

ANALISIS KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN AIR CAMPURAN SUHU EKSTREM YANG DITAMBAHKAN ACCELERATOR DAN RETARDER

Teuku Budi Aulia¹, Zahra Amalia²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111

email: aulia@unsyiah.ac.id, zahra.amalia@unsyiah.ac.id

Abstract: In recent decades global warming has been occurring in the world. The need for concrete as construction material is continuously increasing, 60% of the world's civil-engineering infrastructures are made of concrete. The aim of this study was to determine the effect of using extreme water temperature as mixed water in concrete on concrete splitting tensile strength added by accelerator and retarder. Water used is hot water (100°C), cold water (10°C), and normal temperature water (23°C). Accelerator and retarder used are 0%; 0,25%; 0,50% and 0,75% by cement weight. Concrete was made with FAS 0,35; 0,40; and 0,45. Tensile strength testing using a 15/30 cm concrete cylinder totaling 135 specimens, varied in FAS and percentage of admixture (accelerator and retarder), each variation has 5 specimens and tested at 28 days. The results showed that concrete using extreme temperature of mixed water using accelerator and retarder could affect concrete tensile strength compared to normal concrete without using admixture. In concrete mixture using cold water, an increase in tensile strength occurred at FAS 0,35; 0,40; and 0,45 with addition of 0,25% accelerator, which was 0,41%; 0,43% and 2,3% compared to using normal water temperature without accelerator addition. For hot water mixture, an increase in tensile strength at FAS 0,35; 0,40; and 0,45 with using 0,25% retarder, which was 4,49%; 6,04%; and 2,76% compared to concrete using normal water temperature without retarder addition.

Keywords: Concrete splitting tensile strength, extreme temperature water, w/c-ratio, accelerator, retarder

Abstrak: Dalam beberapa dekade terakhir terjadi fenomena pemanasan global di dunia. Kebutuhan terhadap beton sebagai material konstruksi terus meningkat, 60% pembangunan infrastruktur ketekniksipil dunia dibuat dari beton. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan air bersuhu ekstrem sebagai bahan pembentuk beton terhadap kuat tarik belah beton yang ditambahkan *accelerator* dan *retarder*. Air yang dipakai adalah air panas (100°C), air dingin (10°C), dan air suhu normal (23°C). *Accelerator* dan *retarder* yang digunakan adalah 0%; 0,25%; 0,50% dan 0,75% dari berat semen. Beton dibuat dengan FAS 0,35; 0,40; dan 0,45. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan silinder 15/30 cm berjumlah 135 buah, dengan variasi FAS dan persentase *admixture* (*accelerator* dan *retarder*), setiap variasi berjumlah 5 benda uji, diuji pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton menggunakan air campuran suhu ekstrem menggunakan *accelerator* dan *retarder* dapat mempengaruhi kuat tarik belah beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penggunaan *admixture*. Pada beton menggunakan air dingin, peningkatan kuat tarik belah terjadi pada FAS 0,35; 0,40; dan 0,45 dengan penambahan *accelerator* 0,25%, yaitu 0,41%; 0,43% dan 2,3% dibandingkan menggunakan air suhu normal tanpa penambahan *accelerator*. Untuk campuran air panas diperoleh peningkatan kuat tarik belah pada FAS 0,35; 0,40; dan 0,45 dengan penggunaan *retarder* 0,25%, yaitu sebesar 4,49%; 6,04%; dan 2,76% dibandingkan dengan beton menggunakan air suhu normal tanpa penambahan *retarder*.

Kata kunci: Kuat tarik belah beton, air suhu ekstrem, faktor air semen (FAS), *accelerator*, *retarder*

1. PENDAHULUAN

Air pada campuran beton memiliki peran yang sangat penting dalam proses pembentukan beton. Kualitas beton salah satunya dipengaruhi oleh reaksi antara air dan semen (hidrasi) secara kimiawi. [1] menyebutkan bahwa air campuran pada beton tidak hanya dipengaruhi oleh jumlahnya saja, namun kualitasnya juga penting karena dapat mempengaruhi

waktu pengikatan dan workabilitas beton. Disamping itu juga dapat mempengaruhi kekuatan dan durabilitasnya.

Menurut [2], suhu air yang memberikan hasil optimal terhadap kualitas beton yaitu diantara 20°C hingga 35°C. Namun, temperatur lingkungan saat proses pelaksanaan pekerjaan pem betonan merupakan hal yang tidak dapat dikendalikan.

Pembetonan di musim panas dapat mempercepat proses hidrasi sehingga beton cepat mengeras dan menimbulkan kesukaran di dalam pengerjaannya (workabilitas rendah). Hal ini terjadi karena berkurangnya jumlah air akibat penguapan. Hilangnya workabilitas beton dapat terjadi karena adanya aksi ganda yaitu penguapan air dan panas hidrasi [3]. Penggunaan air dingin dalam campuran beton dapat menjadi alternatif untuk menurunkan suhu mortar, namun suhu mortar yang rendah memungkinkan kecepatan pengerasan dan peningkatan kekuatan menjadi lambat. Untuk menghindari hal tersebut maka dilakukan penambahan bahan tambah (*admixture*) berupa *accelerator* pada campuran beton. Perilaku sebaliknya juga terjadi di musim dingin. Suhu lingkungan yang rendah akan memperlambat proses pengikatan beton. Penggunaan air panas sebagai bahan campuran beton dan *admixture* berupa *retarder* dapat menjadi alternatif untuk menghindari proses pengikatan dan pengerasan campuran yang cepat. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan dan suhu air campuran beton [4], [5]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa suhu air pada campuran beton mempengaruhi kekuatannya. Namun, studi mengenai pengaruh *admixture* yang digunakan dalam campuran beton menggunakan suhu ekstrim masih perlu dipelajari lebih lanjut.

Studi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan air dengan suhu ekstrim terhadap kuat tarik belah beton akibat penambahan *accelerator* dan *retarder* dengan membandingkannya terhadap beton yang menggunakan air pada suhu normal tanpa penambahan *accelerator* dan *retarder* untuk memperoleh beton dengan mutu optimal.

2. STUDI EKSPERIMENTAL DAN METODOLOGI

Studi eksperimental dilakukan agar mendapatkan data yang dibutuhkan untuk mengetahui pengaruh suhu air yang ekstrim pada campuran beton terhadap kuat tarik belahnya.

Parameter Pengujian

Pada studi ini suhu air campuran 10°C dan 100°C merupakan parameter utama. Suhu air campuran 10°C dan 100°C selanjutnya disebut suhu air campuran menggunakan air dingin dan air panas secara berurutan. Disamping itu, penggunaan faktor air semen (FAS) dan persentase *admixture* divariasikan untuk dilihat variasi perubahan pengaruhnya. Jumlah benda uji dan variasi parameter pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Pada studi ini, persentase *admixture* yang diteliti adalah 0%, 0,25%, 0,50% dan 0,75%. Variasi persentase *admixture* didasarkan pada data teknis produk dari PT. Sika Indonesia yang mensyaratkan persentase maksimum jumlah *admixture* adalah 1% dari berat semen.

Accelerator dan *retarder* merupakan *admixture* yang digunakan dalam studi ini. *Accelerator* digunakan pada campuran beton menggunakan air dingin dan *retarder* digunakan pada campuran beton menggunakan air panas.

Tabel 1 . Parameter pengujian

Suhu air	Jenis <i>admixture</i>	Persentase <i>admixtures</i> (dari berat semen)	Jumlah benda uji untuk tiap nilai FAS (buah)		
			0.35	0.40	0.45
10°C (Air dingin)	<i>Accelerator</i>	0	5	5	5
		0,25	5	5	5
		0,5	5	5	5
		0,75	5	5	5
100°C (Air panas)	<i>Retarder</i>	0	5	5	5
		0,25	5	5	5
		0,5	5	5	5
		0,75	5	5	5
Air suhu normal	-	-	5	5	5

Benda Uji dan Material

Benda uji yang digunakan dalam studi eksperimental ini adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sesuai dengan standar ukuran benda uji untuk pengujian kuat tarik belah beton menurut [6]. Beton dibuat menggunakan semen Portland dengan ukuran agregat maksimum 25,4 mm. Perencanaan campuran beton dihitung berda-

saikan metode [7] untuk beton normal dengan gradasi butiran agregat campuran berpedoman pada [8].

Sebelum merencanakan campuran beton, sifat-sifat fisis material diuji dengan standar ASTM seperti berat jenis [9], absorpsi [10], berat volume [9], analisa saringan [11] dan kandungan bahan organik (sifat kimia) pasir halus [12]. **Tabel 2** menunjukkan proporsi campuran beton yang digunakan pada studi ini.

Tabel 2 . Proporsi campuran beton

FAS	Unit (kg/m ³)			
	Air	Semen	Agregat kasar	Pasir halus
0,35	192,62	550,33	819,01	819,01
0,40	192,62	481,54	853,40	853,40
0,45	192,62	428,04	880,15	880,15

Bahan pembentuk beton dicampur menggunakan molen kapasitas 90 liter, dengan urutan pencampuran pasir, kerikil, semen, air dan *admixtures* selama lebih kurang 15 menit. Air dingin didapatkan dengan menggunakan es, sedangkan air panas yang digunakan adalah air yang dipanaskan dengan kompor gas elpiji sehingga diperoleh air dengan suhu yang diharapkan. Kemudian mortar beton dituangkan dalam cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang telah diolesi oli. Bersamaan juga diukur *slump* menggunakan kenut abrams. Benda uji dibuka dari cetakan setelah 24 jam dan dilakukan perawatan. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton dalam air selama 28 hari. Disamping pengujian kuat tarik belah beton, pengujian kuat tekan beton juga dilakukan untuk mengetahui hubungan di antaranya.

Pada studi ini *accelerator* yang digunakan adalah jenis *Sikacim Accelerator*, sedangkan untuk *retarder* digunakan jenis *RTD-01* berbahan dasar *Polyhydroxy Carbon Salts* yang keduanya diperoleh dari PT. Sika Indonesia. Karakteristik dari *admixture* ini dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 . Karakteristik Admixture

Admixture	Parameter karakteristik		
	Bentuk	Warna	Berat jenis
<i>Sikacim Accelerator</i>	Cairan	Tidak berwarna	1,28 kg/ltr
<i>RTD-01</i>	Cairan	Hitam pekat	1,17 – 1,19 kg/ltr

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Menurut [13], nilai kuat tekan tidak berbanding lurus terhadap nilai kuat tarik beton, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya.

Pengujian kuat tarik belah dalam studi ini mengacu pada ASTM C 496-71. Kuat tarik belah f_t (kg/cm²) dapat ditentukan dengan **Persamaan 1**.

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (1)$$

di mana P adalah beban pada waktu belah (kg), sedangkan L dan D adalah panjang benda uji silinder (cm) dan diameter benda uji silinder (cm), secara berurutan.

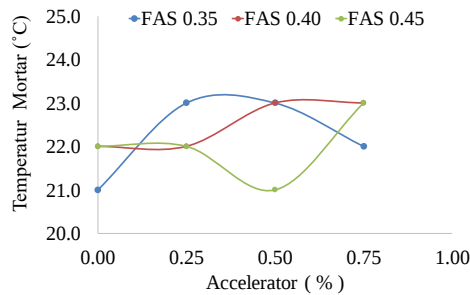
3. HASIL PENELITIAN

Seleksi data dilakukan secara statistik. Penyebaran data hasil pemeriksaan diukur dengan menggunakan koefisien ragam sampel (*covarian*) untuk kemudian diklasifikasikan. Pengaruh yang nyata dari perbedaan FAS dengan variasi persentase *admixture* (*accelerator* dan *retarder*) terhadap kuat tarik belah beton dilakukan dengan analisa varian. Bentuk hubungan FAS dengan variasi persentase *admixture* (*accelerator* dan *retarder*) terhadap kuat tarik belah beton dianalisis dengan analisis regresi. Analisis varian untuk pengujian nyata regresi digunakan untuk mengetahui model regresi yang diperoleh.

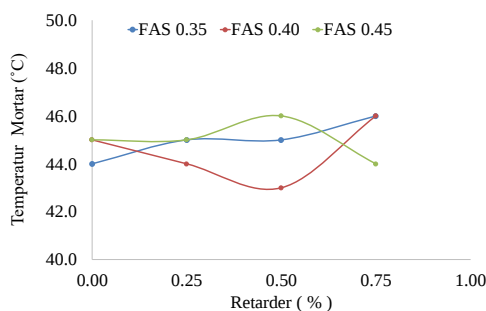
Karakteristik Beton Segar

Tanpa penggunaan *admixture*, suhu mortar beton normal adalah 28°C. Pada campuran beton dengan air dingin, suhu mortar relatif sama untuk setiap FAS yaitu

22°C dan 45°C pada beton air panas. Perubahan suhu ini disebabkan karena air bersuhu ekstrim telah bercampur dengan material lainnya yang bersuhu berbeda dengan air pencampur. Pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** dapat dilihat perubahan suhu mortar pada persentase *admixture* yang berbeda untuk campuran beton dengan air dingin dan air panas, secara berurutan.



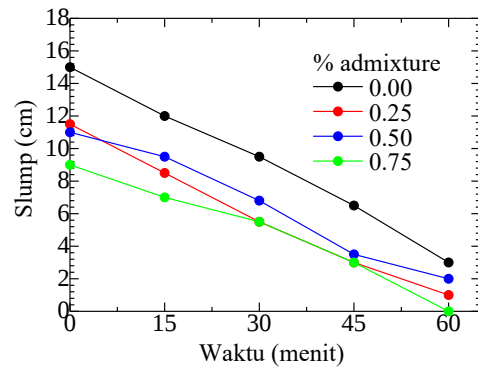
Gambar 1 Hubungan temperatur mortar dengan persentase *accelerator* campuran air dingin



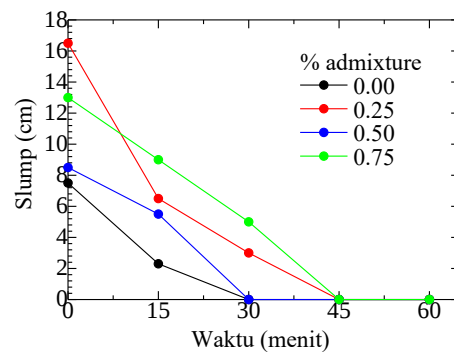
Gambar 2 Hubungan temperatur mortar dengan persentase *retarder* campuran air panas

Nilai *slump* beton segar terhadap waktu mengalami perbedaan antara campuran beton menggunakan air dingin dan air panas. Hal ini terlihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4** untuk nilai FAS 0,45. Pada beton dengan campuran air dingin dan tambahan *accelerator*, penurunan nilai *slump* pada menit awal cenderung lambat. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beton menggunakan air dingin dapat memperlambat waktu pengikatan awal sehingga mortar lambat mengeras. Perilaku yang sebaliknya terlihat pada campuran beton dengan air panas dengan penambahan *retarder*.

Penurunan secara cepat nilai *slump* di menit awal terlihat pada grafik. Hal ini menunjukkan bahwa campuran beton menggunakan air panas dapat mempercepat waktu pengikatan awal sehingga mortar cepat mengeras. Hasil ini sejalan dengan hasil pada penelitian oleh [1]. Perilaku yang relatif sama terlihat pada FAS 0,35 dan FAS 0,40.



Gambar 3 Hubungan nilai *slump* dengan waktu pada campuran air dingin FAS 0,45

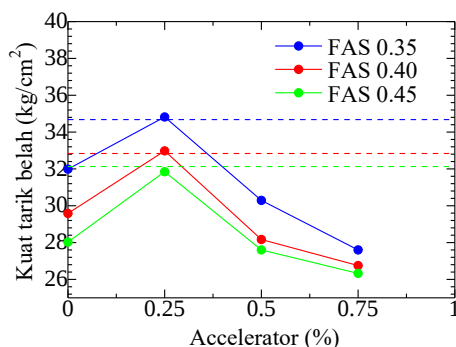


Gambar 4 Hubungan nilai *slump* dengan waktu pada campuran air panas FAS 0,45

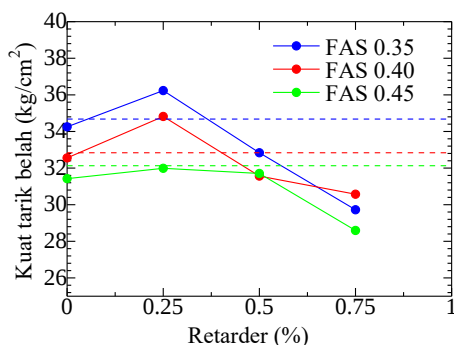
Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton menggunakan campuran air dingin dan air panas secara berurutan dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**. Garis putus-putus biru, merah dan hijau menunjukkan kuat tarik belah beton normal tanpa *admixture* untuk FAS 0,35; 0,40 dan 0,45 secara berurutan. Pada beton dengan campuran air dingin, kuat tarik belah beton rata-rata tertinggi terjadi pada FAS 0,35 menggunakan 0,25% *accelerator* yaitu 34,820 kg/cm²; sedangkan besarnya

kuat tarik belah beton rata-rata yang terendah terjadi pada FAS 0,45 dengan 0,75% *accelerator* yaitu 26,327 kg/cm². Pada beton dengan campuran air panas, kuat tarik belah beton rata-rata tertinggi terjadi pada FAS 0,35 menggunakan 0,25% *retarder* yaitu 36,235 kg/cm²; sedangkan besarnya kuat tarik belah beton rata-rata yang terendah terjadi pada FAS 0,45 dengan 0,75% *retarder* yaitu 28,592 kg/cm². Pada beton normal tanpa penggunaan *admixture*, besarnya kuat tarik belah beton rata-rata yang tertinggi terjadi pada FAS 0,35 yaitu 34,678 kg/cm², sedangkan besarnya kuat tarik belah beton rata-rata yang terendah terjadi pada FAS 0,45 yaitu 31,130 kg/cm².



Gambar 5 Hubungan kuat tarik belah beton dengan persentase *admixture* pada campuran air dingin



Gambar 6 Hubungan kuat tarik belah beton dengan persentase *admixture* pada campuran air panas

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa kadar optimum *accelerator* dan *retarder* adalah 0,25%. Nilai kuat tarik belah beton menurun pada peningkatan persentase *admixture*. Penggunaan *accelera-*

tor dan *retarder* dalam persentase yang besar akan berpengaruh negatif terhadap kuat tarik belah beton.

Hubungan Kuat Tarik Belah Beton Terhadap Kuat Tekannya

Kuat tekan dan kuat tarik belah saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu sama lainnya sehingga dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tarik terhadap kuat tekan pada tiap variasi FAS dan persentase *admixture*. Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan nilai perbandingan kuat tarik belah beton dengan kuat tekannya untuk campuran beton dengan air dingin dan airpanas secara berurutan.

Tabel 4. Perbandingan nilai kuat tarik belah beton dan kuat tekannya pada campuran beton dengan campuran air dingin

FAS	% <i>admix- ture</i>	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)	Kuat tarik belah rata-rata (kg/cm ²)	Perbandingan <i>f_c</i> dengan <i>f_t</i> (%)	Perbandingan <i>f_t</i> dengan $\sqrt{f_c}$
0,35	0	365,561	31,989	11,43	0,534
	0,25	471,947	34,536	13,67	0,508
	0,5	437,429	30,290	14,44	0,462
	0,75	410,266	27,601	14,86	0,435
0,40	0	316,329	29,582	10,69	0,531
	0,25	420,452	32,979	12,75	0,514
	0,5	373,484	28,167	13,26	0,465
	0,75	344,058	26,752	12,86	0,460
0,45	0	263,702	28,025	9,41	0,551
	0,25	350,282	31,847	11,00	0,543
	0,5	328,213	27,601	11,89	0,486
	0,75	291,430	26,327	11,07	0,492

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa kuat tarik belah beton dengan campuran air dingin berada diantara 9,41% s/d 14,86% dari kuat tekannya. Nilai persentase perbandingan ini sesuai dengan *range* yang diberikan oleh Dipohusodo yaitu dalam interval 9% s/d 15%. Tabel 5 memperlihatkan perbandingan nilai kuat tarik belah dengan kuat tekan beton menggunakan campuran air panas berkisar antara 10,96% s/d 15,61%. Nilai persentase perbandingan sedikit lebih tinggi dari *range* yang diberikan oleh [13].

Tabel 5. Perbandingan nilai kuat tarik belah beton dan kuat tekannya pada campuran beton dengan campuran air panas

FAS	% <i>admix- ture</i>	Kuat tekan rata-rata (kg/cm ²)	Kuat tarik belah rata-rata (kg/cm ²)	Perbandingan f_c dengan f_t (%)	Perbandingan f_t dengan $\sqrt{f_c}$
0,35	0	482,699	34,253	14,09	0,498
	0,25	525,141	36,235	14,49	0,505
	0,5	512,691	32,838	15,61	0,463
	0,75	461,196	29,724	15,52	0,442
0,40	0	461,762	32,555	14,18	0,484
	0,25	482,133	34,820	13,85	0,506
	0,5	397,817	31,564	12,60	0,505
	0,75	367,259	30,573	12,01	0,509
0,45	0	408,568	31,423	13,00	0,496
	0,25	422,716	31,989	13,21	0,497
	0,5	347,453	31,706	10,96	0,543
	0,75	314,632	28,592	11,00	0,515

Mekanisme Kehancuran

Mekanisme kehancuran pada pengujian kuat tarik belah beton dengan campuran air dingin dan air panas tidak memiliki perbedaan yang sangat berarti. Kondisi benda uji silinder setelah pengujian dapat dilihat pada **Gambar 7**, keduanya sama-sama terbelah menjadi dua bagian. Hal ini menandakan bahwa beton menggunakan air dingin dan air panas akan mengalami kehancuran secara tiba-tiba (getas) pada beban maksimum.



Benda uji beton
campuran air dingin Benda uji beton
campuran air panas
**Gambar 7 Pola kehancuran beton dengan air
campuran suhu ekstrim**

4. PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu Air Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan grafik pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** dapat diketahui bahwa suhu air campuran beton mempengaruhi kuat tarik belah beton. Peningkatan kuat tarik belah beton diperoleh pada beton menggunakan campuran air dingin dan air panas pada persentase *accelerator* dan *retarder* sebesar 0,25%, yang dapat dinyatakan sebagai persentase optimum. Pada persentase *admixture* yang lebih tinggi terjadi penurunan kuat tarik belah beton baik untuk air dingin maupun air panas jika dibandingkan dengan kuat tarik belah beton normal tanpa penggunaan *admixture* (0% *admixture*). Perbedaan laju hidrasi dapat menjadi salah satu penyebab perbedaan nilai kuat tarik belah beton. Laju hidrasi bergantung pada suhu mortar. Jika suhu mortar meningkat, maka proses pengikatan dan pengerasan beton serta laju hidrasi juga meningkat. Proses pengerasan yang cepat dapat menyebabkan pembentukan beton tidak terstruktur dengan sempurna. Renjura et al., (2016) menyebutkan bahwa beton dengan suhu air campuran ekstrim memiliki kekuatan yang lebih tinggi di awal umur beton, namun mengalami penurunan seiring bertambahnya umur beton. Proses pembentukan beton secara cepat menyebabkan beton memiliki lebih banyak retak mikro dan pori-pori akibat tegangan *thermal* sehingga dapat menurunkan kekuatannya.

Pengaruh Variasi Persentase *Admixture* dan FAS Pada Beton dengan Campuran Air Suhu Ekstrim Terhadap Kuat Tarik Belahnya

Berdasarkan analisis varian pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**, variasi FAS dan persentase *admixture* pada campuran air suhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik belah beton. Perhitungan hasil analisis varian yang dilakukan terhadap kuat tarik belah beton yang menggunakan air suhu ekstrim menunjukkan bahwa F_0 hitung lebih besar dari F_0 tabel.

Analisis regresi digunakan untuk melihat hubungan antara persentase *admixture* dan FAS terhadap kuat tarik belah beton yang menggunakan air suhu ekstrim. Dari

perhitungan analisis regresi diperoleh nilai koefisien determinan tertinggi menggunakan regresi polinomial berderajat dua (2), yaitu 0,660 untuk beton yang menggunakan air dingin dan 0,673 untuk beton yang menggunakan air panas.

Tabel 6. Analisis Varian Pengaruh Penggunaan Air Dingin terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang ditambahkan Accelerator

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata kuadrat	F ₀ Hitung	F ₀ Tabel
Admixture	309,356	3	103,119	63,349	2,808
FAS	72,641	2	36,321	22,313	3,198
Interaksi	29,767	6	4,961	3,048	2,344
Error	78,134	48	1,628		
Total	489,898	59			

Tabel 7. Analisis Varian Pengaruh Penggunaan Air Panas terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang ditambahkan Retarder

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Rata-rata kuadrat	F ₀	F ₀ Tabel
Admixture	173,122	3	57,707	34,138	2,808
FAS	55,612	2	27,806	16,449	3,198
Interaksi	26,195	6	4,366	2,583	2,344
Error	81,139	48	1,690		
Total	336,068	59			

Workabilitas Beton Segar

Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan untuk mengukur *workability* (kelecekan) pada adukan beton air dingin dan air panas. Pengaruh penggunaan *accelerator* terhadap beton yang menggunakan air dingin dapat menurunkan *workability*. Menurut [14], kandungan C₃S pada semen merupakan katalis utama yang sangat efektif saat reaksi kimia antara C₃A dan CaCl₂ terjadi untuk membentuk kalsium hidroaluminat. Bahan tersebut memberikan efek yang sangat kecil selama waktu hidrasi awal pasta semen sehingga reaksi pengerasan dapat berlangsung lebih cepat. Namun, keefektifan komersial *accelerator* dengan bahan dasar *chloride* sangat bergantung pada jenis semen yang digunakan [15].

Sebaliknya, pada beton air panas yang menggunakan *retarder* dapat meningkatkan *workability*. Hal ini ditunjukkan dengan lamanya waktu pengikatan

(*setting time*) beton yang menggunakan *retarder*, sehingga memudahkan pengerjaan beton dengan volume pengecoran yang *massive*. Hewlett (2003) menjelaskan bahwa biasanya *retarder* berbahan dasar posfat atau hidroksilat polimer tertentu. Di dalam larutan posfat tersebut sebagian besar mengandung garam kompleks. Zat yang paling sering digunakan adalah *trisodium orthophosphate* (Na₄P₂O₇). Bahan penambah ini menghambat hidrasi dan memperlambat waktu durasi bagian terluar semen. Menurut [16], *admixtures of advanced superplasticiser for prolonged slump* (ASPPSR402), *retarder* yang berbahan dasar garam sodium atau kalsium *polynaphthalene sulfone*, garam sodium *poly melamine sulfone* atau *acrylate-ester (polycrylate) copolymer*, atau *lignosulphonate* dengan kemurnian tinggi, dapat menurunkan rasio air dan semen.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh penggunaan air suhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton terhadap kuat tarik belah beton dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan air suhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton yang ditambahkan *accelerator* dan *retarder* berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik belah beton apabila dibandingkan dengan kuat tarik belah beton menggunakan air suhu normal. Kadar optimum penggunaan *accelerator* dan *retarder* yang dapat meningkatkan kuat tarik belah beton adalah 0,25% dari berat semen pada FAS 0,35; 0,40; dan 0,45. Penggunaan *accelerator* dan *retarder* sangat mempengaruhi nilai kuat tarik belah dan *workability* beton yang menggunakan air bersuhu ekstrim sebagai bahan pembentuk beton.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Renjura dkk., "Effect on Workability and Strength of Concrete due to Variation in Mixing Water Temperature," vol. 7, no. 4, pp. 185–188, 2016.
- [2] S. Naganathan dan K. N. Mustapha, "Effect of

- water temperature on concrete properties,” *Jordan J. Civ. Eng.*, 2015.
- [3] N. Bella, I. A. Bella, dan A. Asroun, “A review of hot climate concreting, and the appropriate procedures for ordinary jobsites in developing countries,” *MATEC Web Conf.*, vol. 120, pp. 1–10, 2017.
- [4] M. Assal dan M. N. Abou-Zeid, “The effect of mixing water temperature on concrete properties in hot weather conditions,” in *7th International Materials Specialty Conference 2018, Held as Part of the Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference 2018*, 2019.
- [5] M. Madi dkk., “The impact of mixing water temperature on portland cement concrete quality,” in *6th International Conference on Engineering Mechanics and Materials 2017*, 2017.
- [6] ASTM C 496/C 496M, “Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens,” *ASTM Int.*, 2011.
- [7] ACI Committee 211, *211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete*. 2009.
- [8] SNI 2847:, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Bandung Badan Stand. Indones.*, 2013.
- [9] ASTM C127, *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. 2004.
- [10] ASTM, “ASTM C 128: Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate,” *Annu. B. ASTM Stand.*, 1997.
- [11] American Society for Testing and Materials, “ASTM C136 / C136M - 14 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates,” *ASTM Int.*, 2014.
- [12] ASTM International, “ASTM C40. Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete,” *United States Am. Stand. Test. Mater.*, 2004.
- [13] I. Dipohusodo, “Struktur Beton Bertulang,” *PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta*, 1999.
- [14] P. C. Hewlett, *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*. 2003.
- [15] N. Shanahan, A. Sedaghat, dan A. Zayed, “Effect of cement mineralogy on the effectiveness of chloride-based accelerator,” *Cem. Concr. Compos.*, 2016.
- [16] M. H. Khudhair, M. S. El Youbi, dan A. Elharfi, “Data on effect of a reducer of water and retarder of setting time admixtures of cement pastes and mortar in hardened stat,” *Data Br.*, 2018.