TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENYAMBUNGAN BETON LAMA DAN BETON BARU PADA KOLOM BERDASARKAN VARIASI UMUR DAN LOKASI SAMBUNGAN

EXPERIMENTAL STUDY ON THE CONNECTION OF OLD AND NEW CONCRETE IN COLUMNS BASED ON VARIATIONS IN AGE AND JOINT LOCATION

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

REYHAN GARNETA LANA ANDREA

20511441

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2025

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENYAMBUNGAN BETON LAMA DAN BETON BARU PADA KOLOM BERDASARKAN VARIASI UMUR DAN LOKASI SAMBUNGAN

Disusun oleh:

Reyhan Garneta Lana Andrea
20511441

Telah diterima sebagai satu persyaratan untuk
Memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 26 Februari 2025

Oleh Dewan Penguji

Penguji 1	Penguji 2	Penguji 3
Elvis Saputra S.T., M.T.	**Jafar S.T., MURP., M.T.**	**Anggit Mas Arifudin, S.T.,M. T.**
NIK: 205111302	**NIK: 185111305**	**NIK: 185111304**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIK: 095110101

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta,27 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Reyhan Garneta Lana Andrea

(20511441)

LEMBAR DEDIKASI



Tugas Akhir ini didedikasikan untuk kedua orang tua saya, yang telah membimbing, merawat, dan memberikan segala yang dimiliki dengan penuh kasih sayang. Terima kasih atas doa, dukungan, dan perjuangan yang telah mengantarkan saya hingga ke titik ini. Tak lupa untuk saudara kandung saya yang selalu memberikan semangat dan doa.

Kepada diri sendiri, Reyhan Garneta Lana Andrea, terima kasih telah berjuang dan bertahan demi mencapai cita-cita. Tetaplah semangat untuk masa depan, karena ini bukan akhir perjalanan, melainkan awal langkah menuju kehidupan yang lebih baik.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi umat manusia dan bisa menjadi dasar untuk perbaikan serta pengembangan oleh peneliti lain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Studi Eksperimen Penyambungan Beton Lama Dan Beton Baru Pada Kolom Berdasarkan Variasi Umur Dan Lokasi Sambungan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Elvis Saputra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing.
2. Penguji 1 dan Penguji 2, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan berharga dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T. Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Reza Andrea S.E., dan Ibu Tatik Lusiasari, S.E., selaku orang tua saya, serta Revalya Lana Andrea yang telah mendukung baik seacara spiritual ataupun finansial selama menjalani masa perkuliahan dengan semangat dan motivasi yang tak pernah putus.
5. Adisti Regita Pramesti selaku pendamping penulis yang selalu memberikan semangat dan mendukung hal baik yang dilakukan penulis.
6. Syahrurrohman, S.Tr., Muhammad Rizki Putra Pratama, I Wayan Ario Jati P, Andreans Bagaskhara, M. Fauzan Syarief, Putra Rizky Nugraha, dan Rakha Nurtaufiq selaku sahabat penulis atau disebut “bagi-bagi” yang selalu memberikan dukungan yang baik serta mewarnai perjalanan penulis selama menyelesaikan masa perkuliahan.
7. Bayu Setya Rahmayuda, S.T., Geraldin Firyan Shandy, S.T. dan M. Zam-Zam Muttaqin Syah, S.T., selaku teman – teman yang selalu menemani dan

membantu dalam sehari-hari serta turut berpartisipasi dalam kelancaran penelitian ini.

8. Muhammad Aulia Abrar, S.T., Syawqy Alhaq ,Bobby, Ateng, Guntur, Aryo, Dhika, Rozak, Zirly, Shafa, dan Manda, selaku rekan-rekan penulis selama perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Segala kelebihan dalam Tugs Akhir ini merupakan karunia dari Allah SWT, sedangkan kekurangan yang ada adalah akibat kekhilafan penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak. Penulis juga berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ii

LEMBAR DEDIKASI iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xii

LAMPIRAN xiii

ABSTRAK xiv

ABSTRACT xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat 3

1.5 Batasan Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUTAKA 5

2.1 Studi Penelitian 5

2.2 Penelitian Sebelumnya 7

2.3 Keaslian Penelitian 11

BAB III LANDASAN TEORI 12

3.1 Beton 12

3.2 Kolom 13

3.2.1 Jenis Kolom Berdasarkan Material 13
3.3 Proporsi Campuran Beton 15
3.3.1 Agregat 15
3.3.2 Semen *Portland* (PC) 16
3.3.3 Air 17
3.3.4 Berat Isi Beton 17
3.4 Uji Slump 18
3.5 Perawatan Beton 19
3.6 Kuat Tekan Beton 19
3.7 Kuat Tekan Aksial 20
3.8 Sambungan Beton 21
3.8.1 Jenis Sambungan 21
3.8.2 Pengaruh Variasi Tinggi Sambungan 23
3.8.3 Bahan Sambungan 24
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 25
4.1 Tinjauan Umum 25
4.2 Variabel Penelitian 25
4.3 Bahan Penlitian 25
4.4 Peralatan Penelitian 28
4.5 Benda Uji 34
4.6 Pelaksanaan Penelitian 35
4.6.1 Persiapan Penelitian 35
4.6.2 Pengujian Agregat 35
4.6.3 Perencanaan Campuran 36

4.6.4 Pembuatan dan Pengujian Benda Uji Trial dengan Umur 7 Hari 36
4.6.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Lama 36
4.6.6 Penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* 36
4.6.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Baru 37
4.6.8 Pengujian Benda Uji Kuat Tekan Aksial Kolom 37
4.6.9 Pengolahan dan Analisis Data 37
4.6.10 Kesimpulan dan Saran 37
4.7 Diagram Alir Penelitian 38
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 40
5.1 Hasil Pengujian Agregat 40
5.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus 40
5.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar 48
5.2 Perhitungan Campuran Beton 51
5.3 Proporsi Campuran Beton Pada Benda Uji 60
5.4 Pengujian Slump 62
5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan 63
5.6 Hasil Kuat Tekan Aksial Kolom 66
5.5.1 Pengujian Kolom Normal 67
5.5.2 Pengujian Kolom Sambungan Variasi Tinggi ½ L. 69
5.5.3 Pengujian Kolom Sambungan Variasi Tinggi ¼ L 75
5.5.4 Rekapitulasi Hasil Kuat Tekan Aksial Kolom 81
5.7 Identifikasi Masalah 85
5.6.1 Kuat Tekan Beton 86
5.6.2 Kuat Tekan Aksial Kolom 86

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 88

6.1 Kesimpulan 88

6.2 Saran 89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Berat Isi Beton 18
Gambar 3. 2 Kuat Tekan Beton 20
Gambar 3. 3 Kuat Tekan Aksial Kolom 21
Gambar 3. 4 Sambungan Kering 22
Gambar 3. 5 Sambungan Basah 23
Gambar 4. 1 Lem Beton 26
Gambar 4. 2 Air 26
Gambar 4. 3 Agregat Halus Pasir 27
Gambar 4. 4 Agregat Kasar 27
Gambar 4. 5 Semen Tiga Roda 28
Gambar 4. 6 Saringan Agregat 28
Gambar 4. 7 Timbangan 29
Gambar 4. 8 Oven 29
Gambar 4. 9 Piknometer 30
Gambar 4. 10 Mixer Beton 30
Gambar 4. 11 Sekop 31
Gambar 4. 12 Mesin Uji Tekan Silinder 31
Gambar 4. 13 Bekisting Kolom 32
Gambar 4. 14 Bekisting Silinder 32
Gambar 4. 15 Kerucut Abrams 33
Gambar 4. 16 Compressing Testing Machine 33
Gambar 4. 17 Data Logger 34
Gambar 4. 18 Benda Uji 35
Gambar 4. 19 Bagan Alir (Flowchart) Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir 38
Gambar 5. 1 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Halus 45
Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm 50
Gambar 5. 3 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton dengan FAS dan Agregat Kasar 53

Gambar 5. 4 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan dengan FAS 53
Gambar 5. 5 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum 54
Gambar 5. 6 Perkiraan Kadar Air Bebas yang Dibutuhkan 55
Gambar 5. 7 Persentase Agregat Halus terhadap Kadar Agregat Total 56
Gambar 5. 8 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan 57
Gambar 5. 9 Grafiik Hasil Pengujian Nilai Slump Rerata Per Variasi 63
Gambar 5. *10* Ilustrasi Pengujian Kolom 66
Gambar 5. 11Pengujian Kolom 67
Gambar 5. 12 Visualisasi Perilaku Kolom Normal 68
Gambar 5. 13 Dokumentasi Pengujian Kolom Normal 68
Gambar 5. 14 Visualisasi Perilaku Kolom KS3H1A 70
Gambar 5. 15 Dokumentasi Pengujian Kolom KS3H1A 70
Gambar 5. 16 Visualisasi Perilaku Kolom KS7H1A 72
Gambar 5. 17 Dokumentasi Pengujian Kolom KS7H1A 72
Gambar 5. 18 Visualisasi Perilaku Kolom KS14H1A Benda Uji 1 74
Gambar 5. 19 Dokumentasi Pengujian Kolom KS14H1A 74
Gambar 5. 20 Visualisasi Perilalu Kolom KS3H1B 76
Gambar 5. 21 Dokumentasi Pengujian Kolom KS3H1B 76
Gambar 5. 22 Visualisasi Perilaku Kolom KS7H1B 78
Gambar 5. 23 Dokumentasi Pengujian Kolom KS7H1B 78
Gambar 5. 24 Visualisasi Perilaku Kolom KS14H1B 80
Gambar 5. 25 Dokumentasi Pengujian Kolom KS14H1B 80
Gambar 5. 26 Grafik Hubungan antara Variasi Hari dengan Nilai Kuat Tekan Rerata Kolom Sambungan 82
Gambar 5. 27 Grafik Hubungan antara Variasi Hari dengan Beban Maximum Kolom Sambungan 82
Gambar 5. 28 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Kolom Sambungan dan Kolom Normal 84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian 8
Lanjutan Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian 9
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus 41
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 44
Tabel 5. 3 Gradasi Agregat Halus 45
Tabel 5. 4 Berat Volume Gembur Agregat Halus 46
Tabel 5. 5 Berat Volume Padat Agregat Halus 47
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Lolos Saringan No. 200 47
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar 49
Tabel 5. 8 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar 49
Tabel 5. 9 Berat Volume Gembur Agregat Kasar 50
Tabel 5. 10 Berat Volume Padat Agregat Kasar 51
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Hasil dari Perencanaan Campuran Beton 59
Lanjutan Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hasil dari Perencanaan Campuran Beton 60
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Proporsi Campuran Pada Benda Uji 62
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Silinder 65
Tabel 5. 15 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Normal 69
Tabel 5. 16 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 3H ½ L 71
Tabel 5. 17 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 7H ½ L 73
Tabel 5. 18 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 14H ½ L 75
Tabel 5. 19 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 3H ¼ L 77
Tabel 5. 20 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 7H ¼ L 79
Tabel 5. 21 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 14H ¼ L 81
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Kolom 84

LAMPIRAN

Lampiran 1 Concrete Mixer 93
Lampiran 2 Bekisting Balok Sebelum Pengecoran 93
Lampiran 3 Mixing 94
Lampiran 4 Pemadatan Benda Uji Silinder 94
Lampiran 5 Pengecoran Kolom Normal 95
Lampiran 6 Pengecoran Beton Lama 95
Lampiran 7 Pengecoran Beton Baru 96
Lampiran 8 Perendaman 96
Lampiran 9 Pembacaan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 97
Lampiran 10 Penimbangan Benda Uji Silinder 97
Lampiran 11 Setting Data Logger Uji Kuat Tekan Aksial 98
Lampiran 12 Pengujian Kuat Tekan Aksial 98
Lampiran 13 Pengujian Kuat Tekan Beton 99

ABSTRAK

Kolom merupakan elemen struktural utama dalam konstruksi beton bertulang yang berfungsi sebagai penopang beban aksial. Dalam praktik di lapangan, proses pengecoran kolom sering kali mengalami kendala sehingga pengecoran dilakukan secara bertahap antara beton lama dan beton baru dengan sambungan beton. Penyambungan ini dapat mempengaruhi kekuatan tekan kolom, terutama jika tidak dilakukan dengan metode yang tepat.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan aksial kolom yang dicor secara bertahap menggunakan sambungan beton dengan bahan perekat *Sikacim Bonding Adhesive* pada penyambungan antara beton lama yang telah mengeras dan beton baru. Penelitian ini menggunakan kolom tanpa sambungan sebagai pembanding dan kolom dengan sambungan pada variasi umur beton lama, yaitu 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Variasi tinggi sambungan yang digunakan adalah ½ L dan ¼ L, sementara pengujian kuat tekan aksial dilakukan pada saat beton baru berumur 28 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kolom normal tanpa sambungan memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,77 MPa. Kolom dengan sambungan pada umur 3 hari memiliki kuat tekan 13,47 MPa (¼ L) dan 12,68 MPa (½ L), umur 7 hari memiliki kuat tekan 18,03 MPa (¼ L) dan 14,69 MPa (½ L), sedangkan umur 14 hari memiliki kuat tekan 14,91 MPa (¼ L) dan 13,12 MPa (½ L). Kuat tekan tertinggi pada kolom sambungan ditemukan pada umur 7 hari dengan variasi tinggi sambungan ¼ L, sedangkan kolom dengan sambungan 3 hari dan 14 hari mengalami penurunan kekuatan tekan yang signifikan. Meskipun penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* membantu meningkatkan daya rekat antara beton lama dan baru, nilai kuat tekan kolom sambungan masih lebih rendah dibandingkan kolom tanpa sambungan. Oleh karena itu, diperlukan pengoptimalan metode penyambungan beton untuk meningkatkan kekuatan tekan kolom yang dicor secara bertahap.

Kata kunci: Kolom beton, Sambungan beton lama dan baru, Kekuatan tekan, Sikacim Bonding Adhesive, Variasi umur.

ABSTRACT

Columns are primary structural elements in reinforced concrete construction that serve as axial load supports. In field practice, the column casting process often encounters challenges, leading to a staged casting process between old and new concrete with concrete joints. This jointing process can affect the compressive strength of the column, especially if not executed using the appropriate method.

This study investigates the axial compressive strength of columns cast in stages using concrete joints with Sikacim Bonding Adhesive as the bonding material between hardened old concrete and freshly cast new concrete. The study compares columns without joints and columns with joints at different curing ages of the old concrete: 3 days, 7 days, and 14 days. The joint height variations used were ½ L and ¼ L, while the axial compressive strength testing was conducted when the new concrete reached 28 days of age.

The test results indicate that the normal column without joints achieved a compressive strength of 18.77 MPa. Columns with joints at 3 days achieved 13.47 MPa (¼ L) and 12.68 MPa (½ L), at 7 days achieved 18.03 MPa (¼ L) and 14.69 MPa (½ L), and at 14 days achieved 14.91 MPa (¼ L) and 13.12 MPa (½ L). The highest compressive strength for jointed columns was found at 7 days with a joint height variation of ¼ L, whereas columns with joints at 3 days and 14 days exhibited a significant reduction in compressive strength. Although the use of Sikacim Bonding Adhesive improves adhesion between old and new concrete, the compressive strength of jointed columns remains lower than that of columns without joints. Therefore, optimizing the concrete jointing method is necessary to enhance the compressive strength of columns cast in stages.

Keywords: Concrete column, Old and new concrete joints, Compressive strength, Sikacim Bonding Adhesive, Age variation.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, kolom adalah elemen struktural yang sangat penting dalam bangunan karena berfungsi sebagai penopang utama beban vertikal dari seluruh struktur. Bahan struktural kolom yang dapat memberikan kekuatan tekan yang tinggi pada kolom untuk menahan struktur suatu bangunan disebut sebagai beton. Beton bertulang merupakan jenis beton yang memiliki campuran beton dan baja tulangan yang bekerja sama dalam menahan beban tekan dan tarik. Kombinasi ini membuat beton bertulang sangat efisien dan sering untuk digunakan pada berbagai elemen struktural pada kolom. Kekuatan tekan atau kuat desak kolom sangat dipengaruhi oleh kualitas material beton dan proses pengecoran dalam pembuatan beton.

Proses pengecoran kolom pada proyek sering kali dihentikan di tengah jalan atau terhenti karena permasalahan perencanaan dan kebutuhan pada suatu proyek, yang membutuhkan sambungan antara beton lama (yang mulai mengeras) dengan beton baru (pengecoran lanjutan). Jika pengecoran tidak selesai dan harus ditunda, maka perlu dilakukan penyambungan, namun pada umur penyambungan yang semakin tua sambungan tersebut menjadi lebih rentan terjadi keretakan. (Pratama, 2014). Sambungan yang tidak efektif pada kolom dapat menyebabkan keretakan, deformasi, dan bahkan kegagalan struktural. Sambungan antara beton lama dan baru juga memiliki peran penting dalam kekuatan kolom. Sambungan yang tidak baik dapat menjadi titik lemah yang rentan terhadap keretakan dan kegagalan struktural.

Sambungan pada kolom, terutama yang terjadi antara beton lama dan beton baru, membutuhkan perhatian khusus untuk memastikan kekuatan strukturalnya tidak terganggu. Letak sambungan antara beton lama dan baru menjadi faktor

krusial yang mempengaruhi kinerja struktural seperti kolom. Selain itu, pada kolom dengan sambungan, penting untuk memperhatikan panjang tumpuan dan penulangan yang memadai untuk menghindari terjadinya kegagalan struktural. Oleh karena itu, Penempatan dan metode sambungan untuk meningkatkan kekuatan sambungan perlu direncanakan dengan baik sehingga kehadirannya tidak menyebabkan keruntuhan prematur pada struktur (Nurjaman, 2000). Terdapat berbagai jenis sambungan yang dapat digunakan dalam konstruksi kolom beton, antara lain sambungan basah menggunakan lem beton atau bonding agent, dan sambungan kering menggunakan penghubung yang dilas atau dibaut.

Dalam penelitian ini benda uji yang diteliti menggunakan sambungan basah. Pada Sambungan basah diperlukan bahan yang dapat memperbaiki dan meningkatkan daya rekat antar permukaan beton lama dan beton baru. Metode yang sering digunakan untuk memperkuat sambungan antara beton lama dan beton baru adalah penggunaan lem beton jenis *Sikacim Bonding Adhesive,* yang bertujuan untuk meningkatkan adhesi antara kedua lapisan beton yang berbeda umur. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Sikacim Bonding Adhesive* sebagai bahan tambah untuk merekatkan beton lama dan baru. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh kinerja sambungan antara beton lama yang sudah mengeras dan beton baru pada kolom sebagai benda uji penelitian ini. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan kolom untuk melihat sambungan yang paling kuat menahan beban aksial berdasarkan variasi tinggi sambungan dan variasi umur hari yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan ditinjau dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* terhadap hasil penyambungan antara beton lama dan beton baru?
2. Berapa nilai kuat tekan aksial kolom pada sambungan antara beton lama dan beton baru dengan variasi tinggi sambungan serta variasi umur beton pada uji kuat tekan aksial kolom?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah didapat tujuan pada penelitian ini. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* terhadap hasil penyambungan antara beton lama dan beton baru.
2. Mengetahui hasil nilai kuat tekan aksial kolom pada sambungan antara beton lama dan beton baru dengan variasi tinggi sambungan serta umur beton pada uji kuat tekan aksial kolom.

1.4 Manfaat

Manfaat dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi penulis, dapat menambah pemahaman dan wawasan tentang pengaruh penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* terhadap hasil penyambungan antara beton lama dan beton baru.
2. Bagi pembaca secara umum dan mahasiswa, dapat menjadi bahan referensi atau acuan untuk penelitian – penelitian selanjutnya mengenai pengaruh dari bahan campur yang digunakan pada sambungan beton baru dan beton lama.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada studi ini dibuat agar dapat memberikan gambaran tentang batas – batas studi yang akan dan yang tidak akan dilakukan. Berikut adalah poin – poin dari Batasan masalah dalam studi ini.

1. Data yang digunakan adalah data hasil pengukuran dan pengujian di lapangan.
2. Pengujian uji tekan aksial dilakukan di Laboratorium BKT Teknik Sipil FTSP UII.
3. Peraturan yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI-03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
4. Peraturan untuk pengujian uji tekan beton menggunakan SNI 1974-2011 tentang Metode Pengujian Uji Tekan Beton.
5. Mutu beton direncanakan dengan f'c = 25 MPa

6. Instrumen yang digunakan untuk uji, Beton tidak bertulang ukuran 15 cm x 15 cm dengan tinggi 60 cm.
7. Menggunakan variasi tinggi sambungan ½ L dan ¼ L, serta variasi umur hari pada 3,7, dan 14 hari.
8. Menggunakan Lem Perekat *Sikacim Bonding Adhesive*.
9. Program perhitungan menggunakan Microsoft Excel.

BAB II
TINJAUAN PUTAKA

2.1 Studi Penelitian

Pengujian pada tugas akhir ini mengacu pada penelitian dan analisis perhitungan sambungan beton yang sudah ada. Rangkuman penelitian – penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Ainun Anggitamukti (2021)

   Pada penelitian dengan judul "Pengaruh Letak Sambungan Balok Lama Dan Baru Dengan Bonding Agent Sikacim Bonding Adhesive Pada Kekuatan Balok Beton" digunakan variasi letak sambungan yang terdiri dari 1/5L, 1/4L, 1/3L, 1/2L, dan balok utuh tanpa sambungan. Mutu beton yang ingin dicapai adalah 25 MPa yang akan dikontrol dengan uji tekan silinder beton dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm pada saat beton berumur 28 hari. Bonding Adhesive sebagai perekat antara beton lama dan baru.

   Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan balok yang diuji pada umur 28 hari adalah sebesar 22,55 MPa pada beton lama dan 22,202 MPa pada beton baru, sedangkan nilai kuat lentur balok yang disambung pada 1/5L, 1/4L, 1/3L, 1/2L, dan balok tanpa sambungan adalah 0,74 MPa, 0,91 MPa, 1,05 MPa, 0,84 MPa, dan 2,44MPa. Dari hasil penelitian diketahui pula hubungan antara letak sambungan dengan kuat lentur balok memiliki hubungan polinomial orde dua, semakin ketengah letak sambungan maka semakin tinggi pula beban yang dapat diterima balok.

2. Seska Nicholas dan Chris Hombokau (2021)

   Jenis penelitian pada judul "Pengaruh Penggunaan Bonding Adhesive Terhadap Perilaku Lentur Balok Yang Disambung" yang akan digunakan terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat lentur balok beton normal,dan pengujian kuat tekan dan kuat lentur balok beton

yang disambung menggunakan Bonding Adhesive pada sambungan beton yang sudah ada dengan beton baru. Benda uji Silinder untuk pengujian kekuatan tekan tekan beton berjumlah 6 buah, yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan beton umur 14 hari sebanyak 3 buah dan umur 28 hari sebanyak 3 buah.

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan variasi sambungan tanpa menggunakan bahan perekat Sikacim Bonding Adhesive, didapatkan nilai kuat lentur dengan rata–rata yaitu 2,26 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan tidak menggunakan sambungan nilai kuat lentur dengan rata –rata yaitu 4,00 MPa.

3. Dini Novitasari (2021)

   Pembuatan benda uji pada judul ”Pengaruh Komposisi Bonding Agent Sikacim Pada Kekuatan Sambungan Balok Beton Lama Dan Baru” beton mengacu pada SNI 2493:2011. Untuk uji tekan, dibuat silinder beton ukuran Ã‡Â¾100 tinggi 200 mm sebanyak 18 buah,sedangkan untuk lentur dibuat balok berukuran 600 x 150 x 150 mm sebanyak 18 buah, yang terdiri dari balok dengan dan tanpa sambungan. Sambungan balok terletak pada 1/4 bentang dari tumpuan dengan sudut 45o dan umur penyambungan 7 hari.

   Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah semen pada campuran bonding agent daya rekat pada sambungan balok akan semakin meningkat. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa penggunaan SikaCim pada balok sambungan belum mampu menyamai ataupun melampaui kekuatan beton tanpa sambungan.

4. Widinanta Rizki Adh’ Afaan (2022)

   Pelaksanaan pengecoran pada judul “Pengaruh Penggunaan Lem Beton Pada Pengecoran Sambungan Antara Beton Lama Dan Baru” 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. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi dari masing-masing sudut kemiringan.

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.

5. Richard Valentino Pakiding (2023)

   Penelitian pada judul "Pengaruh Sambungan Beton Lama Dan Beton Baru Terhadap Kuat Tekan Beton" dilakukan di Loboratorium Teknik, Universitas Sintuwu Maroso Poso. Pada penelitian ini saya akan membuat sampel beton sebanyak 48 sampel dengan menggunakan cetakan beton berbentuk silinder. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal dan waktu pengujian dilakukan pada umur beton 3, 7, 14 dan 28 hari.

   Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, nilai kuat tekan beton normal yang di rencanakan yaitu fc 20,75 pada umur beton 28 hari mencapai target. Sedangkan pada campuran kuat tekan beton sambungan di umur 28 hari nilai kuat tekan beton rata-rata hanya mencapai 15,02 Mpa. Persentase antara nilai beton normal dan beton sambungan pada umur 28 hari sebesar 29%. Nilai kuat belah beton normal yang didapat pada umur 28 hari 6,26 Mpa dan untuk nilai kuat belah beton sambungan pada umur 28 hari 5,49 Mpa. Persentase yang didapat dari antara nilai belah beton normal dan belah beton sambungan sebesar 12%.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Adapun penelitian sebelumnya untuk tolak ukur dan bahan referensi penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

Penulis	**Ainun Anggitamukti (2021)**	**Seska Nicolaas dan Chris Hombokau (2021)**	**Dini Novitasari (2021)**	**Widinanta Rizki Adh'Afaan (2022)**	**Richard Valentino Pakiding (2023)**	**Reyhan Garneta Lana Andrea (2025)**
Judul Penelitian	Pengaruh Letak Sambungan Balok Lama Dan Baru Dengan Bonding Agent Sikacim Bonding Adhesive Pada Kekuatan Balok Beton.	Pengaruh Penggunaan Bonding Adhesive Terhadap PerilakuLentur Balok Yang Disambung	Pengaruh Komposisi Bonding Agent Sikacim Pada Kekuatan Sambungan Balok Beton Lama Dan Baru	Pengaruh Penggunaan Lem Beton Pada Pengecoran Sambungan Antara Beton Lama Dan Baru	Pengaruh Sambungan Beton Lama Dan Beton Baru Terhadap Kuat Tekan Beton	Studi Eksperimen Penyambungan Beton Lama Dan Beton Baru Pada Kolom Berdasarkan Variasi Umur Dan Lokasi Sambungan
Metode Penelitian	Pada penelitian ini digunakan variasi letak sambungan yang terdiri dari 1/5L, 1/4L, 1/3L, 1/2L, dan balok utuh tanpa sambungan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian kuat tekan sesuai dengan SNI 1974:2011 dan pengujian kuat lentur dengan dua titik pembebanan sesuai dengan SNI 4431:2011.	Jenis penelitian yang akan digunakan terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat lentur balok beton normal,dan pengujian kuat tekan dan kuat lentur balok beton yang disambung menggunakan Bonding Adhesive pada sambungan beton yang sudah ada dengan beton baru.	Pada penelitian ini digunakan variasi formula perbandingan campuran antara air:sika:semen dengan perbandingan berat sebesar 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3, 1:1:4, dan 1:1:5. Pembuatan benda uji beton mengacu pada SNI 2493:2011. Untuk uji tekan, dibuat silinder beton ukuran	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.	Penelitian ini dilakukan di Loboratorium Teknik, Universitas Sintuwu Maroso Poso. Pada penelitian ini saya akan membuat sampel beton sebanyak 48 sampel dengan menggunakan cetakan beton berbentuk silinder.	Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan aksial kolom yang dicor secara bertahap menggunakan sambungan beton dengan bahan perekat Sikacim Bonding Adhesive pada penyambungan antara beton lama yang telah mengeras dan beton baru. Penelitian ini menggunakan kolom

Lanjutan Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian

	Benda uji berupa balok beton normal dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm. Mutu beton yang ingin dicapai adalah 25 MPa yang akan dikontrol dengan uji tekan silinder beton dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm pada saat beton berumur 28 hari. Bonding Adhesive sebagai perekat antara beton lama dan baru.	Benda uji Silinder untuk pengujian kekuatan tekan tekan beton berjumlah 6 buah, yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan beton umur 14 hari sebanyak 3 buah dan umur 28 hari sebanyak 3 buah Benda uji Balok untuk pengujian Kekuatan Lentur Beton berjumlah 12 buah, yang terdiri dari 4 variasi	Ã‡Â¾100 tinggi 200 mm sebanyak 18 buah,sedangkan untuk lentur dibuat balok berukuran 600 x 150 x 150 mm sebanyak 18 buah, yang terdiri dari balok dengan dan tanpa sambungan. Sambungan balok terletak pada 1/4 bentang dari tumpuan dengan sudut 45o dan umur penyambungan 7 hari.	. 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.	Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal dan waktu pengujian dilakukan pada umur beton 3, 7, 14 dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, nilai kuat tekan beton normal yang di rencanakan yaitu fc 20,75 pada umur beton 28 hari mencapai target.	tanpa sambungan sebagai pembanding dan kolom dengan sambungan pada variasi umur beton lama, yaitu 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Variasi tinggi sambungan yang digunakan adalah ½ L dan ¼ L, sementara pengujian kuat tekan aksial dilakukan pada saat beton baru berumur 28 hari.
Hasil Penelitian	Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan balok yang diuji pada umur 28 hari adalah sebesar 22,55 MPa pada beton lama dan 22,202 MPa pada beton baru, sedangkan nilai kuat lentur balok yang disambung pada 1/5L, 1/4L, 1/3L, 1/2L, dan balok tanpa	Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan variasi sambungan Sikacim Bonding Adhesive + Air + Semen, didapatkan nilai kuat lentur dengan rata –rata yaitu 0,98MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah semen pada campuran bonding agent daya rekat pada sambungan balok akan semakin meningkat. Namun, komposisi semen yang terlalu besar akan	Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton didpatkan 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	Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, nilai kuat tekan beton normal yang di rencanakan yaitu fc 20,75 pada umur beton 28 hari mencapai target. Nilai kuat tekan beton normal yang didapat pada	Hasil pengujian menunjukkan bahwa kolom normal tanpa sambungan memiliki nilai kuat tekan sebesar 18,77 MPa. Kolom dengan sambungan pada umur 3 hari memiliki kuat tekan 13,47 MPa (¼ L) dan 12,68 MPa (½ L), umur 7 hari memiliki kuat tekan 18,03 MPa (¼ L) dan 14,69 MPa (½

Lanjutan Tabel 2. 3 Perbandingan Penelitian

Hasil Penelitian	sambungan adalah 0,74 MPa, 0,91 MPa, 1,05 MPa, 0,84 MPa, dan 2,44MPa. Nilai kuat lentur tertinggi pada balok yang disambung yaitu sebesar 1,05 MPa pada balok dengan sambungan 1/3L, namun hasil tersebut masih belum bisa menyamai kuat lentur balok utuh. Berdasarkan hasil kuat tekan dan kuat lentur, diperoleh angka korelasi α pada balok utuh sebesar 0,51 dan pada balok yang disambung sebesar 0,19. Dari hasil penelitian diketahui pula hubungan antara letak sambungan dengan kuat lentur balok memiliki hubungan polinomial orde dua, semakin ketengah letak sambungan maka semakin tinggi pula beban yang dapat diterima balok.	dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan variasi sambungan Sikacim Bonding Adhesive + Air, didapatkan nilai kuat lentur dengan rata –rata yaitu 1,50 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan variasi sambungan tanpa menggunakan bahan perekat Sikacim Bonding Adhesive, didapatkan nilai kuat lentur dengan rata–rata yaitu 2,26 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan pada 3 buah benda uji dengan umur 28 hari pada balok dengan tidak menggunakan sambungan nilai kuat lentur dengan rata –rata yaitu 4,00 MPa.	mengurangi daya rekat pada sambungan balok. Hasil uji kuat lentur rata-rata tertinggi balok sambungan adalah 0,77 MPa pada campuran dengan perbandingan air sika semen sebesar 1:1:4, sedangkan balok tanpa sambungan sebesar 3,27 MPa. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa penggunaan SikaCim pada balok sambungan belum mampu menyamai ataupun melampaui kekuatan beton tanpa sambungan.	rata-rata sebesar 35,29 Mpa, sedangkan pada uji kuat tarik belah beton mendapatkan nilai kuat rata-rata sebesar 2,37 Mpa.	umur 28 hari rata-rata sebesar 21,21 Mpa. Salah satu faktor tercapainya nilai kuat tekan beton yang ditargetkan adalah proses perawatan beton. Sedangkan pada campuran kuat tekan beton sambungan di umur 28 hari nilai kuat tekan beton rata-rata hanya mencapai 15,02 Mpa. Persentase antara nilai beton normal dan beton sambungan pada umur 28 hari sebesar 29%. Nilai kuat belah beton normal yang didapat pada umur 28 hari 6,26 Mpa dan untuk nilai kuat belah beton sambungan pada umur 28 hari 5,49 Mpa. Persentase yang didapat dari antara nilai belah beton normal dan belah beton sambungan sebesar 12%.	L), sedangkan umur 14 hari memiliki kuat tekan 14,91 MPa (¼ L) dan 13,12 MPa (½ L). Kuat tekan tertinggi pada kolom sambungan ditemukan pada umur 7 hari dengan variasi tinggi sambungan ¼ L, sedangkan kolom dengan sambungan 3 hari dan 14 hari mengalami penurunan kekuatan tekan yang signifikan. Meskipun penggunaan Sikacim Bonding Adhesive membantu meningkatkan daya rekat antara beton lama dan baru, nilai kuat tekan kolom sambungan masih lebih rendah dibandingkan kolom tanpa sambungan. Oleh karena itu, diperlukan pengoptimalan metode penyambungan beton untuk meningkatkan kekuatan tekan kolom yang dicor secara bertahap.

Sumber: (Adh'Afaan, 2022; Anggitamukti, 2021; Nicolaas & Hombokau, 2021; Novitasari, 2021; Pakiding, 2023; Andrea, 2025)

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan memiliki perbedaan dengan penelitian terdahulu. Penelitian ini menggunakan *Sikacim Bonding Adhesive* sebagai bahan perekat untuk menyambung beton lama yang telah mengeras dengan beton baru. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan Sikacim Bonding Adhesive terhadap kekuatan tekan aksial kolom serta mencari nilai kuat tekan tertinggi pada masing – masing variasi umur hari dan lokasi sambungan.

Keaslian penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan dan menjunjung tinggi kejujuran, kerasionalan, dan keterbukaan. Dengan demikian, keaslian penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan, baik secara ilmiah dan keilmuan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar (*fresh*) di cor kan, beton akan mengeras akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air dan membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama. (Ferguson,1991).

Sagel dkk. (1994) menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atau pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Definisi beton menurut SNI 2847-2019 adalah campuran antara semen, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan campuran yang membentuk massa padat. Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (workability), faktor air semen (F.A.S) dan zat tambahan (admixture).

Beton yang baik adalah beton yang memenuhi persyaratan ketat, agar memperoleh adukan beton segar (fresh concrete) dan beton keras (hardened concrete) yang dihasilkan juga baik maka harus diperhitungkan dengan saksama.

Beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air. Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847-2002), yaitu:

1. Beton Ringan: Berat jenis < 1900 kg/m3
2. Beton Normal: Berat jenis 1900 kg/m3 - 2500 kg/m3
3. Beton Berat: Berat jenis > 2500 kg/m3

3.2 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktural. Beban pada kolom diteruskan dari tingkat yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah yang akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi. Ketika satu kolom runtuh, itu adalah lokasi penting yang dapat menyebabkan runtuh lantai yang bersangkutan dan batas total seluruh struktur, yang berarti runtuh secara keseluruhan. Kolom berperan penting dalam stabilitas dan kekuatan struktur bangunan. Kolom bertulang merupakan kolom yang mengunakan beton sebagai material yang menahan kuat desak dan tulangan baja sebagai material yang menahan kuat tarik pada kolom.

Menurut SNI 2847-2019, Kolom adalah bagian struktur bangunan yang fungsi utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Mereka tidak hanya menopang beban vertikal, tetapi juga harus mampu menahan gaya lateral seperti angin atau gempa bumi. Kolom yang dirancang dengan baik akan memberikan dukungan yang efisien dan aman terhadap beban-beban ini, menjaga kekuatan struktural bangunan secara keseluruhan. Perancangan suatu kolom dapat ditentukan dengan bahan konstruksi atau material yang akan digunakan, baik dengan material baja ataupun dengan beton.

3.2.1 Jenis Kolom Berdasarkan Material

Berikut merupakan jenis-jenis kolom berdasarkan

1. Kolom Baja

Kolom baja adalah elemen struktural dalam konstruksi bangunan yang terbuat dari baja. Baja digunakan karena memiliki kekuatan yang tinggi terhadap tekanan dan tarikan, sehingga memungkinkan pembuatan kolom dengan penampang yang

relatif kecil namun mampu menahan beban yang besar. Kolom baja sering digunakan dalam bangunan-bangunan bertingkat tinggi dan struktur industri karena kemampuannya untuk memberikan dukungan yang efisien dan ekonomis terhadap beban vertikal.

Pemilihan kolom baja dalam desain konstruksi bergantung pada kebutuhan struktural, kestabilan, dan estetika bangunan. Keunggulan utama dari kolom baja adalah kemampuannya untuk menyediakan kekuatan yang tinggi dengan profil yang relatif kecil, yang sering kali menjadi kunci dalam merancang bangunan modern yang efisien dan aman.

2. Kolom Kayu

Kolom kayu adalah elemen struktural yang terbuat dari kayu dan digunakan untuk menopang beban vertikal dalam bangunan. Kayu telah lama digunakan sebagai bahan konstruksi karena ketersediaannya yang melimpah, kekuatannya yang memadai untuk menahan beban vertikal dalam kondisi tertentu, serta kemudahan dalam pengolahan dan pemasangannya.

Pemilihan kolom kayu harus mempertimbangkan kekuatan struktural yang memadai, perlindungan terhadap kelembaban dan serangga, serta pemeliharaan yang diperlukan untuk memperpanjang umur pakai dan menjaga integritas bangunan.

3. Kolom Beton Bertulang

Kolom beton bertulang adalah jenis kolom dalam konstruksi bangunan yang terdiri dari beton yang diperkuat dengan tulangan baja. Ini merupakan pendekatan konstruksi yang umum digunakan karena kombinasi kekuatan tekan beton yang tinggi dan kekuatan tarik baja yang mampu menahan beban vertikal dan lateral dengan efisien. Kolom beton bertulang merupakan komponen penting dalam sistem struktural bangunan modern, memberikan dukungan yang kuat dan stabil untuk struktur bangunan yang besar dan kompleks.

3.3 Proporsi Campuran Beton

Proporsi campuran beton dapat bervariasi pada jenis dan ukuran agregat yang digunakan, serta kebutuhan dan konsistensi campuran beton. Namun, secara umum proporsi campuran beton terdiri dari semen Portland, air, dan agregat. Perlu diingat bahwa pembuatan adukan beton harus didasarkan perbandingan berat, yang dihitung dengan suatu metode perhitungan baku, dengan memperhatikan karakteristik setiap bahan penyusunnya, sebagaimana diatur dalam SNI 03-2834-2000. Hal ini dimaksudkan agar memperoleh beton yang memenuhi kuat tekan minimal yang disyaratkan dan kekentalan yang sesuai sehingga beton mudah diaduk, dituang, dipadatkan, dan diratakan.

3.3.1 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berasal dari pemecah batu alami atau dibuat oleh mesin pemecah batu setelah pemecah batu alami dipecahkan. Selain berfungsi sebagai pengisi beton, agregat memiliki peran yang sangat penting. Agregat sangat memengaruhi sifat beton, sehingga pemilihan agregat sangat penting saat membuat beton. Kandungan agregat dalam beton mencapai 70% hingga 75% dari volumenya. Agregat dibagi menjadi dua yaitu, agregat kasar yang dihasilkan secara alami atau buatan dan agregat halus.

Selain itu, gradasi agregat yang baik diperlukan untuk menghasilkan kepadatan yang baik. Penyebaran ukuran kekasaran butiran agregat dikenal sebagai gradasi agregat. Hasil pengayakan digunakan untuk menentukan gradasi. Untuk kerikil dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirannya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih kasar dari 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Menurut SNI 03-2834-2000 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

3.3.2 Semen *Portland* (PC)

Semen adalah serbuk halus yang digunakan untuk mengikat batu kerikil dan pasir. Jika serbuk ini dicampur dengan air, setelah beberapa waktu akan mengeras dan bisa berfungsi sebagai pengikat yang kuat. Ketika semen dicampur dengan air, itu akan membentuk campuran yang disebut pasta semen. Jika pasta ini ditambahkan dengan pasir dan air, maka terbentuklah campuran yang disebut mortar. Jika kemudian ditambahkan kerikil, maka campuran itu akan menjadi beton. Dalam campuran ini, semen dan air berperan sebagai bahan aktif yang menyebabkan pengerasan, sementara pasir dan kerikil berperan sebagai bahan pengisi yang pasif. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu:

a. Tipe I: Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan persyaratan khusus.
b. Tipe II: Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
c. Tipe III: Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.
d. Tipe IV: Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.
e. Tipe V: Semen Portland penggunaannya yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen bereaksi dengan air membentuk pasta yang merekatkan agregat menjadi massa padat dan mengisi rongga di antaranya. Meskipun volumenya hanya sekitar 10% dari volume beton, semen adalah bahan perekat yang penting dan mahal, sehingga perlu perhatian khusus. (Tjokoridimulyo, 2004).

Penentuan kadar semen dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kadar Semen} = \frac{kadar\ air\ bebas}{faktor\ air\ semen}$$

3.3.3 Air

Kadar air sangat penting dalam pembuatan beton, karena air bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta yang mengikat agregat. Jumlah air juga mempengaruhi kekuatan tekan beton; terlalu banyak air dapat mengurangi kekuatan beton. Selain itu, kelebihan air dapat menyebabkan fenomena blending, di mana air dan semen naik ke permukaan beton segar yang baru saja dituangkan. Hal ini dapat mengurangi kekuatan ikatan antara lapisan-lapisan beton, membuat beton menjadi lebih lemah.

Air yang digunakan untuk membuat beton harus minimal memenuhi syarat air minum, yaitu air tawar yang tidak berbau dan bebas dari zat-zat yang dapat merusak beton seperti minyak, asam, alkali, garam, atau bahan organik lain yang bisa merusak beton atau besi tulangan (SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal). Selain untuk reaksi pengikatan, air juga digunakan untuk perawatan setelah beton dicor. Air untuk perawatan harus memenuhi standar yang lebih tinggi dibandingkan dengan air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh memiliki pH lebih dari 6 dan harus mengandung jumlah kapur yang cukup.

Kadar air bebas = $\frac{2}{3}$ Wh + $\frac{1}{3}$ Wk

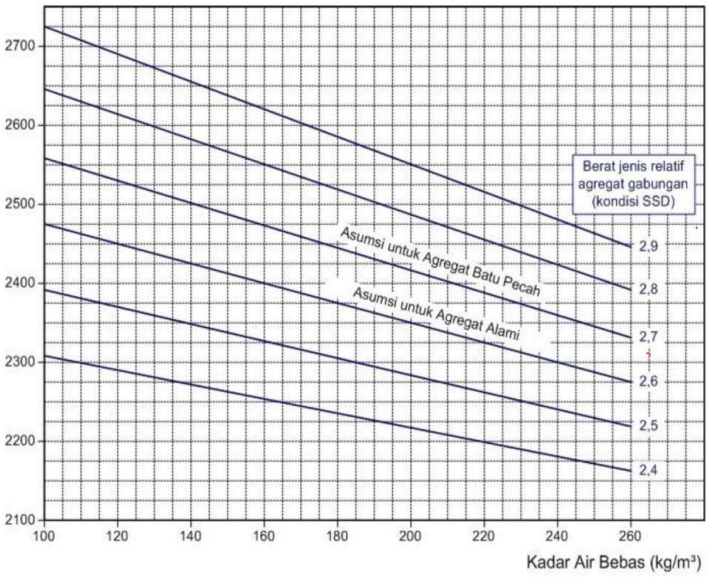
dengan:

Wh = perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

3.3.4 Berat Isi Beton

Berat isi beton yang sesuai dengan berat jenis relatif dan kadar air bebas dari agregat gabungan dapat ditentukan dengan melihat grafik yang terdapat pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Berat Isi Beton

(Sumber: SNI 03-2384-2000)

3.4 Uji Slump

Uji slump pada beton merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk menilai kekonsistenan atau kekentalan beton segar. Proses ini biasanya dilakukan baik di lokasi konstruksi maupun di laboratorium untuk memastikan bahwa beton memiliki karakteristik yang sesuai sebelum digunakan dalam proyek bangunan. Alat yang digunakan dalam uji ini berbentuk kerucut dengan tiga bagian utama: kerucut bawah, kerucut tengah, dan kerucut atas. Beton segar dimasukkan ke dalam alat ini secara bertahap, kemudian dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat hingga permukaannya rata. Setelah itu, kerucut atas diangkat perlahan-lahan, dan perubahan ketinggian beton diukur. Pengukuran ini memberikan nilai slump, yang menggambarkan sejauh mana beton mengalami penurunan setelah bentuk kerucut diangkat.

Nilai slump merupakan indikator penting untuk memahami sifat beton segar. Jika nilai slump rendah, ini menandakan bahwa beton tersebut memiliki konsistensi yang lebih kental dan tidak mudah mengalir, yang mungkin cocok untuk proyek konstruksi tertentu yang membutuhkan beton yang lebih kuat dan stabil.

Sebaliknya, nilai slump yang tinggi menunjukkan bahwa beton lebih encer dan mudah mengalir, yang mungkin dibutuhkan untuk aplikasi di mana fleksibilitas dan penyesuaian bentuk penting. Rentang nilai slump yang ideal biasanya berada antara 10 hingga 12 cm, namun ini dapat bervariasi tergantung pada spesifikasi proyek dan kebutuhan konstruksi. Pemahaman mengenai nilai slump ini sangat penting bagi insinyur dan pekerja konstruksi untuk menentukan apakah campuran beton tersebut sudah memenuhi persyaratan teknis atau perlu penyesuaian lebih lanjut.

Hasil dari uji slump ini tidak hanya membantu dalam menentukan kualitas beton, tetapi juga memberikan gambaran apakah campuran beton perlu disesuaikan, seperti penambahan atau pengurangan air, untuk mencapai konsistensi yang optimal. Konsistensi yang tepat sangat krusial karena dapat mempengaruhi daya tahan dan kekuatan struktur yang akan dibangun. Uji slump ini juga berperan dalam memastikan bahwa campuran beton yang digunakan akan memiliki kinerja yang baik selama proses konstruksi dan setelah selesai. Dengan demikian, uji slump menjadi alat yang penting dalam menjaga standar kualitas dan keandalan pada berbagai proyek konstruksi, memastikan bahwa struktur yang dihasilkan mampu bertahan dalam jangka panjang dan memenuhi ekspektasi fungsional.

3.5 Perawatan Beton

Perawatan beton melibatkan berbagai tindakan untuk memastikan beton segar tetap dalam kondisi optimal selama proses pengeringan dan pengerasan. Langkah-langkah ini bertujuan mencegah penguapan air yang terlalu cepat dan mempertahankan suhu beton yang diperlukan agar proses hidrasi semen berjalan dengan sempurna. Proses penting ini yang memastikan beton mencapai kekuatan dan daya tahan optimal.

3.6 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah jumlah beban per satuan luas yang menyebabkan beton hancur saat diberi tekanan tertentu oleh mesin tekan (Depkimpraswil, 2002). Menurut SNI 1974-2011, kuat tekan beton didefinisikan sebagai jumlah beban per satuan luas yang membuat beton pecah ketika dikenai tekanan oleh mesin tekan.

Kekuatan tekan beton sangat dipengaruhi oleh perbandingan bahan-bahan seperti semen, kerikil, pasir, dan air yang digunakan dalam campuran beton.

Rasio air terhadap semen adalah faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah rasio air terhadap semen, semakin tinggi kekuatan tekan yang dihasilkan. Terlalu banyak air dapat mempermudah pengerjaan beton tetapi juga mengurangi kekuatannya. Kualitas pengerjaan beton ini dapat diuji melalui percobaan slump (Samekto, 2001).



Gambar 3. 2 Kuat Tekan Beton

3.7 Kuat Tekan Aksial

Kuat tekan aksial adalah kemampuan suatu material atau struktur untuk menahan beban atau tekanan yang diberikan secara langsung sejajar dengan sumbu panjangnya. Dalam pengujian kuat tekan aksial, sampel material biasanya diberi tekanan hingga mencapai batas dimana material tersebut mengalami deformasi atau kegagalan. Pembebanan aksial adalah suatu pembebanan atau gaya tekan yang bekerja sejajar dengan garis sumbu atau tegak lurus terhadap penampang potong, berorientasi kerja kedalam sehingga mengakibatkan batang atau elemen konstruksi mengalami perpendekan.



Gambar 3. 3 Kuat Tekan Aksial Kolom

3.8 Sambungan Beton

Kolom bertulang sering mengalami kerusakan atau memerlukan perkuatan pada beton yang sudah ada, sehingga penting untuk memahami bagaimana sambungan antara beton lama dan baru dapat mempengaruhi kinerja struktur keseluruhan. Sambungan beton adalah titik atau area di mana dua bagian beton yang berbeda bertemu atau bergabung. Ini bisa terjadi karena beberapa alasan seperti batasan waktu penuangan, perbedaan fase konstruksi, atau kebutuhan desain. Jenis sambungan ini sangat penting dalam konstruksi karena mereka mempengaruhi integritas struktural dan performa keseluruhan beton.

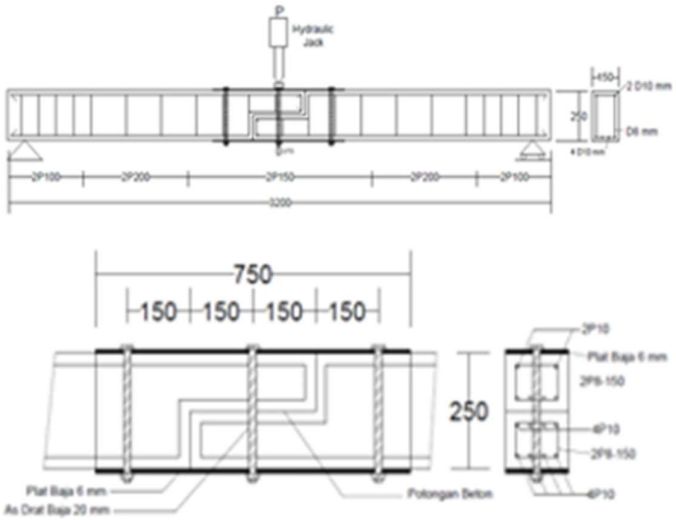
3.8.1 Jenis Sambungan

Jenis sambungan antara komponen beton pracetak yang biasa dipergunakan dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok sebagai berikut (Wahyudi etal., 2010). Jenis-jenis Sambungan terdiri dari sebagai berikut.

1. Sambungan kering (*dry connection)*

   Sambungan kering adalah sambungan antar komponen beton pracetak menggunakan plat besi sebagai penghubung, yang kemudian dilas atau dibaut. Sambungan kering dalam konteks konstruksi merujuk pada metode

penyambungan antara elemen beton atau material konstruksi lainnya yang tidak melibatkan penggunaan beton segar atau adukan basah. Berbeda dengan sambungan basah yang menggunakan beton segar sebagai pengikat, sambungan kering mengandalkan teknik mekanis atau penggunaan perangkat khusus untuk menyatukan dua elemen.



Gambar 3. 4 Sambungan Kering

(Sumber : Lisantono,2019)

2. Sambungan basah (*wet connection)*

Sambungan basah adalah sambungan antar beton pracetak yang ditandai dengan keluarnya besi tulangan dari beton pracetak. Besi tulangan ini dihubungkan dengan besi tulangan dari beton pracetak yang akan disambungkan dengan cara dicor di tempat. Sambungan basah dalam konteks konstruksi merujuk pada metode penyambungan antara dua elemen beton yang menggunakan beton segar sebagai bahan penghubung. Ini berarti bahwa saat sambungan dibuat, beton yang baru dicampur dituangkan langsung ke sambungan antara elemen beton yang sudah ada, tanpa adanya proses pengeringan atau pengerasan sebelumnya.



Gambar 3. 5 Sambungan Basah

(Sumber : Handoyo, 2022)

3.8.2 Pengaruh Variasi Tinggi Sambungan

Pengaruh variasi tinggi terhadap kuat tekan sambungan kolom beton pada umur 28 hari adalah topik penting dalam bidang teknik sipil dan konstruksi. Dalam praktiknya, tinggi kolom beton dan sambungannya dapat memengaruhi distribusi beban dan perilaku struktural keseluruhan bangunan. Untuk memahami hubungan ini, perlu dilakukan penelitian yang sistematis, dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton pada umur 28 hari, yaitu saat beton biasanya mencapai kekuatan maksimalnya.

1. Terhadap Kuat Tekan beton

   Pengaruh variasi tinggi terhadap kuat tekan sambungan kolom beton pada umur 28 hari adalah topik penting dalam bidang teknik sipil dan konstruksi. Dalam praktiknya, tinggi kolom beton dan sambungannya dapat memengaruhi distribusi beban dan perilaku struktural keseluruhan bangunan. Untuk memahami hubungan ini, perlu dilakukan penelitian yang sistematis, dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton pada umur 28 hari, yaitu saat beton biasanya mencapai kekuatan maksimalnya.

2. Kualitas dan Penempatan Sambungan

Kualitas sambungan dan penempatannya juga sangat berpengaruh terhadap kuat tekan sambungan kolom. Sambungan yang dibuat dengan tepat dan menggunakan bahan yang berkualitas tinggi dapat mempertahankan kekuatan struktural, meskipun kolom memiliki variasi tinggi. Proses pembuatan sambungan, seperti penggunaan tulangan tambahan dan teknik pencampuran yang benar, penting untuk memastikan bahwa sambungan tersebut memiliki daya tahan yang cukup untuk menopang beban yang diterima. Jika kualitas sambungan buruk atau tidak tepat penempatannya, hal ini dapat menyebabkan penurunan signifikan pada kuat tekan sambungan, terutama pada kolom yang lebih tinggi di mana gaya geser dan momen lentur lebih besar.

3.8.3 Bahan Sambungan

Sikacim *Bonding Adhesive* adalah produk yang dikembangkan oleh Sika, sebuah perusahaan global yang mengkhususkan diri dalam teknologi dan produk untuk konstruksi dan industri. Sikacim *Bonding Adhesive* adalah bahan perekat khusus yang digunakan untuk meningkatkan ikatan antara beton lama dan beton baru, atau antara beton dengan bahan tambahan seperti mortir atau lapisan permukaan. Sikacim *Bonding Adhesive* merupakan salah satu solusi teknis yang digunakan di industri konstruksi untuk meningkatkan kualitas dan kekuatan pengikatan antara elemen-elemen beton, serta untuk memperbaiki dan merawat infrastruktur yang ada.

Sikacim Bonding Adhesive memiliki berbagai keunggulan, seperti meningkatkan daya rekat adukan mortar pada beton, batu alam, bata, dan logam, serta memberikan sifat elastis, fleksibel, dan kuat tarik. Selain itu, produk ini memperbaiki kelecakan adukan sehingga lebih mudah dikerjakan, mengurangi risiko keretakan, serta meningkatkan ketahanan terhadap abrasi dan debu. Keunggulan lainnya adalah ketersediaannya yang luas, sehingga mudah dijangkau dan ditemukan di pasaran.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Pada penelitian yang akan dilakukan, metode penelitian yang digunakan berupa metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil FTSP UII. Penelitian ini dilakukan menggunakan kolom beton sebagai benda uji yang akan dibuat dengan variasi lokasi sambungan dan variasi umur hari sambungan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sambungan kolom beton dengan tambahan bahan lem Sikacim *Bonding Adhesive* pada campuran beton terhadap kuat desak.

4.2 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

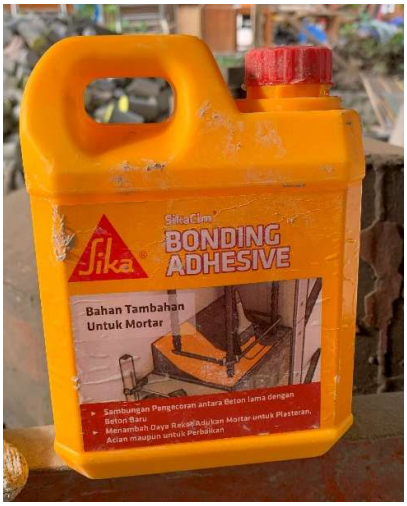
1. Variabel bebas, adalah Sambungan benda uji pada umur beton 3,7, dan 14 hari serta dan variasi tinggi sambungan dan beton tanpa sambungan.
2. Variabel tetap, berupa campuran beton dengan Air, Pasir, Semen, dan Lem beton Sikacim *Bonding Adhesive.*
3. Variabel kontrol, meliputi kuat desak kolom, kuat tekan beton rencana (f'c) 25 MPa dan dimensi benda uji 15 x 15 x 60 cm.

4.3 Bahan Penlitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lem Beton

   Pada penelitian ini digunakan Lem Beton *Sikacim Bonding Adhesive*.



Gambar 4. 1 Lem Beton

2. Air

   Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari daerah Sleman, Yogyakarta.



Gambar 4. 2 Air

3. Agregat halus

   Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari daerah Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi FTSP UII, Sleman, Yogyakarta.



Gambar 4. 3 Agregat Halus Pasir

4. Agregat Kasar

   Agregat kasar yang digunakan berasal dari daerah Kawasan Gunung Merapi, Sleman, Yogyakarta.



Gambar 4. 4 Agregat Kasar

5. Semen

   Semen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Semen Portland Pozzolan jenis I merk Tiga Roda.



Gambar 4. 5 Semen Tiga Roda

4.4 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Set saringan Agregat, Saringan agregat digunakan untuk memisahkan agregat (bahan kasar seperti pasir, kerikil, batu pecah, dll.) menjadi berbagai ukuran partikel yang berbeda.



Gambar 4. 6 Saringan Agregat

2. Timbangan, untuk menimbang berat material.



Gambar 4. 7 Timbangan

3. Oven, Oven adalah alat yang digunakan untuk mengeringkan sampel beton atau bahan beton lainnya pada suhu dan waktu yang ditentukan sebelum melakukan pengujian fisik dan mekanik pada bahan tersebut.



Gambar 4. 8 Oven

4. Piknometer, Piknometer adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengukur densitas atau kerapatan cairan atau zat padat.



Gambar 4. 9 Piknometer

5. Mixer beton, alat yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan konstituen beton, seperti agregat kasar, agregat halus, semen, dan air, menjadi campuran beton yang homogen dan konsisten.



Gambar 4. 10 Mixer Beton

6. Sekop, Sekop atau corong beton adalah alat yang digunakan untuk mencampur adukan beton dan memindahkan campuran beton dari tempat pencampuran ke lokasi pengecoran. Alat ini umumnya terbuat dari logam

atau plastik dan dilengkapi dengan pegangan ergonomis untuk meningkatkan kenyamanan penggunaannya.



Gambar 4. 11 Sekop

7. Mesin uji tekan silinder, digunakan untuk menguji kuat tekan silinder beton.



Gambar 4. 12 Mesin Uji Tekan Silinder

8. Bekisting Kolom, struktur sementara yang digunakan untuk mendukung dan membentuk beton selama proses pengecoran.



Gambar 4. 13 Bekisting Kolom

9. Bekisting Silinder, struktur sementara yang digunakan untuk mendukung dan membentuk beton selama proses pengecoran.



Gambar 4. 14 Bekisting Silinder

10. Kerucut Abrams, sebagai alat ukur yang digunakan untuk menentukan konsistensi beton segar dan kemampuan pemadatan.



Gambar 4. 15 Kerucut Abrams

11. *Compression Testing Machine*, sebagai alat yang digunakan untuk menguji kekuatan tekan beton.



Gambar 4. 16 *Compressing Testing Machine*

12. Data *Logger*, sebagai alat yang digunakan untuk mendapatkan data dari alat *Compression Testing Machine* yang terhubung pada alat kuat tekan beton.



Gambar 4. 17 Data *Logger*

4.5 Benda Uji

Benda uji pada penelitian ini menggunakan kolom beton normal tanpa sambungan dan 2 variasi lokasi sambungan dengan tinggi sambungan beton pada $^1/_2$ L dan $^1/_4$ L serta 3 variasi umur hari sejumlah 2 sampel uji. Pengujian benda uji digunakan benda uji kolom dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Berdasarkan pada jumlah variasi tinggi dan umur hari sambungan, pada penelitian ini terdapat 12 benda uji kolom sambungan dan 2 kolom normal tanpa sambungan. berikut ini merupakan Gambar 4.18 Benda Uji, dimana pada bagian bawah merupakan beton lama, sedangkan pada bagian atas kolom merupakan beton baru yang menjadi beton sambungan.



Gambar 4. 18 Benda Uji

4.6 Pelaksanaan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan, persiapan, pengujian agregat, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, trial pengujian benda uji, pembuatan dan perawatan benda uji, pengujian benda uji, olah data, analisis data dan pembahasan, dan pelaporan. beberapa tahapan penelitian sebagai berikut.

4.6.1 Persiapan Penelitian

Pada persiapan penelitian, dimulai dengan studi literatur, menyusun rencana penelitian, serta melakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Hal pertama yang harus dilakukan dalam persiapan bahan yaitu dengan mengukur kebutuhan material yang akan digunakan, seperti kebutuhan semen, agregat halus, air, dan *Sikacim Bondhing Adhesive.* Setelah itu dilanjutkan dengan pengujian agregat, untuk memastikan semua bahan yang akan digunakan sudah memenuhi syarat.

4.6.2 Pengujian Agregat

Pengujian agregat merupakan tahapan terhadap agregar halus dan agregat kasar yang memiliki tujuan untuk mengetahui dan menentukan karakteristik agregat yang akan digunakan pada penelitian ini dalam pembuatan beton. Pengujian agregat ini dilakukan untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan memenuhi standar dan persyaratan yang ditetapkan untuk mencapai kualitas beton yang optimal.

4.6.3 Perencanaan Campuran

Metode perencanaan campuran beton (*mix design*) yang digunakan pada penelitian ini menggunakan perbandingan berat. Proporsi campuran semen dengan mutu beton 25 MPa. Perencanaan campuran beton pada penelitian ini dilakukan berdasarkan tata cara perencanaan campuran beton normal pada SNI 2834-2000.

4.6.4 Pembuatan dan Pengujian Benda Uji Trial dengan Umur 7 Hari

Pembuatan dan pengujian benda uji trial ini dilakukan setelah pencampuran beton selesai dilaksanakan. Proporsi yang digunakan untuk benda uji trial silinder ini bertujuan untuk menyesuaikan perencanaan campuran beton dan hasil dari kuat tekan beton yang akan digunakan. Pengujian kekuatan beton pada usia 7 hari memberikan gambaran awal tentang kekuatan akhir beton di usia 28 hari, yang umumnya mencapai sekitar 60-70% dari kekuatan penuhnya serta dapat mengefisienkan waktu pengerjaan benda uji.

4.6.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Lama

Proporsi bahan campur beton yang telah dilakukan pada tahap pencampuran kemudian dicampur dengan menggunakan alat mixer beton. Setelah melakukan pencampuran pada alat mixer beton, beton segar dilakukan uji slump dan dicetak menggunakan bekisting kolom yang sudah disiapkan dengan penahan triplek pada tiap – tiap sambungan baik di ½ L dan ¼ L. Setelah dilakukan pengecoran dan beton mengeras, selanjutnya beton lama harus mendapatkan perawatan dengan cara disiram sampai waktu pengecoran beton baru dimulai.

4.6.6 Penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive*

Penggunaan *Sikacim Bonding Adhesive* sudah diinstruksikan pada kemasan lem beton tersebut. Proporsi campuran yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perbandingan 1:1:2 yang merupakan *Sikacim Bonding Adhesive*, air, dan semen. Metode penggunaan lem beton ini dilakukan dengan cara membuat campuran lem beton lalu mengoleskan dengan kuas pada permukaan beton lama yang disambung dengan beton baru, sehingga percampuran antara beton lama dan baru terjadi lekatan yang cukup kuat dan menjadi beton yang monolit.

4.6.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Baru

Pada umur beton lama 3 hari, 7 hari dan 14 hari dilakukan pengecoran beton baru dengan komposisi campuran yang sama dengan beton lama yang sudah di oleskan lem beton *Sikacim Bonding Adhesive.* Setelah melakukan pengecoran, proses perawatan benda uji beton yang sudah disambung dilakukan setalah 1 hari pengecoran dengan cara merendam benda uji beton.

4.6.8 Pengujian Benda Uji Kuat Tekan Aksial Kolom

Pengujian benda uji dilakukan setelah umur benda uji sudah mencapai umur rencana pengujian pada umur 28 hari. Kuat tekan aksial adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan beban tekan yang diterapkan secara aksial atau sejajar dengan sumbu panjangnya. Dalam konteks material konstruksi, seperti beton, kuat tekan aksial mengukur kekuatan material untuk menahan tekanan sampai titik di mana material tersebut mulai retak atau hancur berdasarkan SNI 2847:2019.

4.6.9 Pengolahan dan Analisis Data

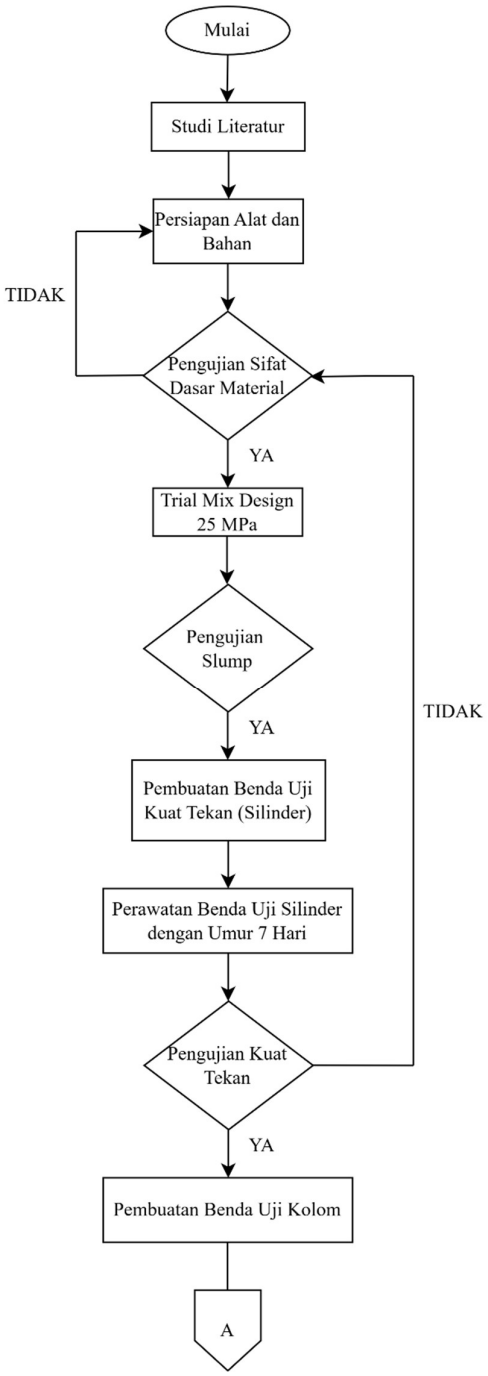
Pada tahapan pengolahan data, data yang diolah didapatkan dari data mentah hasil pengujian. Hasil pengujian tersebut dihitung berdasarkan teori perhitungan yang telah ditentukan. Sedangkan pada tahap analisis, data yang didapatkan akan dijadikan suatu perbandingan dan pembahasan dari hasil pengujian benda uji. Pada penelitian ini benda uji yang dihasilkan berupa sambungan beton dengan penambahan lem beton *Sikacim Bonding Adhesive*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan aksial pada sambungan kolom beton dan pengaruh lem beton pada sambungan yang telah dicampurkan.

4.6.10 Kesimpulan dan Saran

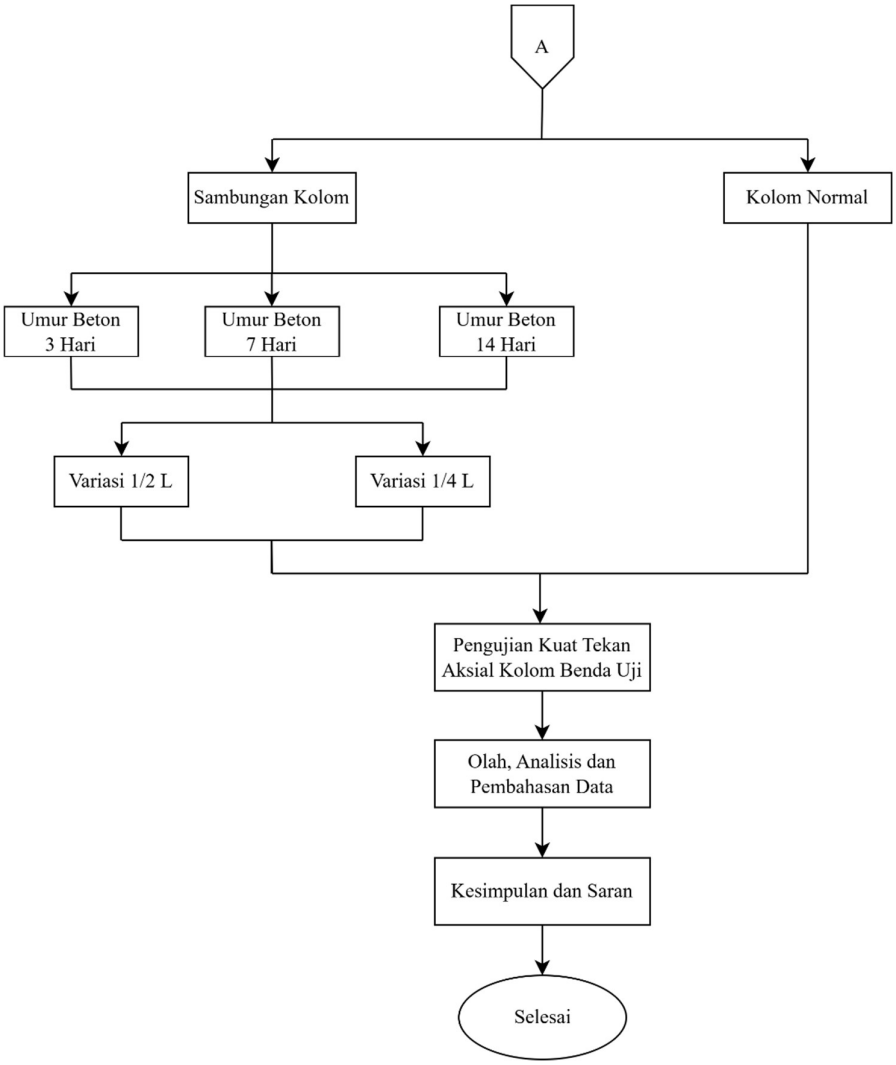
Tahapan ini berisi suatu kesimpulan dari hasil yang telah didapatkan berdasarkan penelitian dengan mengacu pada tujuan awal penelitian. Pada tahapan ini juga terdapat saran yang digunakan sebagai informasi untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya yang didasarkan dari kesimpulan yang didapat.

4.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada berikut ini:



Gambar 4. 19 Bagan Alir (Flowchart) Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir



Lanjutan Gambar 4.19 Bagan Alir *(Flowchart)* Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk memeriksa dan mengetahui sifat serta karakteristik agregat yang akan digunakan sebagai penyusun beton. Agregat memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum melakukan perencanaan campuran (*mix design*). Adapun pengujian agregat dibagi menjadi dua, yaitu pengujian agregat halus dan pemeriksaan agregat kasar.

5.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan, pengujian berat volume, dan pengujian lolos saringan no. 200 (pengujian kadar lumpur). Adapun hasil dari pengujian agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

   Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan SNI 1970-1990 yang data pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.1. Adapun perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

   a. Berat Jenis Curah

   Berat jenis curah $= \frac{Bk}{(B+500-Bt)}$

   $= \frac{480}{(708+500-1013)}$

   = 2,46 gram

   b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

   Berat jenis jenuh kering muka $= \frac{Bk}{(B+500-Bt)}$

   $= \frac{500}{(708+500-1013)}$

   = 2,56 gram

c. Berat Jenis Semu

Berat jenis semu $= \frac{Bk}{(B+Bk-\ )}$

$= \frac{480}{(708+480-1013)}$

= 2,74 gram

d. Penyerapan Air

Penyerapan air $= \frac{500-B}{(Bk)}$ x 100%

$= \frac{500-480}{(480)}$ x 100%

= 4,17%

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	480,00	gram
Berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), gram	500	gram
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	1013,00	gram
Berat piknometer berisi air, gram (B)	708,00	gram
Berat jenis curah (Bk / (B+500-Bt))	2,46	gram
Berat jenis jenuh kering muka (500/(B+500-Bt))	2,56	gram
Berat jenis semu, (Bk/(B+Bk-Bt)	2,74	gram
Penyerapan air, ((500-Bk)/(Bk x 100%))	4,17	%

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus diperoleh berat jenis kering muka sebesar 2,56 gram dan penyerapan air sebesar 3,09%. Oleh karena itu, hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus tersebut telah sesuai dengan SNI 1970-1990, dimana nilai penyerapan air agregat halus berkisar antara 2% - 3%.

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian analisa saringan agregat halus menggunakan SNI 1968-1990 dengan berat sampel sebesar 2000 gram. Dalam pengujian ini diperoleh data berat tertinggal pada masing-masing nomor saringan yang datanya dapat dilihat pada

Tabel 5.2. Adapun perhitungan analisa saringan agregat halus sampel 1 adalah sebagai berikut.

a. Persentase Berat Tertinggal

Persentase berat tertinggal $= \frac{Berat\ Tertinggal}{\Sigma Berat\ Tertinggal}$ x 100%

Lubang ayakan 10 mm $= \frac{0}{2000}$ x 100%

$= 0\%$

Lubang ayakan 4,8 mm $= \frac{28}{2000}$ x 100%

$= 1{,}4\%$

Lubang ayakan 2,4 mm $= \frac{155}{2000}$ x 100%

$= 7{,}75\%$

Lubang ayakan 1,2 mm $= \frac{284}{2000}$ x 100%

$= 14{,}2\%$

Lubang ayakan 0,6 mm $= \frac{496}{2000}$ x 100%

$= 24{,}8\%$

Lubang ayakan 0,3 mm $= \frac{829}{2000}$ x 100%

$= 41{,}45\%$

Lubang ayakan 0,15 mm $= \frac{162}{2000}$ x 100%

$= 8{,}1\%$

Pan $= \frac{46}{2000}$ x 100%

$= 2{,}3\%$

b. Persentase Berat Tertinggal Kumulatif

Lubang ayakan 10 mm $= 0\%$

Lubang ayakan 4,8 mm $= 0\% + 1{,}4\%$

$= 1{,}4\%$

Lubang ayakan 2,4 mm $= 1{,}4\% + 7{,}75\%$

$= 9{,}15\%$

Lubang ayakan 1,2 mm $= 9{,}15\% + 14{,}2\%$

$= 23{,}35\%$

Lubang ayakan 0,6 mm	= 23,35% + 24,80%
	= 48,15%
Lubang ayakan 0,3 mm	= 48,15% + 41,45%
	= 89,6%
Lubang ayakan 0,15 mm	= 89,6% + 8,1%
	= 97,7 %
Pan	= 97,7% + 2,3%
	= 100%

c. Persentase Lolos Kumulatif

Lubang ayakan 10 mm	= 100% - 0%
	= 100%
Lubang ayakan 4,8 mm	= 100% - 1,4%
	= 98,6%
Lubang ayakan 2,4 mm	= 100% - 9,15%
	= 90,85%
Lubang ayakan 1,2 mm	= 100% - 23,35%
	= 76,65%
Lubang ayakan 0,6 mm	= 100% - 48,15%
	= 51,85%
Lubang ayakan 0,3 mm	= 100% - 89,6%
	= 10,4%
Lubang ayakan 0,15 mm	= 100% - 97,7%
	= 2,3%
Pan	= 100% - 100%
	= 0%

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,8	28	1,40	1,40	98,60
2,4	155	7,75	9,15	90,85
1,2	284	14,20	23,35	76,65
0,6	496	2480	48,15	51,85
0,3	829	41,45	89,60	10,40
0,15	162	8,10	97,70	2,30
Pan	46	2,300	100,000	0
Jumlah	0	0	0	100

Dari hasil pengujian analisa saringan dapat dihitung nilai modulus halus butir sebagai berikut.

d. Modulus Halus Butir (MHB)

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma Persentas \;\; berat\ tertinggal\ kumulatif}{100}$$

$$\text{MHB} = \frac{263{,}35}{100}$$

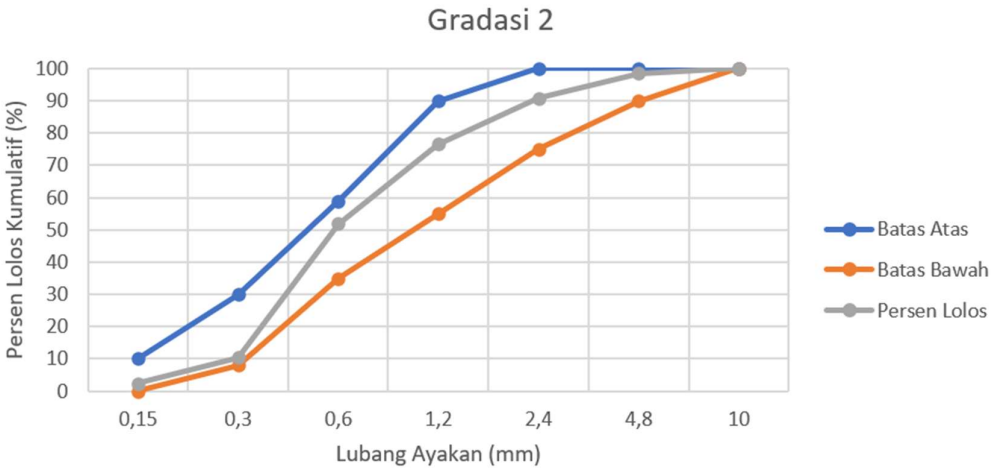
$$= 2{,}694$$

Menurut SK SNI S-04-1989-F, nilai modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8. Sehingga nilai modulus halus butir agregat halus pada pengujian ini telah memenuhi syarat. Selain itu, hasil analisa saringan juga digunakan untuk menentukan gradasi agregat berdasarkan tabel gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5.3. Dari tabel gradasi tersebut dibuat kurva gradasi agregat halus yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.

Tabel 5. 3 Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Agregat yang Lolos			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-90	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber: SNI 2834, 2000



Gambar 5. 1 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Berdasarkan grafik gradasi agregat halus di atas, maka agregat halus yang digunakan termasuk dalam daerah gradasi II (pasir agak kasar).

3. Pengujian Berat Volume Gembur dan Padat Agregat Halus

   Pengujian berat volume gembur dan padat agregat halus menggunakan SNI 4804-1998. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5. Adapun perhitungan berat volume gembur dan padat agregat halus adalah sebagai berikut.

a. Berat Volume Gembur

Berat Agregat (W3) = W2 - W1

= 18278 – 11345

= 6933 gram

Volume tabung (V) = ¼ π x d^2 x t

= ¼ π x 15^2 x 30

= 5301,44 cm^3

Berat volume gembur = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{6933}{5301,44}$

= 1,31 gram/cm^3

b. Berat Volume Padat

Berat Agregat (W3) = W2 – W1

= 19512 – 11345

= 8167 gram

Volume tabung (V) = ¼ π x d^2 x t

= ¼ π x 15^2 x 30

= 5301,44 cm^3

Berat volume gembur = $\frac{W3}{V}$

= $\frac{8167}{5301,44}$

= 1,54 gram/cm^3

Tabel 5. 4 Berat Volume Gembur Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat Tabung (W1)	11345	gram
Berat Tabung + Agregat SSD (W2)	18278	gram
Berat Agregat (W3)	6933	gram
Diameter Tabung (d)	15,00	cm
Tinggi Tabung (t)	30,00	cm
Volume Tabung (V)	5301,44	cm^3
Berat Volume Gembur	1,31	gram/cm^3

Tabel 5. 5 Berat Volume Padat Agregat Halus

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat Tabung (W1)	11345	gram
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	19512	gram
Berat Agregat (W3)	8167	gram
Diameter Tabung (d)	15,00	cm
Tinggi Tabung (t)	30,00	cm
Volume Tabung (V)	5301,44	cm^3
Berat Volume Padat	1,54	gram/cm3

Dari hasil pengujian, didapatkan berat volume gembur agregat halus adalah sebesar 1,31 gram/cm3 dan berat volume padat agregat halus adalah sebesar 1,54 gram/cm3. Berdasarkan SNI 4804-1998 diketahui bahwa berat volume gembur agregat halus berkisar antara 1,3 – 1,4 gram/cm3 dan berat volume padat agregat halus berkisar antara 1,6 – 1,7 gram/cm3. Dengan demikian, pengujian berat volume gembur dan berat volume padat yang dilakukan telah memenuhi persyaratan SNI 4804-1998.

4. Pengujian Lolos Saringan No. 200 (Uji Kadar lumpur dalam Pasir)

   Pengujian lolos saringan no. 200 atau pengujian kadar lumpur dalam pasir menggunakan SNI 4142-1996. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.6. Adapun perhitungan kadar lumpur dalam pasir adalah sebagai berikut.

   Kadar lumpur dalam pasir $= \frac{W1-W2}{W1}$ x 100%

   $= \frac{500-494}{500}$ x 100%

   = 1,2%

Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Lolos Saringan No. 200

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat Agregat Kering Oven (W1)	500	gram
Berat Agregat Kering Oven setelah di cuci (W2)	494,0	gram
Berat yang Lolos Ayakan No. 200	1,2	%

5.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian analisa saringan, dan pengujian berat volume. Adapun hasil dari pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

   Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan SNI 1969-1990 yang data pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.8. Adapun perhitungan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sampel 1 adalah sebagai berikut.

   a. Berat Jenis Curah

      Berat jenis curah $= \frac{Bk}{Bj-Ba}$

      $= \frac{4896}{5000-304}$

      = 2,5 gram

   b. Berat Jenis Jenuh Kering Muka

      Berat jenis jenuh kering muka $= \frac{Bj}{Bj-Ba}$

      $= \frac{5000}{5000-3045}$

      = 2,56 gram

   c. Berat Jenis Semu

      Berat jenis semu $= \frac{Bk}{Bk-Ba}$

      $= \frac{4896}{4896-3045}$

      = 2,65 gram

   d. Penyerapan Air

      Penyerapan Air $= \frac{Bj-Bk}{Bk}$ x 100%

      $= \frac{5000-4896}{4896}$ x 100%

      = 2,12%

Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat Kerikil kering mutlak (Bk)	4896,00	gram
Berat kerikil Jenuh kering muka (Bj)	5000	gram
Berat kerikil dalam air (Ba)	3045,00	gram
Berat Jenis Curah BK/(BJ-Ba)	2,50	gram
Berat Jenis jenuh kering muda Bj/ (Bj-Ba)	2,56	gram
Berat Jenis semu Bk/(Bk-Ba)	2,65	gram
Penyerapan Air (Bj-Bk)/Bk x 100%	2,12	%

2. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

   Pengujian analisa saringan agregat kasar menggunakan SNI 1968-1990 dengan berat sampel sebesar 5009 gram. Rekapitulasi hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.8 dibawah ini.

Tabel 5. 8 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	42	0,8384907	0,8384907	99,16
10,00	3926	78,378918	79,217409	20,78
4,80	982	19,604712	98,82212	1,18
2,40	0	0	98,82212	1,18
1,20	0	0	98,82212	1,18
0,60	0	0	98,82212	1,18
0,30	0	0	98,82212	1,18
0,15	0	0	98,82212	1,18
Sisa	59	1,1778798	100	0.00
Jumlah	5009	100,00%	672,98862	227,01

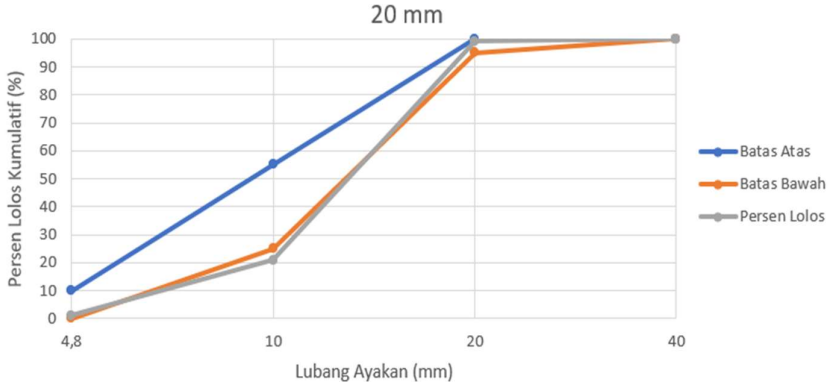
Dari hasil pengujian analisa saringan dapat dihitung nilai MHB sebagai berikut.

Modulus Halus Butir (MHB) $= \frac{\Sigma Persentas \quad berat\ tertinggal\ kumulatif}{100}$

$= \frac{672{,}988}{100}$

$= 6{,}729$

Dari data diatas didapatkan agregat kasar termasuk dalam golongan butiran maksimum 20 mm. Kurva gradasi agregat kasar dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5. 2 Kurva Gradasi Agregat Kasar Maksimum 20 mm

3. Pengujian Berat Volume

   a. Berat Volume Gembur

      Rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.9 sebagai beirkut.

Tabel 5. 9 Berat Volume Gembur Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengamatan	Satuan
Berat Tabung (W1)	11345	gram
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	18200	gram
Berat Agregat (W3)	6855	gram
Diameter Tabung (d)	15,00	cm
Tinggi Tabung (t)	30,00	cm
Volume Tabung (V)	5301,44	cm^3
Berat Volume Gembur	1,29	$gram/cm^3$

Dari hasil pengujian didapatkan berat volume gembur agregat kasar sebesar 1,29. Berdasarkan SNI 03-4804-1998 nilai berat volume gembur yang dapat sudah memenuhi syarat yaitu 1,2-1,7.

b. Berat Volume Padat

Rekapitulasi hasil pengujian berat volume gembur agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5. 10 Berat Volume Padat Agregat Kasar

Uraian	Hasil	Satuan
Berat Tabung (W1)	11345	gram
Berat Tabung + Agregat kering tungku (W2)	19459	gram
Berat Agregat (W3)	8114	gram
Diameter Tabung (d)	15,00	cm
Tinggi Tabung (t)	30,00	cm
Volume Tabung (V)	5301,44	cm^3
Berat Volume Padat	1,53	gram/ cm^3

Dari hasil pengujian didapatkan berat volume padat agregat halus sebesar 1,53. Berdasarkan SNI 03-4804-1998 nilai berat volume padat yang didapat sudah memenuhi syarat yaitu antara 1,2-1,7.

5.2 Perhitungan Campuran Beton

Penghitungan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar SNI 2834-2000. Berikut langkah-langkah perhitungan *mix design* yang dilakukan.

1. Kuat tekan rencana (f'c)

   Kuat tekan rencana yang ingin digunakan pada benda uji kolom 15 x 15 x 60 cm adalah 25 Mpa.

   Kuat tekan rencana (f'c) = 25 Mpa.

2. Deviasi standar (sr)

   Deviasi standar didapatkan dari pengalaman dilapangan dengan Tingkat pengendalian mutu pekerjaan. Nilai deviasi standar yang diambil yaitu 7 Mpa.

   Deviasi standar (sr) = 7 Mpa

3. Nilai tambah (M)

   Nilai tambah (M) = 1,64 x sr

   = 1,64 x 7

   = 12 Mpa

4. Kekuatan yang direncanakan (f'cr)

   Kekuatan yang direncanakan menggunakan rumus sebagai berikut.

   Kekuatan yang direncanakan (f'cr) = f'c + M

   = 37 Mpa

5. Jenis semen

   Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland tipe 1 merk Semen Tiga Roda.

6. Jenis Agregat

   Agregat Halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang masuk pada gradasi daerah II.

   Agregat Kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang ukuran maksimumnya 20 mm.

7. Faktor Air Semen

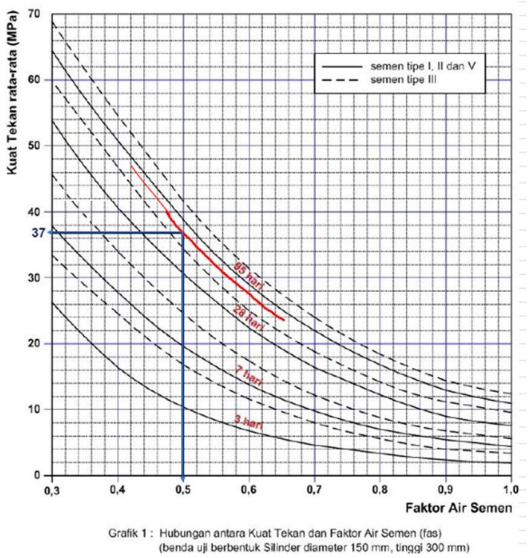
   a. Penelitian ini menggunakan semen Portland tipe I dan batu pecah alami, dengan pengujian dilakukan pada usia beton 28 hari. Berdasarkan tabel SNI yang ditampilkan pada Gambar 5.3, perkiraan kuat tekan beton yang dihasilkan adalah sebesar 37 MPa.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan (MPa) pada umur (hari)				benda uji
		3	7	28	91	
Semen Porland tipe I atau	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Gambar 5. 3 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton dengan FAS dan Agregat Kasar

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

b. Menentukan nilai FAS dari perkiraan kuat tekan sebesar 37 MPa dan umur rencana pada 28 hari. Hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air semen bisa dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. 4 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan dengan FAS

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

Penentuan nilai FAS dilakukan dengan menggunakan grafik di atas. Langkah pertama adalah menarik garis horizontal sejajar dengan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan hingga memotong garis putus-putus yang menunjukkan umur beton rencana. Selanjutnya, dari titik perpotongan tersebut, ditarik garis vertikal menuju sumbu nilai FAS. Berdasarkan

grafik, diperoleh nilai FAS sebesar 0,5, dengan kuat tekan rata-rata yang direncanakan sebesar 37 MPa pada umur beton 28 hari.

8. Faktor air-semen maksimum dan kadar semen minimum

Faktor air-semen maksimum dan kadar semen minimum adalah dua parameter penting dalam desain campuran beton. Keduanya berperan besar dalam menentukan kualitas dan kinerja beton, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kekuatan yang dibutuhkan, kondisi lingkungan, dan jenis agregat yang digunakan. Untuk menghasilkan beton yang kuat dan tahan lama, desain campuran harus memperhatikan batasan kedua parameter ini sesuai standar SNI. Persyaratan tersebut dapat ditemukan pada Tabel SNI di Gambar.

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

Gambar 5. 5 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

Berdasarkan Tabel SNI pada Gambar 5.6, diperoleh data sebagai berikut:

Nilai Faktor Air Semen Maksimum = 0.60

Kadar Semen Minimum = 275 kg/m³

9. Nilai Slump

Nilai slump rencana sebesar 60 – 180 mm sesuai dengan SNI 03-2834.

10. Kadar air yang digunakan

Penentuan kadar air yang dibutuhkan didasarkan pada perkiraan kadar air bebas, yang kemudian digunakan dalam persamaan sesuai SNI 2834:2000. Gambar menyajikan tabel perkiraan kadar air bebas beserta persamaan terkait.

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Gambar 5. 6 Perkiraan Kadar Air Bebas yang Dibutuhkan

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

Pada tabel di atas, diperoleh perkiraan jumlah air untuk agregat halus (Wh) sebesar 195 dan untuk agregat kasar (Wk) sebesar 225. Perhitungan kadar air bebas dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

Kadar air bebas (W) $= \frac{2}{3}$ Wh $+ \frac{1}{3}$ Wh

$= \frac{2}{3}$ x 195 $+ \frac{1}{3}$ x 225

$= 205$ kg/m³

11. Kadar semen yang digunakan

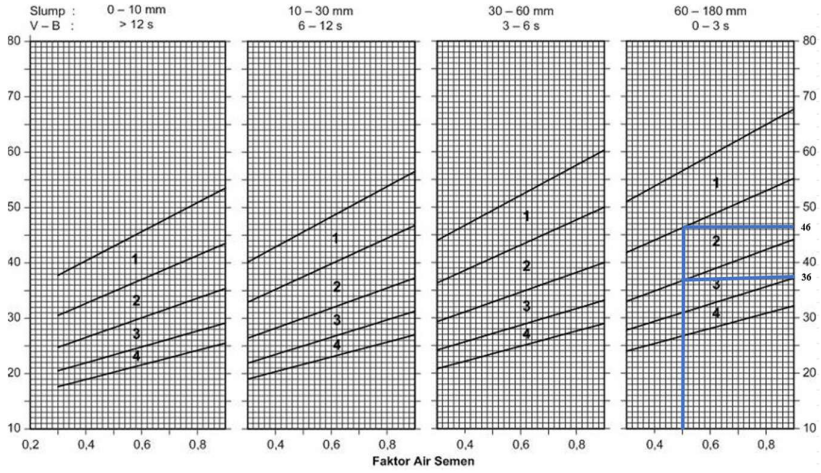
Nilai kadar semen yang digunakan menggunakan rumus sebagai berikut.

Kadar semen $= \frac{Kadar\ air\ bebas\ (W)}{FAS}$

$= \frac{205}{0.5}$

$= 410$ kg/m^3

12. Nilai persentase agregat halus dan agregat kasar dengan nilai slump rencana 60-180 mm dan agregat halus dengan gradasi 2 ditentukan melalui gambar 5.7 sebagai berikut.



Gambar 5. 7 Persentase Agregat Halus terhadap Kadar Agregat Total

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai batas nawah sebesar 36,4 dan batas atas sebesar 46. Setelah itu dilakukan perhitungan persentase agregat halus dan agregat kasar sebagai berikut.

Persentase agregat halus $= \frac{46+36}{2}$ x 100

$= 41\%$

Persentase agregat kasar $= 100\% - 41\%$

$= 59\%$

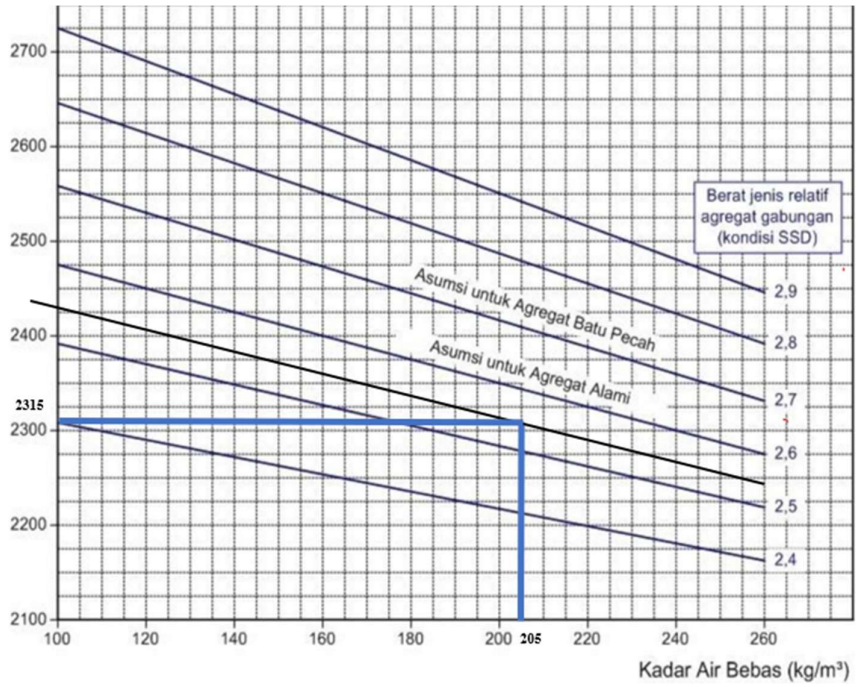
13. Menentukan berat jenis relatif agregat gabungan (SSD). Perhitungan berat jenis relatif gabungan sebagai berikut.

BJG $= (\frac{\%AH}{100}$ x $BJAH) + (\frac{\%AK}{100}$ x $BJAK)$

$= (\frac{41}{100}$ x 2,56) + $(\frac{59}{100}$ x 2,56)

$= 2{,}56\%$

14. Perkiraan berat isi beton dapat ditentukan melalui grafik yang tertera pada gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5. 8 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan

(Sumber: SNI 09-2834, 2000)

Berdasarkan grafik diatas didapat nilai berat isi beton basah sebesar 2315 kg/m^3.

15. Kadar agregat dalam campuran beton.

Kadar agregat = berat isi beton – kadar semen – kadar air bebas
= 2315 – 410 – 205
= 1700 kg/m^3

16. Kadar agregat halus dan agregat kasar dalam campuran

Kadar agregat halus = Persen agregat halus x Kadar agregat
= 41,2% x 1700
= 700,4 kg/m^3

Kadar agregat kasar = Kadar agregat – Kadar agregat halus
= 1700 – 700,4
= 999,60 kg/m^3

17. Proporsi campuran beton per m^3

Setelah perhitungan diatas didapat proporsi tiap material untuk $1m^3$ campuran beton sebagai berikut.

a. Semen = 410 kg
b. Air = 205 kg
c. Agregat halus = 700,4 kg
d. Agregat kasar = 999,60 kg

18. Proporsi campuran beton per benda uji ukuran 150 x 300 mm dan 600 x 150 x 150 mm

Volume untuk 1 benda uji silinder $= \frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2\ x\ t$

$= \frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ 0{,}15^2\ x\ 0{,}30$

$= 0{,}0053\ m^3$

Proporsi Semen per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji

= 410 x 0,0053

= 2,173 kg

Proporsi Air per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji

= 205 x 0,0053

= 1,086 kg

Proporsi AH per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji

= 700,4 x 0,0053

= 3,713 kg

Proporsi AK per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji

= 999,6 x 0,0053

= 5,229 kg

Volume untuk 1 benda uji balok = P x L x T
= 600 x 150 x 150
= 0,0135 m^3

Proporsi Semen per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji
= 410 x 0,0135
= 5,535 kg

Proporsi Air per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji
= 205 x 0,0135
= 2,767 kg

Proporsi AH per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji
= 700,4 x 0,0135
= 9,455 kg

Proporsi AK per benda uji = Volume untuk setiap 1 m³ x volume benda uji
= 999,6 x 0,0135
= 13,494 kg

19. Hasil perencanaan campuran beton

Adapun rekapitulasi hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Hasil dari Perencanaan Campuran Beton

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan beton yang disyaratkan	25	Mpa
2	Standar Deviasi	7	Mpa
3	Nilai Tambah / Margin (M)	12	Mpa
4	Kuat tekan beton rerata yang ditargetkan	25	Mpa
5	Jenis Semen	Tipe 1	
6	Jenis Agregat Kasar	Batu pecah	

Lanjutan Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hasil dari Perencanaan Campuran Beton

7	Jenis Agregat Halus	Alami	
8	Faktor air semen bebas (Fas)	0,5	
9	Faktor air semen maksimum	0,6	
10	FAS digunakan	**0,5**	
11	Slump	60 - 180	Mm
12	Ukuran agregat maksimum	20	Mm
13	Kadar air bebas	205	Kg/m^3
14	Kadar semen	410,00	Kg/m^3
15	Kadar semen maksimum	-	
16	Kadar semen minimum	275	Kg/m^3
17	Kadar semen digunakan	410,00	Kg/m^3
18	Fas disesuaikan	-	
19	Susunan besar butir agregat halus	Gradasi 2	
20	Berat jenis agregat kasar (SSD)	2,56	
21	Berat jenis agregat halus (SSD)	2,56	
22	Persen Agregat Halus	41	%
23	Persen Agregat Kasar	59	%
24	Berat jenis relatif agregat gabungan (SSD)	2,56	
25	Berat isi Beton	2315	Kg/m^3
26	Kadar agregat gabungan	1700,00	Kg/m^3
27	Kadar agregat halus	694,40	Kg/m^3
28	Kadar agregat kasar	1000,60	Kg/m^3

5.3 Proporsi Campuran Beton Pada Benda Uji

Setelah proporsi campuran beton sudah ditentukan pada tiap kadar – kadar serta Kg/m^3, maka akan dilakukan perhitungan proporsi campuran beton uuntuk benda uji yang akan dibuat. Berikut merupakan perhitungan pada tiap material.

1. Kadar Semen

Kadar semen	= 410 Kg/m^3
Kadar semen setelah penyusutan (120%)	= 410 x 120%
Kadar semen digunakan	= 492 Kg/m^3
Kadar semen pada 1 buah benda uji	= 492 x volume balok
Kadar semen	= 492 x 0,0135
Kadar semen yang digunakan	= 6,64 Kg/m^3

2. Kadar Air

Kadar air setelah penyusutan (120%)	= 205 x 120%
Kadar air digunakan	= 246 Kg/m^3
Kadar air pada 1 buah benda uji	= 246 x volume balok
Kadar air	= 246 x 0,0135
Kadar air digunakan	= 3,32 Kg/m^3

3. Kadar Agregat Halus (AH)

Kadar AH setelah penyusutan (120%)	= 694 x 120%
Kadar AH digunakan	= 833 Kg/m^3
Kadar AH pada 1 buah benda uji	= 833 x volume balok
Kadar AH	= 833 x 0,0135
Kadar AH digunakan	= 11,26 Kg/m^3

4. Kadar Agregat Kasar (AK)

Kadar AK setelah penyusutan (120%)	= 1000 x 120%
Kadar AK digunakan	= 1200 Kg/m^3
Kadar AK pada 1 buah benda uji	= 1200 x volume balok
Kadar AK	= 1200 x 0,0135
Kadar AK digunakan	= 16,20 Kg/m^3

Setelah proporsi campuran beton sudah ditentukan pada tiap kadar – kadar serta Kg/m^3 dengan angka penyusutan maka dilakukan perhitungan total keseluruhan material yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian sambungan beton lama dan beton baru. Berikur merupakan rekapitulasi keseluruhan material yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Proporsi Campuran Pada Benda Uji

Benda Uji		Jumlah	Volume (m^3)	Semen (Kg/m^3)	Air (Kg/m^3)	Agregat Halus (Kg/m^3)	Agregat Kasar (Kg/m^3)
Kolom Normal		2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
1/2L	Umur 3 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
	Umur 7 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
	Umur 14 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
1/4L	Umur 3 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
	Umur 7 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
	Umur 14 Hari	2	0,0135	13,284	6,64	22,52	32,40
Jumlah		14	-	92,988	39,85	135,09	194,40

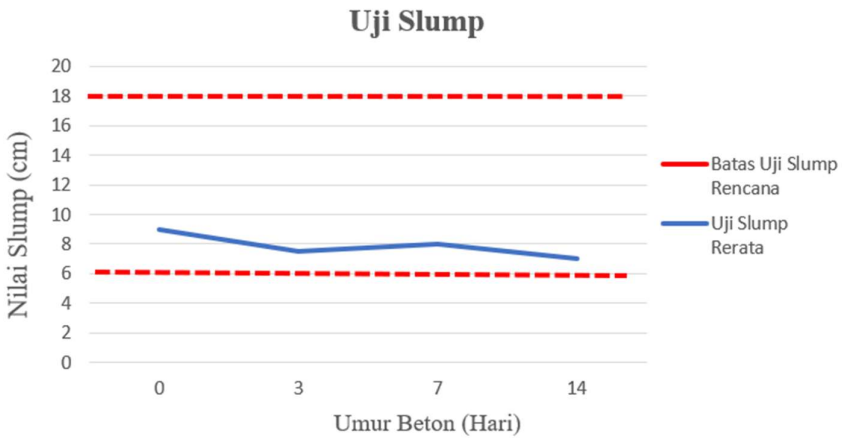
5.4 Pengujian Slump

Setelah beton dicampur merata, dilakukan uji slump untuk menilai ketepatan pengerjaan, kekentalan, dan konsistensi campuran sebelum pengecoran. Hasil uji ini membantu menyesuaikan proporsi bahan guna mencapai kualitas optimal. Faktor seperti komposisi campuran, kualitas agregat, rasio air-semen, dan metode pemadatan memengaruhi hasil uji. Pengujian dilakukan dengan hati-hati sesuai standar yang berlaku. Data uji slump disajikan pada Tabel.

Tabel 5. 12 Data Uji Slump

No.	Benda Uji	Keterangan	Uji Slump (cm)	Uji Slump Rerata (cm)
1	Normal	Normal	9	9
2	Kolom 3H	Beton Lama	7	7,5
		Beton Baru	8	
3	Kolom 7H	Beton Lama	9	8
		Beton Baru	7	
4	Kolom 14H	Beton Lama	7	7
		Beton Baru	7	

Hasil uji slump beton dalam penelitian ini dianalisis menggunakan grafik untuk membandingkan rata-rata nilai slump pada setiap variasi usia beton dengan batas aman dari pengujian slump yang telah direncanakan. Gambar menyajikan grafik hasil perhitungan dan pengujian slump pada beton dengan variasi usia beton.



Gambar 5. 9 Grafiik Hasil Pengujian Nilai Slump Rerata Per Variasi

Grafik di atas menunjukkan hasil nilai rerata dari pengujian slump beton dengan variasi umur beton normal, 3, 7, dan 14 hari. Nilai slump beton diukur dalam satuan sentimeter (cm), dengan garis merah putus-putus menunjukkan batas atas dan batas bawah yang diizinkan. Nilai slump pada beton normal sebesar 10 cm (berada dalam rentang yang aman). Lalu nilai slump menurun pada umur 3 hari senilai 8 cm, sedangkan pada umur 7 hari nilai slump kembali menurun senilai 7,5 cm dan pada hari ke-14 nilai slump kembali naik senilai 9cm. Secara keseluruhan, nilai slump beton tetap berada dalam batas yang disarankan, menjelaskan bahwa kualitas beton tetap terjaga dengan baik.

5.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah beban maksimum per satuan luas yang menyebabkan beton hancur saat diuji dengan alat uji tekan, sebagaimana dijelaskan dalam SNI 1974-2011. Faktor utama yang memengaruhi kekuatan ini adalah rasio air terhadap semen, semakin rendah rasionya, semakin tinggi kekuatan beton. Meski jumlah air yang lebih banyak mempermudah pengerjaan beton, hal ini dapat

menurunkan kekuatannya. Kualitas pengerjaan beton juga dapat dievaluasi melalui uji slump.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada usia 28 hari untuk menentukan kekuatannya menggunakan alat uji tekan. Beton dicetak dalam bentuk silinder, dibiarkan mengeras dengan pengaturan pengeringan tertentu, lalu diuji menggunakan mesin tekan hingga beton mengalami kegagalan. Data hasil pengujian ini digunakan sebagai indikator kualitas dan performa beton dalam konstruksi. Sebelum diuji, permukaan benda uji diratakan melalui proses capping dengan belerang untuk memastikan bidang tekan sejajar. Perhitungan hasil pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut ini.

Diameter = 151,8 mm

Luas (A) $= \frac{1}{4} \pi \text{ x } D^2$

$= \frac{1}{4} \pi \text{ x } 151{,}8^2$

= 18098,11mm²

Pn maks = 474,02 kN

= 474020 N

Kuat tekan $= \frac{P}{A}$

$= \frac{474020}{18098{,}11}$

= 26,19 MPa

Berikut merupakan rekapitulasi hasil uji kuat tekan pada benda uji silinder dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

Benda Uji	Kode	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Luas (mm^2)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Normal	KLN	303,5	151,8	18098,11	474,02	26,19	26,19
Sambungan 3H	KS3HX	304,09	150	17671,45	406,45	23,00	27,13
	KS3HY	302,09	151,05	17919,72	560,37	31,71	
Sambungan 7H	KS3HX	305,03	149,06	17450,67	492,35	27,86	30,29
	KS3HY	302,02	151,03	17914,94	579,92	32,81	
Sambungan 14H	KS3HX	305	150	17671,45	444,8	25,17	28,80
	KS3HY	303,1	149,6	17577,33	570,13	32,44	

Catatan: X = Lama, Y = Baru

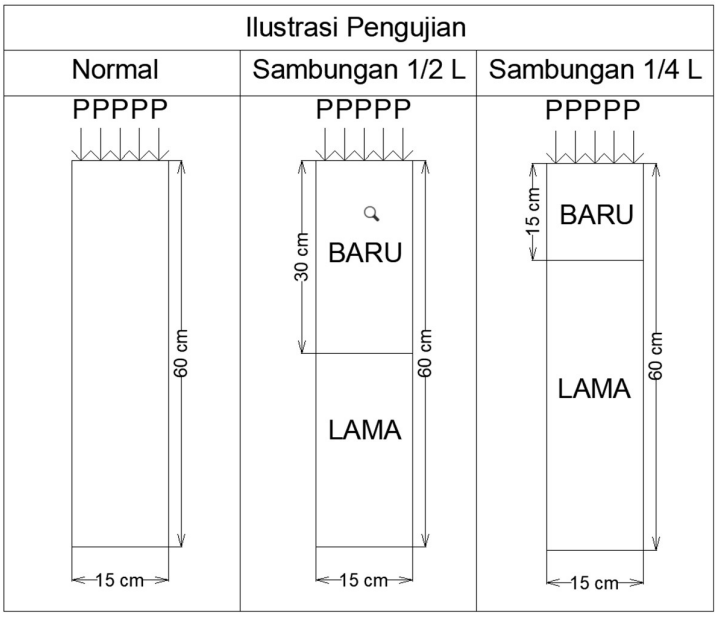
Hasil uji tekan pada benda uji silinder menunjukkan bahwa ketidakstabilan pada uji slump menyebabkan perbedaan kekuatan antara beton lama dan beton baru. Uji tekan ini dilakukan untuk mengontrol nilai f'c pada balok beton lama dan sambungannya dengan beton baru, karena *mix design* yang digunakan pada sambungan balok baru memiliki komposisi yang sama dengan balok lama. Perbedaan nilai slump antara beton lama dan beton baru dapat mempengaruhi hasil uji kuat tekan silinder. Uji silinder yang terjadi perbedaan hasil pada beton lama dan beton baru dikarenakan pemadatan yang kurang maksimal pada saat bahan campur beton dicetak dengan silinder.

Berdasarkan data pada tabel, beton lama dan beton baru menunjukkan nilai kuat tekan yang serupa pada setiap variasi hari. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan nilai slump, uji kuat tekan tetap berperan penting dalam memastikan kehomogenan struktur kolom yang akan dibuat. Dengan kehomogenan yang terjaga, struktur tersebut dapat memiliki kekuatan tekan yang optimal dan memenuhi perencanaan.

5.6 Hasil Kuat Tekan Aksial Kolom

Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari untuk mengukur nilai kuat tekan melalui pemberian beban menggunakan alat uji tekan. Tahap ini merupakan bagian penting dalam penelitian, bertujuan mengevaluasi kekuatan sambungan beton yang telah disiapkan. Benda uji direndam lalu dibiarkan mengeras sesuai kondisi pengeringan yang ditentukan. Setelah mencapai usia pengujian, benda uji diuji dengan mesin tekan yang memberikan beban secara bertahap hingga beton mengalami beban maksimal atau sampai hancur.

Data yang dihasilkan mencerminkan kuat tekan kolom pada usia dan tinggi sambungan tertentu serta menjadi acuan dalam menilai kualitas dan kinerja beton dalam dunia konstruksi. Total yang diuji sebanyak 6 untuk setiap variasi umur hari beton. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton dan Gambar detail ilustrasi dari pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 5.10. serta gambar pengujian yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 10 Ilustrasi Pengujian Kolom



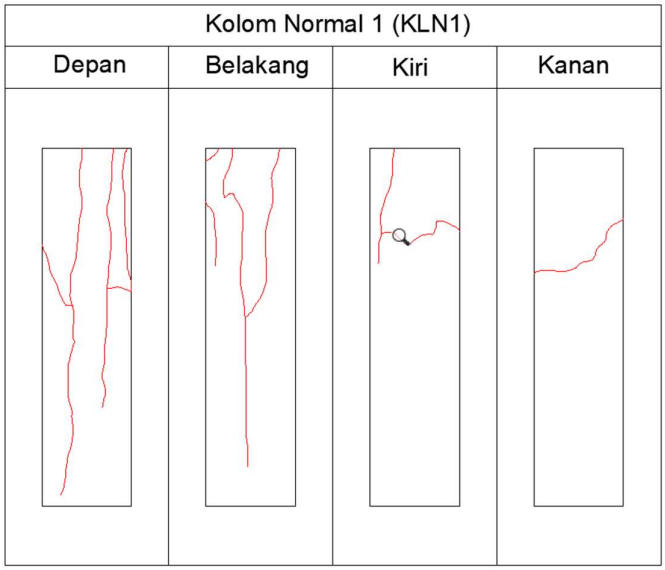
Gambar 5. 11Pengujian Kolom

5.5.1 Pengujian Kolom Normal

Pada penelitian ini kolom normal sejumlah 2 sampel akan menjadi acuan untuk kolom sambungan yang akan diuji. Kolom normal akan diuji tekan aksial secara vertikal dengan beban merata yang diberikan bantalan karet dibagian atas kolom. Lalu diikat pada kanan kiri alat agar tidak terjadi jatuh karena miring dan tetap pada posisi yang tepat pada saat beban diberikan.

1. Perilaku Kerusakan Kolom Normal

Pada saat pengujian. Setelah mencapai beban maksimum, kerusakan lebih lanjut terjadi pada bagian depan dan belakang mengalami retakan vertikal hingga ke dasar, sisi kanan mengalami retakan horizontal, dan sisi kiri menunjukkan retakan vertikal lurus hingga 1/4 panjang kolom. Visualisasi kolom beton normal dapat dilihat pada gambar 5.11 dan dokumentasi pengujian kolom normal dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5. 12 Visualisasi Perilaku Kolom Normal



Gambar 5. 13 Dokumentasi Pengujian Kolom Normal

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 494,379

= 494379 N

L = 600 mm

b = 150,7 mm

h = 154,3 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{494379}{150{,}7\ x\ 154{,}3}$

$= 21{,}26\ \mathrm{N/mm^2}$

Tabel 5. 15 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Normal

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Kolom Normal	KLN1	494379	435235	21,26	18,77
	KLN2	376092		16,29	

5.5.2 Pengujian Kolom Sambungan Variasi Tinggi ½ L.

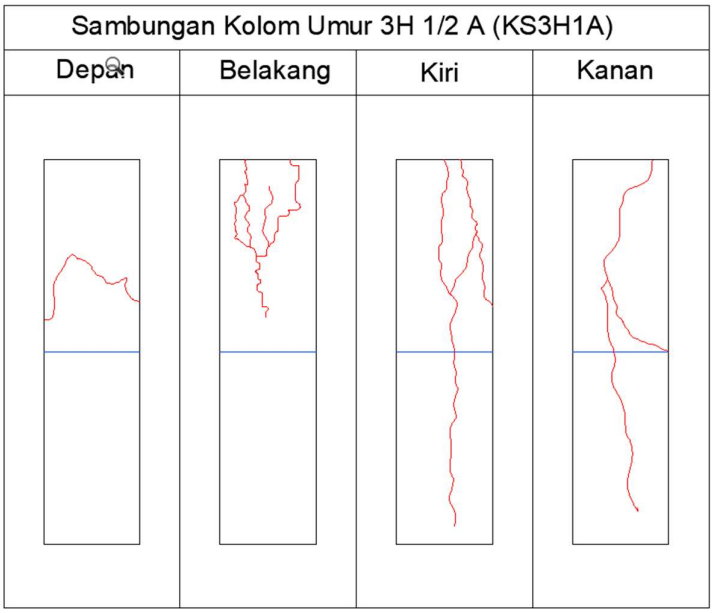
Pada penelitian ini kolom sambungan dengan variasi tinggi ½ L. sejumlah 6 sampel terdapat 3 variasi umur sambungan yang dibuat dengan masing – masing 2 benda uji. Kolom sambungan variasi tinggi ½ L hari akan diuji tekan aksial secara vertikal dengan beban merata yang diberikan bantalan karet dibagian atas kolom. Beton baru akan berada dibagian atas dan beton lama dibagian bawah. Lalu beton diikat pada kanan kiri alat agar tidak terjadi jatuh karena miring dan tetap pada posisi yang tepat pada saat beban diberikan.

5.5.2.1 Sambungan Kolom Umur 3 Hari

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 3 Hari.

Pada saat pengujian, saat beban diterapkan pada kolom, retak awal muncul di bagian atas kolom. Ketika beban mencapai titik maksimum, kerusakan lebih lanjut terjadi, bagian depan mengalami kerusakan sebagian, retak vertikal pada bagian belakang mencapai setengah panjang kolom ½ L, sementara retak vertikal di sisi kanan dan kiri memanjang hingga ke dasar kolom. Visualisasi kolom

sambungan dengan umur 3 hari dan variasi tinggi ½ L dapat dilihat pada gambar 5.13 dan dokumentasi pengujian kolom KS3H1A dapat dilihat pada gambar 5.14.



Gambar 5. 14 Visualisasi Perilaku Kolom KS3H1A



Gambar 5. 15 Dokumentasi Pengujian Kolom KS3H1A

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 290,663

= 290663 N

L = 600 mm

b = 153,5 mm

h = 153,5 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{290663}{153{,}5\ x\ 153{,}5}$

$= 12{,}33\ \mathrm{N/mm^2}$

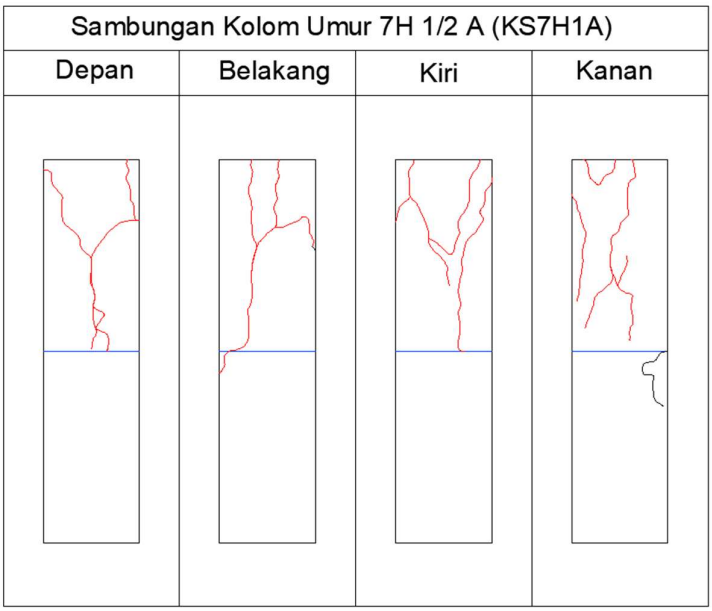
Tabel 5. 16 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 3H ½ L

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 3H	KS3H1A	290663	293190	12,33	12,68
	KS3H2A	295717		13,03	

5.5.2.2 Sambungan Kolom Umur 7 hari

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 7 Hari.

Pada saat pengujian, saat beban diberikan pada kolom, retakan awal hanya terlihat di bagian atas. Setelah beban mencapai kapasitas maksimum, kerusakan terjadi dengan pola berbeda, bagian depan mengalami retak vertikal hingga setengah panjang kolom ½ L, bagian belakang menunjukkan retak vertikal hingga ½ L dengan pola miring, sisi kiri mengalami retak berbentuk V yang dilanjutkan dengan retakan vertikal ke arah bawah, dan sisi kanan kolom juga menunjukkan retakan yang sama seperti bagian belakang. Visualisasi kolom sambungan dengan umur 7 hari dan variasi tinggi ½ L dapat dilihat pada gambar 5.15 dan dokumentasi pengujian kolom KS7H1A dapat dilihat pada gambar 5.16.



Gambar 5. 16 Visualisasi Perilaku Kolom KS7H1A



Gambar 5. 17 Dokumentasi Pengujian Kolom KS7H1A

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 418,554

= 418554 N

L = 600 mm

b = 154,4 mm

h = 153,8 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{418554}{154{,}4\ x\ 153{,}8}$

$= 17{,}62\ \mathrm{N/mm^2}$

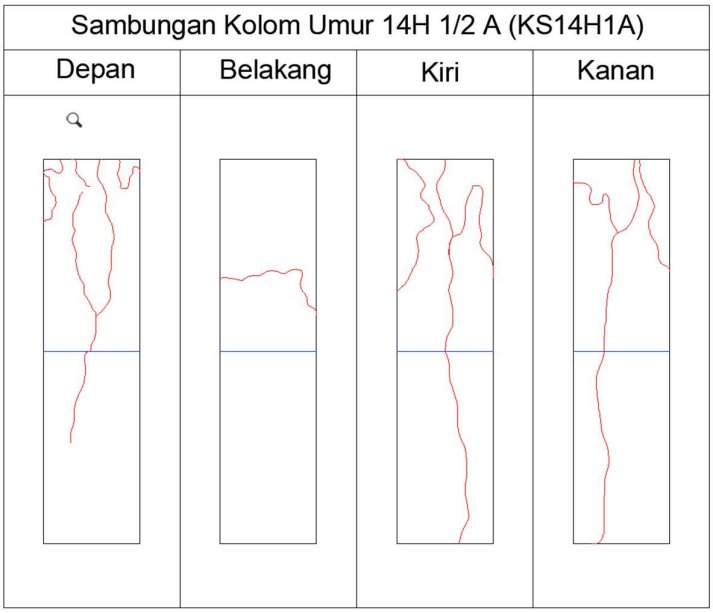
Tabel 5. 17 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 7H ½ L

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 7H	KS7H1A	418554	345003	17,62	14,69
	KS7H2A	271453		11,76	

5.5.2.3 Sambungan Kolom Umur 14 Hari

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 14 Hari.

Pada saat pengujian, saat beban diterapkan pada kolom, retakan pertama kali muncul di bagian atas kolom. Setelah beban mencapai kapasitas maksimum, kerusakan terjadi pada bagian belakang hanya di bagian atas, sementara bagian depan mengalami retakan vertikal yang memanjang hingga setengah panjang kolom ½ L. Sisi kanan kolom menunjukkan retakan vertikal yang memanjang hingga ke bawah, dan sisi kiri kolom juga mengalami retakan vertikal lurus hingga dasar kolom. Visualisasi kolom sambungan dengan umur 14 hari dan variasi tinggi ½ L dapat dilihat pada gambar 5.17 dan dokumentasi pengujian kolom KS14H1A dapat dilihat pada gambar 5.18.



Gambar 5. 18 Visualisasi Perilaku Kolom KS14H1A Benda Uji 1



Gambar 5. 19 Dokumentasi Pengujian Kolom KS14H1A

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 268,421

= 268421 N

L = 600 mm

b = 153,5 mm

h = 153,5 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{268421}{153{,}5\ x\ 153{,}5}$

$= 11{,}39\ \mathrm{N/mm^2}$

Tabel 5. 18 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 14H ½ L

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan (N/mm^2)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 14H	KS14H1A	268421	301531	11,39	13,12
	KS14H2A	334641		14,85	

5.5.3 Pengujian Kolom Sambungan Variasi Tinggi ¼ L

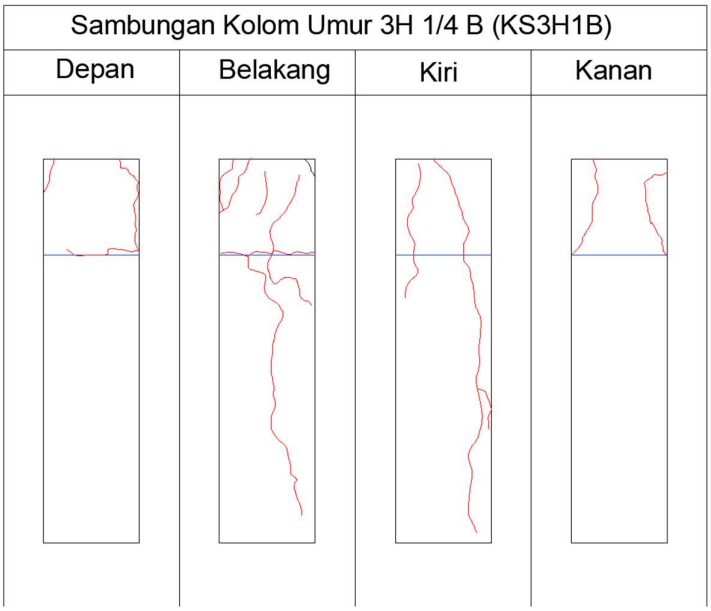
Pada penelitian ini kolom sambungan variasi tinggi ¼ L dengan jumlah 6 sampel terdapat 3 variasi umur sambungan yang dibuat dengan masing – masing 2 benda uji. Kolom sambungan variasi tinggi ¼ L akan diuji tekan aksial secara vertikal dengan beban merata yang diberikan bantalan karet dibagian atas kolom. Lalu diikat pada kanan kiri alat agar tidak terjadi jatuh karena miring dan tetap pada posisi yang tepat pada saat beban diberikan.

5.5.3.1 Sambungan Kolom Umur 3 Hari

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 3 Hari.

Pada saat pengujian, saat beban diterapkan pada kolom, retakan awal hanya muncul di bagian atas. Setelah beban mencapai kapasitas maksimum, kerusakan terjadi di seluruh sisi kolom depan retak hancur pada bagian sambungan, belakang retak pada bagian sambungan lalu dilanjutkan retak vertikal, kanan terjadi retakan pada sambungan, dan kiri dengan retakan vertikal lurus yang memanjang ¼ L lalu pada bagian sisi retak vertikal kebawah. Visualisasi kolom sambungan dengan

umur 3 hari dan variasi tinggi ¼ L dapat dilihat pada gambar 5.19 dan dokumentasi pengujian kolom KS3H1B dapat dilihat pada gambar 5.20.



Gambar 5. 20 Visualisasi Perilalu Kolom KS3H1B



Gambar 5. 21 Dokumentasi Pengujian Kolom KS3H1B

2. Perhtungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 329,553

= 329553 N

L = 600 mm

b = 151,2 mm

h = 151,1 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{329553}{151{,}2\ x\ 151{,}1}$

$= 14{,}42\ \mathrm{N/mm^2}$

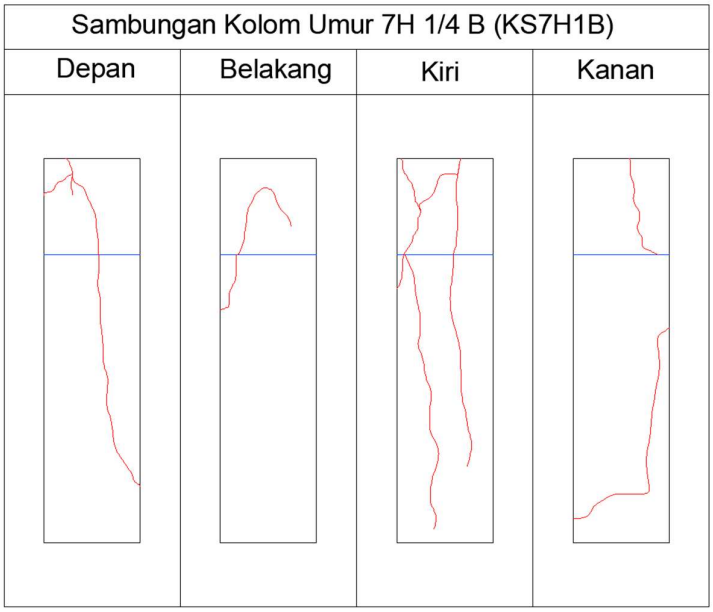
Tabel 5. 19 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 3H ¼ L

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 3H	KS3H1B	329553	311877	14,42	13,47
	KS3H2B	294201		12,53	

5.5.3.2 Sambungan Kolom Umur 7 Hari.

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 7 Hari.

Pada saat pengujian, ketika beban diberikan pada kolom normal, kolom mengalami retak pada bagian atas saja. Setelah beban mencapai beban maksimum terjadi kerusakan pada bagian depan sampai ¼ L, belakang retak sampai ¼ L, kanan retak sampai ¼ L, dan kiri retak sampai ¼ L dan terjadi runtuh pada beton lama. Visualisasi kolom sambungan dengan umur 7 hari dan variasi tinggi ¼ L dapat dilihat pada gambar 5.21 dan dokumentasi pengujian kolom KS7H1B dapat dilihat pada gambar 5.22.



Gambar 5. 22 Visualisasi Perilaku Kolom KS7H1B



Gambar 5. 23 Dokumentasi Pengujian Kolom KS7H1B

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 442,312

= 442312 N

L = 600 mm

b = 152,7 mm

h = 151,5 mm

Kuat Tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{442312}{152{,}7\ x\ 151{,}5}$

$= 19{,}11\ \mathrm{N/mm^2}$

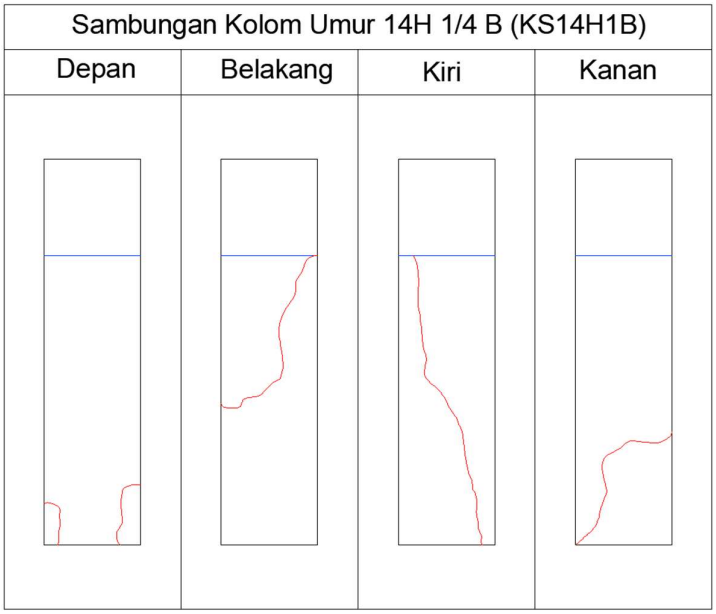
Tabel 5. 20 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 7H ¼ L

Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 7H	KS7H1B	442312	414257	19,11	18,03
	KS7H2B	386202		16,94	

5.5.3.3 Sambungan Kolom Umur 14 Hari.

1. Perilaku Kerusakan Kolom Sambungan Umur 14 Hari.

Pada saat pengujian, saat beban diterapkan pada kolom, retakan hanya muncul di bagian atas kolom. Setelah beban mencapai kapasitas maksimum, kerusakan terjadi pada bagian depan dengan retakan di bagian bawah, bagian belakang mengalami retakan di bagian bawah kolom, serta sisi kanan dan kiri kolom masing-masing mengalami retakan di bagian bawah. Visualisasi kolom sambungan dengan umur 14 hari dan variasi tinggi ¼ L dapat dilihat pada gambar 5.23 dan dokumentasi pengujian kolom KS14H1B dapat dilihat pada gambar 5.24.



Gambar 5. 24 Visualisasi Perilaku Kolom KS14H1B



Gambar 5. 25 Dokumentasi Pengujian Kolom KS14H1B

2. Perhitungan Pengujian Kolom

Pengujian kuat tekan kolom dilakukan setelah kolom beton berumur 28 hari. Berikut perhitungan kuat tekan aksial kolom beton dengan beban merata.

Beban (P) = 494,379

= 494379 N

L = 600 mm

b = 150 mm

h = 150 mm

Kuat tekan Aksial (Pn) $= \frac{P}{A}$

$= \frac{494379}{150{,}7\ x\ 154{,}3}$

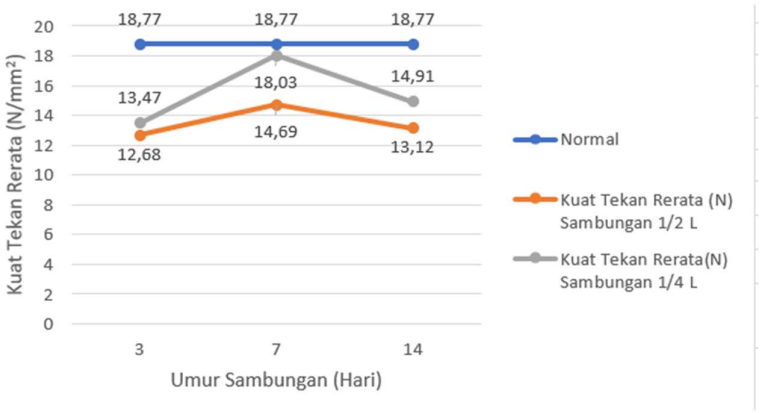
$= 21{,}26 \mathrm{N/mm^2}$

Tabel 5. 21 Hasil Uji Kuat Tekan Kolom Sambungan 14H ¼ L

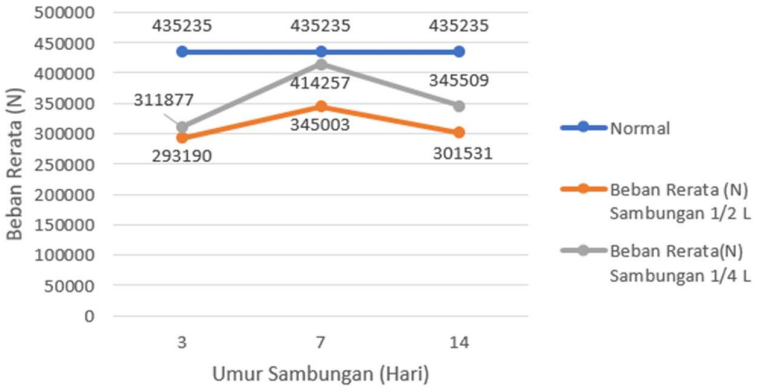
Benda Uji	Kode	Beban Maksimum (N)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan ($\mathrm{N/mm^2}$)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
Sambungan 14H	KS14H1B	401872	345509	16,40	14,911
	KS14H2B	289146		12,41	

5.5.4 Rekapitulasi Hasil Kuat Tekan Aksial Kolom

Hasil pengujian kuat tekan kolom dengan sambungan yang ditampilkan pada tabel di atas dapat divisualisasikan melalui grafik. Grafik tersebut menggambarkan hubungan antara variasi umur hari dan variasi tinggi sambungan terhadap nilai kuat tekan, serta hubungan antara variasi umur hari dengan beban rata-rata. Visualisasi ini ditampilkan pada Gambar.



Gambar 5. 26 Grafik Hubungan antara Variasi Hari dengan Nilai Kuat Tekan Rerata Kolom Sambungan



Gambar 5. 27 Grafik Hubungan antara Variasi Hari dengan Beban Maximum Kolom Sambungan

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat tekan tertinggi pada kolom beton sambungan dicapai pada sambungan yang dilakukan setelah beton lama berumur 7 hari. Namun, keberadaan sambungan pada kolom beton menciptakan titik lemah yang mengurangi kemampuan struktur dalam menahan beban tekan. Grafik menunjukkan hubungan antara umur sambungan (hari) dan kuat tekan rata-rata (N/mm^2) untuk dua jenis sambungan, yaitu Sambungan 1/2 dan Sambungan 1/4.

Sambungan 1/2 menunjukkan peningkatan kuat tekan dari 13,48 N/mm^2 pada hari ke-2, mencapai puncaknya di 14,70 N/mm^2 pada hari ke-7, kemudian menurun ke 13,12 N/mm^2 pada hari ke-14. Sambungan 1/4 menunjukkan tren serupa, dengan peningkatan dari 12,69 N/mm^2 pada hari ke-2, mencapai puncak

18,03 N/mm^2 pada hari ke-7, dan menurun ke 14,91 N/mm^2 pada hari ke-14. Grafik ini menunjukkan bahwa Sambungan 1/4 memiliki kuat tekan rata-rata lebih tinggi dibandingkan Sambungan 1/2 pada setiap titik waktu.

Hasil pengujian kolom dengan sambungan dan kolom tanpa sambungan bervariasi. Berikut perhitungan untuk mendapatkan nilai perbandingan.

1. Kolom sambungan 3 hari

$$\% \text{ selisih } = \frac{Nilai\ kuat\ tekan\ sambungan}{Nilai\ kuat\ tekan\ normal}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= \frac{13,477}{18,77}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= -28,22\%$$

2. Kolom sambungan 7 hari

$$\% \text{ selisih } = \frac{Nilai\ kuat\ tekan\ sambungan}{Nilai\ kuat\ tekan\ normal}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= \frac{14,69}{18,77}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= -21,73\%$$

3. Kolom sambungan 14 hari

$$\% \text{ selisih } = \frac{Nilai\ kuat\ tekan\ sambungan}{Nilai\ kuat\ tekan\ normal}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= \frac{13,12}{18,77}\ x\ 100\% - 100\%$$

$$= -30,11\%$$

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Kolom

Benda Uji	Kode (A = ½ L) (B = ¼ L)	Beban Maksimum Rerata (N)	Kuat Tekan Rerata (N/mm^2)	% Selisih Dengan Kolom Normal
Kolom Normal	KLN	435235	18,77	-
Kolom 3H	KS3HA	293190	12,68	-32,43%
	KS3HB	311877	13,47	-28,22%
Kolom 7H	KS7HA	345003	14,69	-21,73%
	KS7HB	414257	18,03	-3,95%
Kolom 14H	KS14HA	301531	13,12	-30,11%
	KS14HB	345509	14,911	-20,58%

Catatan: **(A = ½ L, B = ¼ L)**



Gambar 5. 28 Grafik Perbandingan Kuat Tekan Kolom Sambungan dan Kolom Normal

Grafik tersebut menunjukkan perbandingan kuat tekan hasil pengujian (N/mm^2) pada kolom normal, kolom sambungan 1/2 L, dan kolom sambungan 1/4 L berdasarkan variasi umur sambungan (hari), yaitu pada hari ke-3, ke-7, dan ke-14. Kolom normal memiliki kuat tekan sebesar 18,78 N/mm^2 .Kolom sambungan

1/2 L menunjukkan peningkatan kuat tekan dari 13,48 N/mm^2 pada hari ke-3 menjadi 14,70 N/mm^2 pada hari ke-7, namun menurun menjadi 13,12 N/mm^2 pada hari ke-14. Kolom sambungan 1/4 L menunjukkan tren serupa dengan peningkatan dari 12,69 N/mm^2 pada hari ke-3 ke nilai puncak 18,03 N/mm^2 pada hari ke-7, lalu menurun menjadi 14,91 N/mm^2 pada hari ke-14.

Hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan sambungan pada kolom beton memengaruhi kuat tekan secara signifikan, karena sambungan menciptakan titik lemah yang membatasi kemampuan struktur untuk menahan beban tekan. Penambahan lem beton seperti *SikaCim Bonding Adhesive* dapat meningkatkan kekuatan sambungan dengan merekatkan beton lama dan baru, sehingga memperbaiki lekatan di area sambungan. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun penambahan bonding adhesive membantu meningkatkan kekuatan kolom sambungan, nilai kuat tekan kolom sambungan masih belum mampu menyamai kekuatan kolom normal. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun penggunaan *SikaCim Bonding Adhesive* memberikan manfaat, tantangan pada kekuatan sambungan tetap ada, terutama dalam mengurangi perbedaan signifikan dengan kolom tanpa sambungan.

Pada Grafik 5.27 dan tabel 5.21 di atas menunjukkan bahwa kolom tanpa sambungan memiliki kekuatan lebih tinggi dibandingkan kolom dengan sambungan. Pada kolom dengan sambungan, kekuatan tekan tertinggi ditemukan pada variasi tinggi ¼ L dengan umur 7 hari. Namun, hasil ini sebenarnya tidak sesuai dengan yang diharapkan. Secara teori, kekuatan tekan aksial tertinggi pada kolom sambungan seharusnya terjadi pada umur 3 hari karena tingkat homogenitasnya lebih baik dibandingkan umur 7 hari. Ketidaksesuaian ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti proporsi bahan campuran yang kurang tepat, kurangnya kontrol saat pemadatan kolom beton, dan kesalahan dalam proses pengecoran sambungan.

5.7 Identifikasi Masalah

Dalam pengujian sambungan yang dilakukan, ditemukan banyak kesalahan yang menyebabkan kolom sambungan tidak mencapai hasil yang optimal.

Kesalahan tersebut juga mengakibatkan ketidaksesuaian antara hasil pengujian dan studi literatur yang seharusnya menjadi acuan, sehingga menghasilkan kesimpulan yang ambigu. Identifikasi masalah yang terjadi pada tiap sub bab yang sudah dibahas saling berikaitan. Berikut adalah identifikasi masalah yang terjadi.

5.6.1 Kuat Tekan Beton

Berikut ini merupakan permasalahan yang terjadi pada kuat tekan beton:

1. Pada proses pengecoran, pemadatan beton tidak maksimal sehingga menyebabkan rongga udara dalam beton yang berpotensi menimbulkan keretakan lebih cepat dan penurunan kuat tekan pada beton.
2. Perbedaan waktu pada proses pengecoran benda uji sehingga mutu beton sulit terkontrol.

Berdasarkan permasalahan diatas, menurut Mulyono, (2006). Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi mutu kekuatan beton seperti yang dikemukakan oleh Mulyono (2006) yaitu:

a. Proporsi bahan penyusun,
b. Metode pencampuran,
c. Perawatan,
d. Keadaan pada saat pengecoran.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa mutu beton pada penelitian ini kurang baik akibat permasalahan-permasalahan diatas.

5.6.2 Kuat Tekan Aksial Kolom

Berikut ini merupakan permasalahan yang terjadi pada kuat tekan aksial kolom.

1. Permasalahan pada kuat aksial berkaitan dengan kuat tekan beton.
2. Pada proses pengecoran, pemadatan beton tidak maksimal sehingga menyebabkan rongga udara dalam beton yang berpotensi menimbulkan keretakan lebih cepat dan penurunan kuat tekan pada beton.
3. Penggunaan bekisting pada pengujian ini tidak sesuai dimana seharusnya menggunakan bekisting kolom agar lebih mudah dan tidak terjadi kemiringan pada beton. Namun pada penelitian ini penulis menggunakan bekisting balok sehingga terjadi ketidaksesuaian prosedur dan terjadi kemiringan pada kolom

beton karena pemasangan bekisting yang kurang maksimal. Pemadatan beton yang kurang baik mengakibatkan beton menjadi ber – rongga sehingga beton yang dihasilkan kurang padat.

4. Perbedaan waktu pada proses pengecoran benda uji sehingga mutu beton sulit terkontrol.

Berdasarkan permasalahan diatas, menurut Zuraidah et al., (2013) menjelaskan bahwa Kekuatan tekan beton berkurang seiring dengan membesarnya rongga atau lubang di bagian tengahnya. Selain itu, Ngagalan et al., (2023) menyatakan bahwa Kolom beton dapat mengalami kemiringan akibat kesalahan dalam proses pengecoran. Kemiringan ini menyebabkan terjadinya eksentrisitas pada kolom, yang pada akhirnya memicu timbulnya momen tambahan (momen sekunder) yang tidak diinginkan. Idealnya, kolom harus berdiri tegak lurus agar beban yang dipikulnya ditransfer tepat di titik pusat kolom, sehingga eksentrisitas dapat dihindari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mutu beton pada penelitian ini kurang baik akibat permasalahan-permasalahan diatas.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kolom tanpa sambungan, atau kolom normal, memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kolom dengan sambungan pada berbagai variasi umur maupun ketinggian sambungan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Lem Sikacim Bonding Adhesive pada kolom sambungan belum mampu memberikan kekuatan tekan yang optimal atau melebihi kolom tanpa sambungan.
2. Kolom tanpa sambungan menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 18,78 MPa. Pada kolom dengan umur sambungan 7 hari memiliki nilai kuat tekan tertinggi dibandingkan dengan variasi umur lainnya, nilai rata-rata pada ketinggian ½ L sebesar 14,70 N/mm^2 dan pada ketinggian ¼ L sebesar 18,03 N/mm^2. Sementara itu, pada umur 3 hari, kekuatan tekan rata-rata pada ½ L dan ¼ L adalah 12,69 N/mm^2dan 13,48 N/mm^2, sedangkan pada umur 14 hari, nilai kuat tekan rata-rata pada ½ L dan ¼ L adalah 13,12 N/mm^2 dan 14,91 N/mm^2. Hal ini sebabkan karena adanya permasalahan pada persiapan material dan pada proses pembuatan benda uji yang dihasilkan miring, sehingga didapatkan hasil yang tidak sesuai dengan studi literatur yang ada.
3. Variasi ketinggian sambungan, yakni ½ L dan ¼ L, memberikan hasil kuat tekan yang berbeda pada setiap umur sambungan. Kolom sambungan dengan ketinggian ¼ L memiliki kekuatan tekan tertinggi pada umur 3, 7, dan 14 hari, masing-masing sebesar 13,48 N/mm^2, 18,03 N/mm^2, dan 14,91 N/mm^2Sementara itu, pada ketinggian ½ L, kuat tekan yang

dihasilkan pada umur 3, 7, dan 14 hari adalah 12,69 N/mm^2, 14,70 N/mm^2, dan 13,12 N/mm^2.

6.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan mutu beton dan pengoptimalan penggunaan Lem Beton *Sikacim Bonding Adhesive* baik dari metode penggunaan serta komposisi penggunaan lem beton tersebut pada penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan kekuatan kolom beton dengan sambungan, sehingga dapat mendekati atau bahkan melampaui kekuatan kolom tanpa sambungan.
2. Menambahkan variabel umur beton lama dengan rentang waktu yang lebih singkat, seperti dalam hitungan jam, serta menambahkan tulangan pada kolom untuk memahami pengaruhnya terhadap kekuatan sambungan beton. Hal ini diharapkan dapat menghasilkan kekuatan tekan yang lebih optimal pada kolom dengan sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

Adh'Afaan, W. R. (2022). Pengaruh Penggunaan Lem Beton Pada Pengecoran Sambungan Antara Beton Lama Dan Baru.

Adiguna, & Alkhamuddin, A. (2018). Simulasi Perubahan Kuat Tekan Beton Pada Kondisi Ekstrim Pasca Pembakaran.

Anggitamukti, A. (2021). Pengaruh Letak Sambungan Balok Lama Dan Baru Dengan Bonding Agent SikacimBonding Adhesive Pada Kekuatan Balok Beton.

Badan Standariasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton: Vol. SNI-03-2847-2002.

Badan Standarisasi Nasional. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal: Vol. SNI-03-2834-2000.

Badan Standarisasi Nasional. (2004). Semen Portland: Vol. SNI 15-2049-2004.

Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara Uji Slump Beton: Vol. SNI-1972-2008.

Badan Standarisasi Nasional. (2011). Metode Pengujian Uji Tekan Beton.: Vol. SNI 1974-2011.

Badan Standarisasi Nasional. (2016). Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar: Vol. SNI 1969 2016.

Hardagung, H., Sambowo, K., & Gunawan, P. (2014). Kajian Nilai Slump, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan Filler Abu Batu Paras. 2.

Judiono, & Ikhsanto, R. D. (2018). Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Bahan Polsytyrene Dan Bestmittel.

Ngagalan, A., Liliana, & Meilawaty, O. (2023). Analisis Eksentrisitas Akibat Kemiringan Kolom Pada Struktur Bangunan Gedung(Studi Kasus : Gedung Kuliah Terpadu Universitas Palangka Raya). 5.

Nicolaas, S., & Hombokau, C. (2021). Pengaruh Penggunaan Bonding Adhesive Terhadap PerilakuLentur Balok Yang Disambung.

Novitasari, D. (2021). Pengaruh Komposisi Bonding Agent Sikacim Pada Kekuatan Sambungan Balok Beton Lama Dan Baru.

Pakiding, R. V. (2023). Pengaruh Sambungan Beton Lama Dan Beton Baru Terhadap Kuat Tekan Beton.

Prihantono. (2012). Studi Perbandingan Sambungan Balok ¼ , ½ Bentang Dan Utuh Pada Saat Pengecoran Terhadap Kekuatan Balok Beton.

Rudi, Ilham, Sukamta, & Intan. (2014). Perilaku dan Kekuatan Sambungan Kolom pada Sistem Beton Pracetak.

Rudi Septiawan. (2013). Studi Penelitian Pengaruh Letak Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Pada Balok Beton Bertulang.

Sabariman, B. (2018). Kuat Tekan Aksial Kolom Pendek Terkekang Penampang Persegi Diperkuat Serat Baja.

Yohanes Eusabius Nau. (2013). Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Beton Yang Bercampur Tetes Tebu Untuk Fc'= 24,0 Mpa.

Zuraidah, S., Handoko, & Budihastono, K. (2013). Pengaruh Rongga Dalam Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. 3.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Concrete Mixer



Lampiran 2 Bekisting Balok Sebelum Pengecoran



Lampiran 3 Mixing



Lampiran 4 Pemadatan Benda Uji Silinder



Lampiran 5 Pengecoran Kolom Normal



Lampiran 6 Pengecoran Beton Lama



Lampiran 7 Pengecoran Beton Baru



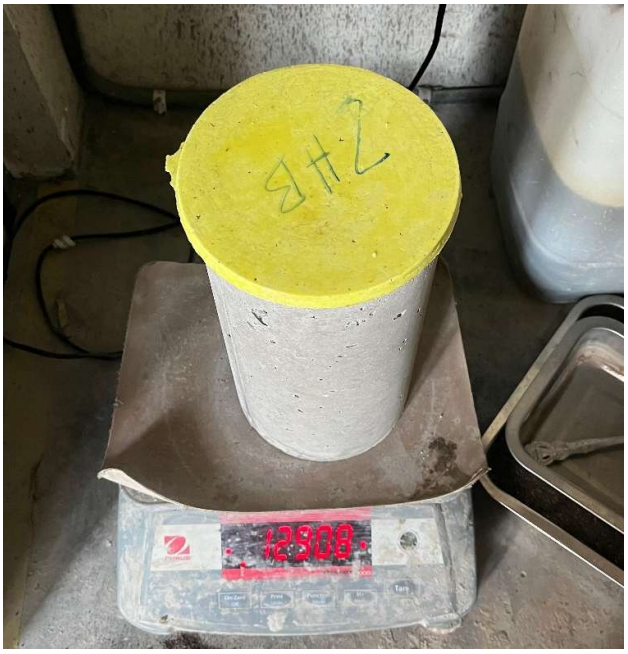
Lampiran 8 Perendaman



Lampiran 9 Pembacaan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



Lampiran 10 Penimbangan Benda Uji Silinder



Lampiran 11 Setting Data Logger Uji Kuat Tekan Aksial



Lampiran 12 Pengujian Kuat Tekan Aksial



Lampiran 13 Pengujian Kuat Tekan Beton

