiran halus lebih banyak dibandingkan dengan beton konvensional (Amalia dan Riyadi 2019). Penelitian Okamura & Ouchi (2003) menyebutkan bahwa pada SCC membutuhkan agregat halus 60% dan dosis superplastisizer lebih tinggi dibandingkan beton konvensional. Untuk menghasilkan SCC dengan performansi tinggi dibutuhkan agregat kasar dengan diameter maksimum 18 mm (Collepardi, 2005).

Saat ini penggunaan semen di Indonesia telah beralih dari jenis Ordinary Portland Cement (OPC) menjadi Portland Composite Cement (PCC). Perbandingan penggunaan semen PCC dibanding semen OPC adalah sekitar 80:20. Penggunaan semen PCC yang terus meningkat dalam proyek-proyek besar seperti proyek di lingkungan air laut, menjadikan semen PCC mudah diperoleh di pasaran. Harga semen tipe PCC lebih murah dibandingkan

dengan tipe OPC, sehingga kecenderungan pemakaian semen tipe PCC semakin meningkat (Susanto *et al.* 2019).

Semen PCC merupakan bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain seperti terak tanur tinggi (*slag*), *pozzolan*, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen Portland komposit (SNI, 2004). Menurut Supartono (2001) bahan-bahan anorganik tersebut merupakan bahan-bahan mineral bersifat *pozzolanik*. Bahan *pozzolanik* adalah bahan mineral yang unsur-unsurnya tidak memiliki sifat semesta secara mandiri, namun bila bereaksi dengan kalsium-oksida dan air pada suhu biasa dapat membentuk senyawa seperti semen (*cementitious*). Pada umumnya semen PCC memiliki panas hidrasi rendah sampai sedang, tahan terhadap serangan sulfat, kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatan akhir lebih tinggi.

Terutama pada struktur dengan menggunakan tulangan kompleks, karna beton SCC dapat mengalir dan mengisi setiap ruang kosong dari cetakannya (Efnarc2005). Beton segar SCC memiliki fluiditas tinggi yang dapat mengalir dan mengisi ruang-ruang dalam cetakan dengan sedikit atau tanpa proses getaran (Okamura dan Ouchi 2003).

Pengecoran beton SCC tidak membutuhkan pemadatan sehingga mempunyai keuntungan mengurangi

jumlah tenaga kerja, memperpendek waktu pengecoran, dan mengurangi kebisingan akibat penggunaan alat pemadat (Nicolaas *et al.* 2019). Ngudiyono dkk (2021) mengemukakan beberapa keuntungan dari pemakaian self compacting concrete (SCC). Pemakaian beton SCC bisa mengurangi durasi konstruksi dan mengurangi besarnya upah. Pemadatan beton yang bertujuan untuk mendapat tingkat kepadatan optimum bisa dielemir.

Landasan Teori

Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan (Cormac, 2004). Secara Sederhana Beton dibentuk oleh pengkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil). Kadang-kadang ditambahkan campuran bahan lain (admixture) untuk memperbaiki kualitas beton (Asroni, 2010). Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambah tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Perbandingan campuran bahan susun disebutkan secara urut, dimulai dari ukuran

butir yang paling kecil (lembut) ke butir yang besar, yaitu :semen, pasir, dan kerikil. Jadi jika campuran beton menggunakan semen 1 : 2 : 3, berarti campuran adukan betonnya menggunakan semen 1 bagian, pasir 2 bagian, dan kerikil 3 bagian.

Beton Self Compacted

Beton dengan pemadatan mandiri atau biasa disebut dengan Self Compacting Concrete (SCC), adalah campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (vibrator). SCC pertama kali diperkenalkan oleh Okamura 1990-an, sebagai upaya mengatasi persoalan pengecoran di Jepang. Campuran SCC segar ini lebih cair daripada campuran beton konvensional. Campuran ini dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami bleeding. Selain itu campuran ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan materialnya (Sholihin, 2012). Self compacting concrete memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan van admixture superplastizer untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat pemadat. Sekali dituang ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembedaan yang sangat rapat. Beton ini akan mengalir ke semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. (Ladwing, II –

M., Woise, F., Hemrich, W. and Ehrlich, N. (2001). Untuk memperoleh beton yang mampu mengalir tanpa terjadi pemisahan material, maka digunakan high range water reducer atau "Superplasticizer". Superplasticizer diperlukan untuk mendispersikan (menyebarkan) partikel semen menjadi merata dan memisahkan menjadi partikel-partikel yang halus sehingga reaksi pembentukan C-S-H (tobermorite) akan lebih merata dan lebih aktif (Angelina, 2012).

Semen Portland (PC)

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksida besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadikeras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono, 1989) Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar 1 (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi (Tjokrodinuljo, 1995).

Semen PCC

Semen PCC merupakan bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan

anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain seperti terak tanur tinggi (slag), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen Portland komposit (SNI, 2004). Menurut Supartono (2001) bahan-bahan anorganik tersebut merupakan bahan-bahan mineral bersifat pozzolanik. Bahan pozzolanik adalah bahan mineral yang unsur-unsurnya tidak memiliki sifat semen secara mandiri, namun bila bereaksi dengan kalsium-oksida dan air pada suhu biasa dapat membentuk senyawa seperti semen (cementitious). Pada umumnya semen PCC memiliki panas hidrasi rendah sampai sedang, tahan terhadap serangan sulfat, kekuatan tekan awal kurang, namun kekuatannya lebih tinggi.

Agregat Halus

Agregat Halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batuan yang mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm atau tertahan di saringan no. 4. Hasil desintegrasi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk cenderung membulat dan bertekstur kasar. Fungsi agregat halus dalam campuran beton adalah membentuk mortar yang mengikat agregat kasar.

Agregat Kasar

Menurut Tjokrodinuljo (1996) disebutkan bahwa agregat kasar adalah agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar antara 5 mm dan 40 mm. Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan

efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Sifat-sifat bahan bangunan sangat perlu untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan tersebut, kita dapat menentukan langkah- langkah yang diambil dalam menangani bahan bangunan tersebut. Sifat - sifat dari agregat kasar yang perlu untuk diketahui antara lain ketahanan (hardness), bentuk dan tekstur permukaan (shape and texture surface), berat jenis agregat (specific gravity), ikatan agregat kasar (bonding), modulus halus butir (finenes modulus), dan gradasi agregat (grading). Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butiran lebih dari 5mm (PBI 1971).

Metode

Penelitian ini dilakukan di laboratorium untuk memperoleh data yang diperlukan sesuai dengan standart pengujian SNI metodologi penelitian diskripsi ini terdiri dari 5 tahapan kegiatan. Tahap pertama kajian pustaka untuk mengetahui beton self compacted dengan semen PCC. Tahap kedua penentuan jumlah bahan susun beton self compacted. Tahap ketiga, pembuatan benda uji silinder ukuran 100 x 200 mm untuk uji tekan dan kuat tarik belah. Tahap keempat, pengujian tekan beton beton self compacted umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 dan. Tahap kelima, pembuatan model dengan regresi power hubungan kuat tarik belah dengan kuat tekan beton self compacted. Validasi model dilakukan dengan menghitung korelasi hubungan dua variabel, jika angka korelasi mendekati satu hubungan variabel sangat kuat.

Penentuan Berat Bahan Susu Beton Self Compacted

Tabel 3.1 Perencanaan komposisi dengan menggunakan standart british 225 kg/m3 dengan FAS 0.35

No.	Perencanaan	Rumus Perhitungan	Komposisi
1	Menentukan FAS		0,35
2	Menentukan jumlah air bebas	Tabel 5. (kg)	225
3	Menentukan jumlah semen	$W_s = W_{air} / f_{as}$ (kg)	643
4	Prosentase Pasir	hasil analisis	0,55
5	Prosentase Batu pecah	hasil analisis	0,45
6	Menentukan berat jenis beton		2350
7	berat agregat gabungan	$W_{gab} = W_b - W_s - W_{air}$	1.482
8	Menentukan berat Pasir	$W_{Ps} = \% Ps \times W_{gab}$.	815
9	Menentukan berat Batu	$W_{Bp} = \% Bp \times W_{gab}$..	667

Tabel 3.3 Perencanaan komponen material dengan penambahan *fly ash* 15%

No	Komponen Material	Perbandingan tiap m3	Perbandingan tiap satuan
1	Semen	546	
2	<i>Fly ash</i> 15%	97	
3	Aggregate halus	815	
4	Aggregate kasar	667	
5	Air	225	
6	Superplastizier 2 % semen	7	

Tabel 3.4 Perencanaan Komponen material untuk kebutuhan cetakan silinder 10 x 20 cm

No	Material	Tiap Silinder (kg)
1	Semen	0,555
2	<i>Fly ash</i>	0,454
3	Aggregate halus	1,280
4	Aggregate kasar	1,047
5	Air	0,353
6	Superplastizier 2 % semen	0,020

Sehingga komposisi bahan susun beton self compacted bisa dihitung.

Komposisi beton self compacted disajikan dalam tabel 3.1

Sehingga komposisi bahan susun beton self compacted bisa dihitung. Komposisi beton self compacted disajikan dalam tabel 3.1

3.3 Prosedur pembuatan benda uji

Prosedur pembuatan benda uji

- 1) Hitung berat bahan susun beton self compacted sesuai dengan komposisi telah ditetapkan diatas.
- 2) Masukkan Aggregtae halus, aggregate kasar aduk sampai rata dalam molen, setelah rata masukkan Semen PCC, *Fly ash* diaduk sampai rata.
- 3) Masukan Air dan yang terakhir

superplastisizer molen terus diaduk sampai rata

- 4) Setelah adukan benar benar homogen, ambil adukan dan lakukan uji slump
- 5) Buat benda uji untuk uji kuat tekan, kuat tarik belah, lakukan perawatan sesuai kebutuhan

3.4 Pengujian Kuat Tekan, Kuat tarik belah, kuat lentur, kuat geser Modulus elastisitas, kuat lekatan Beton Self Compacted

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan alat mesin uji tekan (compression testing machine) dengan prosedur sesuai standar ASTM C39-99. sebagai berikut :

- 1) Timbang benda uji sebelum dilakukan uji tekan
- 2) Ukur dimensi benda uji ukuran 100 x 200 (seperti dilakukan oleh Pavitra) hitung luas tampang
- 3) Letakkan benda uji sentris tepat ditengah mesin tekan
- 4) Jalankan mesin tekan dengan penambahan antar 2 sampai 4 kg/cm² tiap detik
- 5) Catat beban maksimum (P) pada manometer saat beton hancur
- 6) Amati secara cermat jenis kerusakan pada beton
- 7) Hitung kuat tekan beton self compacted dengan rumus

Pengujian kuat tarik belah dengan prosedur sesuai standar ASTM C496 sebagai berikut :

$$f'_c - i = \frac{P}{A} = \frac{P}{b \times h} \quad \dots\dots\dots 3.1$$

- 1) Ukur dimensi benda uji silinder ukuran 100 x 200 mm hitung luas tampang
- 2) Letakkan benda uji sentris tepat ditengah mesin tekan
- 3) Jalankan mesin tekan dengan penambahan antar 2 sampai 4 kg/cm² tiap detik

- 4) Catat beban maksimum (P) pada manometer saat beton hancur
- 5) Amati secara cermat jenis kerusakan pada beton
- 6) Hitung kuat tarik belah beton geopolimer dengan rumus

$$\text{Kuat tarik belah } f_t = \frac{2P}{\pi.L.D} \quad \dots\dots\dots 3.2$$

Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aggregate halus, aggregate kasar, fly ash yang ada disekitar jakarta.

Hasil dan Pembahasan

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil yang diperoleh dari setiap pengujian yang dilakukan pada material penyusun dan beton self compacting. Pengujian yang dilakukan antara lain uji slump, tekan beton umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari, uji kuat tarik belah serta model hubungan kuat tarik belah dengan tekan beton self compacting.

4.1 Uji Slump Beton Self Compacted

Uji penurunan dilakukan di Laboratorium Geoteknik Universitas Jayabaya menggunakan cetakan kerucut Abrams dengan diameter atas 200mm dan diameter bawah 100mm dan tinggi 300mm. Penggunaan lantai pada landing test dibuat dengan plat besi dengan lebar 700 mm. Uji jatuh dilakukan dengan menuangkan material berupa beton basah ke dalam cetakan terbalik dan menuangkannya ke dalam tanah. Diameter beton basah sebaran diukur dalam waktu 5 detik. Uji penurunan dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak campuran beton dapat mengisi ruang (Filling Capacity). Hal ini terlihat dari diameter lingkaran pengaduk beton yang digunakan untuk mengukur kapasitas pengisian campuran beton.



Gambar 4.1 hasil uji slump dengan alas 60 cm

Tabel 4.1 Hasil pengujian *slump test*

No	Waktu (detik)	Diameter penyebaran (cm)	Efnarc (detik)	Status Kelayakan
1	5	50	6 – 12 detik	OK
2	7	60	6 – 12 detik	OK
3	9	70	6 – 12 detik	OK

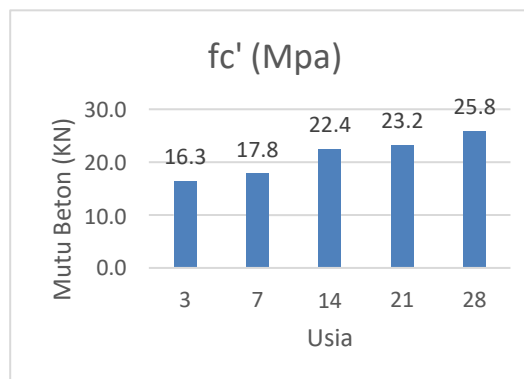
Hasil uji slump menunjukkan bahwa beton basah membutuhkan waktu lima detik untuk mencapai seluruh dasar yang lebarnya 60 cm. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang diuji memiliki tingkat pengenceran yang baik dan layak disebut self compacting concrete. Berdasarkan spesifikasi SCC EFNARC, dapat dikatakan SCC bila kemampuan beton segar untuk mengalir langsung melalui mulut di bagian bawah alat uji diukur dalam skala waktu 6-12 detik (Korua 2019). Ada batasan pada tes acak di mana kelas SCC harus dimasukkan dalam kondisi pengisian yang baik. Keterbatasan alat uji slump Campuran beton yang tergolong SCC harus dapat mencapai diameter 50 cm (Risdianto, 2010).

4.2 Uji Kuat Tekan Beton Self compacting Berdasarkan Umur

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada sampel umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Pengujian diawali dengan mengukur dimensi benda uji, meliputi diameter dan panjang, setelah itu ditimbang berat benda uji. Selain itu, sampel uji ditempatkan secara horizontal di dalam mesin kompresor dan dikompresi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai mutu beton yang akan diuji berdasarkan umur.

Tabel 4.2 Hasil uji kuat tekan beton *self compacted* berdasarkan umur

No	Benda Uji	Berat (g)	Umur (hari)	luas alas mm ²	Gaya KN	fc' (MPa)
1	BT1	3470	3	7850	125	15,92
2	BT2	3415	3	7850	131	16,68
3	BT3	3470	7	7850	138	17,57
4	BT4	3455	7	7850	141	17,96
5	BT5	3475	14	7850	161	20,5
6	BT6	3420	14	7850	190	24,2
7	BT7	3500	21	7850	194	24,71
8	BT8	3425	21	7850	174	22,16
9	BT9	3365	28	7850	189	24,07
10	BT10	3455	28	7850	216	27,51



Gambar 4.3 Hubungan kuat tekan beton dengan umur pada beton self compacted

Hasil analisis hubungan kuat tekan beton dengan umur menunjukkan bahwa mutu beton meningkat seiring bertambahnya umur. Kualitas beton paling meningkat pada kelompok umur 21-28 tahun yaitu H. sebesar 2,3 KN, sedangkan mutu beton menurun pada kelompok umur 14 sampai 21 hari yaitu H. pada 0,8 KN. Nilai kuat tekan self compacting concrete tertinggi terdapat pada benda uji berumur 28 hari yaitu sebesar 25,8 KN, dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada benda uji berumur 3 hari yaitu sebesar 13,8 KN. Kualitas beton rata-rata dari semua lokasi pengujian adalah 21,1 KN. Peningkatan mutu beton disebabkan oleh penurunan kadar air seiring bertambahnya umur beton, yang meningkatkan kerapatan dan mutu beton (Ahmad et al. 2009).

4.3 Uji Kuat Tekan Beton Self compacting Usia 28 hari dengan Variasi Fly ash (0, 15, 30, 45%)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada sampel uji dengan perbandingan pada komposisi fly ash sebesar 0, 15, 30 dan 45 % pada beton berusia 28 hari. Pengujian diawali dengan mengukur dimensi sampel uji meliputi diameter dan panjang, kemudian dilakukan penimbangan berat sampel. Selanjutnya sampel uji diletakan di mesin kompresor secara horizontal dan kemudian ditekan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari mutu beton yang diuji dengan perbandingan komposisi fly ash yang berbeda – beda.



Gambar 4.4 uji tekan beton berdasarkan persentase fly ash

Hasil analisis hubungan kuat tekan beton dengan perbandingan beberapa komposisi fly ash menunjukkan bahwa komposisi fly ash 15% memiliki nilai mutu beton yang paling tinggi yaitu sebesar 25,8 KN. Peningkatan kadar fly ash menyebabkan terjadinya penurunan pada mutu beton, hal tersebut ditunjukkan pada nilai mutu beton uji dengan kadar fly ash 30% dan 45 % yaitu masing – masing sebesar 13,9 dan 12,7 KN. Hal ini dikarenakan semakin banyak penggunaan fly ash sebagai bahan pengganti dalam penggunaan pengurangan semen maka akan semakin menurun kuat tekannya dikarenakan penggunaan semen akan lebih sedikit, karena fly ash belum bisa sepenuhnya

seperti semen yang fungsinya mengikat (Ervianto et al. 2016).

Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi kadar fly ash

No	Benda Uji	Berat (g)	Fly ash (%)	luas alas mm2	Gaya KN	Fci (MPa)	fc' rata rata (Mpa)
1	BTF1	3470	0	7850	174	22.2	21.0
2	BTF2	3415	0	7850	156	19.9	
3	BTF3	3470	15	7850	189	24.1	
4	BTF4	3455	15	7850	216	27.5	25.8
5	BTF5	3475	30	7850	115	14.6	
6	BTF6	3420	30	7850	104	13.2	
7	BTF7	3475	45	7850	88	11.2	12.7
8	BTF8	3420	45	7850	112	14.3	

Pengamatan pada beton menunjukkan beton sedikit tidak berongga dan permukaan lebih halus. Setelah diuji kuat tekan beton sedikit terjadi retak dan sedikit mengalami keruntuhan, setelah beton di belah terlihat material seperti agregat kasar batu pecah, menandakan material agregat kasar sangat bagus digunakan karena mampu mengikat dengan material yang lain. Beton self compacted dengan campuran penambahan fly ash dapat mengurangi rongga pada beton dan sangat bagus dalam mengikat material lain.

4.3 Uji Kuat Tarik Belah Beton Self compacting

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada sampel uji yang berumur 21 dan 28 hari. Pengujian diawali dengan mengukur dimensi sampel uji meliputi diameter dan panjang, kemudian dilakukan penimbangan berat sampel. Selanjutnya sampel uji diletakan di mesin kompresor secara horizontal dan kemudian ditekan. Pengujian kuat tarik belah bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat (SNI 03-2491- 2002).

Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tarik Belah

No	Benda Uji	Berat (g)	luas alas mm2	Gaya KN	ft (MPa)
1	BTB1	3415	31400	88	2.80
2	BTB2	3345	31400	66	2.10
3	BTB3	3450	31400	76	2.48
4	BTB4	3345	31400	81	2.58
5	BTB5	3340	31400	83	2.64

Hasil pengujian pada kuat tarik belah beton self compacted menunjukkan hasil yang beragam. Nilai kuat tarik belah pada keseluruhan sampel uji berkisar dari 2.10 – 2.80 KN. Faktor perbedaan umur sampel (21 dan 28 hari) tidak terlalu mempengaruhi nilai kuat tarik belah pada beton self compacted. Nilai rata – rata dari kuat tarik belah beton self compacted sebesar 2.52 KN atau sebesar 8,37% dari nilai rata – rata kuat tekan beton self compacted. Sementara pada beton konvensional menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya namun nilainya pasti sulit diukur (Mulyono 2004). Nilai kuat tarik belah beton self compacted sangat dipengaruhi oleh lekatan antara pasta semen dengan agregat kasar (Opirina *et al.* 2019).

4.4 Model Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Tekan Beton Self compacting

Analisis regresi dikembangkan untuk mengkaji dan mengukur keterkaitan/ hubungan secara statistik antara dua variabel/ lebih. Hubungan yang didapat biasanya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik. Dalam analisis regresi, suatu persamaan yang berperan untuk untuk menaksir dikembangkan untuk menjelaskan pola atau sifat fungsional keterkaitan antara variabel. Variabel yang akan ditaksir disebut variabel tak bebas dan biasanya diplotkan dalam sumbu Y, sehingga dituliskan dengan simbol Y. Variabel yang mempengaruhi perubahan pada variabel tak bebas disebut variabel bebas dan diplotkan pada sumbu X, sehingga dituliskan dengan simbol X. Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan atau derajat hubungan antara variabel tersebut. Dengan kata lain analisis regresi ingin menjawab : “Bagaimana pola keterkaitan antar variabel tersebut”. (Wibowo 2001).

Regresi non linear model kuadratik

merupakan hubungan antara dua peubah yang terdiri dari variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) sehingga akan diperoleh suatu

$$Y = aX^b \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

Y : persamaan garis lurus Y atas X

a : koefisien regresi merupakan koefisien arah dari garis regresi

b : koefisien yang merupakan titik potong dari garis regresi dengan sumbu tegak X (= variabel bebas)

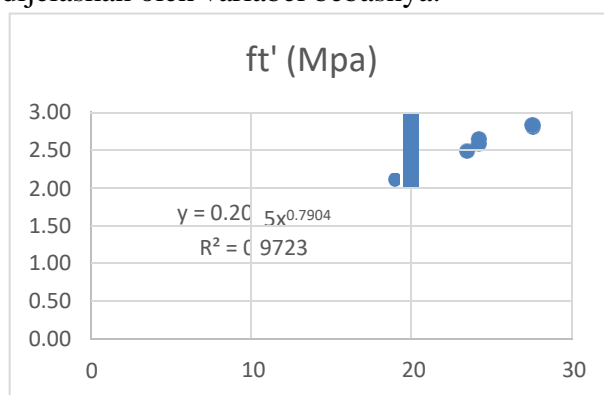
kurva yang membentuk garis lengkung menaik ($b > 0$) atau menurun ($b < 0$). Untuk mengaplikasikan analisa regresi non linear dalam penelitian ini digunakan rumus matematis $E(Y) = a X^b$ terhadap kuat tekan beton yang didasarkan pada umur beton dan terhadap kuat tarik belah beton dalam persamaan tersebut a dan b merupakan koefisien regresi power.

Bentuk umum model regresi linier sederhana adalah berupa garis lurus dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (LnY_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (LnY_i - \bar{Y})^2}$$

$$R^2 = 0,9723$$

Koefisien determinasi menyatakan proporsi keragaman pada variabel terikat yang mampu dijelaskan oleh variabel bebasnya.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton self compacted

Pada Gambar 4.6 adalah model regresi non linier yaitu model regresi power atau eksponensial. Koefisien determinasi R^2 bernilai 0,9723. Angka ini mendekati nilai 1, sehingga juga berarti memiliki keterkaitan yang kuat antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton self compacted. Koefisien tersebut memperlihatkan bahwa pengaruh kuat tekan terhadap kuat tarik belah beton sebesar 97,23%. sedangkan sisanya 3,87% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Efnarc Association. (2005). *Specification and Guidelines for Self compacting Concrete*
- Okamura H, Ouchi M. 2003. *Self compacting Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology*. Vol. 1 No. 1.
- SNI (2004). SNI 15-7064-2004: Semen portland komposit. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Supartono, F.X. (2001). Beton Bahan Dasar dan Unsur Kekuatannya. Di dalam: Anonim. *Trend Teknik Sipil Era Milenium Baru*. Bandung: Yayasan John Hi-Tech Idetama.
- Susanto D, Djauhari Z, & Olivia, M. (2019). Karakteristik Beton Portland Composite Cement (PCC) Dan Silica Fume Untuk Aplikasi Struktur di Daerah Laut. *Jurnal Rekayasa Sipil* (JRS-Unand) Vol 15(1):1.
- Nicolaas S, Ever I, Slat N. (2019). pemanfaatan beton pemadatan mandiri (*self compacting concrete*) sebagai balok struktur dengan menggunakan agregat lokal. *Jurnal Integrasi*. Vol. 11(2).