

PENGARUH PENGGUNAAN LEM BETON PADA PENGECORAN SAMBUNGAN ANTARA BETON LAMA DAN BARU

Widinanta Rizki Adh'Afaan

Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, 60118, Indonesia.

Email: raihan@gmail.com

ABSTRACT

When casting is unfinished upon performing concrete work, then casting must be stopped at parts that do not endanger the construction according to the plan drawings. Joints are part of the concrete construction that provides a safe stop for the casting for the next stage of construction. Casting is carried out in several steps. First is to fill the concrete in the cylinder mold up to half of the total. After the concrete has reached the age of 7 days, the concrete is used as connection concrete to fill half of the old concrete by coating the old concrete connection using glue that consists of additon addibond glue + water. Casting of joints without concrete was also performed by using only a mixture of cement + water. This research was conducted so that the implementation in the field knows the function of each slope angle at 0° is used in casting column connections, 45° is carried out on casting plate and beam connections, and 90° is carried out on casting pile cap foundation connections. The results of the compressive strength and split tensile strength tests of concrete showed that the variation of the joint slope using glue was greater than the variation of the connection without. Highest compressive strength test in intact concrete has an average strength value of 35,29 Mpa, while in the split tensile strength test of the concrete resulted in an average strength value of 2,37 Mpa.

Keywords: Cylinder Strength at 0°, 45°, and 90° Slope Concrete Glue Connections.

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembetonan bila pekerjaan pengecoran tidak selesai, maka pengecoran harus dihentikan pada tempat-tempat yang tidak membahayakan konstruksi sesuai petunjuk tenaga ahli sesuai dengan gambar rencana. Sambungan termasuk bagian konstruksi beton untuk memberikan tempat pemberhentian pengecoran yang aman untuk tahapan konstruksi selanjutnya. Pelaksanaan pengecoran dilakukan dalam beberapa langkah, pada langkah pertama melakukan pengisian beton pada cetak silinder hingga separuh dari keseluruhan. Setelah beton tersebut sudah mencapai usia 7 hari, maka beton digunakan sebagai beton sambungan untuk mengisi separuh dari beton lama tersebut. Hal ini dilakukan dengan melapisi sambungan beton lama dengan menggunakan lem yang merupakan campuran dari lem additon addibond + air. Pengecoran tanpa beton juga dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan campuran semen + air. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi dari masing-masing sudut kemiringan. Sudut kemiringan 0° digunakan pada pengecoran sambungan kolom, 45° dilakukan pada pengecoran sambungan plat dan balok, dan 90° digunakan pada pengecoran sambungan pondasi pile cap. Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton didapatkan bahwa beton pada variasi kemiringan sambungan dengan menggunakan lem lebih besar daripada variasi sambungan tanpa lem. Untuk hasil uji kuat tekan terbesar pada variasi beton utuh dengan nilai kuat rata-rata sebesar 35,29 Mpa, sedangkan pada uji kuat tarik belah beton mendapatkan nilai kuat rata-rata sebesar 2,37 Mpa.

Kata kunci: Kuat Silinder Pada Sambungan Lem Beton Kemiringan 0°, 45°, dan 90°.

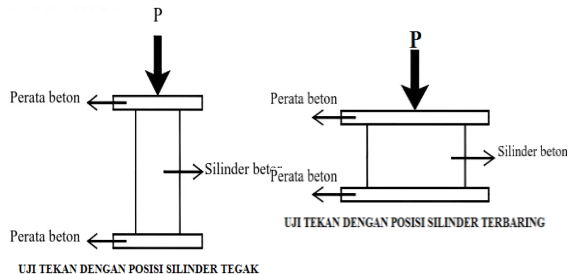
1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembetonan bila pekerjaan pengecoran tidak selesai, maka pengecoran harus dihentikan pada bagian-bagian yang tidak membahayakan konstruksi sesuai dengan gambar rencana. Ada kalanya pengecoran beton terhenti ditengah-tengah karena adanya masalah seperti terhentinya pengiriman *ready mix*, rusaknya alat-alat penunjang pengecoran, dan lain-lain, sehingga pengecoran dilakukan dengan bertahap.

Penyelesaian pengecoran tidak dilakukan begitu saja, tetapi harus pula memperhatikan sambungan beton keras dengan beton segar tanpa mengurangi mutu beton yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, dilakukan uji kuat tekan pengecoran sambungan antara beton lama dan baru dengan menggunakan lem beton produk *addition addibond*. Pengaruh sudut kemiringan sambungan terhadap pengujian kuat tekan beton juga dijabarkan dalam penelitian ini. Sudut kemiringan yang digunakan adalah 0°, 45°, dan 90° dengan

menggunakan lem dan tanpa lem. Pengecoran dilakukan bertahap pada benda uji silinder. Pengecoran dilaksanakan sebagian, setelah itu beton dibiarkan mengeras. Pengecoran beton baru dilakukan pada beton lama setelah berumur 7 hari. Sebelum beton dicor kembali, bagian beton lama/keras dilapisi pengeleman dengan menggunakan lem dan tanpa lem.



Gambar 1. Gambar posisi uji tekan dengan posisi tegak dan uji tarik belah dengan posisi terbaring

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Terdahulu

Pada studi eksperimental pengaruh sudut kemiringan penyambungan balok beton dengan *bondcrete* terhadap kuat lentur beton dengan $f_c' 25$ Mpa pada benda uji balok 600x150x150 mm oleh Natalius (2012) dilakukan pengujian tentang pengaruh sudut kemiringan sambungan pada beton yang akan disambung terhadap kuat lentur beton. Dalam penelitian tersebut, didapatkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan kemiringan 45° menghasilkan nilai kuat lentur yang lebih besar daripada beton yang disambung dengan sudut kemiringan penyambungan 60°. Selain itu, didapat pula beberapa kesimpulan yang diantaranya:

- Penggunaan *bondcrete* sebagai perekat beton lama dan beton baru dapat menambah kekuatan lentur balok beton sebesar 15,572%
- Didapatkan hasil pengujian silinder beton diperoleh nilai kuat tekan rata-rata sebesar 20,984 Mpa dan berat jenis sebesar 2,228 kg/m³.

Studi Literatur

1) Beton

Menurut Mulyono (2005), beton merupakan fungsi dasar dari bahan penyusunnya yang terdiri atas bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton) memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen.

2) Material Campuran Beton

a. Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu semen non hidrolik dan semen hidrolik sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10 %, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm, sifat yang paling penting dari suatu agregat kasar adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dengan agresi kimia. Serta ketahanan terhadap penyusutan kadar air pada agregat tersebut.

c. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir adalah butiran-butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat, tajam, dan bersifat kekal dengan ukuran butir sebagian besar terletak antara 0,07-5 mm (SNI 03-1750-1990). Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton sehingga dapat meningkatkan kekuatan, mengurangi penyusutan dan mengurangi pemakaian bahan pengikat/semen. Pasir adalah salah satu dari bahan campuran beton yang diklasifikasikan sebagai agregat halus dimana agregat halus adalah butiran yang lolos saringan no. 8 dan tertahan pada saringan no. 200.

d. Air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

3) Lem Beton

Menurut ASTM C.125-1995:61, *admixture* didefinisikan sebagai material selain air, agregat, dan semen hidrolik yang dicampur

dengan beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton, misalnya untuk kemudahan pengerjaan atau untuk hal lain.

4) Slump Test Beton

Uji slump adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar untuk menentukan tingkat workabilitynya.

Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam 2 peraturan standar yaitu PBI 1971 NI 2 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) dan SNI 03-1972-2008 (Cara Uji Slump Beton).

5) Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton

Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui dan dapat memberikan gambaran tentang hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut. Hal ini dikarenakan karakteristik utama beton adalah sangat kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi sangat lemah dalam menerima gaya tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar antara 10% sampai 15% dari kuat tekan beton. Dalam perencanaan struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya berperan dalam menahan gaya tekan dan sama sekali tidak memberikan kontribusi dalam menahan gaya tarik.

6) Berat Isi Beton

Menurut SNI yang merupakan beton mempunyai berat satuan dengan kepadatan 2200 kg/m³ sampai dengan 2500 kg/m³. Berat jenis adalah perbandingan massa atau berat di udara dari satu unit volume suatu material terhadap massa air pada volume yang sama pada suhu yang statis atau tetap. Untuk menentukan berat isi suatu bahan, berat relatifnya harus dikalikan dengan berat jenis air 1 g/m³ atau 1000 kg/m³. Untuk mengetahui nilai dari berat isi benda uji, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad \text{Persamaan 1}$$

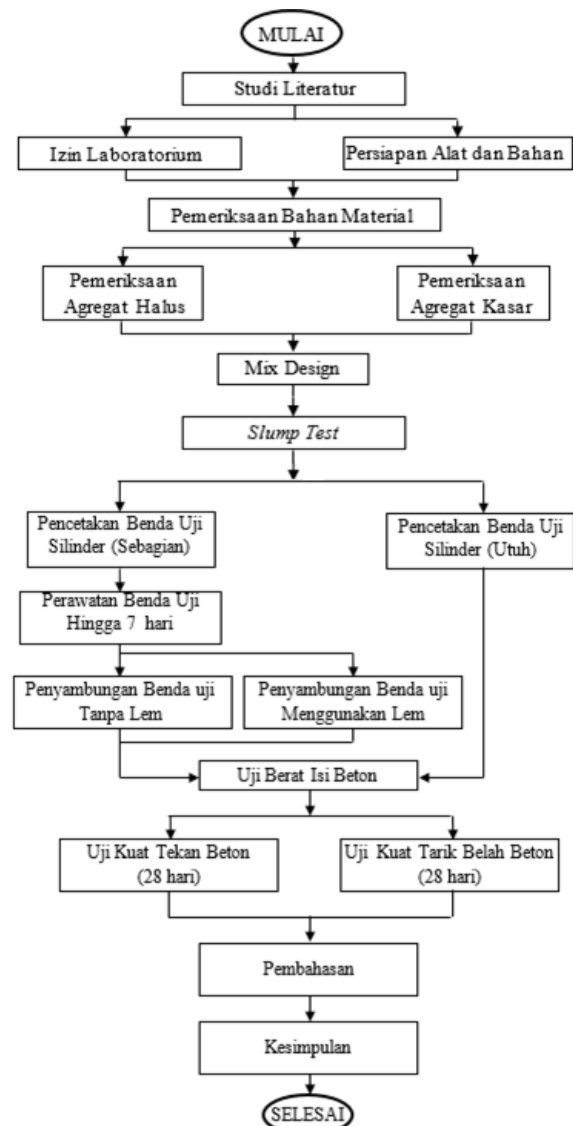
Keterangan:

ρ = Berat Isi Beton (kg/m³)
 M = Berat Beton (kg)
 V = Volume Beton (m³)

3. METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Alur penelitian dapat dilihat dari diagram alir penelitian pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Alat dan Bahan

1) Alat

- Timbangan digunakan untuk menimbang bahan uji.
- Satu set saringan ASTM dan Mesin Sieve Shaker digunakan untuk memeriksa gradasi pasir.
- Gelas ukur digunakan untuk takaran semen, pasir, dan air.
- Oven digunakan untuk mengeringkan benda uji.

- e. Alat pengaduk beton (*concrete mix*) atau molen untuk mengaduk bahan uji.
- f. Cetakan beton bentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- g. Mesin uji kuat tekan hancur (*Digital Compression Test*) digunakan untuk menguji kuat tekan beton.

2) Bahan

- a. Semen yang digunakan adalah semen Portland I Merk Semen Gresik.
- b. Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian adalah pasir dari Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- c. Agregat kasar (batu pecah) yang digunakan pada penelitian ini adalah kerikil.
- d. Menggunakan bahan tambah *admixture*
- e. Menggunakan bahan perekat beton / lem dengan produk *Additon Addibond*.
- f. Air yang digunakan pada berasal dari saluran air bersih yang ada pada Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Tabel 1. Penamaan dan Jumlah Benda Uji Beton

Nama Benda Uji	Keterangan	Benda Uji Silinder	
		Usia 28 Hari	
		Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah
KS00-BT	Kemiringan Sambungan 0° Tanpa Lem	3 Buah	3 Buah
KS45-BT	Kemiringan Sambungan 45° Tanpa Lem	3 Buah	3 Buah
KS90-BT	Kemiringan Sambungan 90° Tanpa Lem	3 Buah	3 Buah
KS00-BL	Kemiringan Sambungan 0° Menggunakan Lem	3 Buah	3 Buah
KS45-BL	Kemiringan Sambungan 45° Menggunakan Lem	3 Buah	3 Buah
KS90-BL	Kemiringan Sambungan 90° Menggunakan Lem	3 Buah	3 Buah

BTU	Pengecoran Beton Utuh	3 Buah	3 Buah
Total		21 Buah	21 Buah
		42 Buah Benda Uji	

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian terdahulu, Anas (2016) menyampaikan bahwa semakin besar persentase kadar udara maka semakin rendah kuat tekan beton. Perbedaan kuat tekan menjadikan porositas beton *substrate* berbeda. Hal ini dapat mempengaruhi ikatan pada sambungan beton karena sambungan pada permukaan beton semakin poros (Aryanto, 2016). Sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pengujian terhadap material yang digunakan pada campuran beton. Pada beton, terdapat beberapa material yang digunakan yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, serta air.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Uraian	Satuan	Rata – Rata
Analisa Saringan	Zona	3
Berat Jenis	%	2,60
Air Resapan	%	1,66
Berat Volume	%	1,645
Kelembaban	%	1,68
Kadar Lumpur (Cara Kering)	%	0,9
Pengembangan Volume	%	28,54

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

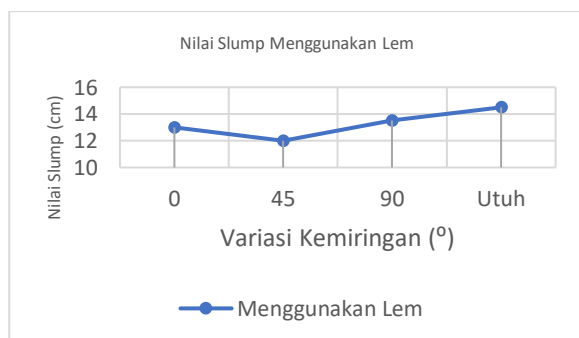
Uraian	Satuan	Rata - Rata
Analisa Saringan	Ukuran	Maks. 40 mm
Berat Jenis	%	3,155
Air Resapan	%	0,70
Berat Volume	%	1,89
Kelembaban	%	0,38
Kadar Lumpur (Cara Kering)	%	0,44
Pengembangan Volume	%	27,36

Setelah tahapan pengujian material telah selesai dilakukan, selanjutnya keseluruhan material dicampur agar menjadi beton baru. Beton baru yang telah siap selanjutnya juga diuji dengan menggunakan *Slump Test*. Untuk hasil pengujian test slump dapat dilihat pada Tabel 4.

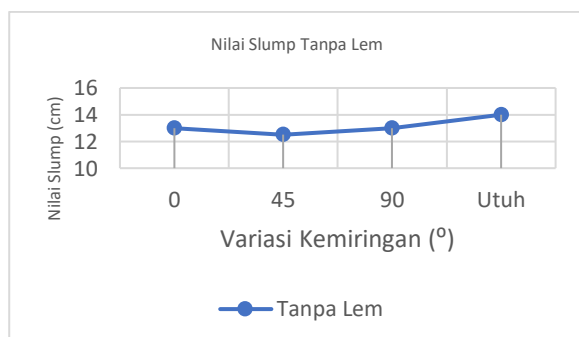
Tabel 4. Hasil Pengujian Test Slump

Keterangan	Tanggal Pengcoran	Variasi Kemiringan	Umur Beton (hari)	Nilai Slump	Rata - Rata Nilai Slump (cm)
		(°)		(cm)	
Menggunakan Lem	15 Maret 2022	0	28	13	13,25
		45		12	
		90		13,5	
		Utuh		14,5	
Tanpa Lem	15 Maret 2022	0	28	13	13,13
		45		12,5	
		90		13	
		Utuh		14	

Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. *Slump test* dilakukan sebanyak 2 kali yaitu diuji pada beton yang menggunakan lem dan dengan beton yang tanpa menggunakan lem. Untuk grafik hasil rekapitulasi slump test dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

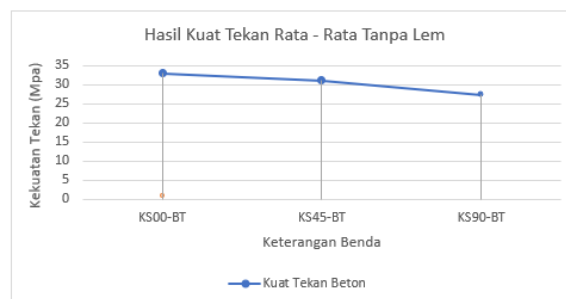


Gambar 3. Grafik Nilai Slump Menggunakan Lem

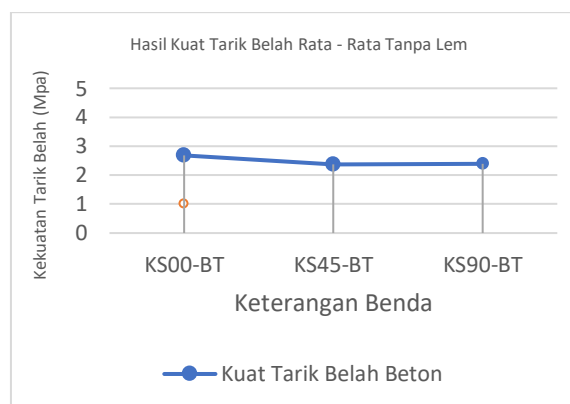


Gambar 4. Grafik Nilai Slump Tanpa Menggunakan Lem

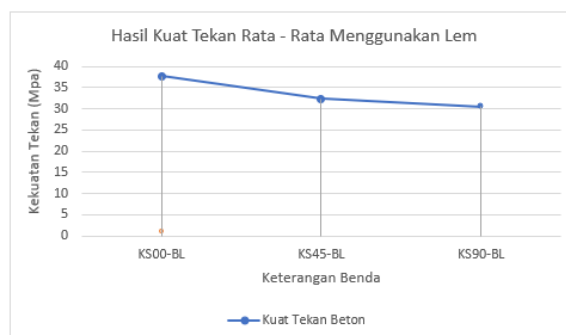
beton, campuran tersebut dicetak lalu didiamkan selama 28 hari agar menjadi campuran beton yang utuh. Setelah menjadi beton, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat Tarik pada beton. Pada pengujian ini, dilakukan 2 kali tahapan pengujian yaitu pada beton dengan menggunakan lem dan dengan beton tanpa menggunakan lem. Untuk grafik rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan serta kuat Tarik belah pada beton dapat dilihat pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 8.



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Tanpa Lem

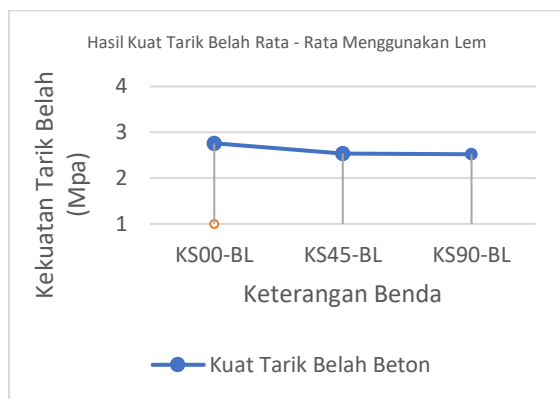


Gambar 6. Grafik Kuat Tarik Belah Rata-Rata Tanpa Lem



Gambar 7. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata Menggunakan Lem

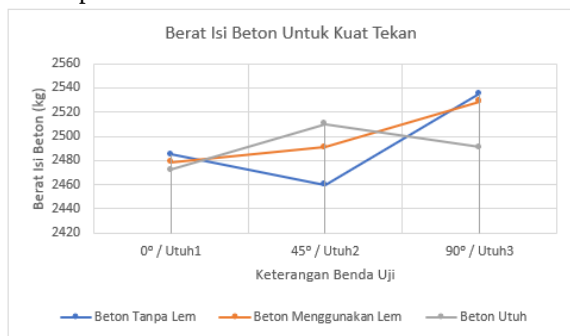
Nilai kuat tekan beton umumnya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, oleh karena itu untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja (Tjokrodinuljo, 2007). Setelah dilakukan slump test pada campuran



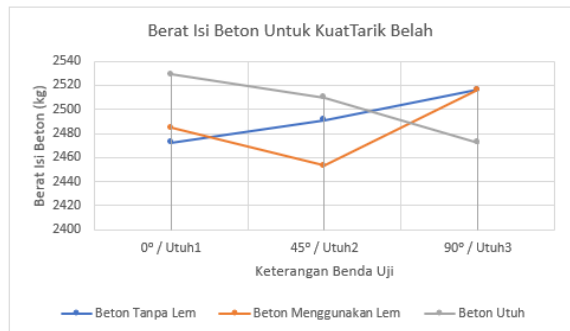
Gambar 8. Grafik Kuat Tarik Belah Rata-Rata Menggunakan Lem

Pengujian berat isi beton ini dilakukan pada pencetakan beton silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pada tabel dibawah ini untuk berat isi beton dilakukan pengujian setelah diproses curing beton dengan merencam benda uji kedalam bak air sampai usia beton 27 hari atau sehari sebelum pengujian kuat tekan pada beton usia 28 hari.

Pengujian berat isi beton ini memakai acuan peraturan yang saat ini dipakai yaitu SNI 03-2834-2000 dan dilakukan setelah proses curing beton sehari sebelum dilakukannya pengujian tes kuat tekan ataupun tes kuat tarik belah dengan usia umur beton tersebut sudah mencapai 28 hari. Hasil rekapitulasi perhitungan berat isi beton untuk kuat tekan serta kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



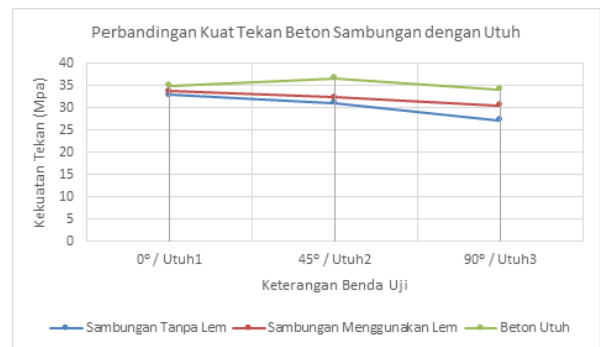
Gambar 9. Grafik Berat Isi Beton untuk Kuat Tekan



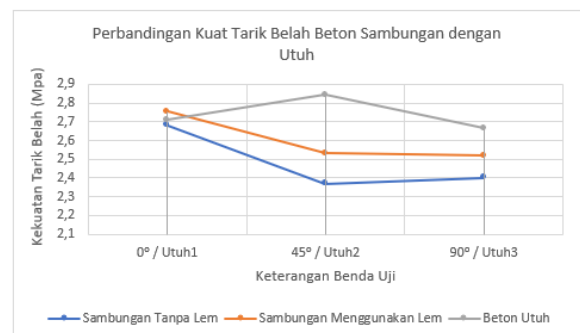
Gambar 10. Grafik Berat Isi Beton untuk Kuat Tarik Belah

Tabel 5. Perbandingan Kuat Tekan Antara Beton Sambungan dengan Utuh

No	Keterangan Benda Uji	Umur	Kekuatan Tekan (f'_c)	Kekuatan Tekan Rata - Rata
		(hari)	(Mpa)	(Mpa)
1	KS00-BT	28	33,51734	32,89455
2	KS00-BT	28	33,00778	
3	KS00-BT	28	32,15853	
4	KS45-BT	28	31,81883	31,13942
5	KS45-BT	28	30,23355	
6	KS45-BT	28	31,36589	
7	KS90-BT	28	27,28945	27,27058
8	KS90-BT	28	27,79901	
9	KS90-BT	28	26,72328	
10	KS00-BL	28	33,06440	33,78155
11	KS00-BL	28	33,85704	
12	KS00-BL	28	34,42321	
13	KS45-BL	28	32,15853	32,44161
14	KS45-BL	28	32,49823	
15	KS45-BL	28	32,66808	
16	KS90-BL	28	29,66737	30,55437
17	KS90-BL	28	30,46001	
18	KS90-BL	28	31,53574	
19	BTU	28	34,98938	35,29134
20	BTU	28	36,68790	
21	BTU	28	34,19674	



Gambar 11. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Sambungan dengan Utuh



Gambar 12. Grafik Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton Sambungan dengan Utuh

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut merupakan hasil analisa perbandingan uji kekuatan pada kuat tekan dan kuat tarik belah:

1. Nilai perbandingan kuat tekan antara beton sambungan menggunakan lem dengan tanpa lem mendapatkan persentase perbandingan 5,7% dengan selisih nilai kuat 1,8 Mpa.
2. Dan perbandingan nilai kuat tekan pada beton utuh dengan beton sambungan menggunakan lem mendapatkan persentase perbandingan 8,6% dengan selisih nilai kuat 3 Mpa.
3. Dari hasil kedua variasi tersebut nilai kuat tekan diperbolehkan pelaksanaannya karena sudah melewati rencana awal 30 Mpa.
4. Untuk perbandingan kuat tarik belah pada beton sambungan menggunakan lem dengan tanpa lem mendapatkan persentase perbandingan 4,5% dengan selisih nilai kuat 0,12 Mpa.
5. Dan perbandingan nilai kuat tarik belah pada beton utuh dengan beton sambungan menggunakan lem mendapatkan persentase perbandingan 5% dengan selisih nilai kuat 0,14 Mpa.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan data yang telah diperoleh melalui penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat adanya pengaruh sudut terhadap uji tekan dan kuat tarik belah pada pengecoran sambungan tanpa menggunakan lem.
 - Pengecoran sambungan tanpa menggunakan lem beton pada masing-masing variasi kemiringan sudut mendapatkan hasil yang tidak terlalu berbeda, hanya berjarak rata-rata tiap sudut 3,15 Mpa.
 - Sedangkan pada sudut 0° mendapatkan nilai tertinggi sebesar 32,89 Mpa.
2. Terdapat adanya pengaruh sudut terhadap uji tekan dan kuat tarik belah pada pengecoran sambungan dengan menggunakan lem beton.
 - Penggunaan lem beton jenis *additon addibond* sebagai perekat beton lama dan beton baru dapat menambah kekuatan tekan pada masing-masing kemiringan sudut dengan rata-rata penambahan sebesar 5,15%
 - Sedangkan saat dilakukan pengujian kuat tarik belah beton pada sambungan menggunakan lem pada masing-masing kemiringan sudut dengan rata-rata penambahan sebesar 8,77%.

3. Berdasarkan data hasil analisa, perbandingan kuat tekan pada sudut 0°, 45°, dan 90° dengan menggunakan lem beton dan tanpa menggunakan lem beton pada uji tekan dan kuat tarik belah yaitu beton dengan penggunaan lem mendapatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar daripada beton yang tidak menggunakan lem beton. Sehingga pada pelaksanaan dilapangan :

- 0° Bisa mendapatkan hasil yang lebih baik pada saat pengecoran sambungan pada kolom,
- 45° bisa digunakan untuk pengecoran sambungan plat dan balok, dan
- 90° bisa dilakukan dengan menggunakan lem agar bisa mendapatkan hasil yang lebih baik pada pengecoran sambungan pondasi pile cap.

4. Hasil uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada pengecoran utuh tanpa sambungan sebesar 35,29 Mpa untuk uji kuat tekan, dan 2,74 Mpa untuk uji kuat tarik belah beton dengan masing kekuatan rata-rata.
5. Setelah didapatkan data hasil analisa terkait berat isi beton antara benda uji yang menggunakan lem beton dan tanpa lem beton pada pengecoran sambungan, dapat disimpulkan bahwa perbandingan berat isi beton rata-rata antara tanpa lem dengan menggunakan lem yaitu 12 kg/m³.

Saran

Hasil Analisa menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan pada beton yang menggunakan lem serta adanya pengaruh sudut. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan saat melakukan pelaksanaan suatu proyek dengan struktur dasar beton agar bahan atau material yang digunakan bisa lebih efektif dan efisien. Serta, selanjutnya bisa dilakukan inovasi yang lain, misalnya dengan penggunaan lem beton yang memiliki perbedaan merk atau produksi maupun kombinasi mix design yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)

- Laintarawang, I.P. (2009). Buku Ajar Konstruksi Beton 1.
- Mulyono, T. (2003-2021). *Civil Engineering*. Yogyakarta: Google Cendekia
- Natalius, D (2012). *Studi Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Penyambungan Balok Dengan $f_c' 25 \text{ MPa}$ Pada Benda Uji Balok $600 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$* . Bandung.
- R, S., Kole, P., & Kusuma G. H. (1997) *Pedoman pengerjaan Beton*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Ronny, E., Pandaleke, & Reky. S. (Desember, 2017). Perbandingan Uji Tarik Langsung dan Uji Tarik Belah Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 5,649-66.
- Setiawan, A, F., Natalius D., & Karmela, J. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Penyambungan Balok Beton dengan Bondcrete Terhadap Kuat Lentur Beton. *Borneo Engineeting: Jurnal Teknik Sipil*, 5 No. 1 April 2021, 64-75.
- Yahya, A, T. (2018). *Perbandingan Kuat Lentur Sambungan Beton Keras dan Beton Segar Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton Styrobond Sebagai Perekat dan Sambungan Tanpa Lem Beton*. Surakarta
- Syarif, A., Setyawan, C., & Farida, I. (2016). Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*, 46 - 5