

Tinjauan Faktor Pengali Pada Umur Beton Dengan Menggunakan Faktor Air Semen 0,5

Deni¹, Hermansyah², inž. Zainuddin Husainy³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa Besar, 84371, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa Besar, 84371, Indonesia

*Email: denirustam02@gmail.com

Abstract

Concrete is the most widely used material in the construction of buildings, bridges, roads and others. Concrete is a material that has high compressive strength, is resistant to fire and wear, is weather resistant, and is relatively inexpensive, because it uses basic and local materials, can be transported or printed as desired, maintenance costs are relatively cheap, and the quality of the concrete can be adjusted according to requirements. need. In this study, the authors only made normal concrete with the aim of knowing the slump value for each age variation and what is the multiplier factor for the compressive strength of concrete with age variations of 3 days, 4 days, 7 days, 14 days and 28 days. The test specimens used were cylinders with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm for 3 specimens for each age variation, the calculation of the concrete mix design used SNI 03-2834-2000 with a design compressive strength of 32 MPa. The results of the study on the slump values obtained different values and some were the same with successive values of 16 cm, 15 cm, 17 cm, 16 cm, and 17 cm. The cause of the different slump values was when the test specimens were made at different times. Concrete compressive strength respectively 7.92 MPa, 8.01 MPa, 12.07 MPa, 15.8 MPa and 21.12 MPa. The value of the multiplier is based on the equation $y = 0.0007x^2 + 0.0047x + 0.343$ $R^2 = 0.9909$ respectively 0.60; 0.70; 0.82; 0.90; and 1.

Keywords: Normal Concrete, Compressive Strength, Multiplier Factor

Abstrak

Beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap api dan keausan, tahan cuaca, dan harganya relatif murah, karena menggunakan bahan-bahan dasar dan lokal, dapat diangkut maupun dicetak sesuai keinginan, biaya perawatan relatif murah, serta mutu betonnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, penulis hanya membuat beton normal dengan tujuan untuk mengetahui nilai slump setiap variasi umur dan berapa faktor pengali pada nilai kuat tekan beton dengan variasi umur 3 hari, 4 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan yaitu berberntuk slinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 3 benda uji setiap variasi umur, perhitungan perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 32 Mpa. Hasil penelitian pada nilai slump mendapatkan nilai yang berbeda dan ada yang sama dengan nilai berturut-turut 16 cm, 15 cm, 17 cm, 16 cm, dan 17 cm penyebab dari nilai slump yang berbeda adalah pada saat

pembuatan benda uji dengan waktu yang berbeda. Kuat tekan beton berturut-turut 7,92 MPa, 8,01 MPa, 12, 07 MPa, 15,8 MPa dan 21,12 MPa. Adapun nilai faktor pengali berdasarkan persamaan $y = 0,0007x^2 + 0,0047x^2 + 0,343 R^2 = 0,9909$ berturut-turut sebesar 0,60; 0,70; 0,82; 0,90; dan 1.

Kata kunci: *Beton Normal, Kuat Tekan, Faktor Pengali*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap api dan keausan, tahan cuaca, dan harganya relatif murah, karena menggunakan bahan-bahan dasar dan lokal, dapat diangkut maupun dicetak sesuai keinginan, biaya perawatan relatif murah, serta mutu betonnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Beton pada umumnya terdiri yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, material atau bahan beton dapat mengalami perubahan. Contohnya penambahan bahan tambah pada beton (zat aditif) atau pengganti dalam campuran beton.

Faktor pengali pada beton bertujuan untuk mengetahui umur beton yang direncanakan pada pembuatan beton, sehingga dapat diketahui berapa nilai kuat tekan pada beton yang direncanakan. Beton merupakan material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan cara membuat suatu campuran. Campuran tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan bangunan non kimia dengan perbandingan tertentu Sumarjono (2010).

Beton normal merupakan beton yang dapat digunakan pada agregat pasir sebagai agregat halus batu kerikil atau split sebagai agregat kasar. Sehingga mempunyai berat jenis $2200 \text{ kg/m}^3 - 2400 \text{ kg/m}^3$ dengan kuat tekan beton bernilai antara 15-40 MPa (Ali, 2014). Menurut (McCormack, dalam Riko Facri Afriandi 2004), beton memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan bahan konstruksi lain, beberapa kelebihan antara lain memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap air dan api, beton mudah untuk dibentuk. Sedangkan kekurangannya salah satunya adalah memiliki kuat tarik yang rendah. Berdasarkan persoalan di atas, penulis ingin melakukan penelitian yang ditujukan untuk mengetahui tinjauan faktor pengali pada umur beton

dengan menggunakan faktor air semen 0,5. Dalam Perbandingan umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai slump pada umur beton campuran dengan variasi 3, 7, 14, 21 dan 28 hari serta mengetahui factor pengali nilai kuat beton dengan umur beton campuran dengan variasi 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

KAJIAN TEORITIS

A. Pengertian Beton

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Sulaiman (2019).

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture) tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur dengan merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran beton bila dibiarkan maka akan mengalami pengerasan seperti batu, terjadinya pada pengerasan mengakibatkan pada reaksi kimia antara semen dan air secara berlangsung selama waktu yang panjang atau campuran beton akan bertambah keras sehingga sejalan dengan umurnya. Wicaksono dalam Alve (2010).

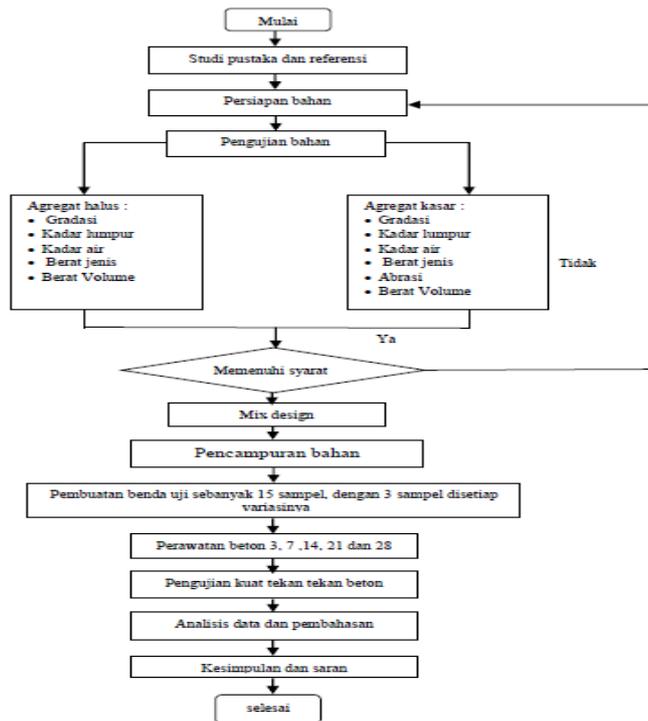
Lebih dari bahan lain, beton memberikan manfaat di antaranya: beton adalah material dengan kuat tekan yang besar yang juga tahan terhadap api, korosi, dan degradasi; kecuali semen portland, harganya agak murah karena menggunakan bahan baku lokal; mudah untuk memindahkan atau mencetak beton segar dalam bentuk yang diinginkan; konstruksi berat dapat dibuat dari bahan dengan kekuatan tekan tinggi bila diperkuat dengan baja; untuk membuangnya di tempat yang sulit dijangkau, beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak atau dimasukkan ke dalam cetakan beton selama perbaikan; beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempatnya yang posisinya sulit.

Beton mempunyai kelemahan sebagai berikut: beton mudah patah karena memiliki kekuatan tarik yang buruk; beton baru menyusut saat mengering dan meregang saat basah; saat suhu berubah, beton yang baru diletakkan mengeras dan menyusut; tidak mungkin menutup beton sepenuhnya, air selalu dapat merembes masuk, dan air yang

mengandung garam dapat merusak tulangan; karena beton rapuh, maka harus direncanakan dan ditentukan secara tepat untuk berubah menjadi material ulet saat disambung dengan baja tulangan

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Air Penelitian

B. Waktu dan Tempat

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2023, penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Lingkungan Dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa.

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : ayakan, timbangan digital, oven, kerucut terpancang, satu set pengujian slump, cetakan benda uji berbentuk silinder, mesin aduk campuran beton (molen), mesin uji kuat tekan beton, dan alat-alat bantu lainnya.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen PCC (Portland Composite Cement) Tipe II, air

D. Metode Pengumpulan Data

a. Analisa Data

Analisis data dilakukan melalui metode eksperimen. Metode ini digunakan untuk memberikan pengalaman langsung dalam melakukan penelitian dan melibatkan berbagai aktivitas secara langsung. Pengujian dilakukan dengan mengacu pada standar yang telah ditetapkan, yaitu ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan SNI (*Standar Nasional Indonesia*).

b. Rancangan Campuran (Mix Design)

Mengembangkan komposisi yang tepat untuk setiap bahan yang digunakan dalam beton sangatlah krusial guna mencapai kekuatan yang diharapkan pada material tersebut. Adapun tujuan pada rancangan campuran beton untuk menghasilkan beton yang memiliki persyaratan ke seragamannya, kekuatannya dan sifat tahan lama ekonomis. Dalam penelitian ini, komposisi perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000.

c. Pengujian Slump

Slump beton adalah ukuran viskositas, keplastisan, dan kohesivitas dari beton. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan nilai slump beton yang segar. Nilai slump beton mengindikasikan tingkat kemudahan dalam proses pengolahan yang terkait erat dengan tingkat kekentalan campuran beton. Semakin cair campuran beton, maka semakin mudah dalam pengolahannya.

d. Pembuatan Benda Uji

1. Siapkan cetakan beton berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
2. Isikan campuran beton ke dalam cetakan silinder.
3. Lakukan pemadatan, setelah cetakan terisi penuh, ratakan permukaannya dan biarkan selama 24 jam.
4. Setelah 24 jam berlalu, tandai setiap sampel pada benda uji yang berasal dari cetakan.

e. Perawatan Beton (Curing)

Perawatan beton melibatkan perawatan benda uji dengan merendamnya dalam air selama periode waktu yang telah direncanakan. Tujuan dari perawatan ini adalah untuk memfasilitasi reaksi kimia antara komponen-komponen yang membentuk campuran

beton. Waktu perawatan yang direncanakan untuk benda uji biasanya adalah 3, 7, 14, 21, dan 28 hari, yang memungkinkan pengukuran kekuatan tekan maksimum beton.

f. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton adalah metode pengujian yang digunakan untuk menentukan kemampuan beton dalam menahan tekanan atau beban kompresi. Pengujian ini dilakukan pada benda uji beton berbentuk silinder yang telah disiapkan dan dirawat sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Berikut rumus untuk mengetahui kuat tekan beton:

$$F'_c = \frac{P}{A}$$

Di mana ;

F'_c	= kuat tekan beton (MPa)
P	= beban maksimum (N)
A	= luas permukaan benda uji (mm ²)

g. Faktor Pengali Pada Nilai Kuat Tekan Dengan Variasi Umur

Faktor pengali dalam beton merupakan untuk memastikan bahwa perhitungan bahan yang digunakan dalam desain beton mencerminkan mutu beton dan kekuatan yang diharapkan dari beton yang akan dicampur. Adapun langkah-langkah untuk mencari nilai faktor pengali pada variasi umur beton dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Setelah pembuatan sampel berbentuk silinder berdasarkan penelitian yang dilakukan.
2. Sampel beton melakukan perendaman sesuai umur beton yang direncanakan.
3. Setelah perendaman beton, Sampel beton di timbang dan mendapatkan nilai berat kering yang telah direndam.
4. Pengujian kuat tekan beton dapat dilaksanakan, sehingga menemukan nilai kekuatan umur beton yang direncanakan.
5. Setelah menemukan nilai kuat tekan, maka dimasukkan ke dalam perhitungan sesuai peraturan PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971. Sehingga dapat menemukan nilai faktor pengali beton pada berbagai umur yang direncanakan.

Umur (Hari)	Faktor Konversi
3	0.4
7	0.65
14	0.88
21	0.95
28	1

Sumber: (PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancangan Campuran (*Mix Design*)

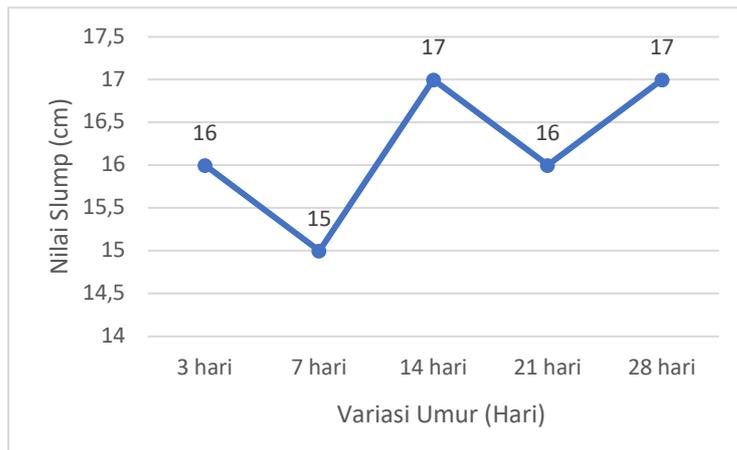
Rancangan Campuran (*Mix Design*) beton adalah proses menentukan bahan dalam masing-masing campuran beton yang bertujuan mendapatkan hasil beton. Rancangan Campuran (*Mix Design*) beton merupakan proses penentuan jumlah atau persentase penggunaan bahan campuran beton yang terdiri dari air, semen, agregat kasar, dan agregat halus berdasarkan dari SNI 03-2834-2000. Untuk melihat hasil Rancangan Campuran (*Mix Design*) beton untuk 1 m³ adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Campuran Per variasi untuk 3 benda uji silinder

Variasi (Umur Beton)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Semen (kg)	Air (kg/m ³)
3, 7, 14, 21 dan 28 hari	14.57	15.78	7.50	3.75

B. Hubungan Variasi Umur Dengan Nilai Slump

Slump beton adalah ukuran viskositas, keplastisan, dan kohesivitas dari beton. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan nilai slump beton yang segar.

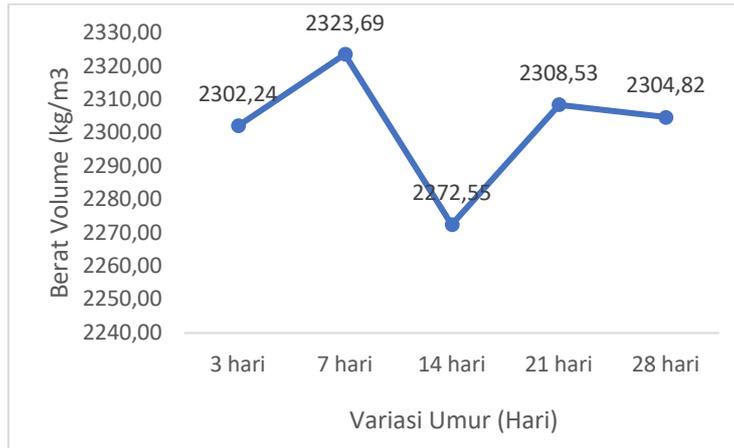


Gambar 2. Hubungan Variasi Umur Dengan Nilai Slump

Berdasarkan Gambar 2. variasi umur dengan nilai slump yang berbeda beda menunjukkan bawasannya terjadi naik dan turun pada nilai slump dengan variasi umur yang berdebeda. Adapun variasi umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari mendapatkan nilai slump yang berbeda dan ada yang nilai slump yang sama, yaitu 16 cm, 15, cm, 17, cm 16, 17 cm. dengan nilai slump yang berbeda dan ada yang sama disebabkan pada karakteristik agregat dipengaruhi oleh tingkat SSD atau kering permukaan agregat dengan kebutuhan air yang digunakan sehingga kurang penyerapan pada agregat pada penelitian. Adapun penyebab lainnya adalah pengerjaan (*workability*) atau pengujian slump dengan waktu yang berbeda-beda. Semakin kurang kental maka berpengaruh tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*).

C. Hubungan Variasi Umur Dengan Berat Volume

Hubungan variasi umur beton dengan berat volume merupakan untuk mengacu pada perubahan berat volume beton seiring dengan peningkatan waktu pengerasan beton saat beton dituangkan dan mulai mengeras, berat volume akan berubah seiring dengan berjalannya waktu.

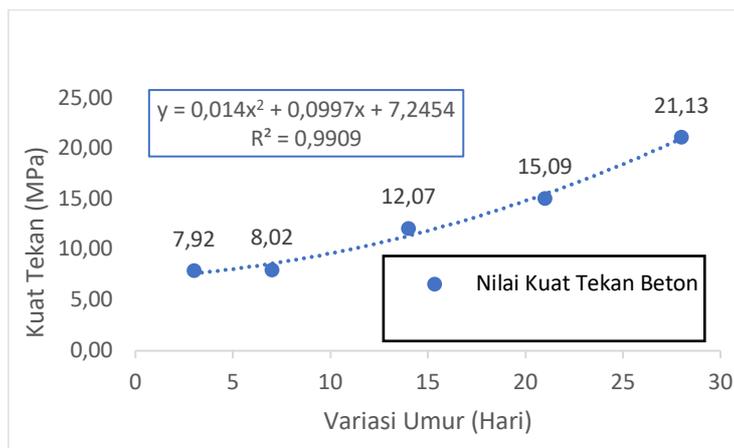


Gambar 3. Hubungan Variasi Umur Dengan Berat Volume

Gambar 3 Hubungan Variasi Umur dengan Berat Volume menjelaskan bahwa pada hubungan variasi umur dengan berat volume mendapatkan dari hasil nilai berat volume berupa 3 benda uji setiap variasi dan mendapatkan nilai rata-rata masing-masing variasi berat volume 3 hari yaitu 2302.24 kg/m³, 7 hari yaitu 2323.69 kg/m³, 14 hari yaitu 2275.55 kg/m³, 21 hari yaitu 2308.53 kg/m³ dan 28 hari yaitu 2304.82 kg/m³. Adapun penyebab dari suatu berat volume yaitu mengacu pada perubahan berat volume seiring dengan waktu pengerasan beton saat beton baru dituang maka beton akan mulai mengeras, berat volume akan berubah seiring berjalannya waktu.

D. Hubungan Variasi Dengan Nilai Kuat Tekan

Hubungan kuat tekan beton merujuk pada kekuatan beton yang direncanakan dalam menahan tekanan atau beban yang diberikan pada saat pengujian. Hal ini untuk mengetahui seberapa kuat pada beton yang diberikan beban dengan menguji sampel beton dalam laboratorium dengan alat (*Concrete Compressive Strength*).

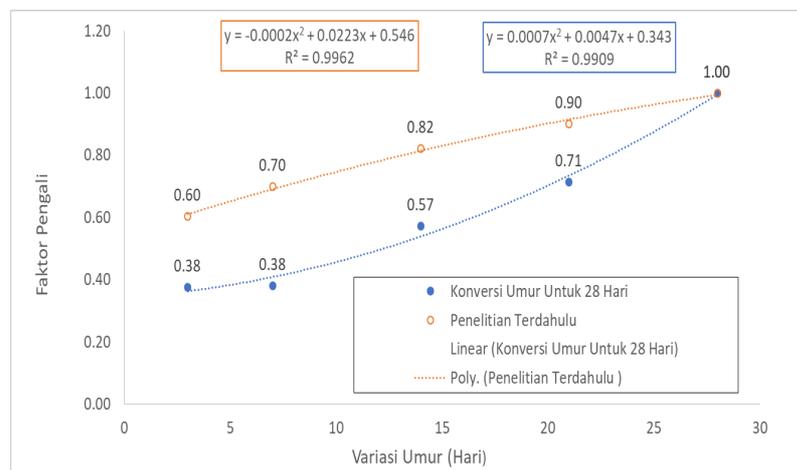


Gambar 4. Hubungan Variasi dengan Kuat Tekan

Berdasarkan Gambar 4.4 Hubungan variasi dengan kuat tekan menjelaskan bahwa sampel benda uji tekan pada variasi umur mengalami peningkatan pada hasil pengujian nilai kuat tekan beton yang didapatkan dari setiap variasi umur mempunyai 3 benda uji dengan mengambil nilai rata-rata. Nilai kuat tekan pada 3 hari yaitu 7,92 MPa, 7 hari yaitu 8,01 MPa, 14 hari yaitu 12,07 MPa, 21 hari yaitu 15,8 MPa, dan 28 hari yaitu 21,12 MPa. Adapun penyebab dari penurunan suatu nilai kuat beton ialah kurangnya pemadatan yang baik pada saat campuran dimasukkan dalam cetakan beton hal ini sangat penting sehingga dapat menghilangkan rongga udara dalam campuran beton. Peningkatan nilai kuat tekan beton dapat menyebabkan salah satunya bertambahnya umur beton yang akan direncanakan. Jika pemadatan tidak dilakukan dengan baik, maka rongga dapat menyebabkan penurunan untuk kekuatan beton.

E. Uji Faktor Pengali Pada Umur Beton

Faktor pengali atau konversi dalam beton adalah untuk memastikan bahwa perhitungan bahan yang digunakan dalam desain beton mencerminkan kualitas dan kekuatan yang diharapkan dari beton yang akan dicampur. Faktor pengali ini membantu bahwa jumlah bahan yang digunakan dalam campuran beton akan menghasilkan kekuatan yang diinginkan dan karakteristik fisik yang sesuai. Metode yang dilakukan dalam mendapatkan nilai faktor pengali atau konversi berdasarkan PBI 1971 dengan menyandingkan nilai faktor pengali atau konversi penelitian terdahulu.



Gambar 5. Uji Faktor Pengali Pada Umur Beton

Berdasarkan Gambar 5. nilai faktor pengali pada variasi umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari mendapatkan nilai berturut-turut yaitu 0,38, 0,38, 0,57, 0,71, dan 1,00. Nilai yang didapatkan dari nilai kuat tekan rata-rata di umur yang direncanakan dibagi dengan nilai kuat tekan rata di umur 28 hari. Sedangkan penelitian Sutandar (2013) Nilai faktor

pengali atau konversi didapatkan di umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari mendapatkan nilai berturut-turut yaitu 0,60, 0,70, 0,82, 0,90, dan 1,00, sehingga nilai perbandingan atau nilai penurunan pada nilai faktor pengali atau konversi dan penelitian terdahulu didapatkan dengan variasi umur 3, 7, 14, dan 21 hari dengan mendapatkan nilai berturut-turut sebesar 0,23%, 0,32%, 0,25%, dan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah variasi umur dengan nilai slump yang berbeda beda menunjukkan bawasannya terjadi naik dan turun pada nilai slump dengan variasi umur yang berbeda. Adapun variasi umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari mendapatkan nilai slump yang berbeda dan ada yang nilai slump yang sama, yaitu 16 cm, 15, cm, 17, cm 16, 17 cm. Nilai faktor pengali pada variasi umur menjelaskan bahwa nilai faktor pengali atau konversi untuk umur 28 hari dengan di umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari mendapatkan nilai berturut-turut yaitu 0,38, 0,38, 0,57, 0,71, dan 1,00. Adapun nilai perbandingan atau nilai penurunan dengan penelitian terdahulu yaitu variasi umur 3, 7, 14, dan 21 hari mendapatkan nilai berturut-turut sebesar 0,23%, 0,32%, 0,25%, dan 0,19%. Sedangkan Variasi umur 28 hari tidak mempunyai nilai perbandingan atau nilai penurunan maka dapat diketahui umur 28 hari memenuhi.

Saran pada penelitian ini adalah pembuatan benda uji atau sampel agar memperbanyak pada penelitian yang akan dilakukan sehingga tidak mengurangi penurunan pada nilai kuat tekan beton dan nilai faktor pengali atau konversi. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan nilai kuat tekan beton dan nilai faktor pengali atau konversi yang tercantum PBI 1971 dengan menggunakan jenis material yang berbeda.

DAFTAR REFERENSI

- Afriandi, Riko Fachri. 2018. Faktor, Pengaruh, Umur Terhadap, Perbandingan Kuat, Tekan Beton, Mutu Tinggi, and Dan Beton Ringan. n.d. Artikel Ilmiah.
- Ali Muhammad, 2014. Pengaruh Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal Pada Beton Segar, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Ginting, Arusmalem. 2011. Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan Dengan Kuat Lentur Pada Berbagai Umur Beton. Vol. 7.
- Melinda, Sintia, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam, and Ratulangi Manado. 2020. "Studi Eksperimental Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Kapur

Dan Batu Apung Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen.” Jurnal Sipil Statik 8(5):671–78.

Mulyono Tri, 2004. Teknologi Beton. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Mulyono, . 2005, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta

Mulyono, T. 2003. Teknologi Beton, Yogyakarta: Penerbit ANDI.

(PBI) Peraturan Beton Indonesia. (1971). Pendjelasan & Pembahasan Mengenai Peraturan Beton Indonesia. Bandung: Direktorat Djenderal Tjipta Karya Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan

PBI 1971 N.I.-2, 1979, Peraturan Beton Bertulang Indonesia, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

Sulaiman, Fatah. 2019. “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dan Polimer Alam Lateks Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Beton Polimer Ramah Lingkungan.” FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta 1(1):7. doi: 10.36055/fwl.v1i1.6419.

SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisa Sarngan Agregat Kasar, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-1969-1990. Metode Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-4804-1998. Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-2417-1991. Metode Pengujian keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal

Sulaiman, F. (2019). Pemanfaatan Abu AMPas Tebu dan Polimer Alam Lateks sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Beton Polimer Ramah Lingkungan. Flywheel

Sutandar, Erwin. 2013. “Pengaruh Pemeliharaan (Curing) Pada Kuat Tekan Beton Normal.” Vokasi IX(2):89–99

Tjokrodinuljo, K. (1992). Bahan Bangunan. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.