

Perbandingan Kinerja *Superplasticizer* Berbasis *Naftalena* dan Polimer Pada Kuat Tekan Beton

Comparison Of The Performance Of Naphthalene And Polymer Based Superplasticizers On Concrete Compressive Strength

Ramdhani Nur Saputra^{1,a)}, Nurul Izmi Fuadah²⁾, Saddam Husein³⁾, Indrasurya Setiabudhi⁴⁾, Ulfah⁵⁾, Rut Handayani⁶⁾, Ahmad Zulfadilah⁷⁾

^{1,2,3,4,5,6,7)} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

Koresponden: ^{a)}ramdhanisaputra@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perbandingan kinerja *superplasticizer* berbasis naftalena dan polimer pada beton dengan rancangan campuran (mix design) yang sama. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi *workability*, *retensi slump*, dan kekuatan tekan pada berbagai umur beton (1, 7, 14, dan 28 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *superplasticizer* berbasis polimer menghasilkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dan perkembangan kekuatan yang lebih cepat dibandingkan dengan berbasis *naftalena*. Beton dengan aditif berbasis *polimer* mencapai kekuatan tekan 185 kg/cm² pada umur 1 hari, 508 kg/cm² pada 7 hari, 533 kg/cm² pada 14 hari, dan 550 kg/cm² pada 28 hari. Sementara itu, beton dengan aditif berbasis naftalena menunjukkan peningkatan kekuatan yang lebih lambat. Temuan ini menunjukkan keunggulan *superplasticizer* berbasis *polimer* untuk aplikasi beton berkinerja tinggi, terutama pada proyek yang memerlukan percepatan konstruksi.

Kata Kunci : *superplasticizer*, *naftalena*, *polimer*, kuat tekan

PENDAHULUAN

Superplasticizer merupakan salah satu bahan tambahan pada beton yang digunakan untuk meningkatkan *workability* tanpa mempengaruhi rasio air-semen secara signifikan. Dua jenis *superplasticizer* yang banyak digunakan adalah berbasis *naftalena* dan *polimer*. *Superplasticizer* berbasis *naftalena* telah lama digunakan dalam industri konstruksi karena kemampuannya mengurangi kadar air hingga 20-30% tanpa mengorbankan kekuatan beton (Neville, 2011). Namun, kemajuan teknologi telah memperkenalkan *superplasticizer* berbasis polimer, seperti Polycarboxylate Ether (PCE), yang diklaim lebih unggul karena dapat mengurangi kadar air hingga 40% dan

memberikan retensi slump yang lebih lama (Mehta & Monteiro, 2014).

Kemajuan teknologi telah memperkenalkan *superplasticizer* berbasis polimer, seperti kebutuhan akan beton berkinerja tinggi, terutama pada proyek konstruksi yang memerlukan percepatan jadwal, memunculkan kebutuhan untuk membandingkan kinerja kedua jenis *superplasticizer* ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja *superplasticizer* berbasis naftalena dan polimer terhadap kekuatan tekan beton, menggunakan desain campuran yang sama.

TINJAUAN PUSTAKA

Superplasticizer

Penggunaan *superplasticizer* berbasis naftalena sering kali terbatas pada aplikasi konvensional karena sifatnya yang kurang efektif pada rasio air-semen sangat rendah dan retensi slump yang lebih singkat (ACI Committee 212, 2010). Hal ini menjadi tantangan pada proyek dengan beton yang memerlukan transportasi jarak jauh atau pengendalian *workability* dalam waktu yang lama.

Sebaliknya, *superplasticizer* berbasis polimer memiliki kemampuan unggul dalam meningkatkan *workability*, mempertahankan slump lebih lama, dan mempercepat perkembangan kekuatan tekan beton. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa beton dengan aditif polimer mencapai kekuatan tekan yang lebih tinggi pada umur awal dibandingkan dengan aditif berbasis naftalena (Ghafoori et al., 2015). Namun, masih terdapat kebutuhan untuk membandingkan performa kedua jenis *superplasticizer* ini dengan parameter dan desain campuran yang seragam untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Beton

Beton tersusun 4 unsur material utama yaitu semen, agregat kasar (krikil), agregat halus (pasir), dan air. Semen yang digunakan untuk beton harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 2049:2015 tentang semen Portland, dengan memperhatikan mutu dan jenis yang sesuai dengan kebutuhan desain struktur beton" (SNI 2847:2019). Agregat kasar harus memenuhi ketentuan dalam SNI 1970:2008, termasuk ukuran maksimum agregat yang disesuaikan dengan dimensi struktur, bersih, tidak mengandung lumpur lebih dari 1% berat, serta memiliki gradasi yang sesuai" (SNI 2847:2019).

Agregat halus harus memenuhi ketentuan dalam SNI 1971:2011, dengan kandungan lumpur maksimum 5% berat

dan distribusi gradasi yang baik untuk menghasilkan *workability* yang optimal" (SNI 2847:2019). Air pencampur harus bebas dari minyak, asam, alkali, garam, atau bahan organik yang dapat merusak beton, sesuai SNI 7064:2014 tentang spesifikasi air pencampur beton" (SNI 2847:2019).

Mix design beton adalah proses perencanaan untuk menentukan proporsi bahan-bahan dalam campuran beton agar memenuhi persyaratan kekuatan, durabilitas, dan *workability* sesuai kebutuhan proyek konstruksi. Dalam *mix design*, bahan utama yang digunakan meliputi semen sebagai pengikat, agregat halus (pasir) untuk mengisi rongga, agregat kasar (kerikil atau batu pecah) untuk memberikan kekuatan, air untuk hidrasi semen, dan bahan tambahan (aditif) seperti *superplastizer* untuk meningkatkan sifat beton tertentu. Proses ini mempertimbangkan berbagai parameter, seperti kuat tekan yang diinginkan, kemudahan pengerjaan (*workability*), rasio air-semen (*w/c ratio*), dan durabilitas terhadap kondisi lingkungan yang agresif.

Dengan perencanaan yang baik, *mix design* bertujuan menghasilkan beton yang efisien secara biaya, mudah diaplikasikan, dan mampu bertahan dalam jangka panjang sesuai spesifikasi proyek. Perhitungan kekuatan tekan beton digunakan sesuai dengan SNI 1974:2011. dengan persamaan (1)- (3) berikut:

$$f'_c = f_{cr} - m \dots\dots\dots (1)$$

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2)$$

$$f_{cr} = \frac{\sum \text{Kuat Tekan}}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana

f_c = sampel kuat tekan (Kg/cm²).

P = Beban ultimit (N).

A = Luas penampang atas (mm²).

f'_c = kuat tekan rencana (Kg/cm²)

f_{cr} = kuat tekan rata-rata (Kg/cm²)

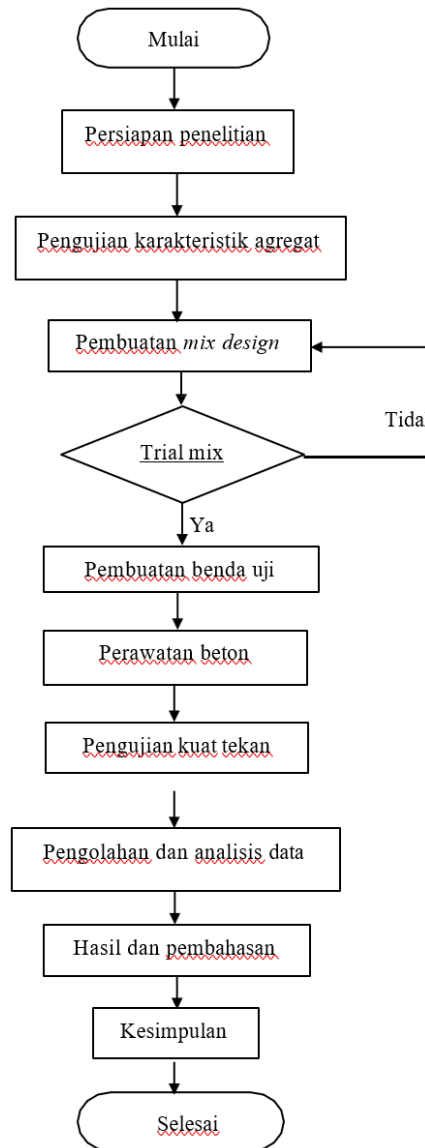
(Sumber : SNI 1974:2011)

METODE PENELITIAN

Kegiatan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium. Penelitian ini menggunakan pasir dari sungai bendungan Bili-bili, batu pecah dari sungai bendungan

Bili-bili, Kabupaten Gowa, dan semen OPC dan bahan adittif dari merek Consol.

Sistematika penelitian dilaksanakan berdasarkan bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Tabel 1. Identifikasi Benda Uji Kuat Tekan

Kode Sampel	% Additif	Jumlah Sampel	Umur Pengujian (hari)	Keterangan
NAF	1%	6	1,7,14, 28	Jumlah sampel 1,7,14 hari masing-masing 1 sampel, dan 28 hari 3 sampel
POL	1%	6	1,7,14, 28	

Sebelum melaksanakan pembuatan beton dipastikan semua material baik digunakan dengan malaksanakan pengujian material pasir sesuai tabel 2, dan pengujian material batu pecah sesuai tabel

3, untuk kedua material ini harus sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan sehingga dapat menghasilkan beton yang sesuai standart yang disyaratkan

Tabel 2. Pengujian Pasir

No	Pengujian	Spesifikasi	Satuan	Spesifikasi
1	<i>Water content</i>	3 – 5	%	SNI 1971- 2011
2	Kadar lumpur	0,2 – 5	%	SNI 03-4142- 1996/ASTM C117
3	Kadar organik	Kuning (≤ 3)	-	ASTM C40
4	Modulus kehalusan	2,2 – 3,1	-	ASTM C136
5	Berat isi	1,4 – 1,9	Kg/liter	SNI 03-1968- 1990/ASTM C 29
6	<i>Spesific gravity</i>	1,6 – 3,2	-	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127
7	<i>Spesific gravity SSD</i>	1,6 – 3,2	-	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127
8	<i>Spesific gravity semu</i>	1,6 – 3,2	-	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127
9	<i>Absorption</i>	0,2 – 4,0	%	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127

Tabel 3. Pengujian Batu Pecah

No	Pengujian	Spesifikasi	Satuan	Spesifikasi
1	<i>Water content</i>	0,5 - 2	%	SNI 1971-2011
2	Kadar lumpur	0,2 - 1	%	SNI 03-4142- 1996/ASTM C 117
3	Modulus kehalusan	5,5 – 8,5	-	ASTM C 104
4	Berat isi	1,4 – 1,9	Kg/liter	SNI 03-1968- 1990/ASTM C29
5	<i>Spesific gravity</i>	1,6 – 3,2	-	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127
6	<i>Absorption</i>	0,2 – 4,0	%	SNI 03-1969- 1990/ASTM C 127
7	<i>Abrasion</i>	Mak 40	%	SNI 03-2417- 2008

ANALISIS PENELITIAN

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk memastikan karateristik agregat baik digunakan. Lokasi kegiatan ini dilaksanakan di laboratorium jurusan

teknik sipil politeknuk negeri ujung pandang, tabel 4, tabel 5, menunjukkan hasil pengujian untuk agregat. Untuk hasil M (memenuhi) dan TM (tidak memenuhi)

Tabel 4. Hasil Uji Pasir

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Hasil (M/TM)
1	Kadar air	3,505	3 – 5	%	M
2	Kadar lumpur	4	0,2 – 5	%	M
3	Kadar organik	No.2	Kuning (≤ 3)		M
4	Modulus kehalusan	2,99	2,2 – 3,1	-	M
5	Berat isi	1,54	1,4 – 1,9	Kg/liter	M
6	Berat jenis curah	2,60	1,6 – 3,2	-	M
7	Berat jenis uji SSD	2,60	1,6 – 3,2	-	M
8	Berat jenis semu	2,69	1,6 – 3,2	-	M
9	Penyerapan	1,30	0,2 – 4,0	%	M

Tabel 5. Hasil Uji Batu Pecah

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Hasil (M/TM)
1	Kadar air	1,93	0,5 - 2	%	M
2	Kadar lumpur	0,48	0,2 - 1	%	M
3	Modulus kehalusan	6,41	5,5 – 8,5	-	M
4	Berat isi	1,52	1,4 – 1,9	Kg/liter	M
5	Berat jenis	2,51	1,6 – 3,2	-	M
6	Penyerapan	3,26	0,2 – 4,0	%	M
7	Keausan	21,45	Mak 40	%	M

Tabel 6. Proporsi campuran Per m³

Volume (M3)	Volume (Liter)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu 1/2 (Kg)	Air (Kg)	Additif (Kg)
1	1000	600	600	1150	180	6

Tabel 7. Proporsi Campuran Untuk Sampel Kuat Tekan

Volume (m ³)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu 1/2 (Kg)	Air (Kg)	Additif (Gram)	Keterangan
0,024	14,58	14,58	27,94	180	145,8	Untuk 6 sampel

Tabel 8. Hasil Uji Kekuatan Beton *Superplastizer Polimer*

Umur (Hari)	Berat	Luas Penampang (cm ²)	Beban Max (KN)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Slump (cm)
1	7999	225	730	331	5,5
7	8023	225	1011	458	5,5
14	7994	225	1269	575	5,5
28	7789	225	1368	620	5,5
28	7992	225	1357	615	5,5
28	7889	225	1390	630	5,5

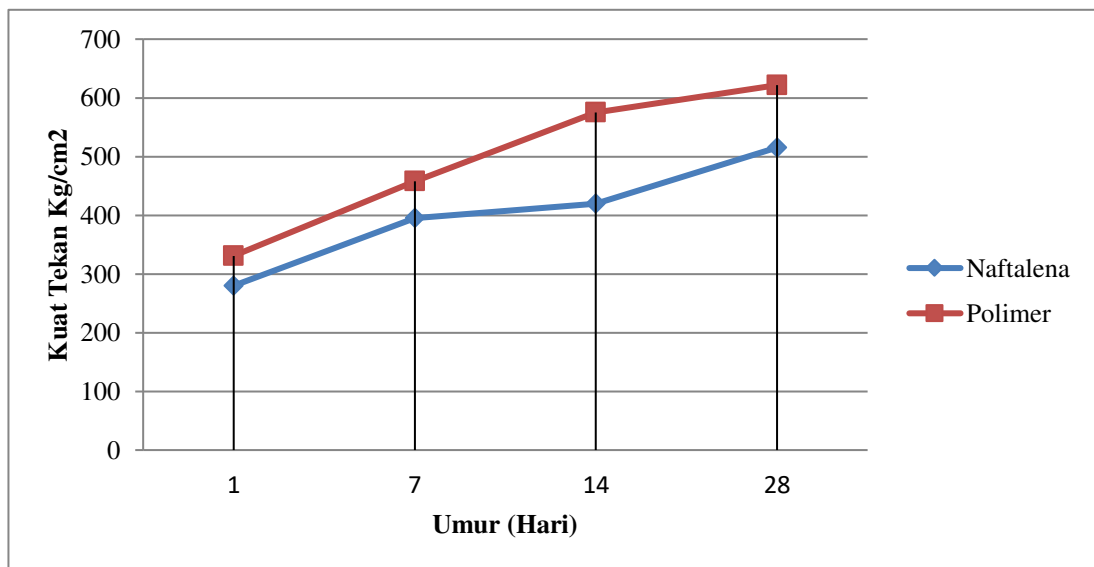
Hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan aditif superplastizer berbasis polimer memberikan gambaran yang sangat menarik terkait perkembangan kekuatan beton dari waktu ke waktu. Pada umur satu hari, kuat tekan beton mencapai 331 kg/cm², yang menunjukkan bahwa aditif ini mampu memberikan kontribusi signifikan pada pembentukan kekuatan awal beton. Hal ini sangat penting dalam proyek konstruksi yang membutuhkan percepatan waktu pengerasan awal untuk mengurangi risiko kerusakan atau deformasi selama proses awal pembebanan.

Seiring berjalannya waktu, kuat tekan beton terus meningkat dengan konsistensi yang baik. Pada umur tujuh hari, beton menunjukkan peningkatan kekuatan yang signifikan hingga mencapai 458 kg/cm². Angka ini menegaskan peran aditif superplastizer berbasis polimer dalam mempercepat proses hidrasi semen, sehingga struktur mikro beton dapat terbentuk lebih padat dan lebih kuat dalam

waktu yang lebih singkat dibandingkan tanpa aditif.

Pada umur 14 hari, pengujian menunjukkan lonjakan kekuatan yang sangat signifikan dengan mencapai 575 kg/cm². Hal ini mencerminkan keunggulan aditif polimer dalam mendukung pertumbuhan kristal-kristal kalsium silikat hidrat (CSH), yang merupakan komponen utama dalam pembentukan kekuatan beton.

Saat beton berumur 28 hari, hasil pengujian stabilitas yang sangat baik pada tingkat kekuatan tinggi. Nilai kuat tekan yang diperoleh adalah 620 kg/cm², 615 kg/cm², dan 630 kg/cm². Jika dirata-ratakan, kuat tekan pada umur ini mencapai 622 kg/cm², yang menunjukkan konsistensi dalam hasil pengujian dan pencapaian kekuatan optimal yang sesuai dengan spesifikasi untuk beton berkinerja tinggi. Nilai ini mengindikasikan bahwa penggunaan superplastizer polimer tidak hanya meningkatkan kekuatan awal, tetapi juga memberikan performa yang stabil dan optimal pada usia matang beton.



Gambar 2. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dari hasil pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Persen selisih kenaikan kuat tekan beton aditif superplatizer polimer dibandingkan aditif superplatizer naftalena umur satu hari adalah +18,21%, umur tujuh hari +15,94%, umur 14 hari +36,90, dan umur 28 hari +20,63%, sehingga percepatan pengerasan beton menggunakan aditif superplasizer polimer lebih tinggi dibandingkan aditif superplastizer naftalena.
2. Dalam proses pelaksanaan pengujian , aditif superplastizer polimer hasil kuat tekannya lebih tinggi namun terdapat kekurangan didalamnya, yaitu harga aditif polimer lebih mahal dibandingkan aditif naftalena, dan pada saat peroses pengecoran, hasil dari beton yang ditambahkan aditif

polimer lebih susah di padatkan, diakibatkan sifat aditif polimer yang kental dan nilai viskositasnya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 212. 2010. *Report on Chemical Admixtures for Concrete*. American Concrete Institute.
- Ghafoori, N., et al. 2015. *Comparative Study on Superplasticizers for High-Performance Concrete*. Journal of Concrete Research, 28(4), 45-56.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. 2014. *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- SNI 1974:2011. *SNI 1974:2011 tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*.