

PERBANDINGAN ZAT ADDITIVE POLYCARBOXYLATE DENGAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP CAMPURAN BETON MUTU K-400 28 HARI

Anggi Desmala Pratiwi HA*, Ahmad Hidayat*

*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univ. Taman Siswa Palembang

**Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Taman Siswa Palembang
email : anggidesmalap@gmail.com

ABSTRAK

Bahan tambah beton adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Dengan adanya perkembangan kemajuan bahan tambah beton dapat mendukung peningkatan dan kualitas mutu beton yang diinginkan sehingga dapat mengurangi air pada beton juga dapat menambah mutu beton menjadi beton *High Strength Concrete*. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui perbandingan antara *Superplasticizer* dan *polycarboxylate* terhadap kuat tekan beton dan untuk mengetahui kadar optimum *Superplasticizer* dan *polycarboxylate* yang ditambahkan guna mencapai kuat tekan rencana. Pengujian dilakukan pada beton umur 3, 7, dan 28 hari sebanyak 63 (kubus) benda uji yang terdiri dari 7 variasi, 1 Beton Normal, 3 campuran *Polycarboxylate* 1%,2%,3%, 3 campuran *Superplasticizer* 1%,2%,3% yang mana 1 variasi itu terdiri dari 9 kubus dengan rencana karakteristik beton K-400. Dari hasil pengujian di Laboratorium dari berbagai sample beton normal dan beton dengan tambahan campuran *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer*, diketahui bahwa mutu kuat tekan beton sangat meningkat pada tambahan 3%, untuk tertinggi terjadi pada *Polycarboxylate* 3% umur 28 hari. Pada penelitian ini, persentase penambahan *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* hanya dapat memenuhi mutu kuat tekan beton pada penambahan *Polycarboxylate* 3% dan *Superplasticizer* 3% yang bisa direncanakan pada usia 28 hari dengan mutu beton K-400.

Kata Kunci: *Polycarboxylate, Superplasticizer, High Strength Concrete*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini teknologi beton pracetak (*pre-cast*) di Indonesia sudah sangat berkembang. Teknologi beton pracetak diketahui dapat menggantikan operasi pembetonan tradisional yang dilakukan di lokasi proyek pada beberapa jenis komponen struktur seperti tiang pancang, tiang listrik, girder jembatan, bantalan rel kereta, turap dan lain-lain. Beberapa manfaat dari teknologi beton pracetak adalah terkait dengan waktu, biaya, kualitas dan produktivitas produksi yang lebih efisien jika dibandingkan dengan pembetonan tradisional. Untuk menunjang manfaat di atas maka perlu adanya varian beton dengan karakteristik kekuatan awal yang besar sehingga tercapainya optimalisasi waktu dan kapasitas produksi.

Berbagai penelitian dan percobaan bahan kimia pembantu (*admixture*) pada beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan karakteristik kekuatan awal beton tanpa mengurangi Terminologi Kelecekan (*Workability*). Teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton pracetak. Hasilnya muncul rekayasa mengenai penambahan *admixture concrete* dengan dosis tertentu yang dapat menambah kekuatan tekan awal pada beton. Penelitian itulah yang menjadi titik balik perkembangan beton dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength concrete*).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas, diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar optimum *polycarboxylate* dan *Superplasticizer* yang ditambahkan untuk mencapai kuat tekan rencana?
2. Bagaimanakah pengaruh perbandingan *polycarboxylate* dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal yang telah ditambahkan *polycarboxylate* dan *Superplasticizer*?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kadar optimum *polycarboxylate* dan *Superplasticizer* yang ditambahkan guna mencapai kuat tekan rencana.
2. Untuk mengetahui pengaruh perbandingan *polycarboxylate* dan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan beton normal yang telah ditambahkan *polycarboxylate* dan *Superplasticizer*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (**Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007**).

2.2. Pengaruh Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air.

2.3. Beton

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (krikil/batu pecah) dan agregat halus (pasir). Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton. Umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton mencapai jumlah $\pm 70\%$ - 75% dari seluruh beton.

Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, antaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding kuat tariknya, dan merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik (Dipohusodo, 1994).

2.4. Semen Portland

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 oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

2.5. Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton.

2.6. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm untuk kerikil.

Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm. Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi:

1. Menghemat Penggunaan semen portland.
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya.
3. Mengurangi susut pengerasan.
4. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik.
5. Mengontrol *workability* adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik (A. Antono, 1982).

2.7. Superplasticizer

Superplasticizer yang berfungsi untuk mengurangi air dan meningkatkan *workability*. Zat *additive* jenis ini dapat diaplikasikan pada pekerjaan beton secara umum, beton yang rentan terhadap korosi, maupun beton mutu tinggi. Cocok untuk industri beton *precast* dan *prestress* serta dapat diaplikasikan pada pekerjaan struktur tinggi. Keuntungan dari *Superplasticizer* adalah:

1. Meningkatkan *workability*.
2. Kuat tekan awal beton lebih tinggi dari beton normal.
3. Menjaga kinerja dasar beton.
4. Dapat diaplikasikan pada kondisi slump standar, slump tinggi, maupun *slump flow*.
5. Setting time beton lebih cepat dari beton normal.
6. Penggunaan air lebih sedikit dari beton normal.
7. Mengurangi korositas dan segregasi pada beton.
8. Meningkatkan durabilitas beton.
9. Penggunaan lebih praktis, pekerjaan bisa lebih cepat.

2.8. Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. (Kardiyono Tjokrodimulyo,2007). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm² atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan.

Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 kg/cm² sampai 500 kg/cm². Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/cm².

Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah standar ASTM C 39. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (\text{pers. 1})$$

dimana:

- f'c = kuat desak beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

2.9. Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi. Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi.

Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada suatu nilai faktor air semen optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2003).

2.10. Workability

Workability sulit untuk didefinisikan dengan tepat, namun sering diartikan sebagai tingkat kemudahan pengerjaan campuran beton untuk diaduk, dituang, diangkut dan dipadatkan.

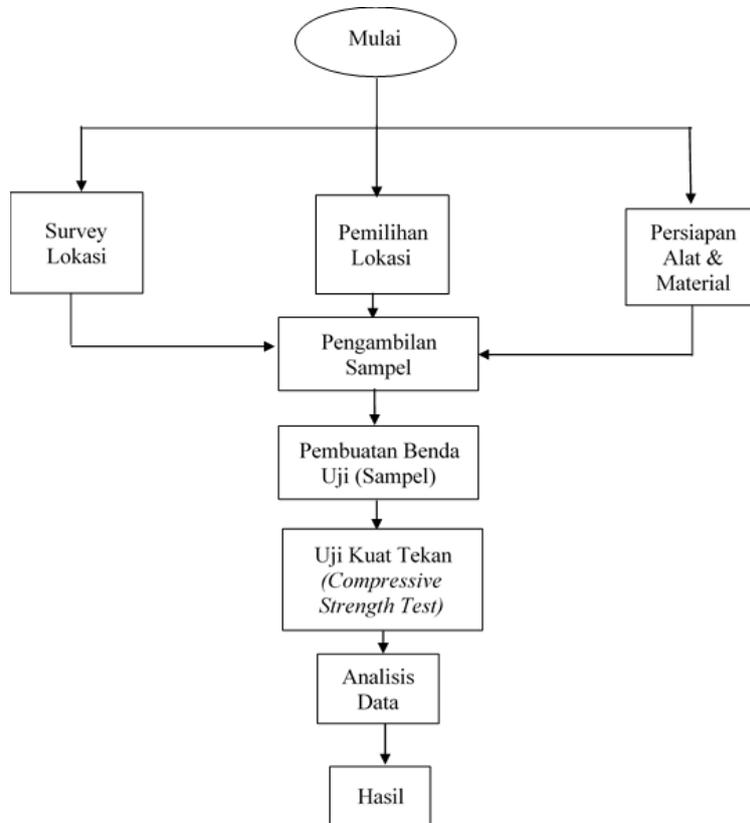
2.11. Polycarboxylate

Polycarboxylate adalah bahan admixture *superplasticizer* yang umumnya mempunyai pengaruh besar dalam meningkatkan workabilitas yang artinya mampu mempercepat dan juga menambah kuat tekan beton.

Polycarboxylate ini adalah *superplasticizer* yang paling efektif. Karena mampu untuk mengurangi kadar air sampai 40% dan bisa digunakan untuk beton dengan mutu tinggi, perbandingan air dan semen yang didapat adalah 0,2 dan memiliki nilai slump yang baik tidak menyebabkan keterlambatan untuk mendapatkan kekuatan yang ingin dicapai, untuk persentase *polycarboxylate* yang dipakai pada penelitian kali ini 1%,2%,3%.

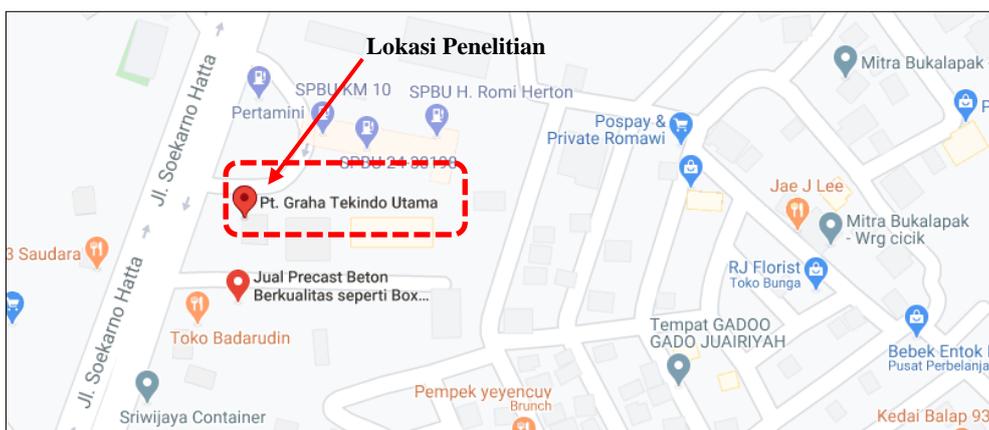
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Gambar Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian



Gambar 3.2. Gambar Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium beton PT. Graha Tekindo Utama Jl. Soekarno Hatta. No.10 A Karya Baru, KM Palembang.

4. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama Palembang, Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan tambah *Superplasticizer* dan *Polycarboxylate* terhadap kuat tekan beton.

4.1. Hasil Pengujian Slump

Sebelum memasukkan adukan kedalam cetakan kubus, maka kita lakukan pengujian slump terlebih dahulu dengan menggunakan alat uji slump (Kerucut Abrams). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan dan juga mengetahui nilai slump karena sangat mempengaruhi pada proses pengerjaan (*workability*), dan mempengaruhi kuat tekan beton. Adapun tabel hasil slump:

Tabel 4.1 Hasil Uji *Slump Normal*

NO	Variasi Campuran	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	Beton Normal	8

Tabel 4.2 Hasil Uji *Slump Flow*

NO	Variasi Campuran	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 1%	10,0
2	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 2%	37,0
3	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 3%	50,0
4	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 1%	10,0
5	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 2%	40,0
6	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 3%	55,0

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian dilakukan pada beton umur 3, 7, dan 28 hari sebanyak 63 (kubus) benda uji yang terdiri dari 7 variasi, 1 Beton Normal, 3 campuran *Polycarboxylate*, 3 campuran *Superplasticizer* yang mana 1 variasi itu terdiri dari 9 kubus dengan rencana karakteristik beton K-400.

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan beton dalam hasil KN, dikonversikan kedalam Kg maka harus dikalikan 102 Kg karena 1 Kn = 102 Kg, dan dibagi dengan 225 untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton (Kg/Cm²).

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Rata- rata (Kg/Cm²)

No	Varian Campuran	Kuat Tekan Beton Rata- rata (Kg/Cm)		
		Umur		
		3	7	28
1	Beton Normal	184,3	262,1	414
2	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 1%	213,8	289,3	435,1
3	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 2%	233,4	305,9	456,3
4	Beton Normal + <i>Polycarboxylate</i> 3%	263,6	354,3	480,5
5	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 1%	200,1	278,7	423,1
6	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 2%	219,1	293,1	435,9
7	Beton Normal + <i>Superplasticizer</i> 3%	257,6	321,1	449,5

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

4.3. Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik K-400

Setelah pengujian kuat tekan beton, selanjutnya pada penelitian ini, akan ditentukan nilai kekuatan tekan beton karakteristik berdasarkan variasi campuran. Untuk menghitung kekuatan tekan beton karakteristik dihitung dari benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan satuan Kg/Cm².

Data yang diperoleh pada saat pengujian diolah dengan menggunakan rumus untuk mendapatkan nilai deviasi dengan kuat tekan beton karakteristik yang sebenarnya. Nilai deviasi menentukan tingkat keberhasilan pengerjaan (workability) di lapangan. Semakin kecil nilai deviasi yang diperoleh, maka semakin tinggi tingkat keberhasilan pelaksanaan penelitian.

Tabel 4.4 Hasil Kuat Tekan Beton Karakteristik (Kg/cm²)

No	Variasi Campuran	Kuat Tekan Beton Karakteristik (Kg/Cm ²)		
		3 Hari	7 Hari	28 Hari
1	Beton Normal	186,22	264,67	408,89
2	Beton Normal + Polycarboxylate 1 %	211,92	291,87	435,53
3	Beton Normal + Polycarboxylate 2 %	229,35	301,82	459,32
4	Beton Normal + Polycarboxylate 3 %	261,72	352,42	484,66
5	Beton Normal + Superplasticizer 1 %	195,95	289,62	425,55
6	Beton Normal + Superplasticizer 2 %	206,81	267,78	425,51
7	Beton Normal + Superplasticizer 3 %	247,91	310,06	446,51

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

4.4. Pembahasan

Dari hasil penelitian kuat tekan beton dengan penambahan Polycarboxylate 1%, Polycarboxylate 2%, Polycarboxylate 3% dan Superplasticizer 1%, Superplasticizer 2%, Superplasticizer 3%, maka dapat diketahui persentase kekuatan beton normal terhadap peningkatan kekuatan awal mutu tinggi. Peningkatan kuat tekan beton pada umur 3 hari. Dari pengolahan data kuat tekan didapat persentase perbandingan kuat tekan pada umur 3, 7, dan 28 hari pada tabel 4.4.

Tabel 4.5 Hasil Persentase Kekuatan Beton Pada Umur 3 Hari, 7 Hari, dan 28 Hari

No	Variasi Campuran 3 Hari, 7 Hari dan 28 Hari	Kuat Tekan Beton			Peningkatan Kekuatan (%)		
		Umur 3 Hari	Umur 7 Hari	Umur 28 Hari	Umur 3 Hari	Umur 7 Hari	Umur 28 Hari
1	Beton Normal	186,22	264,67	408,89	0	0	0
2	Beton Normal + Polycarboxylate 1 %	211,92	291,87	435,53	13,80	10,27	6,51
3	Beton Normal + Polycarboxylate 2 %	229,35	301,82	459,32	23,16	14,03	12,33
4	Beton Normal + Polycarboxylate 3 %	261,72	352,42	484,66	40,54	33,15	18,53
5	Beton Normal + Superplasticizer 1 %	195,95	289,62	425,55	5,22	9,42	4,07
6	Beton Normal + Superplasticizer 2 %	206,81	267,78	425,51	11,05	1,17	4,06
7	Beton Normal + Superplasticizer 3 %	247,91	310,06	446,51	33,12	17,14	9,20

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium PT. Graha Tekindo Utama

Dari hasil pengujian di Laboratorium dari berbagai sample beton normal dan beton dengan tambahan campuran Polycarboxylate dan Superplasticizer, diketahui bahwa mutu kuat tekan

beton sangat meningkat pada tambahan 3%, untuk tertinggi terjadi pada *Polycarboxylate* 3% umur 28 hari.

Pada penelitian ini, persentase penambahan *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* hanya dapat memenuhi mutu kuat tekan beton pada penambahan *Polycarboxylate* 3% dan *Superplasticizer* 3% yang bisa direncanakan pada usia 28 hari dengan mutu beton K-400.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang di lakukan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar yang paling Optimum mencapai nilai kuat tekan beton tertinggi yaitu beton normal + *Polycarboxylate* 3% dengan nilai karakteristik 484,66 Kg/Cm² pada umur 28 hari.
2. Penggunaan *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* sangat baik digunakan untuk mutu beton tinggi, karena *Polycarboxylate* dapat mempercepat pengerasan beton, meningkatkan kuat tekan beton, dan dapat mengurangi kadar air sedangkan *Superplasticizer* dapat mempercepat proses pengikatan beton dan dapat mengurangi kadar air. Untuk kesimpulan bahan tambah mana yang terbaik antara zat *addiktif Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* adalah *Polycarboxylate* Berdasarkan penelitian saya didapatkan hasil yaitu beton normal + *Polycarboxylate* mencapai nilai kuat tekan beton tertinggi dengan nilai karakteristik 484,66 Kg/Cm² pada umur 28 hari sedangkan beton normal + *Superplasticizer* mencapai nilai kuat tekan beton dengan nilai karakteristik 446,51 Kg/Cm² pada umur 28 hari.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dengan menggunakan *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* dapat diajukan saran sebagai berikut:

1. Pemakaian *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* sebaiknya tidak boleh berlebihan, karena berpengaruh terhadap sifat beton.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya pada beton dengan bahan tambah *Polycarboxylate* dan *Superplasticizer* atau dengan jenis lainnya untuk komposisi persentase yang berbeda.
3. Saat pengujian sampel, benda uji harus dalam keadaan kering baik bagian luar maupun dalam, karena benda uji yang masih basah mempunyai kekuatan lebih rendah jika dibandingkan dengan benda uji yang sudah kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono,A., 1982. *Teknologi Beton*, Diktat, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anonim (1989), Standar Nasional Indonesia SK SNI S-04-1989-F “*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagia A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*” Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Anonim (1990), Standar Nasional Indonesia T-15-1990-03 “*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagia A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*” Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Anonim (1990), Standar Nasional Indonesia S-18-1990-03 “*Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*”. Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

- Anonim (2000), Standar Nasional Indonesia 03-6468-2000 “*Tata Cara Perhitungan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi*”. Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Armeyn, (2006), *Hubungan Faktor Air Semen dan Lama Waktu Pengadukan dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa. Institut Teknologi Padang. Sumatera Barat.
- Dipohusodo, I. (1994), *Struktur Beton Bertulang*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hernando, F. (2009), *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash*, Tugas Akhir Jenjang S-1 FTSP UIL. Yogyakarta.
- Mulyono, T. (2003), *Teknologi Beton*. Andi Yogyakarta.
- Richard, G., dkk. (1996), *Effect Of Superplasticizer Dosage On Mechanical Properties, Permeability And Freeze Thaw Durability Of High Strength Concrete With And Without Silica Fume*, ACI Material Journal, Marc-April.
- Tjokrodimulyo., K., (2007), *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Wisnumurti, dkk. (2007), *Pengaruh Penggunaan Akselerator Megaset Merah Di Bawah Dosis Optimal Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Berbagai Variasi Umur Beton*, Jurnal Rekayasa Sipil. Universitas Brawijaya. Malang.