

KAJIAN PERBANDINGAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS SIKA VISCOCRETE 3115-N DENGAN DAMDEX PADA BETON SCC

Albariko Deni Atonis^{1*}, Mohammad Cakrawala², Abdul Halim³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang

*Korespondensi: atonisalbariko@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh penggunaan dua jenis admixture yaitu Sika ViscoCrete 3115-N dan Damdex terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton Self-Compacting Concrete (SCC) dengan mutu beton 30 MPa dan 40 MPa. Dalam penelitian ini, beton dibuat dengan berbagai variasi penambahan Sika dan Damdex yaitu 0%, 0,6%, 1,2%, dan 1,8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Sika Viscocete 3115-N secara signifikan meningkatkan kuat tekan maksimum sebesar 2,21% atau 4,7611 MPa terhadap beton normal dan modulus elastisitas dengan peningkatan maksimum sebesar 1,3% atau 10728,9 MPa terhadap beton normal mutu 40 MPa. Pada penambahan Damdex, peningkatan kuat tekan maksimum tidak dapat ditentukan secara pasti karena tidak ditemukan titik puncak yang jelas yang dapat dicapai sedangkan modulus elastisitas mengalami peningkatan sebesar 2,19% atau 11319,2 MPa terhadap beton normal mutu 40 MPa. Berdasarkan hasil perbandingan ini, Sika ViscoCrete 3115-N terbukti lebih efektif dalam meningkatkan performa beton SCC dibandingkan Damdex.

Kata Kunci: Beton SCC, Sika ViscoCrete 3115-N, Damdex, Kuat Tekan, dan Modulus Elastisitas.

ABSTRACT

This study aims to compare the effect of using two types of admixtures, namely Sika ViscoCrete 3115-N and Damdex on the compressive strength and modulus of elasticity of Self-Compacting Concrete (SCC) with concrete grades of 30 MPa and 40 MPa. In this study, concrete was made with various variations of Sika and Damdex additions of 0%, 0.6%, 1.2%, and 1.8%. The results showed that the addition of Sika Viscocete 3115-N significantly increased the maximum compressive strength by 2.21% or 4.7611 MPa against normal concrete and modulus of elasticity with a maximum increase of 1.3% or 10728.9 MPa against normal concrete of 40 MPa grade. In the addition of Damdex, the maximum increase in compressive strength could not be determined with certainty because no clear peak point could be reached while the modulus of elasticity increased by 2.19% or 11319.2 MPa against normal concrete of 40 MPa grade. Based on the results of this comparison, Sika ViscoCrete 3115-N proved to be more effective in improving the performance of SCC concrete than Damdex.

Keywords: SCC Concrete, Sika ViscoCrete 3115-N, Damdex, Compressive Strength, and Elastic Modulus.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling penting dan banyak digunakan di seluruh dunia. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi beton telah menghasilkan berbagai inovasi, salah satunya adalah *Self-Compacting Concrete* (SCC) [1]. SCC adalah jenis beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir dan mengisi cetakan tanpa memerlukan vibrasi mekanis, sehingga sangat ideal untuk digunakan pada struktur dengan tulangan yang padat atau bentuk yang kompleks. Kelebihan SCC ini menjadikannya pilihan utama dalam berbagai proyek konstruksi, mulai dari bangunan tinggi hingga jembatan dan infrastruktur lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif antara Sika Viscocrete 3115N dan Damdex dalam hal kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton SCC [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sika Viscocrete 3115-N

Sika ViscoCrete 3115-N adalah produk inovatif yang secara khusus dikembangkan untuk memproduksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tahan lama. Produk ini dirancang untuk memberikan pengurangan air dalam jumlah besar (hingga > 20%), yang sangat penting dalam meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton [3]. Penelitian oleh Ali mengungkapkan bahwa penambahan Sika Viscocrete 3115-N sebanyak 0,8% dari berat semen dapat meningkatkan kekuatan beton hingga mencapai 82,07 MPa setelah 28 hari. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan lebih dari 1% dapat menyebabkan penurunan pada kekuatan tekan beton [4].

2.2 Damdex

Damdex adalah aditif kimia yang digunakan dalam campuran mortar atau semen Portland untuk meningkatkan kinerja dan sifat campuran. Saat dicampurkan, Damdex mempercepat waktu pengikatan semen, meningkatkan kualitas dan kekuatan tekan beton, serta meningkatkan daya rekat mortar atau semen [4] [5]. fungsi Damdex sebagai anti bocor pada beton yang bekerja untuk mengisi pori-pori di dalam beton dan mengurangi oksigen di dalamnya membuat beton menjadi bertambah kuat [6].

2.3 Kuat Tekan

Daya Uji kuat tekan beton bertujuan untuk menentukan nilai maksimum gaya tekan yang dapat ditahan oleh beton sebelum mengalami kehancuran [7] [8]. Nilai ini digunakan sebagai salah satu parameter penting dalam desain struktur beton, seperti bangunan, jembatan, dan jalan. Nilai kuat tekan beton umumnya diuji pada benda uji berbentuk silinder atau kubus setelah berumur 28 hari. Kuat tekan beton mencapai 49,44 Mpa pada usia 28 hari ketika beton mengandung tambahan bahan kimia dan fly ash dalam jumlah yang cukup besar. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan bahan tambahan secara efektif berpengaruh besar terhadap kekuatan beton secara keseluruhan [9] [10].

2.4 Modulus Elastisitas

Uji modulus elastisitas bertujuan untuk menentukan kekakuan atau elastisitas beton. Modulus elastisitas (E_c) merupakan kemampuan beton untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami deformasi akibat beban [11]. Nilai E_c penting dalam desain struktur beton untuk memperkirakan defleksi (lendutan) struktur di bawah beban. Oleh karena itu, penentuan nilai E_c sangat penting dalam memastikan keamanan, kenyamanan, dan umur panjang struktur beton [12]. Penambahan bahan kimia (admixture) dalam campuran beton *Self Compacting Concrete* (SCC) tidak hanya berpengaruh positif terhadap kuat tekan, tetapi juga berdampak secara tidak langsung pada nilai modulus elastisitas, yang menegaskan bahwa pentingnya uji modulus elastisitas karena keterkaitannya dengan perilaku elastis beton [13].

2.5 Self Compacting Concrete (SCC)

Self Compacting Concrete merupakan opsi yang inovatif dalam campuran beton yang memiliki struktur pori-pori yang sangat halus, memerlukan bahan-bahan dengan karakteristik sedikit berbeda dibandingkan dengan beton konvensional [14] [15].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menyelidiki hubungan antara variabel-variabel yang terlibat dengan memberikan perlakuan terhadap objek penelitian dalam kondisi terkontrol. Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan kuat tekan dan modulus elastisitas antara beton SCC yang menggunakan Sika ViscoCrete 3115N dan Damdex.

3.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dari bulan Desember 2023 hingga Januari 2024 di laboratorium Universitas Widy Gama Malang. Langkah-langkah penelitian meliputi pengujian bahan, merancang campuran beton, melakukan pencampuran beton, merawat benda uji, dan menguji kekuatan benda uji.

3.2 Populasi dan sampel

Dalam penelitian ini populasi yang dimaksud mencakup seluruh silinder beton yang dihasilkan dengan variasi campuran bahan tambahan, yaitu Sika dan Damdex dalam beton normal. Sementara itu, sampel yang diambil merupakan sebagian dari populasi tersebut yang diuji di laboratorium untuk mengukur nilai kuat tekan dan modulus elastisitasnya. Jumlah serta variasi sampel beton yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut ini :

Tabel 1. Variasi Pengujian Kuat Tekan & Modulus Elastisitas Beton Silinder dengan Penambahan Sika ViscoCrete-3115-N dan Damdex

Jenis pengujian	Variasi Sika dan Damdex (%)	Ukuran sampel (cm)	Jumlah sampel (buah)
Kuat Tekan	0	Silinder 15 x 30	5
Kuat Tekan	0,6	Silinder 15 x 30	5
Kuat Tekan	1,2	Silinder 15 x 30	5
Kuat Tekan	1,8	Silinder 15 x 30	5
Modulus elastisitas	0	Silinder 15 x 30	5
Modulus elastisitas	0,6	Silinder 15 x 30	5
Modulus elastisitas	1,2	Silinder 15 x 30	5
Modulus elastisitas	1,8	Silinder 15 x 30	5

Sumber: Hasil perhitungan

3.3 Tahap penelitian

Tahap I : Persiapan alat dan bahan. Pada tahap ini, semua peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian disiapkan. Peralatan yang diperlukan termasuk alat uji laboratorium untuk pengujian beton dan agregat, serta bahan seperti semen, air, agregat halus dan kasar, dan admixtures (Sika ViscoCrete 3115-N dan Damdex).

Tahap II : Pengujian agregat. Pengujian material ini dibagi dalam dua langkah yaitu pengujian agregat halus dan pengujian agregat kasar.

Tahap III : Pembuatan *mix design*. Pada tahap ini, dilakukan perancangan campuran beton (*mix design*) untuk menghasilkan beton SCC dengan proporsi bahan yang tepat

Tahap IV : Pengujian beton segar SCC. Setelah *mix design* selesai, dilakukan pengujian terhadap beton segar SCC untuk mengetahui sifat-sifat awal dari beton tersebut, seperti *workability*, *slump flow*, dan viskositas.

Tahap V : Pembuatan benda uji. Pada tahap ini, beton SCC yang telah diuji kesegarannya kemudian dicetak menjadi benda uji dengan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan standar pengujian.

Tahap VI : Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas. Setelah benda uji beton SCC mencapai umur tertentu (28 hari), dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat beton tersebut dalam menahan beban dan seberapa elastis beton tersebut dalam menahan deformasi.

Tahap VII : Analisa dan pembahasan. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk membandingkan performa dari beton SCC yang menggunakan Sika ViscoCrete 3115-N dan Damdex. Analisis ini meliputi pengolahan data, pembuatan grafik, dan interpretasi hasil untuk mendapatkan kesimpulan yang valid.

Tahap VIII : Kesimpulan. Tahap terakhir adalah menyimpulkan hasil penelitian berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan ini akan menjawab tujuan penelitian dan memberikan rekomendasi terkait penggunaan Sika ViscoCrete 3115-N dan Damdex pada beton SCC.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Beton Segar

Hasil pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa beton SCC yang digunakan memenuhi persyaratan kinerja yang diharapkan, terutama dalam aplikasi dengan bentuk cetakan yang rumit dan tulangan yang padat.

1. Hasil pengujian dan pembahasan beton segar mutu 30 Mpa

Tabel 2. Hasil pengujian beton segar Sika

Kode Beton	M1.0.6%S	M1.1.2%S	M1.1.8%S	Satuan	Syarat	
					Min	Max
Slump Flow	65.5	70.0	80.0	cm	65	80
V-funnel	10.0	9.00	8.00	detik	6	12
L-Box	0.90	0.95	1.00		0.8	1

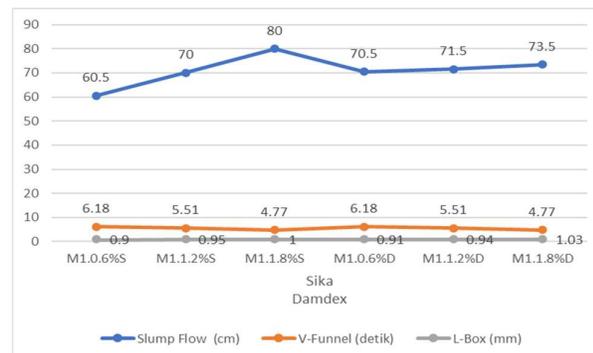
Sumber: hasil perhitungan

Tabel 3. Hasil pengujian beton segar Damdex

Kode Beton	M1.0.6%D	M1.1.2%D	M1.1.8%D	Satuan	Syarat	
					Min	Min
Slump Flow	70.5	71.5	73.5	cm	65	80
V-funnel	6.18	5.51	4.77	detik	6	12
L-Box	0.91	0.94	1.03		0.8	1

Sumber: Hasil perhitungan

Dari hasil pengujian beton segar dengan mutu rencana $f'c = 30$ MPa pada Tabel 4 dan 5 dapat di bandingkan dari grafik sebagai berikut :



Gambar 1. pengujian beton segar SCC mutu 30 MPa

2. Hasil pengujian dan pembahasan beton segar mutu 40 MPa

Tabel 4. Hasil pengujian beton segar Sika

Kode Beton	M1.0.6%S	M1.1.2%S	M1.1.8%S	Satuan	Syarat	
					Min	Max
Slump Flow	65.5	75.0	80.0	cm	65	80
V-funnel	8.00	7.00	9.00	detik	6	12
L-Box	0.90	1.00	0.81		0.8	1

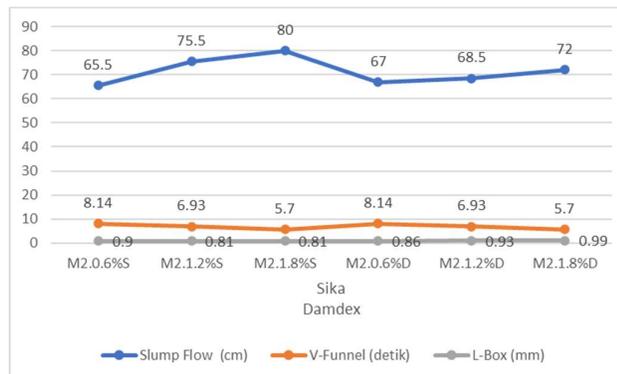
Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 5. Hasil pengujian beton segar Damdex

Kode Beton	M1.0.6%D	M1.1.2%D	M1.1.8%D	Satuan	Syarat	
					Min	Min
Slump Flow	67.0	68.5	72.0	cm	65	80
V-funnel	8.14	6.93	5.70	detik	6	12
L-Box	0.86	0.93	0.99		0.8	1

Sumber : hasil perhitungan

Dari hasil pengujian beton segar dengan mutu rencana $f'c = 40$ MPa pada Tabel 6 dan 7 dapat di bandingkan dari grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Pengujian beton segar SCC mutu 40 Mpa

Berdasarkan pengujian *slump flow* pada beton SCC dengan mutu 30 MPa dan 40 MPa, terlihat bahwa kedua admixtures, yaitu Sika ViscoCrete 3115-N dan Damdex, sama-sama memberikan *workability* yang baik, yang diindikasikan oleh nilai rata-rata *slump flow*. Untuk beton SCC mutu 30 MPa, nilai rata-rata *slump flow* yang dicapai dengan Sika ViscoCrete 3115-N adalah 70,17 cm, sementara dengan Damdex mencapai 71,83 cm. Pada beton SCC mutu 40 MPa, rata-rata nilai *slump flow* dengan Sika ViscoCrete 3115-N adalah 73,5 cm, sedangkan Damdex menghasilkan 69,17 cm. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedua admixtures tersebut efektif dalam meningkatkan *workability* beton SCC. Namun, Sika ViscoCrete 3115-N cenderung memberikan nilai *slump flow* yang sedikit lebih tinggi, terutama pada beton SCC dengan mutu yang lebih tinggi, yaitu 40 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa Sika ViscoCrete 3115-N berpotensi memberikan fluiditas yang lebih baik pada campuran beton SCC dibandingkan Damdex.

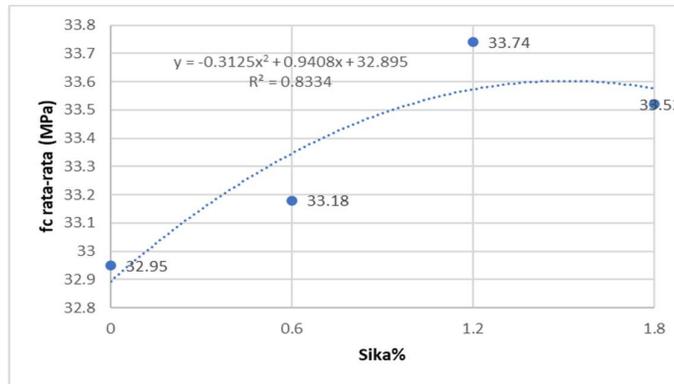
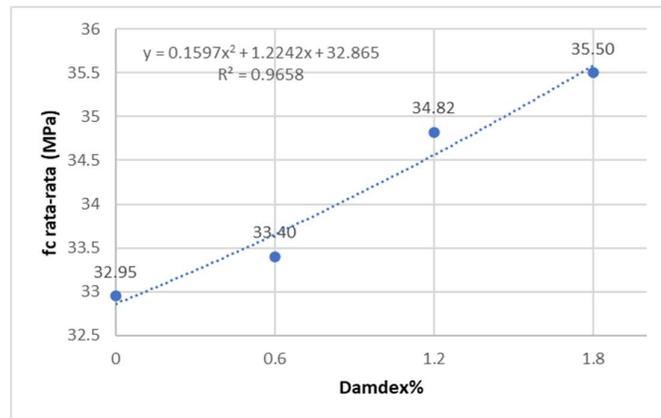
4.2 Hasil Pengujian Dan Pembahasan Kuat Tekan Beton SCC

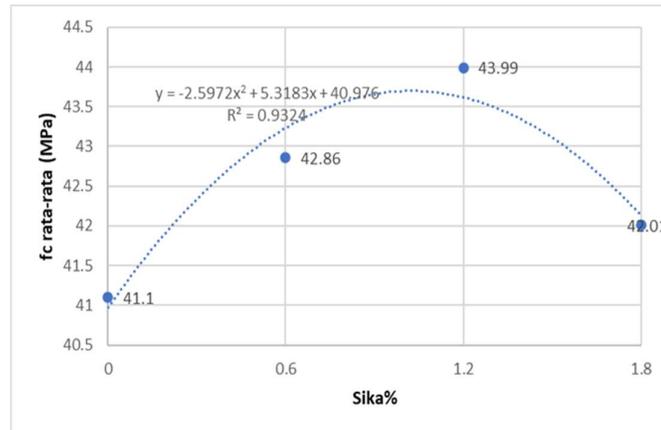
Pengujian kuat tekan pada beton *Self-Compacting Concrete* dilakukan menggunakan alat *Compression Test* dengan spesimen berbentuk silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Sebanyak 40 silinder digunakan untuk mengukur kekuatan tekan beton pada usia 28 hari, yang terdiri dari dua mutu, yaitu 30 MPa dan 40 MPa, dengan masing-masing mutu diwakili oleh 20 silinder. Setiap variasi campuran diuji dengan 5 silinder untuk memastikan hasil yang akurat. Perhitungan kuat tekan beton dengan cara yang akan ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil perhitungan kuat tekan mutu 30 MPa dan 40 MPa beton SCC

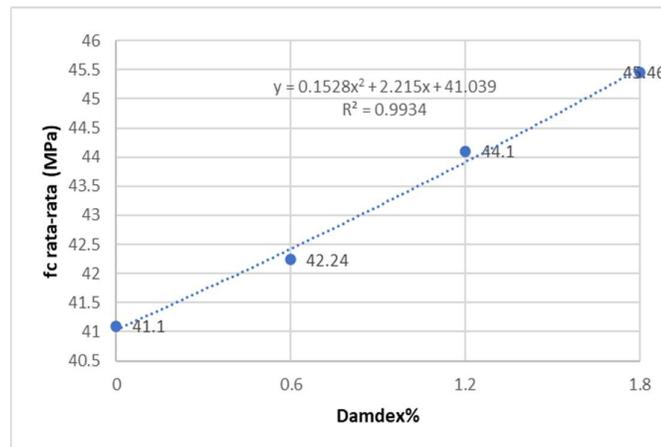
Mutu Beton	Persentase Sika (%)	Kuat Tekan (MPa)	Persentase Damdex (%)	Kuat Tekan (MPa)
30 MPa	0	32,95	0	32,95
30 MPa	0,6	33,18	0,6	33,40
30 MPa	1,2	33,74	1,2	34,82
30 MPa	1,8	33,52	1,8	35,50
40 MPa	0	41,10	0	41,10
40 MPa	0,6	42,86	0,6	42,24
40 MPa	1,2	43,99	1,2	44,10
40 MPa	1,8	42,01	1,8	45,46

Sumber: hasil perhitungan

**Gambar 3.** Kuat tekan SCC mutu 30 Mpa (Sika)**Gambar 4.** Kuat tekan SCC mutu 30 MPa (Damdex)



Gambar 4. Kuat tekan SCC mutu 40 MPa (Sika)



Gambar 5. Kuat tekan SCC mutu 40 Mpa (Damdex)

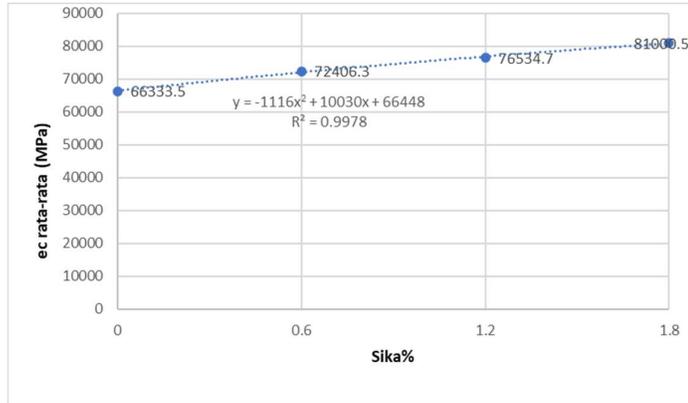
Dari analisis pengaruh kedua admixture terhadap kuat tekan beton SCC, Sika dan Damdex menunjukkan hasil yang berbeda. Sika meningkatkan kuat tekan beton pada variasi 0,6% dan 1,2%, dengan peningkatan terbesar pada 0,6% yang mencapai 1,76 MPa atau 4,28%. Namun, pada variasi 1,8%, Sika justru menurunkan kuat tekan sebesar 2,21 MPa atau 0,91%. Sebaliknya, Damdex memberikan peningkatan yang konsisten pada semua variasi yang diuji, dengan kenaikan terbesar pada konsentrasi 0,6% sebesar 0,45 MPa atau 1,37%. Meskipun Damdex menunjukkan peningkatan yang lebih stabil, nilainya lebih kecil dibandingkan dengan Sika.

4.3 Hasil Pengujian Dan Pembahasan Modulus Elastisitas Beton SCC

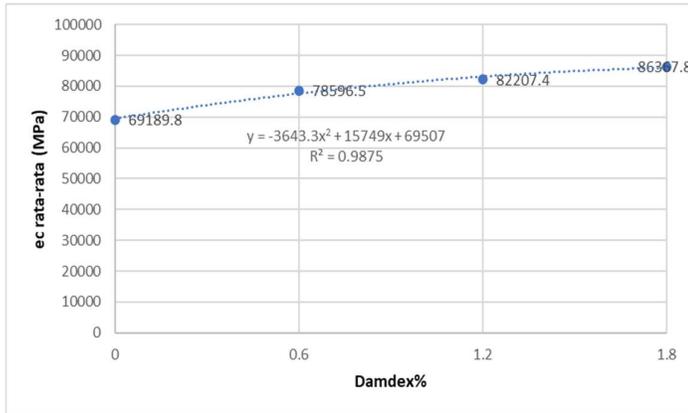
Tabel 7. Hasil perhitungan Modulus Elastisitas SCC mutu 30 dan 40 MPa (Damdex)

Mutu Beton	Persentase Sika (%)	Modulus Elastisitas (MPa)	Persentase Damdex (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
30 MPa	0	66333,5	0	69189,8
30 MPa	0,6	72406,3	0,6	78596,5
30 MPa	1,2	76534,7	1,2	82207,4
30 MPa	1,8	81000,5	1,8	86367,8
40 MPa	0	64080,9	0	76799,1
40 MPa	0,6	75304,6	0,6	82462,2
40 MPa	1,2	73713,5	1,2	87316,9
40 MPa	1,8	74792,8	1,8	89107,6

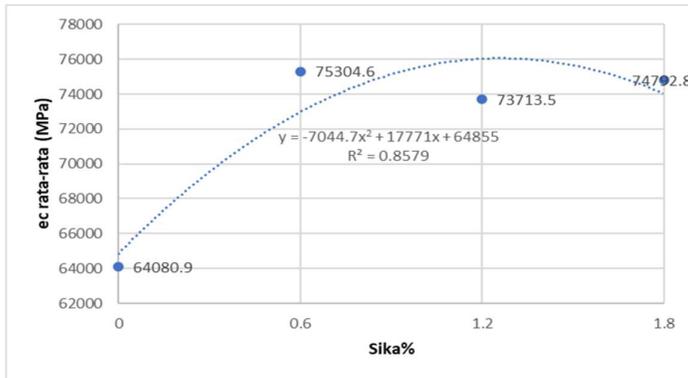
Sumber: hasil perhitungan



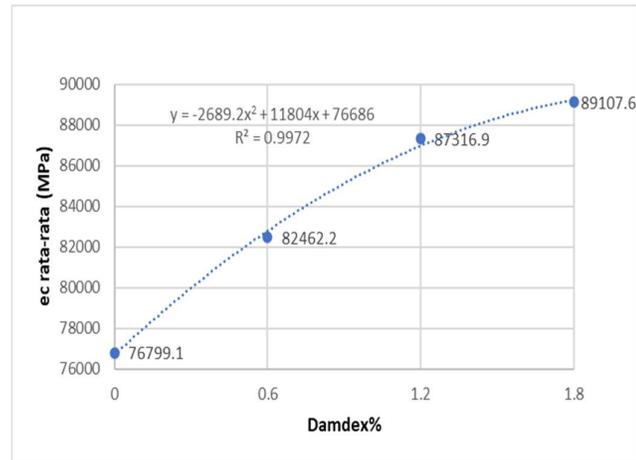
Gambar 7. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 30 Mpa



Gambar 8. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 30 Mpa



Gambar 9. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 40 Mpa



Gambar 10. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 40 MPa

Dari analisis perbandingan antara Sika dan Damdex, keduanya menunjukkan kemampuan untuk meningkatkan modulus elastisitas beton SCC, tetapi dengan karakteristik yang berbeda. Sika memberikan peningkatan modulus elastisitas yang paling signifikan pada variasi 0,6%, mencapai 17,51%, namun efeknya kurang konsisten pada variasi yang lebih tinggi, dengan penurunan pada 1,2% dan peningkatan kecil pada 1,8%. Sebaliknya, Damdex menunjukkan peningkatan yang lebih konsisten pada semua variasi yang diuji, dengan kenaikan terbesar terjadi pada 0,6% sebesar 7,37% dan penurunan yang lebih kecil pada variasi yang lebih tinggi. Kesimpulannya, Sika paling efektif untuk peningkatan modulus elastisitas pada variasi 0,6%, sedangkan Damdex memberikan peningkatan yang konsisten pada semua variasi.

5. KESIMPULAN

Dari Pada penelitian ini penggunaan Sika ViscoCrete 3115-N untuk penambahan admixture sebesar 0,6%, 1,2%, dan 1,8% meningkatkan kuat tekan, dengan persentase maksimum sebesar 1,5%, namun menurun setelah penambahan 1,6% dan selanjutnya Sementara itu, Damdex terus meningkatkan kuat tekan hingga 1,8%, dan belum diketahui persentase maksimum karena tren peningkatan masih berlanjut di atas 1,8%. Untuk Penambahan Sika Viscocrete 3115-N dan Damdex pada beton SCC terbukti meningkatkan modulus elastisitas, Namun nilai Damdex meningkatkan modulus elastisitas secara konsisten pada semua variasi, dengan kenaikan terbesar pada 1,8%, diketahui Persentase maksimum mencapai 2,6% atau 24,8273 MPa untuk mutu 30 MPa dan 2,2% atau 16,2688 MPa untuk mutu 40 MPa terhadap beton normal. Berdasarkan hasil pengujian, Sika ViscoCrete 3115-N direkomendasikan untuk meningkatkan kuat tekan maksimum beton SCC pada persentase optimal 1,5%, sementara Damdex lebih efektif untuk meningkatkan modulus elastisitas secara konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ridwan and S. A. Putra, "Analisis Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (SCC) dengan Kadar Superplasticizer yang Bervariasi," *Slump Test: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 43–51, 2024.
- [2] M. N. Ali *et al.*, "Pengaruh Penambahan Sika Viscocrete 3115 N Pada Campuran Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan," 2000.
- [3] D. Hadiyana and S. Nisumanti, "Penggunaan Sika Viscocrete 3115 Id Untuk Memudahkan Pengerjaan (Workability Beton Mutu Tinggi K. 350 Dan Kuat Tekan Beton)," *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, vol. 4, no. 3, pp. 107–113, 2017.
- [4] J. A. Harijanja and E. Barus, "Penggunaan Damdex Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton," *Majalah Ilmiah UKRIM*, vol. 2, pp. 1–15, 2008.

- [5] A. A. Masagala, "Pengaruh Penambahan Damdex dan Crumb Rubber Terhadap Peresapan Air dan Kuat Tekan Pasca Bakar," *Jurnal Karkasa*, vol. 8, no. 1, pp. 8–13, 2022.
- [6] D. Sandy, T. Sampebua, and F. Phengkarsa, "Pengaruh Damdex Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 268–275, 2024.
- [7] J. O. Simanjuntak, R. A. Sidabutar, H. Pasaribu, Y. R. R. Saragi, and S. Sitorus, "Sifat Dan Karakteristik Campuran Beton Menggunakan Batu Pecah Dan Batu Guli Dari Sungai Binjai," *Jurnal Visi Eksakta*, vol. 2, no. 2, pp. 239–254, 2021.
- [8] I. Puspitasari and L. Uisharmandani, "Kajian Eksperimental Beton Menggunakan Admixture Sika Viscocrete 3115N Untuk Meningkatkan Kuat Tekan," *Jurnal TEDC*, vol. 17, no. 1, pp. 28–35, 2023.
- [9] B. A. Setiawan and M. F. Sofianto, "Pengaruh Variasi Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan, Berat Volume, Porositas Dan Sifat Segar Beton High Volume Fly Ash Metode Self Compacting Concrete," *Universitas Negeri Surabaya. Hal*, pp. 1–8, 2019.
- [10] D. Wongso, C. D. Mungok, and A. Supriyadi, "Studi Perancangan Self-compacting Concrete (Scc) Untuk Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) Dengan Metode Aci," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 1, no. 1, 2013.
- [11] Y. Risdianto, "Penerapan Self compacting concrete (SCC) pada beton mutu normal," *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, vol. 8, no. 2, pp. 54–60, 2010.
- [12] T. Annisaa, "Kajian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Kuat Lekat Dan Kuat Tarik Beton Memadat Sendiri Terhadap Beton Normal," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 9, no. 3, 2021, doi: 10.20961/mateksi.v9i3.54477.
- [13] W. A. Prakayuda, A. Halim, and C. Aditya, "Pengaruh Penambahan Damdex Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, No. 2, 2021.
- [14] I. Asraar And C. D. Mungok, "Studi Perancangan Beton Hemat Energi (Self Compacting Concrete) Untuk Beton Normal, $f_c' = 25\text{mpa}$ Dengan Metode Aci Modifikasi," *Jelast: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [15] E. Syaiful Wagola and E. A. Muharyanto, "Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (Scc) Menggunakan Pasir Besi Pada Pesisir Pantai Kecamatan Waplau," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 153–163, 2021.