

KARAKTERISASI KUAT TEKAN BETON AGREGAT LOKAL DENGAN VARIASI SUPERPLASTICIZER PADA UMUR AWAL

*Kukuh Kurniawan Dwi Sungkono¹, Paska Wijayanti², Erwin aji Prasetyo³, Rizal Kurniawan⁴, Wahyu Khoirudin⁵, Daffa Zaidan Alam Izzudin⁶

^{1,2,5,6}Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Surakarta, Indonesia

^{3,4}PT. Sukses Karya Indoteknik, Jakarta, Indonesia

*) Email: kukuh.kurniawan@lecture.utp.ac.id

ABSTRACT

This study aims to characterize the effect of superplasticizer addition on local aggregate concrete workability and early-age compressive strength. The methodology involved the use of Portland Composite Cement, local fine and coarse aggregates, and Fosroc Auracast SP310 superplasticizer at dosages of 1%, 1.6%, and 2%. Four concrete mix designs were prepared: normal concrete (BN) and concrete with superplasticizer additions (BN-1%, BN-1.6%, BN-2%). Slump and compressive strength tests were conducted according to Indonesian standards to assess workability and strength at 7 and 14 days. Results indicate that superplasticizer addition significantly improves concrete workability with slump values ranging from 560 to 630 mm compared to 115 mm for the control. Compressive strength also increased markedly, with BN-2% showing the highest strength at 38.56 MPa at 7 days and 51.94 MPa at 14 days. The study concludes that superplasticizer effectively enhances both workability and compressive strength without increasing water demand, resulting in denser and stronger concrete at early curing ages.

Keyword: concrete, superplasticizer, workability, compressive strength

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi pengaruh penambahan superplasticizer pada beton agregat lokal terhadap workability dan kuat tekan beton pada umur awal. Metode yang digunakan meliputi penggunaan semen Portland Composite Cement, agregat halus dan kasar lokal, serta superplasticizer Fosroc Auracast SP310 dengan variasi 1%, 1,6%, dan 2%. Empat desain campuran beton disiapkan, yaitu beton normal (BN) dan beton dengan penambahan superplasticizer (BN-1%, BN-1,6%, BN-2%). Uji slump dan kuat tekan dilakukan sesuai SNI untuk mengetahui workability dan kekuatan beton pada umur 7 dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan superplasticizer secara signifikan meningkatkan workability beton dengan nilai slump mencapai 560-630 mm dibandingkan beton kontrol 115 mm. Kuat tekan juga meningkat secara signifikan, dengan beton BN-2% memiliki kuat tekan tertinggi 38,56 MPa pada umur 7 hari dan 51,94 MPa pada umur 14 hari. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan superplasticizer efektif menaikkan workability dan kuat tekan beton tanpa meningkatkan kebutuhan air, memungkinkan struktur beton lebih padat dan kuat pada umur awal pengerasan.

Kata kunci: beton, superplasticizer, workability, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Air, agregat halus, agregat kasar, dan semen merupakan material yang umum digunakan pada konstruksi. Dalam pembuatan beton untuk sebagai material konstruksi, penggunaan sumber pada material-material tradisional seperti agregat biasa, agregat pecah dan bahan pengganti lainnya tergantung pada ketersediaan disekitar lokasi. Kualitas bahan seperti semen, agregat, dan air sangat penting dalam pengembangan kualitas fisik dan mekanis beton. Dalam memilih agregat untuk beton menjadi salah satu syarat untuk memperoleh sifat fisik yang direncanakan, kekuatan agregat sangat mempengaruhi. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh rasio air terhadap semen, rasio semen terhadap agregat, tingkat pemasatan, ikatan agregat terhadap mortar, kekuatan agregat, bentuk, dan ukuran. Kekuatan tekan beton sebagian besar ditentukan oleh jenis agregat yang dipakai [1], [2], [3].

Salah satu komponen terpenting yang memengaruhi kekuatan beton adalah agregat halus yang mengisi rongga yang ditinggalkan oleh agregat kasar selama pencampuran beton. Agregat memiliki dampak pada sifat mekanis beton berkinerja tinggi, seperti kekuatan dan daya tahan. Untuk mendapatkan campuran yang dapat direncanakan, parameter fisik agregat lainnya seperti bentuk, ukuran, tekstur, kadar air, berat jenis, dan berat satuan harus ditentukan dalam melakukan perencanaan campuran beton [4], [5]. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut, bersama dengan rasio air/semen, memungkinkan perencanaan campuran menjadi lebih baik dalam memperkirakan kekuatan, kemampuan kerja, dan daya tahan beton. Semua karakteristik ini berdampak pada kualitas beton.

Kehalusan dan kebulatan agregat dalam beton menentukan kemampuan kerjanya. Agregat yang kasar dan bentuknya tidak beraturan menghasilkan beton yang kurang dapat dikerjakan daripada agregat yang halus dan bulat [6]. Dalam campuran desain beton, kehalusan agregat halus, bentuk fisik, tekstur permukaan, dan sifat mekanik ditentukan karena sifat-sifat ini dapat meningkatkan konsumsi air selama pencampuran, yang sangat mempengaruhi kualitas. Selain itu, hidrasi dan rasio air/semen (w/c) menentukan sifat mekanik beton [7]. Selain itu, pemeliharaan beton yang baik memberikan kontribusi besar terhadap kekuatan tekan beton. Pemeliharaan atau

perawatan beton yang digunakan diantaranya adalah temperature ruangan, perendaman air, penyemprotan, penggunaan pelindung polietilen, perawatan dengan kain basah dan atau pemakaian goni, yang diaplikasikan hingga mencapai umur uji 3, 7, 14, 21, dan 28 hari sesuai dengan persyaratan yang ditentukan [8], [9].

Dalam upaya memperbaiki sifat mekanik beton, dapat dilakukan dengan penambahan zat *additive* atau bahan tambahan pada beton. Bahan tambahan didefinisikan sebagai bahan selain semen, air, dan agregat yang digunakan sebagai bahan baku beton dan ditambahkan ke dalam campuran segera sebelum atau selama pencampuran. Bahan tambahan diklasifikasikan menjadi dua jenis: bahan tambahan mineral dan bahan tambahan kimia. Bahan tambahan pengurang air merupakan bahan tambahan kimia yang memberikan keuntungan besar bagi beton dalam keadaan segar dan mengeras. Berbagai bahan tambahan pengurang air tersedia di pasaran; di antaranya, bahan tambahan pengurang air kelas atas yang juga dikenal sebagai *superplasticizer* [10], [11]. *Superplasticizer* merupakan bahan tambahan untuk beton yang ditambahkan untuk mengurangi kadar air dalam campuran atau memperlambat laju pengerasan beton sambil mempertahankan sifat alir campuran beton.

Studi ini melakukan pengujian kuat tekan beton dengan agregat lokal dari Kalimantan Tengah. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik kuat tekan pada umur awal (*early age*). Penambahan bahan *superplasticizer* pada beton dilakukan dengan beberapa variasi untuk mengetahui prosentase optimal. Kuat tekan beton direncanakan sebesar 25 MPa pada umur 28 hari.

2. MATERIAL DAN METODE

2.1 Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1.1 Semen

Semen menggunakan Semen PCC atau *Portland Composite Cement* dari Tiga Roda.

2.1.2 Agregat Halus dan Kasar

Agregat halus pada penelitian ini digunakan pasir lokal dari Sungai Barito. Agregat kasar digunakan batu pecah lokal dari Kalimantan Tengah.

2.1.3 Air

Air yang digunakan berasal dari sumber dilokasi pekerjaan pengecoran.

2.1.4 Bahan Tambah

Superplasticizer yang digunakan untuk penelitian adalah Fosroc Auracast SP310. Dengan variasi sebesar 1%, 1,6% dan 2%.

2.2 Metode

2.2.1 Perencanaan campuran beton

Untuk mengetahui komposisi *superplasticizer* yang optimal. 4 (empat) komposisi campuran beton yang berbeda digunakan untuk mengetahui komposisi optimal. Tata cara pembuatan rencana campuran beton didasarkan SNI SNI 03-2834-2002 [12].

2.2.2 Pengujian bahan penyusun

- Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, pengujian untuk menentukan berat jenis dan daya serap air pada agregat kasar, yang merupakan bahan penyusun beton dilakukan berdasarkan SNI 1969:2008 [13].
- Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 1970-2008 [14].
- Kadar air total agregat, pengujian untuk menentukan persentase air yang terkandung dalam agregat berdasarkan SNI 1971:2011 [15].
- Keausan agregat, pengujian untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles berdasarkan SNI 2417-2008 [16].

2.2.3 Pengujian benda uji

- Slump, prosedur dan peralatan yang digunakan untuk mengukur nilai slump pada beton dilakukan berdasarkan SNI 1972:2008 [17].
- Kuat tekan, pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk silinder dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011 [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Dan Kebutuhan Material Beton

Hasil pengujian material agregat halus dan agregat kasar disajikan pada Tabel 1. Properti agregat halus dan agregat kasar ini menjadi dasar dalam perhitungan kebutuhan material beton. Tabel 2 Kebutuhan material per meter kubik ditunjukkan pada Tabel 1. Tiga mix design disiapkan diantaranya adalah beton normal sebagai control (BN), beton normal dengan penambahan 1% *superplasticizer* (BN-1%), beton normal dengan penambahan 1,6% *superplasticizer* (BN-1,6%) dan beton normal dengan penambahan 2% *superplasticizer* (BN-2%). Perencanaan kebutuhan material untuk setiap prosentase *superplasticizer* memungkinkan pengurangan jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton, yang bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas beton tanpa mengorbankan *workability*.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar

No	Uraian	Metode Pengujian	Hasil
A	Agregat halus (Pasir)		
1	Gradasi Agregat		I
2	Berat Jenis (SSD)	SNI 1970 – 2008	2,618
3	Penyerapan	SNI 1970 – 2008	0,878 %
4	Kadar Air	SNI 1971 – 2011	3,465 %
B	Agregat Kasar (Batu Pecah)		
1	Ukuran max.		40 mm
2	Berat Jenis (SSD)	SNI 1969 – 2008	2,854
3	Penyerapan	SNI 1969 – 2008	0,206
4	Kadar Air	SNI 1971 – 2011	1,859 %
5	Nilai Abrasi	SNI 2417 – 2008	9,00 %

Tabel 2. Kebutuhan material beton per m³

Mix Desain	Kebutuhan material (kg)			
	Semen	Air	Pasir	Batu Pecah
BN	592,11	242,33	655,31	1.015,64
BN-1%	592,11	133,51	655,31	1.015,64
BN-1,6%	592,11	125,95	655,31	1.015,64
BN-2%	592,11	110,84	655,31	1.015,64

3.2 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* ditunjukkan pada Tabel 3. Rata-rata pengujian *slump test* pada beton normal adalah sebesar 115 mm. Beton dengan penambahan *superplasticizer* mengalami peningkatan *workability* berupa *slump flow*. Pada 1% penambahan *superplasticizer* tercatat *slump flow* mencapai rata-rata 560 mm. Untuk 1,6% penambahan *superplasticizer*, rata-rata pengujian *slump flow* mencapai 630 mm dan penambahan 2% *superplasticizer* mencapai 610 mm. Peningkatan *workability* pada adukan beton sangat penting dalam proses pengecoran, sehingga pelaksanaan pemanatan beton dapat dicapai dengan baik.

Tabel 3. Pengujian *slump test*

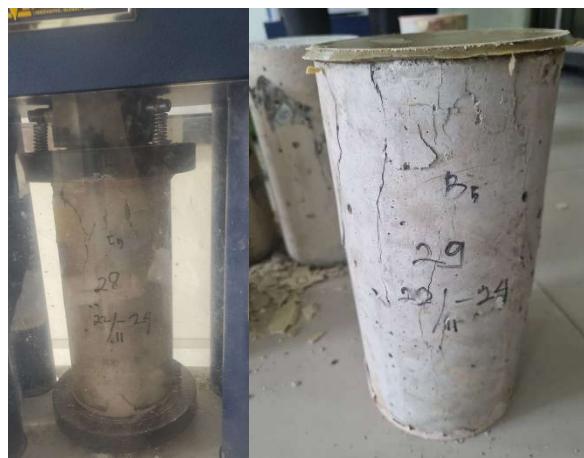
Mix Desain			
BN	115 mm	<i>Slump test</i>	
BN-1%	560 mm	<i>Slump flow</i>	
BN-1,6%	630 mm	<i>Slump flow</i>	
BN-2%	610 mm	<i>Slump flow</i>	

3.3 Pengujian Kuat Tekan

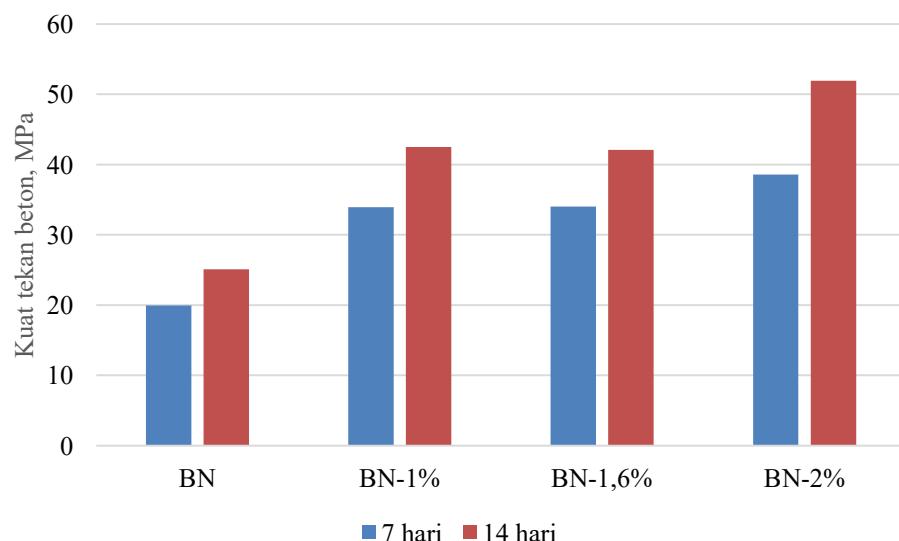
Benda uji silinder berukuran 150mmx300mm dibuat untuk pengujian kuat tekan. Perawatan beton dilakukan dengan melakukan perendaman pada air dan dilakukan pengujian kuat tekan sesuai dengan umur beton. Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari. Sedangkan untuk beton dengan penambahan *superplasticizer* pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 14 hari. Pengujian kuat tekan ditunjukkan pada Gambar 1. Dan kuat tekan beton rata-rata disajikan pada Tabel 4.

Tabel 7. Kuat tekan beton rata-rata

Mix Desain	Kuat tekan beton (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
BN	19,95	25,09	27,42
BN-1%	33,95	42,49	-
BN-1,6%	34,01	42,07	-
BN-2%	38,56	51,94	-



Gambar 1. Pengujian kuat tekan beton



Gambar 2. Grafik kuat tekan beton

Hasil penelitian yang disajikan menunjukkan pengaruh signifikan penambahan *superplasticizer* terhadap peningkatan kuat tekan beton pada umur 7 dan 14 hari. Beton normal tanpa penambahan *superplasticizer* (BN) memiliki kuat tekan sebesar 19,95 MPa pada 7 hari dan meningkat menjadi 25,09 MPa pada 14 hari. Penambahan *superplasticizer* pada kadar 1%, 1,6%, dan 2% secara berturut-turut menghasilkan peningkatan kuat tekan yang signifikan dibandingkan beton kontrol. Pada umur 7 hari, kuat tekan beton dengan penambahan 1% *superplasticizer* (BN-1%) meningkat mencapai 33,95 MPa, naik hampir 70% dibanding beton BN. Peningkatan serupa terlihat pada penambahan 1,6% *superplasticizer* (34,01 MPa) dan bahkan lebih tinggi pada penambahan 2% (38,56 MPa). Tren peningkatan ini juga berlanjut pada umur 14 hari, dengan kuat tekan beton BN-2% mencapai nilai tertinggi sebesar 51,94 MPa, yang merupakan lonjakan signifikan dari beton kontrol. Hal ini jelas mengindikasikan bahwa *superplasticizer* berperan positif dalam meningkatkan densifikasi campuran beton melalui pengurangan kebutuhan air sekaligus mempertahankan *workability* yang optimal. Dengan rasio air-semen

yang lebih rendah namun kelengketan tetap baik, pembentukan struktur mikro beton menjadi lebih optimal sehingga menghasilkan kekuatan tekan yang lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* pada beton dengan agregat lokal secara signifikan meningkatkan *workability* dan kuat tekan beton pada umur awal. Peningkatan *workability* ditandai dengan kenaikan nilai slump dari 115 mm pada beton kontrol menjadi 560–630 mm pada beton dengan *superplasticizer*. Kuat tekan beton juga mengalami peningkatan, di mana beton dengan 2% *superplasticizer* mencapai kuat tekan tertinggi yaitu 38,56 MPa pada umur 7 hari dan 51,94 MPa pada umur 14 hari. Penambahan *superplasticizer* memungkinkan penurunan kebutuhan air tanpa mengurangi kelenturan campuran, sehingga menghasilkan beton yang lebih padat dan kuat. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *superplasticizer* Fosroc Auracast SP310 dengan dosis optimal dapat menjadi strategi efektif dalam perencanaan mix design beton untuk mencapai kualitas struktural yang lebih baik dan efisiensi pengerjaan yang tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Tunas Pembangunan Surakarta yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan penelitian ini sesuai dengan 006/PK-P/LPPM-UTP/XII/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. LeBow, *Effect of cement content on concrete performance*. University of Arkansas, 2018.
- [2] H. N. Ngugi, R. N. Mutuku, and Z. A. Gariy, “Effects of sand quality on bond strength of concrete: a case study in Nairobi city county and its environs, Kenya,” *Int. J. Civ. Struct. Eng. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 119–129, 2014.
- [3] K. K. D. Sungkono and T. Yuono, “Compression Strength of Geopolymer Lightweight Concrete of Rice Husk Ash With Foam Agent,” in *The 1st International Conference on Computer Science and Engineering Technology Universitas Muria Kudus*, 2018, pp. 760–766. doi: 10.4108/eai.24-10-2018.2280520.
- [4] F. Fauzan and H. Suciati, “Efek Penggunaan Limbah Terumbu Karang Pada Komposit Beton,” *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–127, 2022.
- [5] M. T. Ir Bambang Sujatmiko, *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Media Sahabat Cendekia, 2019.
- [6] M. Abdullahi, “Effect of aggregate type on compressive strength of concrete,” *Int. J. Civ. Struct. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 791–800, 2012.
- [7] N. Kencanawati, S. Rawiana, A. Rofaida, and N. A. Febriyanti, “Identifikasi Karakteristik Fisik Berbagai Jenis Agregat Halus dan Korelasinya pada Sifat Beton Segar dan Beton Padat,” *REKONSTRUKSI TADULAKO Civ. Eng. J. Res. Dev.*, pp. 109–114, Sep. 2023, doi: 10.22487/renstra.v4i2.574.
- [8] L. Siekmann, M. Plötz, and C. Krischek, “Alternative Curing Methods,” *Curr. Clin. Microbiol. Reports*, vol. 8, no. 2, pp. 40–48, 2021, doi: 10.1007/s40588-021-00164-w.
- [9] A. A. Raheem, A. A. Soyingbe, and A. J. Emenike, “Effect of Curing Methods on Density and Compressive Strength of Concrete,” *Int. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 55–64, 2013.
- [10] Y. Amran and Y. Daud, “Analisa penggunaan silicafume, superplastizicer serta penambahan serbuk kaca terhadap peningkatan mutu beton pada perencanaan beton mutu tinggi (K-600) menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI),” *TAPAK (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. Tek. Sipil)*, vol. 7, no. 2, pp. 150–162, 2018.
- [11] A. Faqihuddin, H. Hermansyah, and E. Kurniati, “Tinjauan Campuran Beton Normal dengan Penggunaan Superplasticizer Sebagai Bahan Pengganti Air Sebesar 0%; 0, 3%; 0; 5% Dan 0, 7% Berdasarkan Berat Semen,” *J. Civ. Eng. Plan.*, vol. 2, no. 1, pp. 34–45, 2021.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2834-2002 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. 2002.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat*

Kasar. 2008.

- [14] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.* 2008. [Online]. Available: <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- [15] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1971:2011 Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.* 2011.
- [16] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2417-2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles.* 2008. [Online]. Available: https://imsippoliban.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/5368_sni-2417_2008.pdf
- [17] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1972:2008 Cara Uji Slump Beton.* 2008.
- [18] SNI 1974, “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,” *Badan Stand. Nas. Indones.*, p. 20, 2014.