E-ISSN : 2807-5579
P-ISSN : 2807-5889

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 05 NOMOR 01, APRIL 2025

Published by:
Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering,
University of Widyagama Malang, Indonesia

BOUWPLANK
Jl. Borobudur No. 35 Malang 65128
Telp. 0341-492282, 411291 Faks. 0341-496919
Email: sipil@widyagama.ac.id

E-ISSN : 2807-5579
P-ISSN : 2807-5889

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 05, NOMOR 01, APRIL 2025

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Tim Editor :

Editor in Chief

Ir. Abdul Halim, M.T., (SINTA ID: 6660008, Scopus ID: 57225097679), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

Managing Editor

Candra Aditya, S.T., M.T., (SINTA ID: 5977179, Scopus ID: 57223180604), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

Dr. Rosyid Kholilur Rohman, S.T., M.T., (SINTA ID: 5974833, Scopus ID: 55560780400), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Merdeka Madiun, Indonesia

Ir. Riman, M.T., (SINTA ID: 5998828), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

Ir. Mohammad Cakrawala, M.T., (SINTA ID: 6666868), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

Anis Purwaningsih, S.T., MT., Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

Tim Reviewer :

Dr. Ir. B. Sri Umniati, M.T., (SINTA ID: 5977842 , Scopus ID: 57196039961), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, State University of Malang, Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Ir. Bambang Sabariman, S.T., M.T. (SINTA ID: 5992523, Scopus ID: 57194648984), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Nawir Rasidi, S.T., M.T., (SINTA ID: 6013639, Scopus ID: 57215038530), Indonesia
Department of Construction Engineering Management D-4, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Assoc. Prof. **Dr. Machsus, S.T., M.T.** (SINTA ID: 6066387 , Scopus ID: 57170645100), Indonesia
Department of Civil Infrastructure Engineering, Faculty of Vocations, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

E-ISSN : 2807-5579
P-ISSN : 2807-5889

Dr. Rosyid Kholilur Rohman, S.T., M.T., (SINTA ID: 5974833, Scopus ID: 55560780400), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Merdeka Madiun, Indonesia
Dr. Eng. Ir. Ming Narto Wijaya, S.T., M.T., M.Sc., (SINTA ID: 5992772, Scopus ID: 56465853100), Indonesia
Department of Civil Engineering Undergraduate, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ir. Aji Suraji, M.Sc., (SINTA ID: 5986966, Scopus ID: 57225085090), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia
Prof. Dr. Agus Tugas Sudjianto, S.T., M.T., (SINTA ID: 5986025, Scopus ID: 57225188093), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia
Dr. Dafid Irawan, S.T., M.T., (SINTA ID: 6684776, Scopus ID: 57212384743), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia
Dr. Candra Aditya, S.T., M.T., (SINTA ID: 5977179, Scopus ID: 57223180604), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia
Dr. Ir. Riman, M.T., (SINTA ID: 5998828, Scopus ID: 57897605900), Indonesia
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Widyagama Malang, Indonesia

E-ISSN : 2807-5579
P-ISSN : 2807-5889

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 05, NOMOR 01, APRIL 2025

PENGANTAR REDAKSI

BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan Volume 05 Nomor 01, APRIL 2025 ini terdiri atas 5 makalah ilmiah yang semuanya telah ditelaah oleh penelaah ahli. Redaktur mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan semoga kerja kerasnya akan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan kehidupan manusia. Partisipasi para ilmuwan khususnya dalam bidang teknik sipil dan lingkungan sangat diharapkan untuk memperkaya khasanah Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan, BOUWPLANK.

REDAKSI

E-ISSN : 2807-5579
P-ISSN : 2807-5889

BOUWPLANK

Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan

VOLUME 05, NOMOR 01, APRIL 2025

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi i

Pengantar dari Redaksi iii

Daftar Isi iv

ANALISIS PERBANDINGAN PENAMBAHAN SIKA VISCOCRETE DAN POLYCARBOXYLATE PCE 520 TERHADAP KUAT TEKAN BETON SCC

Ahmad Hudri, Abdul Halim, Dafid Irawan..... *1-9*

PENERAPAN METODE PERT DAN CPM UNTUK MENCAPAI EFEKTIVITAS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PROYEK (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung RPS SMK Telkom Malang)

Musyafir, Dafid Irawan, Candra Aditya *10-19*

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

Albariko Deni Atonis, Mohammad Cakrawala, Abdul Halim *20-29*

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE KONVENSIONAL DAN PRACETAK (Studi Kasus: Cluster Villa Puncak Landung Sari Malang)

Henry Ruanda, Muhammad Cakrawala, Candra Aditya..... *30-39*

PERBANDINGAN KUAT LENTUR BETON BERSERAT ANTARA SERAT FABRIKASI (MICRO FIBERS) DAN SERAT ALAM (SERABUT KELAPA)

Ega Mawarni, Candra Aditya, Abdul Halim *40-49*

BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 5 No. 1, April 2025

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 1 - 9

ANALISIS PERBANDINGAN PENAMBAHAN SIKA VISCOCRETE DAN POLYCARBOXYLATE PCE 520 TERHADAP KUAT TEKAN BETON SCC

Ahmad Hudri[1*], Abdul Halim[2], Dafid Irawan[3]

[1,2,3]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang
*Email Korespondensi: ahmadhudri2014.2024@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai salah satu bahan dasar konstruksi bangunan modern, beton saat ini mengalami kemajuan yang pesat. Penelitian tentang komposisi bahan SCC masih terus dikembangkan untuk mendapatkan komposisi bahan yang lebih baik lagi. Superlasticizer merupakan salah satu bahan penting dalam produksi SCC. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada beton SCC dengan penambahan Sika Viscocrete 3115-N dan penambahan Polycarboxylate PCE 520. Penelitian ini menggunakan variasi penambahan Sika Viscocrete 3115-N dan Polycarboxylate PCE 520 masing-masing sebesar 0%, 0,6%, 1,2%, 1,8% dan menggunakan mutu 40 MPa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen secara langsung di laboratorium. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan nilai slump flow tertinggi pada PCE 520 sebesar 740 mm dan Sika Viscocrete 3115-N sebesar 800 mm. Nilai L-Shape Box tertinggi pada PCE 520 dan Sika Viscocrete 3115-N sebesar 1,00 mm. Nilai V-Funnel pada PCE 520 dan Sika Viscocrete 3115-N sebesar 6 detik. Nilai kuat tekan paling tinggi diperoleh pada penambahan PCE 520 variasi 0,6% sebesar 44,48 MPa dengan nilai persentase 8,33% terhadap beton normal dan Sika Viscocrete 3115-N sebesar 42,8 MPa dengan nilai persentase 4,27% terhadap beton normal. Dengan selisih 1,98 MPa (0,046%), sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk penambahan PCE 520 pada beton SCC lebih efektif untuk meningkatkan kuat tekan dibandingkan dengan Sika Viscocrete 3115-N.

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

ABSTRACT

As one of the basic materials of modern building construction, concrete is currently experiencing rapid progress. Research on the composition of SCC materials is still being developed to obtain a better material composition. Superlasticizer is one of the important ingredients in the production of SCC. The purpose of this study was to determine the compressive strength value of concrete in SCC concrete with the addition of Sika Viscocrete 3115-N and the addition of Polycarboxylate PCE 520. This study used variations of the addition of Sika Viscocrete 3115-N and Polycarboxylate PCE 520 of 0%, 0.6%, 1.2%, 1.8% respectively and used a quality of 40 MPa. The method used in this research is a direct experimental method in the laboratory. The results of this study can be concluded that the highest slump flow value in PCE 520 is 740 mm and Sika Viscocrete 3115-N is 800 mm. The highest L-Shape Box value on PCE 520 and Sika Viscocrete 3115-N is 1.00 mm. The V-Funnel value for PCE 520 and Sika Viscocrete 3115-N is 6 seconds. The highest compressive strength value was obtained in the addition of PCE 520 0.6% variation of 44.48 MPa with a percentage value of 8.33% against normal concrete and Sika Viscocrete 3115-N of 42.8 MPa with a percentage value of 4.27% against normal concrete. With a difference of 1.98 MPa (0.046%), it can be concluded that the addition of PCE 520 to SCC concrete is more effective for increasing compressive strength compared to Sika Viscocrete 3115-N.

Keywords : *SCC Concrete, Sika Viscocrete 3115-N, Polycarboxylate, and Compressive Strength.*

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 1990-an, Okamura [1] mengembangkan *Self Compacting Concrete*, yaitu jenis beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan pemadat atau vibrator, untuk mengatasi masalah pengecoran di Jepang, yang merupakan kasus struktur yang sangat sulit untuk diperbaiki. Beton SCC (*Self Compacting Concrete)* adalah tipe beton mutu tinggi yang dalam pembuatannya memerlukan bahan tambahan yaitu superplasticizer. Penelitian tentang komposisi bahan beton SCC masih terus dikembangkan untuk mendapatkan komposisi bahan yang lebih baik lagi, termasuk untuk mendapatkan kadar superplasticizer yang tepat agar dapat menghasilkan SCC yang memenuhi karakteristik *Workability* yaitu *Filling Ability, Passing Ability* dan *Segregation Resistance*. Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas (kemudahan dalam pengerjaan) dari campuran beton yang telah dibuat oleh Arsyul [2]. Superplasticizer untuk bahan tambah beton SCC bermacam-macam yaitu Polycarboxylate, Sika VISCOCRETE, Mighty 150 S, Fly Ash, Flag, Silika Fume, dan lain-lain. Dari banyaknya macam bahan superplasticizer pada beton SCC, penelitian beton SCC dengan menggunakan Sika 3115-N dilakukan oleh Haniza [3] dengan variasi penambahan 0%, 0,8%, 1,2%,1,6% dan 2%, serta Hafiz Hamdani [4] dengan penambahan Sika N3115 sebanyak 0,8% dari berat semen. Pada penelitian ini, akan menganalisis kuat tekan beton SCC menggunakan Sika 3115-N dengan variasi 0,6%, 1,2% dan 1,8 %, dan akan dibandingkan dengan menggunakan superplasticizer Polycarboxylate PCE 520PCE 520.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton dalam Bahasa Inggris disebut "*Concrete*". *Concrete* berasal dari Bahasa latin yaitu "*Concretus*" yang artinya padat. Dalam Standar Nasional Indonesia SKSNI_T_15_1991_03, beton didefinisikan sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lain, agregat kasar, agregat halus dan air atau dengan bahan tambahan hingga membentuk massa padat. Menurut Ansor [5], beton adalah salah satu elemen konstruksi yang digunakan secara luas dalam bidang bangunan. Beton tersusun sebagai material komposit, yaitu campuran dari beberapa bahan, dengan komponen utama berupa agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air.

2.2 Beton Self Compacting Concrete (SCC)

Beton *Self Compacting Concrete* adalah sebuah inovasi beton yang tidak memerlukan alat penggetar untuk mengisi ruang dan memadat [6]. Beton SCC dapat mengalir dengan beratnya sendiri untuk memenuhi bekisting atau cetakan secara merata hingga mencapai kepadatan yang sempurna, bahkan bisa digunakan dengan desain ulangan yang rapat. Beton SCC dapat mengalir sendiri dengan cepat sehingga dapat mempercepat pekerjaan pengecoran. Beton SCC memiliki porsi komponen halus lebih banyak serta ukuran agregat kasar yang lebih kecil dengan porsi yang lebih sedikit dibandingkan dengan beton konvensional. Komponen halus ini yang akan mengurangi segregasi dan meningkatkan kohesivitas campuran. Nasruddin [7] menunjukkan bahwa kuat tekan beton jenis SCC didapatkan nilai lebih tinggi dari beton normal.

2.3 Superplasticizer Sika Viscocrete 3115-N

Salah satu inovasi superplasticizer untuk membuat beton SCC dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tinggi adalah Sika ViscoCrete-3115-N dengan merupakan *high range water reducer* yang dapat mencapai 30%. Sehingga pemakaian superplasticer ViscoCrete-3115-N cocok untuk menghasilkan beton dengan daya alir yang tinggi seperti beton SCC [8]. Berdasarkan asal pembuatannya Sika ViscoCrete-3115-N merupakan admixture kimia yang ditambahkan pada saat proses pembuatan adukan dan plesteran beton. Menurut Mariani [9] sebaiknya dosis superplasticizer yang digunakan sebesar 1% - 2% dari berat semen, karena dosis yang berlebihan dapat mengurangi kuat tekan beton dan menyebabkan pemisahan agregat..

2.4 Superplasticizer Polycarboxylate PCE 520

Superplasticizer bersifat menghilangkan gaya permukaan pada partikel semen sehingga lebih menyebar serta melepaskan air yang terikat pada kelompok partikel semen untuk menghasilkan

daya ikat antar partikel yang lebih kuat. Pemakaian superplasticizer pada campuran beton dapat meningkatkan flowability tanpa harus mengubah kebutuhan water content dari campuran tersebut. Bagaimanapun penggunaan superplasticizer yang berlebihan terutama saat keadaan water content yang tinggi akan berakibat campuran beton menjadi tidak seragam dan akhirnya mengarah ke segregasi [10]

Superplasticizer Polycarboxylate PCE 520 merupakan inovasi terbaru dalam teknologi campuran beton, menawarkan kontrol yang tak tertandingi atas sifat reologi beton, yang membuatnya penting dalam produksi beton berkinerja tinggi. Jenis-jenis Polycarboxylate disesuaikan dengan persyaratan kinerja tertentu, seperti digunakan untuk menurunkan kadar air secara signifikan sekaligus mempertahankan fluiditas beton, untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan kerja dan pengurangan air untuk aplikasi tujuan umum, memperlambat waktu pengerasan beton, cocok untuk kondisi cuaca panas atau tuangan besar, mempercepat waktu pengerasan, bermanfaat dalam kondisi cuaca dingin atau saat konstruksi cepat diperlukan. Lebih jauh lagi, penerapan PCE dalam beton SCC telah merevolusi teknik penempatan beton. SCC, yang didukung oleh PCE, mengalir dengan mudah ke dalam cetakan dan di sekitar tulangan tanpa memerlukan getaran mekanis, mengurangi biaya tenaga kerja, dan meminimalkan polusi suara di lokasi konstruksi.

Gambar 1. Sika Viscocrete 3115-N dan *Polycarboxylate PCE 520 (PCE)*

2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton memikul beban per satuan luas. Kuat tekan beton menentukan kualitas suatu struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dibutuhkan maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2\text{-}1)$$

Keterangan :

f'_c = Kuat tekan beton (Mpa)
P = Beban tekan (N)
A = Luas penampang benda uji (mm^2)

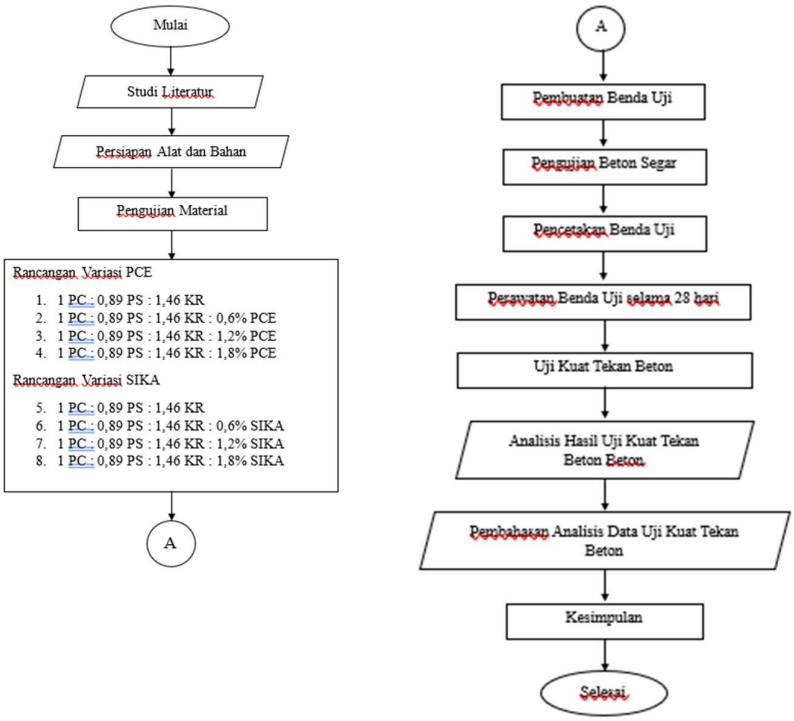
2.6 Penelitian Terdahulu

Zardi [11] meneliti tentang pengaruh penambahan Sika Viscocrete-10 dengan variasi 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 1,8 % terhadap kuat tekan beton dengan FAS 0,3. Dari hasil uji beton segar, didapat nilai slump beton normal adalah 7,8 cm, Sika Viscocrete-10 0,5% adalah 19,5 cm; Sika Viscocrete-10 1% adalah 21,9 cm, Sika Viscocrete-10 1,5% adalah 23 cm, dan Sika Viscocrete-10 1,8% adalah 24,7 cm. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, didapat kuat tekan rata-rata campuran beton normal sebesar 295,43 kg/cm2, Sika Viscocrete 10 0,5% sebesar 376,50 kg/cm2, Sika Viscocrete-10 1% sebesar 452,94 kg/cm2, Sika Viscocrete-10 1,5% sebesar 501,63 kg/cm2, dan Sika Viscocrete10 1,8% sebesar 515,78 kg/cm2. Sedangkan Ulul Azmi [12] meneliti Pengaruh Penambahan Superplasticizer Sika Viscocrete 1003 untuk Mencapai Kuat Tekan Awal Tinggi Beton. Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan bahan admixture dengan kadar 0,00246% yang digunakan untuk mencapai kuat tekan awal tinggi pada beton fc'40 MPa mendapatkan hasil sebesar 43,52 MPa dengan pesentase 108,80% dalam waktu 21 hari.

Amiruddin [13] melakukan penelitian dengan menggunakan superplasticizer ligno P-100 dengan kadar 1,5%, 2% dan 2,5% dari berat semen. Dari hasil pengujian didapat penambahan superplaticizer menjadikan beton SCC memenuhi persyaratan dari 4 kriteria beton SCC yaitu *passing ability, filling ability,* dan *segregation*. Sedangkan pada pengujian kuat tekan, penambahan superplaticizer ligno P-100 sebesar 1,5% , 2 % dan 2,5 % berakibat nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan yaitu sebesar 15,35%, 20,06% dan 72,21% terhadap kuat tekan beton normal tanpa diberi superplaticizer.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian *Self Compacting Concrete* (SCC) meliputi beberapa tahapan-tahapan seperti pada bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Kebutuhan sampel penelitian untuk setiap perlakuan sebanyak 5 buah jadi untuk 7 perlakuan didapat total benda uji sebanyak 35 buah. Benda uji berbentuk silinder dan diuji tekan pada umur beton 28 hari. Variabel Bebas pada penelitian ini adalah penambahan Superplastizier Polycarboxylate PCE 520 dan SIKA Viscocrete 3115-N. Adapun variabel terkontrol adalah berat semen dan superplaticizer yang dicampurkan, berat air, berat agregat halus dan agregat kasar. Variabel Terikat adalah uji kuat tekan.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Pengujian beton segar dilakukan dengan pengujian Slump Flow, L-shape Box dan Uji V-Funnel. Adapun Uji Slump Flow dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan (*Filling Ability*). Uji L-shape box untuk mengetahui nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapatkan dari perbandingan H1/H2. Semakin besar nilai *blocking ratio* berkisar antara 0,8-1,0. Sedangkan Uji V-Funnel digunakan untuk mengukur viskositas beton SCC dan sekaligus mengetahui "*segregation resistance*". Kemampuan beton segar untuk segera mengalir melalui mulut diujung bawah alat ukur V-Funnel diukur dengan besaran waktu antara 3 – 15 detik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus dan Kasar

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari agregat halus. Pada agregat halus ada beberapa yang dilakukan saat pengujian yaitu uji kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan [14]. Hasil dari pengujian agregat halus dapa dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil	Standar SNI	Keterangan
Kadar Air (%)	3,32	3% - 5%	Memenuhi
Berat Jenis (%)	2,78	2,58 - 2,83	Memenuhi
Penyerapan	3,74	0,2% - 4%	Memenuhi
Modulus Kehalusan (FM)	2,55	1.5- 3,5	Memenuhi

Sumber: Hasil Analisis 2023

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat halus dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari agregat kasar. Pada agregat kasar ada beberapa yang dilakukan saat pengujian yaitu uji kadar air, berat jenis, penyerapan dan modulus kehalusan. Hasil dari pengujian agregat kasar dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pemeriksaan	Hasil	Standar SNI	Keterangan
Kadar Air	1,42	Maksimal 5%	Memenuhi
Berat Jenis	2,65	2,3 - 2,9	Memenuhi
Penyerapan	3,69	0,2% - 4%	Memenuhi
Modulus Kehalusan (FM)	1,50	1.5 - 3,5	Memenuhi

Sumber: Hasil Analisis 2023

4.3 Mix Design Mutu 40 MPa

Hasil perhitungan Mix Design mutu 40 MPa [15] dan jumlah kebutuhan yang dibutuhkah dapat dilihat pada **Tabel 3 dan Tabel 4.**

Tabel 3 Perkiraan material dan Polycarboxylate PCE 520 per m3

Perlakuan	BN 0%	B 0,6% PCE	C 1,2 PCE	D 1,8 PCE
Air (kg/m3)	229,10	229,10	229,10	229,10
Semen (kg/m3)	640,63	640,63	640,63	640,63
Kerikil (kg/m3)	935,38	935,38	935,38	935,38
Pasir (kg/m3)	571,90	571,90	571,90	571,90
Superplasticizer (kg/m)	-	0,60%	1,20%	1,80%

Sumber: Hasil Analisis 2023

Tabel 4. Perkiraan material dan Polycarboxylate PCE 520per m3

Perlakuan	BN 0%	B 0,6% PCE	C 1,2 PCE	D 1,8 PCE
Air (kg)	6,08	6,08	6,08	6,08
Semen (kg)	16,99	16,99	16,99	16,99
Kerikil (kg)	24,80	24,80	24,80	24,80
Pasir (kg)	15,17	15,17	15,17	15,17
Superplasticizer (ml)	-	96,16	192,32	288,48

4.4 Sifat Beton Segar

Beton *Self Compacting Concrete* memiliki sifat yang harus dilakukan pengujian sebelum pembuatan benda uji pada tabel-tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Slump Flow PCE Mutu 40 MPa

Benda Uji	Hasil Slump Flow	Keterangan
0	655	Memenuhi
0,6	695	Memenuhi
1,2	715	Memenuhi
1,8	740	Memenuhi

Tabel 6. Hasil Slump Flow Sika Viscocrete Mutu 40 MPa

Benda Uji	Hasil Slump Flow 650-800 (mm)	Keterangan
0	655	Memenuhi
0,6	700	Memenuhi
1,2	750	Memenuhi
1,8	800	Memenuhi

Tabel 7. Hasil L-Shape Box PCE Mutu 40 MPa

Benda Uji	Hasil L-Shape Box	Keterangan
0	0,84	Memenuhi
0,6	0,89	Memenuhi
1,2	0,93	Memenuhi
1,8	1,00	Memenuhi

Tabel 8. Hasil L-Shape Box Sika Viscocrete Mutu 40 MPa

Benda Uji	L-Box 0,8-1 (mm)	Keterangan
0	0.84	Memenuhi
0,6	0.90	Memenuhi
1,2	0.94	Memenuhi
1,8	1.00	Memenuhi

Tabel 9. Hasil Pengujian V-Funnel Box PCE 520 Mutu 40 MPa

No.	Hasil V-Funnel	Keterangan
0	10	Memenuhi
0,6	9	Memenuhi
1,2	8	Memenuhi
1,8	6	Memenuhi

Tabel 10. Hasil Pengujian V-Funnel Box SIKA 5113N Mutu 40 MPa

Benda Uji	V-Funnel	Keterangan
0	10	Memenuhi
0,6	8	Memenuhi
1,2	7	Memenuhi
1,8	6	Memenuhi

Hasil dari pengujian di atas menunjukkan bahwa penambahan PCE 520 dan Sika Viscocrete 3115-N pada beton SCC nilai Slump Flow relative meningkat karena semakin banyak zat aditif maka semakin tinggi workability beton SCC. Nilai slump flow pada Sika 3115-N lebih besar dibandingkan dengan nilai slump flow PCE 520 ini berarti kemampuan mengisi ruang campuran beton SCC dengan penambahan superplaticizer Sika 3115-N lebih baik dibandingkan dengan penambahan PCE 520. Nilai L-Shape Box pada penambahan superplaticizer sudah memenuhi persyaratan, semakin banyak penambahan superplaticizer maka passing ability campuran beton SCC yang merupakan kemampuan beton untuk mengalir sendiri melalui sela-sela yang sempit tanpa mengalami segregasi semakin mudah. Hasil uji V-Funnel pada penambahan PCE 520 dan Sika Viscocrete 3115-N pada beton SCC sudah memenuhi persyaratan yaitu batasnya 6 – 12 detik. Tingkat kemampuan mengalir campuran beton SCC dengan penambahan Sika 3115-N lebih baik daripada PCE 520.

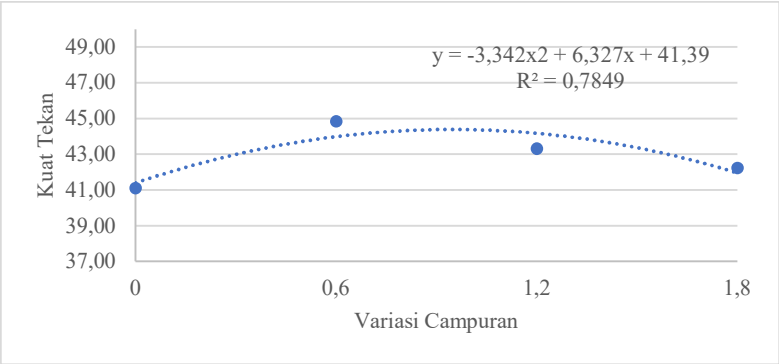
4.5 Perbandingan Kuat Tekan

Hasil kuat tekan beton SCC pada mutu 40 MPa dengan penambahan Superplasticizer Polycarboxylate PCE 520(PCE) dapat dilihat pada **Tabel 11.**

Tabel 11. Hasil Kuat Tekan Beton SCC dengan Penambahan PCE Mutu 40 MPa

No	Kode Beton	Fcr (MPa)	Persentase Kuat Tekan Dengan Penambahan 0,6%	Persentase Kenaikan Kuat Tekan (%)
1	BN 0%	41,10	0,00	0,00
2	B 0,6% PCE	44,84	8,33	8,33
3	C 1,2% PCE	43,31	-3,53	5,37
4	D 1,8% PCE	42,24	-2,55	2,75

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa hasil kuat tekan sudah sesuai dengan kuat tekan mix desain. Kuat Tekan dengan penambahan 0,6% PCE mengalami kenaikan 8,33% sebesar 44,48 MPa terhadap beton normal (BN 0%) dan mengalami penurunan pada 1,2% PCE dengan nilai persentase 5,37% dan turun pada 1,8% PCE dengan nilai persentase 2,75%.



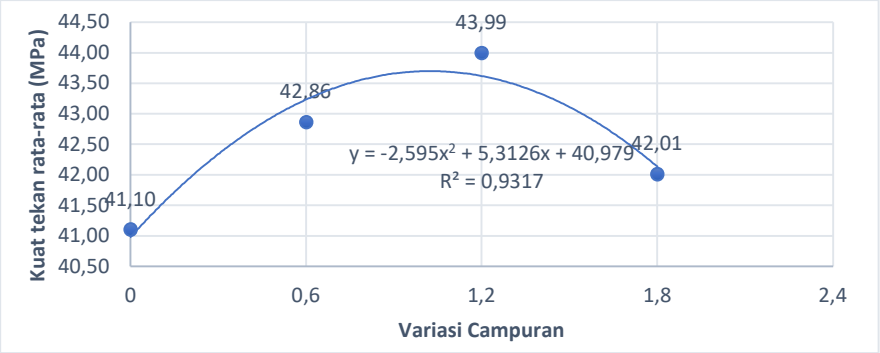
Gambar 3 Grafik Hubungan Variasi Campuran dan Kuat Tekan Rata-rata PCE Mutu 40 MPa

Hasil kuat tekan beton SCC dengan penambahan Superplasticizer Sika Viscocrete 3115-N sudah sesuai dengan mix desain yaitu fc 40 MPa.

Tabel 12. Hasil Kuat Tekan Beton SCC dengan Penambahan Sika Viscocrete Mutu 40 MPa

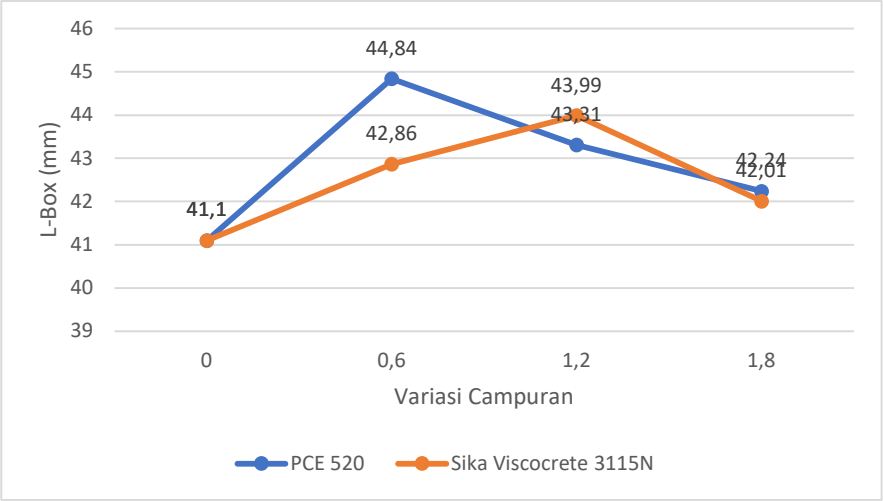
No	Kode Beton	Fcr (MPa)	Persentase Kuat Tekan Dengan Penambahan 0,6%	Persentase Kenaikan Kuat Tekan (%)
1	BN 0%	41,10	0,00	0,00
2	B 0,6% PCE	42,86	4,27	4,27
3	C 1,2% PCE	43,99	2,64	6,74
4	D 1,8% PCE	42,01	-4,50	2,06

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa dengan penambahan 0,6% PCE mengalami kenaikan 4,27% sebesar 42,86 MPa terhadap beton normal (BN 0%) dan mengalami kenaikan pada 1,2% PCE dengan nilai persentase 6,74% dan turun pada 1,8% PCE sebesar 2,06 %.



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Campuran dan Kuat Tekan Rata-rata Sika Viscocrete Mutu 40 MPa

Dari hasil grafik di atas, didapatkan hasil perbandingan kuat tekan antara penambahan PCE dan Sika Viscocrete yang dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Perbandingan nilai kuat tekan antara PCE dan Sika Viscocrete

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan Polycarboxylate PCE 520 pada variasi 0,6 % kuat tekan beton SCC lebih tinggi dibandingkan dengan Sika Viscocrete 3115-N, tetapi nilai kuat tekannya mengalami penurunan apabila persentase penambahan PCE 520 lebih besar dari 0,6 %. Sedangkan pada penambahan Sika 3115-N masih mengalami kenaikan kuat tekan sampai penambahan 1,2 %, dan mengalami penurunan kuat tekan apabila campuran beton SCC ditambah Sika 3115 N lebih besar daripada 1,2%.

5. KESIMPULAN

Beton *Self Compating Concrete* mutu 40 MPa dengan penambahan *Polycarboxylate PCE 520(PCE)* dan Sika Viscocrete memenuhi karakterisitik beton *Self Compacting Concrete* melalui pengujian nilai *slump flow*, L-Shape Box, dan V-Funnel. Nilai kuat tekan paling tinggi diperoleh pada penambahan PCE 520 variasi 0,6% sebesar 44,48 MPa dengan nilai persentase 8,33% terhadap beton normal 0% dibandingkan dengan Sika Viscocrete 3115-N sebesar 42,8 MPa dengan nilai persentase 4,27% terhadap beton normal. Dengan selisih 1,98 MPa (0,046%). Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk penambahan PCE 520 pada beton SCC lebih efektif untuk meningkatkan kuat tekan dibandingkan dengan Sika Viscocrete 3115-N. Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka terdapat beberapa saran yaitu sebaiknya dilakukan kontrol yang ketat

terhadap kondisi pengambilan data seperti saat mencetak beton agar mempunyai perlakuan yang sama, perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan zat lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Arulsivanantham And R. Gokulan, "A Review On Self-Compacting Concrete," *Int. J. Chemtech Res.*, Vol. 10, No. 11, Pp. 62–68, 2017.

[2] A. Muwafaq *Et Al.*, "Perbandingan Penggunaan Dua Merk Silica Fume Dan Admixtures Sebagai Bahan Campuran Pada," Vol. 2, No. 1, 2022.

[3] S. Haniza, U. Jusi, And A. Saputra, "Analisis Karakteristik Beton Self Compacting Concrete Terhadap Penambahan Superplasticizer Master Gelenium Ace 8595," *J. Infrastruct. Civ. Eng.*, Vol. 1, No. 01, Pp. 68–76, 2021.

[4] H. Hamdani, A. Zarkasi, And D. H. Darayani, "Studi Keseragaman Kekuatan Pada Beton Scc Dengan Menggunakan Non-Destructive Test," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, Vol. 4, No. 4, Pp. 4435–4449, 2024.

[5] Ansor, A. Halim, And A. Suraji, "Uji Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Dengan Kombinasi Pasir Hitam Dan Coklat Dengan Tambahan Sika," *Prosidia Widya Saintek, 1(1).*, 2022.

[6] S.-C. Concrete, "The European Guidelines For Self-Compacting Concrete," *Bibm, Al*, Vol. 22, P. 563, 2005.

[7] V. Sampebulu And P. Mushar, "Efek Penambahan Admixture Terhadap Kuat Tekan Beton Scc Pada Umur 7 Hari Dengan Metode Wet Curing," *J. Lingkung. Binaan Indones.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 1–5, 2020.

[8] R. Saputra And S. Riyanto, "Analisis Kuat Tekan Beton Self-Compacting Concrete Dengan Adimixture Viscocrete 3115-N," *J. Online Skripsi Manaj. Rekayasa Konstr.*, Vol. 3, No. 4, Pp. 113–118, 2022.

[9] M. Mariani, V. Sampebulu, And A. G. Ahmad, "Pengaruh Penambahan Admixture Terhadap Karakteristik Self Compacting Concrete (Scc)," *Smartek*, Vol. 7, No. 3, P. 221593, 2009.

[10] M. H. Irfansyah, A. Rakhmawati, And Y. Arnandha, "Studi Analisis Beton Mutu Tinggi Scc (Self Compactingconcrete) Menggunakan Campuran Limbah Marmer Dan Superplasticizer," *J. Rekayasa Infrastruktur Sipil*, Vol. 2, No. 1, Pp. 56–62, 2021.

[11] M. Zardi, C. Rahmawati, And T. K. Azman, "Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek. Sipil Unaya*, Vol. 2, No. 1, Pp. 13–24, 2016.

[12] M. U. Azmi, "Pengaruh Penambahan Superplasticizier Sika Viscocrete 1003 Untuk Mencapai Kuat Tekan Awal Tinggi Beton," In *Conference On Business, Social Sciences And Innovation Technology*, 2020, Pp. 677–686.

[13] I. Indrayani, "Pembuatan Beton Self Compacting Concrete (Scc) Dengan Variasi Pasir Lokal Untuk Beton Precast Pada Bangunan Pelengkap Jalan," *Jtt (Jurnal Teknol. Terpadu)*, Vol. 10, No. 2, Pp. 91–97, 2022.

[14] S. N. Indonesia, "Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (Astm C 136-06, Idt)," *Sni Astm C16-2012, Badan Stand. Nasional, Jakarta*, 2012.

[15] S. N. Indonesia And B. S. Nasional, "Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa," *Panitian Tek.*, Pp. 1–91, 2012.

BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 5 No. 1, April 2025

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 10-19

PENERAPAN METODE PERT DAN CPM UNTUK MENCAPAI EFEKTIVITAS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PROYEK

(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung RPS SMK Telkom Malang)

Musyafir[1*], Dafid Irawan[2], Candra Aditya[3]

[1]CV. Nafa Utama Construction
[2,3]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang
*Email Korespondensi: musyafir1101@gmail.com

ABSTRAK

Penjadwalan pada proyek meliputi kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Metode yang digunakan adalah Metode *Project Evaluation Review Technique* (PERT) dan Metode *Critical Path Method* (CPM), merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek. Dalam menggunakan Metode *Project Evaluation Review Technique* (PERT) dan Metode *Critical Path Method* (CPM) pada bangunan gedung RPS SMK Telkom Malang, hal yang dilakukan adalah merinci rencana dan urutan kegiatan pekerjaan, menghitung waktu normal (m), menentukan waktu optimis (a), dan waktu pesimis (b) pada setiap pekerjaan, dan penggunaan aplikasi Microsoft Project 2013 dengan penginputan data yang terdiri dari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing pekerjaan, jumlah tenaga kerja, jumlah material dan upah tenaga kerja yang diperlukan, serta urutan-urutan kegiatan dan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Hasil perencanaan lintasan kritis pada pembangunan gedung RPS SMK Telkom Malang adalah nilai Total Float (TF) adalah 0, waktu pembangunan adalah 664 hari. Hasil percepatan yang didapatkan adalah sebesar 626 hari dengan probabilitas 99,18%. Efisiensi biaya sebesar Rp. 19.557.333,46 dengan percepatan waktu 38 hari.

Kata kunci : PERT, CPM, Waktu Proyek, dan Biaya Proyek.

ABSTRACT

Scheduling on the project includes activities to determine the period of project activities that must be completed, raw materials, labor and time required by each activity. The methods used are the Project Evaluation Review Technique (PERT) and the Critical Path Method (CPM), which are methods used to improve the quality of project planning and control. In using the Project Evaluation Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM) on the RPS building of SMK Telkom Malang, what is done is to detail the plan and sequence of work activities, calculate the normal time (m), determine the optimistic time (a), and pessimistic time (b) on each job, and use the Microsoft Project 2013 application with data input consisting of the time required to complete each job, the amount of labor, the amount of material and labor required, as well as the sequence of activities and the dependency relationship between activities. The results of critical trajectory planning in the construction of the RPS building of SMK Telkom Malang are the Total Float (TF) value is 0, the construction time is 664 days. The acceleration result obtained is 626 days with a probability of 99.18%. Cost efficiency of Rp. 19,557,333.46 with an acceleration of 38 days.

***Keywords* :** *PERT, CPM, Project Time, and Project Cost.*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan konstruksi saat ini sangat berkembang di segala bidang, perkembangan ini sangat dirasakan oleh negara berkembang terutama di Indonesia, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat. Banyak kemajuan yang harus dikejar, sehingga pengembangan wilayah dan pertumbuhan ekonominya dapat terwujud sesuai dengan harapan [1]. Pengendalian biaya merupakan hal penting dalam setiap proyek konstruksi. proses perencanaan dan penjadwalan harus dikontrol pada setiap jadwal untuk mengendalikan sumber daya dan waktu kegiatan proyek [2]. Manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen yang berupa perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal [3]. Manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen yang berupa perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal [4]. Penjadwalan proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh suatu kegiatan dalam penyelesaian [5]. Di samping itu , juga sebagai alat untuk menentukan kapan mulai dan selesainya kegiatan- kegiatan tersebut. Perencanaan penjadwalan pada proyek konstruksi secara umum terdiri dari penjadwalan pada proyek konstruksi, secara umum terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan [6]. Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek digunakan suatu metode, dan metode yang akan dibahas adalah metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Progam Evaluation Review Technique* (PERT) dengan mengambil obyek pada proyek gedung. Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk menentukan waktu terpendek yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek bangunan RPS SMK Telkom Malang, serta menentukan jalur kritis (*Critical Path*), yaitu jalur dalam jaringan yang membutuhkan waktu penyelesaian paling lama. Selain berfokus pada waktu, penelitian ini juga berfokus pada besarnya efisiensi biaya pada proyek dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Penggunaan waktu dan biaya yang dipengaruhi produktivitas dan kegiatan *overlapping* pada suatu proyek maka akan menghasilkan hasil yang optimal dalam pekerjaan proyek tersebut. Tetapi dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Precedence Diagram Method* (PDM), maka akan lebih dapat menghasilkan biaya dan waktu yang lebih optimal lagi dengan mempertimbangkan beberapa faktor yaitu, penggunaan sumber daya, produktivitas, penggunaan tenaga kerja dan alat bantu. Manajemen Proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Seperti telah diuraikan sebelumnya, definisi manajemen adalah suatu metode atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang dituangkan dalam fungsi-fungsi manajemen. Proses manajemen terdiri dari 4 kegiatan yaitu Perencanaan (*Planning*), Pengorganisasian (*Organizing*), Pelaksanaan (*Actuating*), dan Pengendalian (*Controling*) [7].

2.2 Sistem Manajemen Waktu Pada Proyek Konstruksi

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek [8], [9]. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail.

Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realisasi dalam penentuan alokasi prioritas terhadapsumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.

4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat sesuai sebelum waktu ditetapkan.

2.3 Metode Lintasan Kritis (CPM)

CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berupaya mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek [10]. Metode ini lebih menekankan pada ongkos proyek.Ini berbeda dengan PERT yang lebih menekankan pada ketidakpastian waktu, dan untuk proyek-proyek riset dan pengembangan Dalam CPM tidak ada pemberlakuan metode statistik untuk mengakomodasi adanya ketidakpastian. Dalam CPM juga dibahas adanya tawar-menawar atau *trade-off* antara jadwal waktu dan biaya proyek.

2.4 Penjadwalan Dengan Sumber Daya Terbatas

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), apa yang sudah dibahas secara implisit mengasumsikan sumber daya yang dibutuhkan selalu tersedia. Bila tenaga ahli atau peralatan terbatas, atau pada saat yang sama beberapa proyek membutuhkan tenaga yang sama maka harus dilakukan pengaturan [11].

a) Anggaran Biaya Proyek
Penyusunan anggaran biaya proyek memerlukan waktu yang relatif lama sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaan dan usaha intensif untuk mengumpulkan data serta informasi yang diperlukan agar dicapai akurasi perkiraan yang diinginkan [12].
b) Unsur-unsur Biaya
Biaya Pembelian Material dan Peralatan, Biaya Penyewaan atau Pembelian Konstruksi, Upah Tenaga Kerja, Biaya Subkontrak, Biaya transportasi, *Overheat* dan Administrasi.
c) Penjadwalan Metode Jaringan Kerja [13].
Menentukan aktivitas/kegiatan, Menentukan durasi aktivitas/kegiatan unsur proyek [14].
d) Pengertian Barchart
Barchart adalah sekumpulan aktivitas menggunakan Analisa sensitivitas dengan pendekatan stokastik yang ditempatkan dalam kolom vertikal,sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan [15].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Teknis Proyek

- Nama gedung : Ruang Praktik Siswa (RPS) SMK Telkom Malang
- Lokasi : Kota Malang
- Fungsi Bangunan : Pendidikan
- Jumlah Lantai : 3 Lantai
- Tinggi Gedung : 12 m
- Struktur Konstruksi : Struktur beton bertulang

3.2 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan studi kasus. Sedangkan datanya berbentuk data angka. Pembahasan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi peluang proyek dapat diselesaikan sesuai dengan target waktu dan data yang disajikan yaitu dengan menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Progam Evaluation Review Technique* (PERT).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data meliputi literatur, data sekunder, dan data primer. Literatur sendiri didapat dari buku-buku yang menunjang dalam penelitian ini yaitu buku-buku yang berkaitan dengan perencanaan penjadwalan. Sedangkan data sekunder yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan melihat arsip-arsip yang ada dalam perusahaan. Dan untuk data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengamatan melalui wawancara secara

langsung kepada pengawas lapangan, bertujuan untuk mendapatkan data-data proyek antara lain berupa upah tenaga kerja dan gambar dari developer

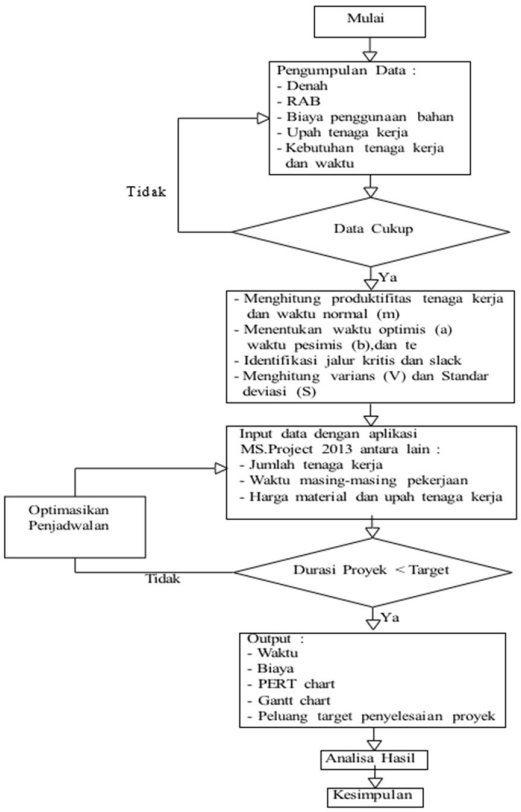
3.4 Teknik Analisa Data

Merinci rencana dan urutan kegiatan pekerjaan. Menghitung produktivitas dan durasi pekerjaan untuk menentukan waktu normal (m), waktu optimis (a), dan waktu pesimis (b) pada setiap pekerjaan. Merencanakan penjadwalan pelaksanaan dengan pertimbangan efisiensi produktivitas dengan menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Penggunaan aplikasi Microsoft Project 2013,digunakan untuk perencanaan waktu pembangunan.

3.5 Analisa Program *Evaluation Technique*

Analisa PERT dilakukan setelah waktu yang diharapkan (te) telah didapatkan, kemudian menghitung Varians (V), Standard Deviasi (S), Target Penyelesaian Proyek T (d) yang dinyatakan dengan notasi z, dan kemudian dengan menggunakan distribusi normal pada lampiran akan mendapatkan target penyelesaian.

3.6 Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Rencana Sumber Daya

Pengumpulan data batasan sumber daya didapatkan langsung sesuai dengan kondisi lapangan dengan memperhitungkan pekerja. Perhitungan pekerja berdasarkan oleh kemampuan/keahlian yang dimiliki oleh tenaga kerja tersebut. Bagian ini memuat data (dalam bentuk ringkas), analisis data, dan interpretasi terhadap hasil. Data pengamatan lapangan

Diketahui :
Pekerja dan koefisien : 5 Orang/hari = 0,30
Mandor dan koefisien : 1 Orang/hari = 0,01

Volome : 85,003 m^3
Pekerja yang diperlakukan dlm 1 hari : pekerja = 25,50 dan mandor = 0,850
Jumlah hari yang diperlukan :
(25,50/5) = 5,100 ……..(1)
(0,850/1) = 0,850 ……..(2)

4.2 Perkiraan Waktu Penjadwalan Proyek

Waktu normal (m) ditentukan dari jumlah hari yang diperlukan berdasarkan nilai max yang paling besar. Hasil perhitungan yang ada merupakan nilai waktu normal (m),sedangkan untuk nilai waktu optimis (a) dan nilai waktu pesimis (b) didapatkan dengan cara menghubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek. Sebagai contoh dalam pekerjaan pengukuran dan pemasangan boplang. Waktu normal (m), yaitu waktu paling sering terjadi dibanding dengan kegiatan lain selama 15 hari, dan waktu optimis (a) yaitu waktu tersingkat untuk menyesuaikan proyek bila semua berjalan dengan baik tanpa hambatan selama 13 hari. Waktu pesimis (b), waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan selama 16 hari.

te = Kurun waktu yang diharapkan, menggunakan rumus nomor 3

$$te = \frac{a + 4m + b}{1/6} \quad \ldots\ldots(3)$$

$$= \frac{13 + 4 \times 15 + 16}{1/6} \quad \ldots\ldots(4)$$

= 14,83 hari

Jadi waktu yang diharapkan (te) adalah 14,83 hari dalam menyelesaikan pekerjaan pengukuran dan pemasangan boplang.

4.3 Durasi dan Ketergantungan Pekerjaan

Tiga tahap perencanaan proyek ini akan menghasilkan satu tabel yang terutama memuat daftar kegiatan, logika ketergantungan dan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan tiap kegiatan. Contohnya ialah proyek "RPS SMK Telkom Malang" yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Durasi dan Ketergantungan Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Hubungan Ketergantungan	
			Kegiatan Yang Mendahului	Kegiatan Yang Mengikuti
A	**PEKERJAN PERSIAPAN**			
1	Pembersihan lokasi	40	-	2
2	Pengukuran luas bangunan dan pemasangan bowplank	15	1	3
3	Pembuatan direksi keet	14	1	4
4	Pembuatan gudang smen dan alat	8	2	3
5	Pembuatan bedeng buruh	8	4	6
B	**PEKERJAAN TANAH**			
6	Galian tanah pondasi	24	3	7
7	Urugan tanah samping pondasi	6	6	9
8	Urugan pasir bawah pondasi	6	7	10
C	**PEKERJAAN PASANGAN**			
9	Pasangan batu kosong	6	7	8
10	Pasangan batu kali	9	8	11
11	Pasangan bata merah (trasram)	6	10	12
12	Pasangan dinding tembok	39	11	13
13	Plesteran trasram	5	12	14
14	Plesteran dinding tembok	39	13	15
D	**PEKERJAAN KAYU**			
15	Kusen pintu dan jendela	38	11	12
16	Pintu dan jendela kaca	17	15	17
17	Pintu kayu	7	15	16
E	**PEKERJAAN BETON**			
18	Pembuatan dan pemasangan tiang pancang	19	9	12

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Hubungan Ketergantungan	
			Kegiatan Yang Mendahului	Kegiatan Yang Mengikuti
19	Sloof	6	10	11
20	Ring balok	6	14	16
21	Kolom	5	14	20
22	Balok induk dan balok anak	6	20	21
23	Tangga	5	21	24
24	Plat lantai	36	21	19
F	**PASANGAN LANTAI**			
25	Pemasangan lantai keramik ruangan	37	16	17
26	Pemasangan lantai keramik kamar mandi / WC	35	16	19
G	**PEKERJAAN ATAP**			
27	Pemasangan rangka baja	12	21	25
28	Pemasangan genteng	7	25	27
29	Pemasangan bubungan	5	27	28
30	Pemasangan talang	10	28	31
31	Pemasangan plafon	26	28	32
H	**PEKERJAAN PENGECATAN**			
32	Pengecatan tembok	20	17	33
33	Pengecatan daun pintu	8	32	34
34	Pengecatan kusen pintu dan jendela	7	33	35
35	Pengecatan plafon	13	34	36
I	**PEKERJAAN GANTUNGAN**			
36	Pemasangan engsel pintu	5	34	35
37	Pemasangan kunci pintu	5	36	38
38	Pemasangan kunci KM / WC	5	36	39
39	Pemasangan grendel pintu	6	38	40
40	Pemasangan pntu door holder	6	39	41
J	**PEKERJAAN SANITASI DAN DRAINASE**			
41	Pembuatan Septictank	4	6	7
42	Pembuatan sumur resapan	4	9	10
43	Pasang kloset	5	25	26
44	Pemasangan pipa air	6	2	8
45	Pasang pipa penyalur pvc	4	9	20
K	**PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK**			
46	Pemasangan generator	1	24	32
47	Pemasangan panel + arde	1	19	34
48	Pemasangan kabel TR supreme	1	35	36
49	Penerangan dan pengkabelan	1	21	31
L	**PEKERJAAN LAIN - LAIN**			
50	Pemasangan lift	1	40	48
51	Pemasangan AC dan ventilasi	16	41	48
52	Pemasangan penangkal petir	1	32	49
53	Pemasangan instalasi telephone	1	31	47
54	Pemasangan instalasi fire alarm	1	34	49
55	Pemasangan instalasi sound system	1	47	49
56	Pemasangan instalasi plumbing	1	48	49

4.4 Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja dan Biaya

Dalam pengelolaan proyek, aspek biaya juga diperhitungkan dengan cara mendefinisikan hubungan biaya (*cost*). Dalam hal ini penggunaan biaya akan menambah jumlah biaya langsung. Diketahui sebagai contoh dalam pekerjaan pembersihan lokasi diperlukan 0,10 Pekerja dan 0,50 Mandor dan volume sebesar 13068.

4.5 Menaksir Waktu dengan Pasti (*Deterministic*)

Salah satu tujuan utama dari manajemen proyek ialah menentukan jadwal yang memperlihatkan tanggal mulai dan berakhirnya tiap kegiatan. Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kegiatan tidak perlu harus tergantung pada jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proyek.

Diketahui : pekerjaan pembersihan lokasi dengan kurun waktu 2 hari.
Paling awal mulai (ES) = (i-j) + D = (1-2) + 40 = 39 ……(5)
Selesai (EF) = (ES + D) = (39 + 40) = 79 ……(6)
Paling akhir mulai (LS) = (EF – D) = (79 – 40) = 39 ……(7)
Selesai (LF) = (LS + D) + (39 + 40) = 79 ……(8)
Total Float (TF) = (LS – ES) = (39 – 39) = 0 ……(9)

4.6 Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek

Biaya yang dimaksud di sini adalah biaya tidak langsung seperti biaya untuk kendaraan, listrik dan air minum yang nantinya akan menjadikan berapa besar efisiensi biaya pada proyek beserta percepatan waktu proyek berlangsung. Yang disajikan pada tabel 2, dari tabel 2 tersebut dijelaskan. Diketahui Jumlah Upah/hari dikalikan dengan percepatan waktu proyek yaitu Rp. 514.666,67 x 32 = Rp. 16.469.333,33.

Tabel 2. Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek

NO	BIAYA TIDAK LANGSUNG	UPAH			
		BULAN		HARI	
1	PIMPINAN PROYEK	Rp	10.000.000,00	Rp	333.333,33
2	PELAKSANA	Rp	1.000.000,00	Rp	33.333,33
3	STAFF	Rp	1.500.000,00	Rp	50.000,00
4	KENDARAAN	Rp	200.000,00	Rp	6.666,67
5	KANTOR PEMASARAN	Rp	2.000.000,00	Rp	66.666,67
6	TELEPON	Rp	70.000,00	Rp	2.333,33
7	LISTRIK	Rp	50.000,00	Rp	1.666,67
8	AIR MINUM	Rp	20.000,00	Rp	666,67
9	KEAMANAN	Rp	600.000,00	Rp	20.000,00
	Σ UPAH	**Rp**	**15.440.000,00**	**Rp**	**514.666,67**
	Σ UPAH/HARI * WAKTU PROYEK			**Rp**	**960,00**

Dari tabel diatas, perhitungan estimasi biaya tidak langsung adalah :		
Diketahui :		
Waktu Rencana (m)	**626**	**hari**
Waktu penyelesaian proyek	**664**	**hari**
Percepatan Waktu Proyek	**38**	**hari**
Penyelesaian :		
Jadi efisiensi biaya pada proyek menjadi :		
Σ Upah/hari * percepatan Waktu Proyek =	**Rp. 514.666,67 * 38**	
	Rp. 19.557.333,46	

4.7 Varians (V) dan Standar Deviasi (S)

Estimasi kurun waktu kegiatan metode (PERT) memakai proses estimasi kurun waktu kegiatan. Angka yang diperkirakan yaitu waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b). Sebagai contoh untuk pekerjaan pembersihan lokasi :

m = Waktu normal, waktu paling sering terjadi dibanding dengan kegiatan lain,
Selama **= 40 hari**
a = Waktu optimis, waktu tersingkat untuk menyelesaikan proyek bila semuaberjalan dengan baik tanpa hambatan,
Selama **= 37 hari**
b = Waktu pesimis, waktu paling lama untuk menyelesaikan kegiatan,
Selama **= 41 hari**
te = Kurun waktu yang diharapkan **= 39,67 hari**
S = Deviasi standar **= 0,67 hari**
V(te) = Jumlah varians kegiatan kritis **= 2,67 hari**

a = 37; b = 41; m = 40; dan te = 39,67
S = 1/6 x (b – a) = 0,67 hari ……(10)
V (te) = S^2 = $[(1/6) \times (b – a)]^2$ ……..(11)
= 0,67 = $[(1/6) \times (41 – 37)]^2$ ……..(12)
= 2,67 hari

4.8 Target Jadwal Penyelesaian Proyek T(d) Dari Jalur Kritis

(S) = Deviasi Standar = √33,33 = 5,77 hari
(TE) = Jumlah (te) kegiatan-kegiatan kritis = 626 hari
T(d) = Target waktu penyelesaian proyek = 664 hari
(Z) = Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d)

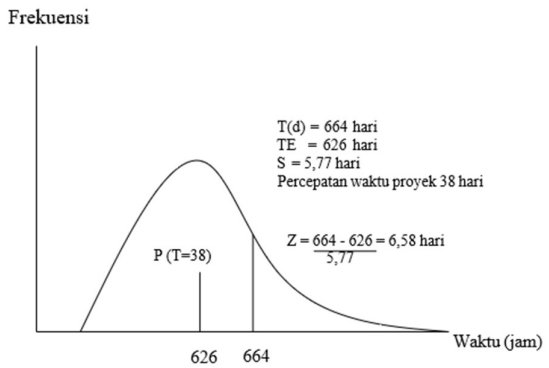
Pada metode *Progam Evaluation Review Technique* (PERT) dinyatakan dengan z dan rumus sebagai berikut :

Deviasi z $= \frac{T(d) - TE}{S}$ ……(13)

Deviasi z $= \frac{664 - 626}{5,77}$ …… …(14)

Deviasi z = 6,58 hari

Jadi hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan Target T(d) selama 6,58 hari, maka diperoleh angka (distribusi normal kumulatif) sebesar 0,9918. Hal ini berarti kemungkinan proyek selesai pada target T(d) = 664 hari, dengan angka (probabilitas) adalah sebesar 99,18%



Gambar 2. Distribusi Normal *Project Evaluation Review Technique*

4.9 Probabilitas (Kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%)

Z $= \frac{664 - 626}{5,77}$ ……(15)

= 6,58 hari

Distribusi normal kumulatif = (6,58 / 664) x 100 = 0,9818 hari Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari adalah 99,18%. Untuk perhitungan lebih lengkap telah disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek

No.	Target Penyelesaian Hari	Deviasi (z)	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas/ kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%
1	626	0,000	0,0000	0,00
2	627	0,173	0,0276	2,61
3	628	0,347	0,0552	5,52
4	629	0,520	0,0827	8.27
5	630	0,693	0,1100	11.00
6	631	0,867	0,1373	13,73
7	632	1,040	0,1645	16,45

No.	Target Penyelesaian Hari	Deviasi (z)	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas/ kemungkinan Proyek Dapat Selesai 100%
8	633	1,213	0,1917	19,17
9	634	1,386	0.2187	21,87
10	635	1,560	0,2456	24,56
11	636	1,733	0,2725	27,25
12	637	1,906	0,2993	29,93
13	638	2,080	0,3260	32,60
14	639	2,253	0,3526	35.26
15	640	2,426	0,3791	37,91
16	641	2,600	0,4056	40,56
17	642	2,773	0,4319	43,19
18	643	2,946	0,4582	45,82
19	644	3,120	0,4844	48,44
20	645	3,293	0,5105	51,05
21	646	3,466	0,5366	53,66
22	647	3,640	0,5625	56,25
23	648	3,813	0.5884	58.84
24	649	3,986	0,6142	61,42
25	650	4,159	0.6399	63.99
26	651	4,333	0.6656	66.56
27	652	4,506	0,6911	69,11
28	653	4,679	0,7166	71,66
29	6S4	4,853	0.7420	74.20
30	655	5,026	0,7673	76,73
31	656	5,199	0,7926	79,26
32	657	5,373	0,8177	81,77
33	658	5,546	0,8428	84,28
34	659	5,719	0.8679	86.79
35	660	5,893	0,8928	89,28
36	661	6,066	0,9177	91,77
37	662	6,239	0,9425	94,25
38	663	6,412	0,9672	96,72
39	664	6,586	0,9918	99,18

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui bahwa :

1. Kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari adalah 99,18 %
2. Percepatan waktu proyek yaitu selama 38 hari

5. KESIMPULAN

Hasil analisis lintasan kritis pada proyek menunjukkan bahwa lintasan kritis terdiri dari kegiatan a2, b6, b8, c11, c13, e21, e22, g27, g28, g29, g30, l53, dan l55 dengan nilai Total Float (TF) sebesar 0, yang dihitung dari selisih antara waktu mulai paling lambat dan waktu mulai paling awal (TF = LS - ES = 39 - 39 = 0). Studi perencanaan waktu menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) menunjukkan bahwa durasi proyek adalah selama 664 hari. Berdasarkan output data berupa *Gantt Chart* dan *Network Diagram*, keduanya dapat digunakan sebagai pedoman pelaksanaan serta alat pengendali dalam proyek yang serupa di masa mendatang. Peluang proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu 664 hari. Hasil dari percepatan proyek selama

38 hari dari durasi awal 626 hari memiliki probabilitas keberhasilan sebesar 99,18%. Selain itu, efisiensi biaya yang diperoleh dari percepatan proyek tersebut mencapai Rp19.557.333,46 yang menunjukkan bahwa pendekatan manajemen waktu yang tepat dapat berdampak signifikan terhadap penghematan biaya proyek secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Hadicara And A. Rochim, "Penggunaan Metode Pert Dan Cpm Dalam Proyek Pembangunan Jalan," *Pondasi*, Vol. 28, No. 1, Pp. 32–44, 2023, [Online]. Available: Https://Jurnal.Unissula.Ac.Id/Index.Php/Pondasi/Article/View/30148

[2] Syifa Nur Afiya, Ardana Sultan Alhaq, And Kusnadi, "Analisis Penerapan Manajemen Waktu Dengan Metode Cpm Pada Proyek Pembangunan Perumahan Griya Mahari," *Jenius J. Terap. Tek. Ind.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 271–283, 2023, Doi: 10.37373/Jenius.V4i2.636.

[3] I. Widiasanti And M. T. Lenggogeni, "Manajemen Konstruksi," *Bandung Pt. Remaja Rosdakarya*, 2013.

[4] I. Soeharto, "Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional," 1997.

[5] B. Santosa, "Manajemen Proyek, Edisi Pertama," 1997, *Jakarta: Pt. Guna Widya*.

[6] M. A. Perdana And R. P. Sari, "Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique)," *J. Media Tek. Dan Sist. Ind.*, Vol. 6, No. 2, P. 116, 2022, Doi: 10.35194/Jmtsi.V6i2.1944.

[7] G. R. Terry And L. W. Rue, "Principles Of Management: Dasar-Dasar Manajemen," *Jakarta Bumi Aksara*, 2014.

[8] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi, 2023.

[9] A. Husen, "Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek," *Yogyakarta Andi*, 2009.

[10] A. M. Uktolseja, M. Wullur, And M. M. Karuntu, "Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Pert Dan Cpm (Studi Kasus: Preservasi Jalan Tolango-Paguyaman, Tolango-Bulontio)," *Lpmm Bid. Ekososbudkum (Ekonomi, Sos. Budaya Dan Hukum)*, Vol. 6, No. 2, Pp. 1079–1090, 2023.

[11] R. Z. Hilmi, R. Hurriyati, And Lisnawati, "Penerapan Metode Pert Dan Cpm Dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Paving Untuk Mencapai Efektivitas Waktu Penyelesaian Proyek," Vol. 3, No. 2, Pp. 91–102, 2018.

[12] S. N. Sari, T. Triwuryanto, And A. T. Ramadhanti, "Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Embung Desa Kalirejo, Kulon Progo Diy," *Jompa Abdi J. Pengabdi. Masy.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 32–40, 2022.

[13] F. Y. Wohon, R. J. M. Mandagi, And P. Pratasis, "Analisa Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus: Pembangunan Gereja Gmim Syaloom Karombasan)," *J. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 2, Pp. 2337–6732, 2015.

[14] B. Laksito, "Studi Komparatif Penjadwalan Proyek Konstruksi Repetitif Menggunakan Metode Penjadwalan Berulang (Rsm) Dan Metode Diagram Preseden (Pdm)," *Media Tek. Sipil*, Vol. 5, No. 2, Pp. 85–92, 2005.

[15] N. M. Astari, A. M. Subagyo, And K. Kusnadi, "Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation And Review Technique)," *Konstruksia*, Vol. 13, No. 1, P. 164, 2022, Doi: 10.24853/Jk.13.1.164-180.

BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 5 No. 1, April 2025

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 20-29

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

Albariko Deni Atonis[1*], Mohammad Cakrawala[2], Abdul Halim[3]

[1,2,3]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang
*Korespondensi: atonisalbariko@gmail.com

ABSTRAK

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

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

ABSTRACT

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

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

1. PENDAHULUAN

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

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sika Viscocrete 3115-N

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

2.2 Damdex

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

2.3 Kuat Tekan

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

2.4 Modulus Elastisitas

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

2.5 *Self Compacting Concrete* (SCC)

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

3. METODE PENELITIAN

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

3.1 Waktu dan tempat penelitian

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

3.2 Populasi dan sampel

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

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

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

Sumber: Hasil perhitungan

3.3 Tahap penelitian

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

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

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

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

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

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

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

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

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Beton Segar

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

1. Hasil pengujian dan pembahasan beton segar mutu 30 Mpa

Tabel 2. Hasil pengujian beton segar Sika

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

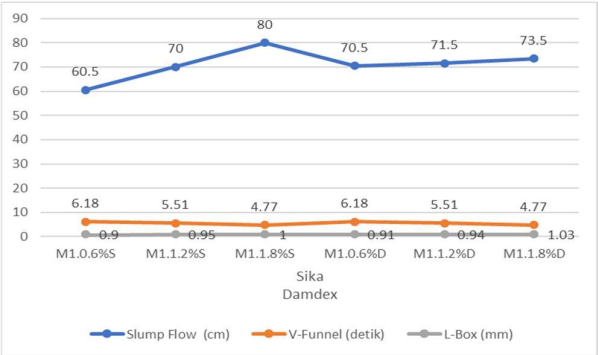
Sumber: hasil perhitungan

Tabel 3. Hasil pengujian beton segar Damdex

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

Sumber: Hasil perhitungan

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



Gambar 1. pengujian beton segar SCC mutu 30 MPa

2. Hasil pengujian dan pembahasan beton segar mutu 40 MPa

Tabel 4. Hasil pengujian beton segar Sika

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

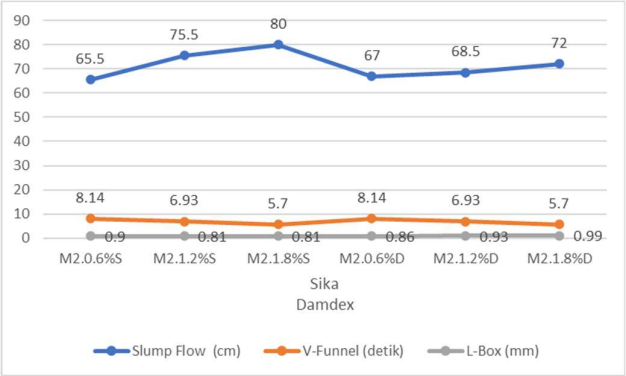
Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 5. Hasil pengujian beton segar Damdex

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

Sumber : hasil perhitungan

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



Gambar 2. Pengujian beton segar SCC mutu 40 Mpa

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

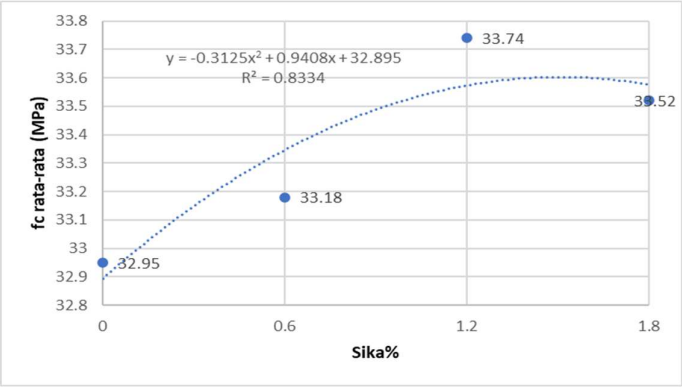
4.2 Hasil Pengujian Dan Pembahasan Kuat Tekan Beton SCC

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

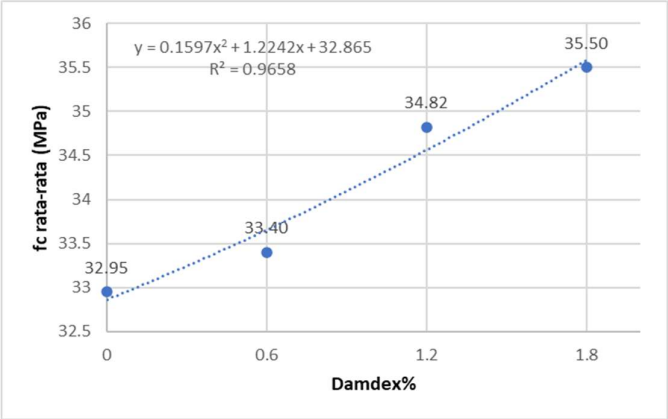
Tabel 6.Hasil perhitungan kuat tekan mutu 30 MPa dan 40 MPa beton SCC

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

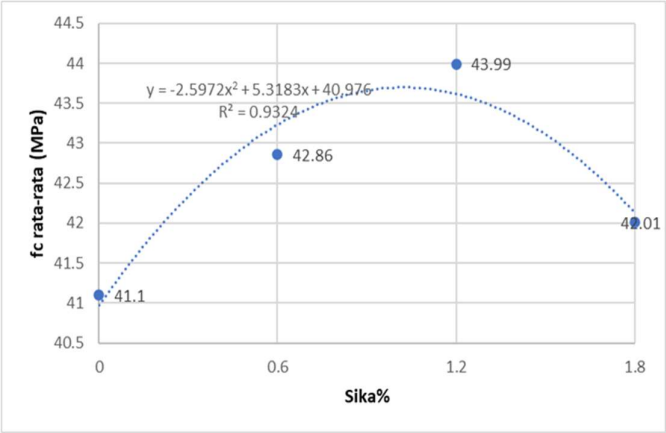
Sumber: hasil perhitungan



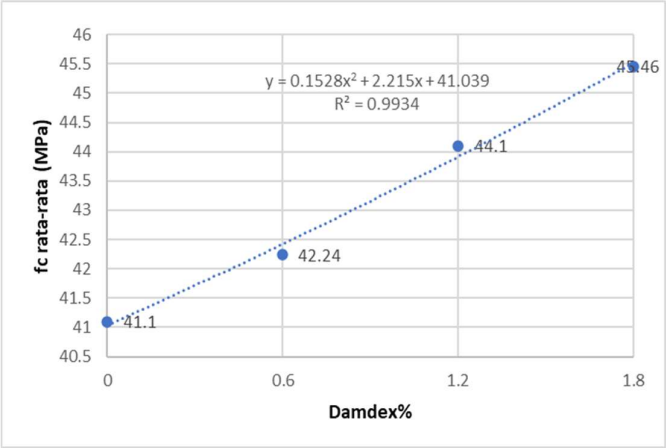
Gambar 3. Kuat tekan SCC mutu 30 Mpa (Sika)



Gambar 4. Kuat tekan SCC mutu 30 MPa (Damdex)



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



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

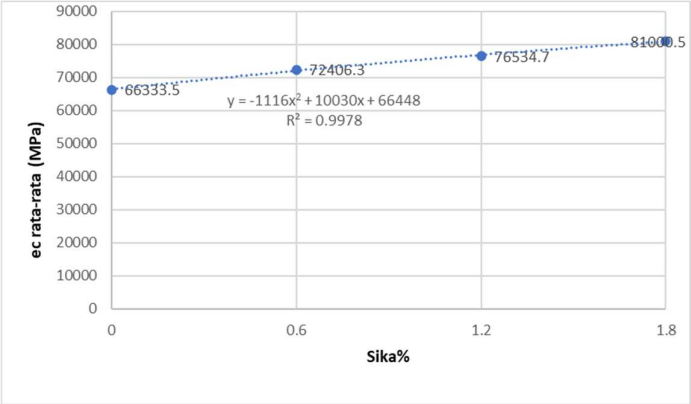
Dari analisis pengaruh kedua admixture terhadap kuat tekan beton SCC, Sika dan Damdex menunjukkan hasil yang berbeda. Sika meningkatkan kuat tekan beton pada variasi 0,6% dan 1,2%, dengan peningkatan terbesar pada 0,6% yang mencapai 1,76 MPa atau 4,28%. Namun, pada variasi 1,8%, Sika justru menurunkan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

4.3 Hasil Pengujian Dan Pembahasan Modulus Elastisitas Beton SCC

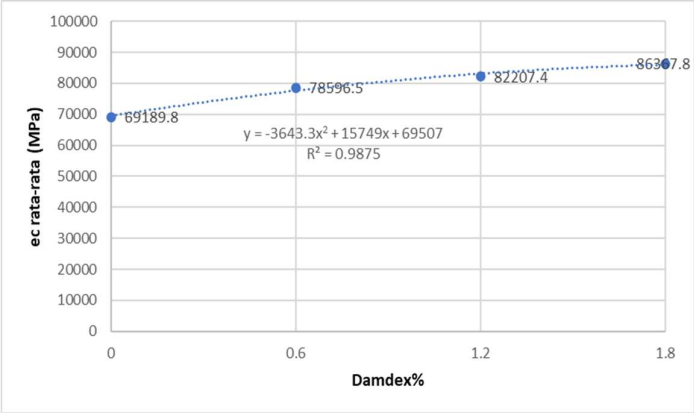
Tabel 7. Hasil perhitungan Modulus Elastisitas SCC mutu 30 dan 40 MPa (Damdex)

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

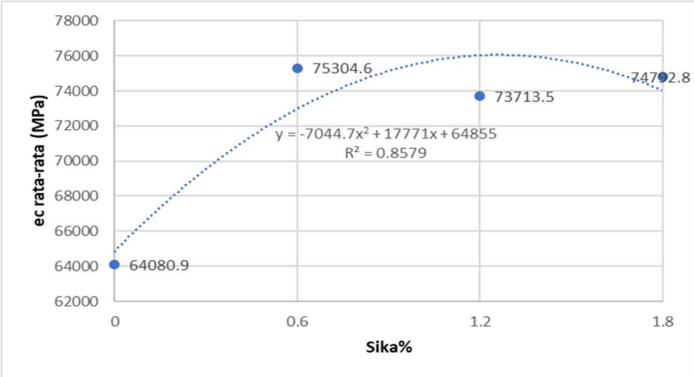
Sumber: hasil perhitungan



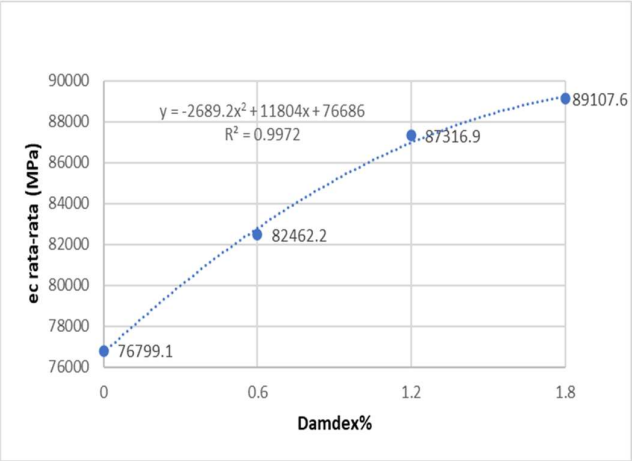
Gambar 7. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 30 Mpa



Gambar 8. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 30 Mpa



Gambar 9. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 40 MPa



Gambar 10. Grafik Modulus elastisitas beton SCC mutu 40 MPa

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

5. KESIMPULAN

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

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Ridwan and S. A. Putra, “Analisis Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (SCC) dengan Kadar Superplasticizer yang Bervariasi,” *Slump Test: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 43–51, 2024.

[2] M. N. Ali *et al.*, “Pengaruh Penambahan Sika Viscocrete 3115 N Pada Campuran Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan,” 2000.

[3] D. Hadiyana and S. Nisumanti, “Penggunaan Sika Viscocrete 3115 Id Untuk Memudahkan Pengerjaan (Workability Beton Mutu Tinggi K. 350 Dan Kuat Tekan Beton),” *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, vol. 4, no. 3, pp. 107–113, 2017.

[4] J. A. Harianja and E. Barus, “Penggunaan Damdex Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton,” *Majalah Ilmiah UKRIM*, vol. 2, pp. 1–15, 2008.

[5] A. A. Masagala, "Pengaruh Penambahan Damdex dan Crumb Rubber Terhadap Peresapan Air dan Kuat Tekan Pasca Bakar," *Jurnal Karkasa*, vol. 8, no. 1, pp. 8–13, 2022.

[6] D. Sandy, T. Sampebua, and F. Phengkarsa, "Pengaruh Damdex Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Normal," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 268–275, 2024.

[7] J. O. Simanjuntak, R. A. Sidabutar, H. Pasaribu, Y. R. R. Saragi, and S. Sitorus, "Sifat Dan Karakteristik Campuran Beton Menggunakan Batu Pecah Dan Batu Guli Dari Sungai Binjai," *Jurnal Visi Eksakta*, vol. 2, no. 2, pp. 239–254, 2021.

[8] I. Puspitasari and L. Uisharmandani, "Kajian Eksperimental Beton Menggunakan Admixture Sika Viscocrete 3115N Untuk Meningkatkan Kuat Tekan," *Jurnal TEDC*, vol. 17, no. 1, pp. 28–35, 2023.

[9] B. A. Setiawan and M. F. Sofianto, "Pengaruh Variasi Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan, Berat Volume, Porositas Dan Sifat Segar Beton High Volume Fly Ash Metode Self Compacting Concrete," *Universitas Negeri Surabaya. Hal*, pp. 1–8, 2019.

[10] D. Wongso, C. D. Mungok, and A. Supriyadi, "Studi Perancangan Self-compacting Concrete (Scc) Untuk Beton Berkekuatan Tinggi (High Performance Concrete) Dengan Metode Aci," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 1, no. 1, 2013.

[11] Y. Risdianto, "Penerapan Self compacting concrete (SCC) pada beton mutu normal," *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, vol. 8, no. 2, pp. 54–60, 2010.

[12] T. Annisaa, "Kajian Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Kuat Lekat Dan Kuat Tarik Beton Memadat Sendiri Terhadap Beton Normal," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 9, no. 3, 2021, doi: 10.20961/mateksi.v9i3.54477.

[13] W. A. Prakayuda, A. Halim, and C. Aditya, "Pengaruh Penambahan Damdex Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, No. 2, 2021.

[14] I. Asraar And C. D. Mungok, "Studi Perancangan Beton Hemat Energi (Self Compacting Concrete) Untuk Beton Normal, Ƒc'= 25mpa Dengan Metode Aci Modifikasi," *Jelast: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 1, no. 1, 2016.

[15] E. syaiful Wagola and E. A. Muharyanto, "Kuat Tekan Beton Self Compacting Concrete (Scc) Menggunakan Pasir Besi Pada Pesisir Pantai Kecamatan Waplau," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 153–163, 2021.

BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 5 No. 1, April 2025

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 30-39

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE KONVENSIONAL DAN PRACETAK

(Studi Kasus: Cluster Villa Puncak Landung Sari Malang)

Henry Ruanda[1*], Muhammad Cakrawala[2], Candra Aditya[3]

[1]CV. Eterna Java
[2,3]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama Malang
*Email Korespondensi: henry.ruanda@gmail.com

ABSTRAK

Rumah merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia, di mana masih banyak masyarakat berpenghasilan rendah yang belum memiliki rumah dikarenakan faktor ekonomi. Dengan demikian diperlukan solusi untuk menghasilkan rumah dengan kualitas bagus namun dengan harga terjangkau. Maka perlu dipertimbangkan metode pelaksanaan selain metode konvensional yaitu metode pracetak seperti inovasi dari Kementerian PUPR yaitu teknologi RISHA dan RUSPIN. Cluster Villa Puncak Landungsari merupakan perumahan dua lantai yang terletak di daerah Landungsari, Kota Malang. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan dari metode konvensional dengan metode pracetak dalam aspek biaya maupun waktu untuk struktur balok dan kolom pada pembangunan rumah dua lantai. Metode pelaksanaan yang dipakai adalah metode konvensional dan metode pracetak (*precast*). Dilakukan analisis perhitungan biaya dan waktu dari metode konvensional dan pracetak untuk kemudian dilakukan perbandingan biaya dan waktu dari kedua metode tersebut. Diperoleh hasil perhitungan biaya dan waktu dari kedua metode tersebut yaitu metode konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp 55.106.300,- dan waktu pelaksanaan selama 24 hari sedangkan metode pracetak membutuhkan biaya sebesar Rp 53.265.000,- dan waktu selama 9 hari. Dengan demikian metode pracetak lebih murah sebesar Rp 10.661.958,- bila dihitung dengan tambahan optimalisasi/hari dan lebih cepat 15 hari dibandingkan dengan metode konvensional.

Kata kunci : Beton, Metode Konvensional, Metode Pracetak, Biaya, dan Waktu.

ABSTRACT

A house is one of the basic human needs, where there are still many low-income people who do not own a house due to economic factors. Thus, a solution is needed to produce houses with good quality but at affordable prices. So it is necessary to consider implementation methods other than conventional methods, namely precast methods such as innovations from the Ministry of PUPR, namely RISHA and RUSPIN technology. Villa Puncak Landungsari Cluster is a two-story housing located in the Landungsari area, Malang City. The purpose of this study is to determine the comparative results of conventional methods with precast methods in terms of cost and time for beam and column structures in the construction of two-story houses. The implementation methods used are conventional methods and precast methods. The cost and time calculations of the conventional and precast methods were analyzed and then a comparison of the cost and time of the two methods was made. The results of the cost and time calculation of the two methods are obtained, namely the conventional method requires a cost of Rp 55,106,300, - and an implementation time of 24 days while the precast method requires a cost of Rp 53,265,000, - and a time of 9 days. Thus the precast method is cheaper by Rp 10,661,958 when calculated with additional optimization/day and 15 days faster than the conventional method.

***Keywords* :** *Concrete, Conventional Method, Precast Method, Cost, and Time.*

1. PENDAHULUAN

Sebuah rumah di rancang untuk ditempati senyaman mungkin dalam jangka waktu lama. Dan rumah adalah bangunan dengan konstruksi dan fungsi sebagai tempat tinggal serta beraktivitas antar manusia atau bersosialisasi. Pada umumnya pembangunan rumah dibangun dengan metode konvensional dengan cara pengecoran di lokasi [1]. Sekarang ini masih terdapat masyarakat yang masih belum memiliki rumah tinggal, disebabkan ekonomi dan juga harga rumah yang tidak terjangkau. Metode pelaksanaan pada masing-masing proyek bisa berbeda sesuai dengan kondisi sosial masyarakat serta alam. Jenis teknologi bahan konstruksi yang digunakan akan berpengaruh terhadap anggaran biaya dan waktu pelaksanaan proyek [2]. Maka dibutuhkan suatu standar, cara agar masyarakat berpenghasilan rendah dapat memiliki rumah tinggal yang layak huni, dengan kualitas yang baik dan aman. Pembangunan konstruksi adalah suatu pembangunan proyek yang terkait dengan konstruksi. Melibatkan bidang arsitektur, bidang sipil bidang elektro, bidang lanskap dan lainnya dalam pembangunan suatu proyek bangunan atau rumah . Suatu pekerjaan konstruksi memiliki suatu tantangan khusus, yang harus di rencanakan dan juga dilaksanakan menggunakan suatu metode rekayasa khusus [3]. Pengertian beton pracetak adalah suatu struktur beton dibuat dengan komposisi penyusun yang di cetak lebih dahulu pada suatu tempat khusus, kemudian dirangkai di suatu lokasi proyek [4]. Penggunaan metode pracetak ini sangat berbeda dengan jika kita menggunakan metode konvensional dalam aspek perencanaan maupun cara pelaksanaan. Saat ini terdapat beberapa produk pembangunan rumah dengan metode pracetak , salah satunya adalah dari Kementerian PUPR yaitu RISHA (Rumah Instan-Sederhana-Sehat) yang dirilis pada 20-Desember 2004 [5]. Teknologi RISHA ini dikembangkan lagi menjadi Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN), pada-tahun-2013. _Rumah dengan metode RUSPIN ini dapat dikembangkan untuk perumahan, baik rumah sederhana maupun rumah mewah, satu lantai maupun dua lantai. Pembangunan rumah menggunakan teknologi ini dapat menjadi sebuah alternatif dalam pembangunan selain menggunakan metode konvensional. Hal tersebut menjadi pijakan pemikiran dan melatar belakangi pentingnya penelitian tentang "Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Konvensional dan Pracetak (Studi Kasus: Cluster Villa Puncak Landungsari Malang) "

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Pengertian beton adalah campuran agregat kasar dan halus yaitu batu pecah, batu, pasir atau bahan yang serupa lainnya kemudian ditambahkan suatu perekat berupa semen dan air untuk membantu terbentuknya suatu reaksi kimia selama dalam proses terbentuknya pengerasan beton berlangsung [6]. Dalam bahasa yang sederhana, pengertian beton menurut Istimawan Dipohusodo adalah komponen utama dalam pembangunan untuk menahan beban dan juga untuk menopang reaksi yang terjadi [7].

2.2 Metode Pelaksanaan

Pemilihan metode pelaksanaan suatu proyek konstruksi sangat penting karena metode pelaksanaan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal,[8] Ada dua macam metode pelaksanaan struktur bangunan yaitu, Konvensional dan *Precast* atau kita sebut Pracetak. Beton dengan metode konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Pembetonan konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah pekerja yang cukup banyak. Beton metode pracetak (*precast*) adalah komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu dengan ukuran dan bentuk yang sesuai [9] sebelum dirangkai menjadi bangunan, atau sebagai komponen beton yang dicor di tempat bukan merupakan posisi akhir di dalam struktur . Beton metode pracetak (*precast*) diproduksi secara masal dan berulang-ulang. Elemen-elemen beton metode pracetak (*precast*) yang dibuat di lapangan (pabrik) disambung di lokasi bangunan sampai membentuk suatu struktur yang utuh.

2.3 Definisi Proyek

Proyek adalah serangkaian kegiatan yang direncanakan dan dilaksanakan dalam suatu kesatuan sistematis dengan memanfaatkan berbagai sumber daya untuk mencapai manfaat atau tujuan tertentu [10]. Dalam konteks manajemen, proyek tidak hanya sekadar kegiatan sementara, tetapi juga mencerminkan suatu usaha terorganisir yang memiliki sasaran yang efektif dan efisien dari ketepatan waktu, praktis, segi kekuatan, dan kestabilan struktur [11]. Proyek umumnya memiliki titik awal dan titik akhir yang spesifik, serta menghasilkan *output* atau hasil akhir yang dapat diukur, baik berupa produk, layanan, maupun pencapaian lainnya. Karena proyek sering kali bersifat lintas fungsi organisasi maka harus dilakukan sebaik-baiknya, pelaksanaannya membutuhkan kolaborasi dari berbagai bidang keahlian dan profesi [12]. Hal ini menjadikan manajemen proyek sebagai proses yang kompleks, yang memerlukan koordinasi yang efektif, perencanaan yang matang, serta pengelolaan risiko dan sumber daya yang optimal untuk mencapai keberhasilan proyek sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

2.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Kegiatan estimasi adalah salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan. RAB Proyek adalah perkiraan nilai uang dari suatu kegiatan (proyek) yang telah memperhitungkan gambar-gambar bestek serta rencana kerja, daftar upah, daftar harga bahan, buku analisis, daftar susunan rencana biaya, serta daftar jumlah tiap jenis pekerjaan. Maka jika dirumuskan secara umum RAB Proyek merupakan total penjumlahan dari hasil perkalian antara volume suatu item pekerjaan dengan harga satuannya [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Data adalah keterangan mengenai suatu hal yang sering terjadi dan dapat berupa himpunan angka, fakta, grafik, tabel, gambar, lambang, kata, atau huruf yang menyatakan pemikiran, objek, kondisi, maupun situasi tertentu [14][15]. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari lapangan dan terdiri dari data hasil pengamatan serta data wawancara. Data pengamatan meliputi volume pekerjaan, jumlah tenaga kerja, dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan. Sementara itu, data wawancara mencakup informasi mengenai upah tenaga kerja serta profil tenaga kerja, seperti nama dan umur pekerja. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen proyek pembangunan, seperti perencanaan dimensi beton, daftar harga bahan atau material, serta gambar desain. Data sekunder ini diambil dari Proyek Cluster Villa Puncak Landungsari di Malang dan dari Aplikator RISHA Bangun Mandiri, yaitu aplikator bersertifikasi Teknologi Hasil Litbang Bidang Pemukiman dengan sistem “RISHA”.

3.2 Metode Pengambilan Data

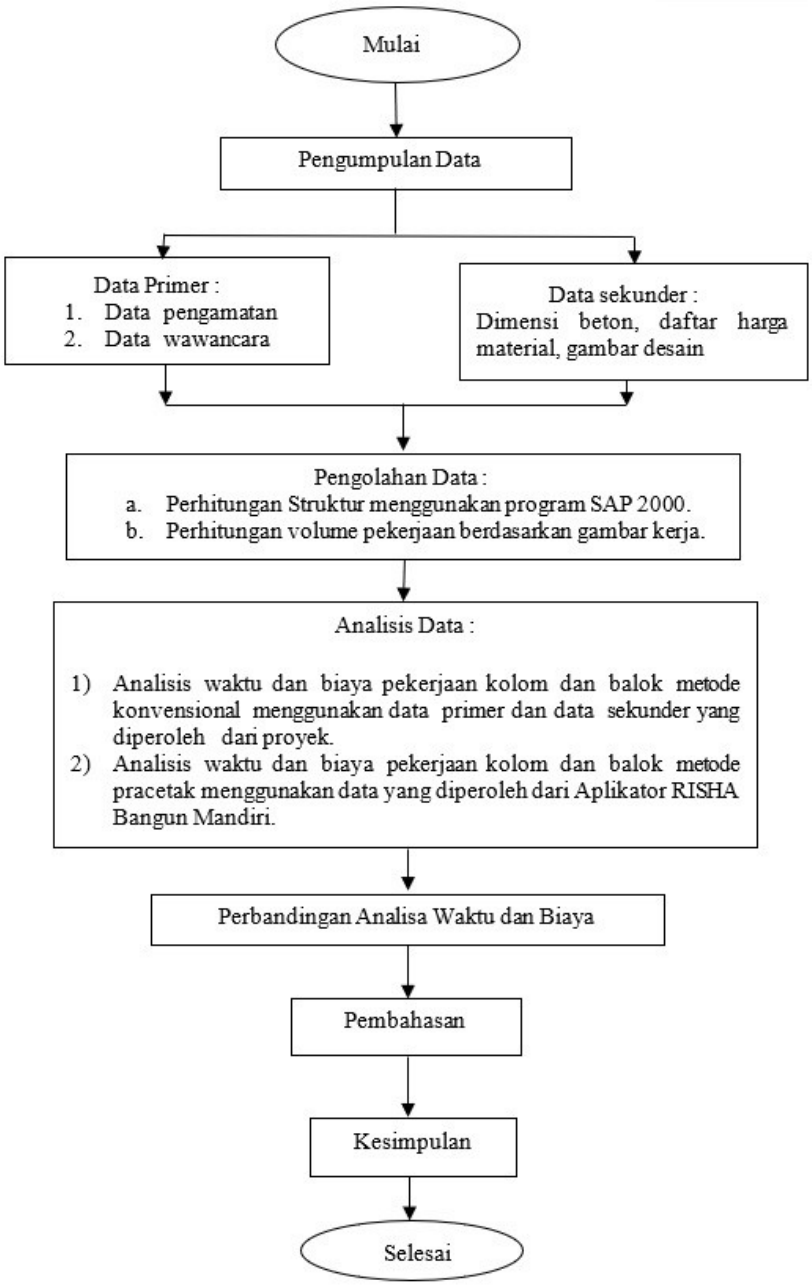
Setelah semua data yang diperlukan telah didapatkan, proses selanjutnya dilakukan pengolahan data tersebut dengan melakukan perhitungan dan analisis data pekerjaan kolom diantaranya :

a. Membuat alur pekerjaan.
b. Membuat komponen biaya dan waktu yang dibutuhkan pada kolom konvensional dan pracetak
c. Dilanjutkan dengan menghitung biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk kolom konvensional dan pracetak.
d. Melakukan rekapitulasi terhadap hasil perhitungan biaya dan waktu kolom konvensional dan pracetak.
e. Melakukan perbandingan metode pelaksanaan konvensional dan pracetak ditinjau dari aspek biaya, dan waktu.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah studi literatur, yang mencakup studi pustaka untuk memahami penelitian-penelitian sebelumnya guna menghindari kesamaan topik, serta perumusan masalah yang akan dijadikan fokus penelitian. Tahap kedua adalah pengumpulan data, yang dilakukan dengan menentukan lokasi penelitian yang sesuai dengan rumusan masalah, serta mengumpulkan data proyek yang relevan dan dibutuhkan. Tahap ketiga adalah analisis dan pembahasan, yang meliputi analisis data berdasarkan teori yang diperoleh dari buku dan jurnal, pembahasan hasil penelitian dengan mengacu pada landasan teori, serta penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian Metode Konvensional

Data penelitian pada metode konvensional ini dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder, data tersebut pada penelitian ini diperoleh dari proyek pembangunan cluster villa dua lantai di Puncak Landung Sari Malang yang menggunakan sistem pengecoran di tempat (*cast in situ*). Untuk data primer yang diperlukan yaitu data volume pekerjaan, durasi pekerjaan dan data upah tenaga kerja seperti yang tertera pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk menganalisis efisiensi biaya dan waktu pada metode konvensional, sebagai dasar pembanding dengan metode pracetak.

Tabel 1. Data Nama Pekerjaan, Volume, dan Durasi Pekerjaan

No.	Nama Pekerjaan	Volume (m3)	Durasi (hari)
1	Kolom	2.172	18
2	Balok	4.2	23

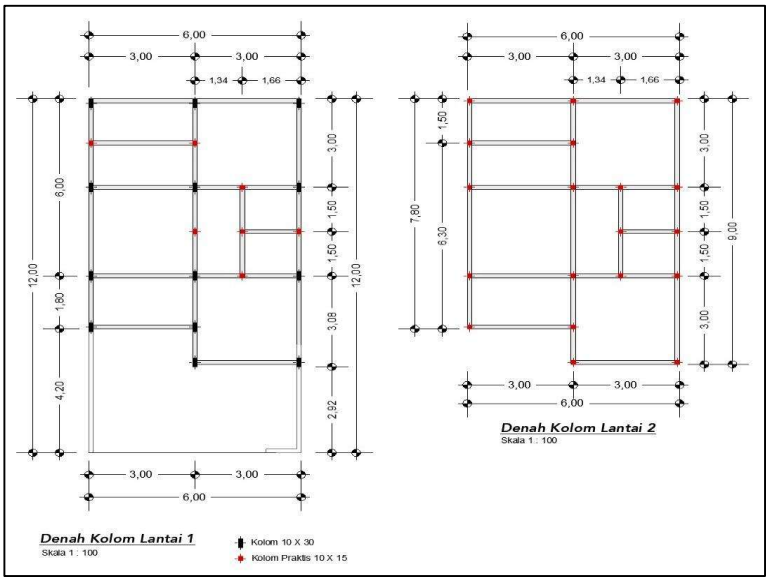
Tabel 2. Data Upah Tenaga Kerja

No.	Tenaga Kerja	Harga Upah
1	Pekerja	Rp. 122.385,-/OH
2	Kepala Tukang	Rp. 157.350,-/OH
3	Tukang Kayu	Rp. 149.350,-/OH
4	Tukang Besi	Rp. 149.350,-/OH
5	Tukang Batu	Rp. 149.350,-/OH
6	Mandor	Rp. 165.830,-/OH

Sedangkan untuk data sekunder yang diperlukan yaitu data harga material di kota Malang dan gambar kerja yang meliputi gambar denah kolom beserta dimensinya dan gambar denah balok beserta dimensinya juga yang tertera pada **Tabel 3** dan untuk gambar kerja tertera pada **Gambar 2** sampai dengan **Gambar 5**.

Tabel 3. Data Harga Material Kota Malang

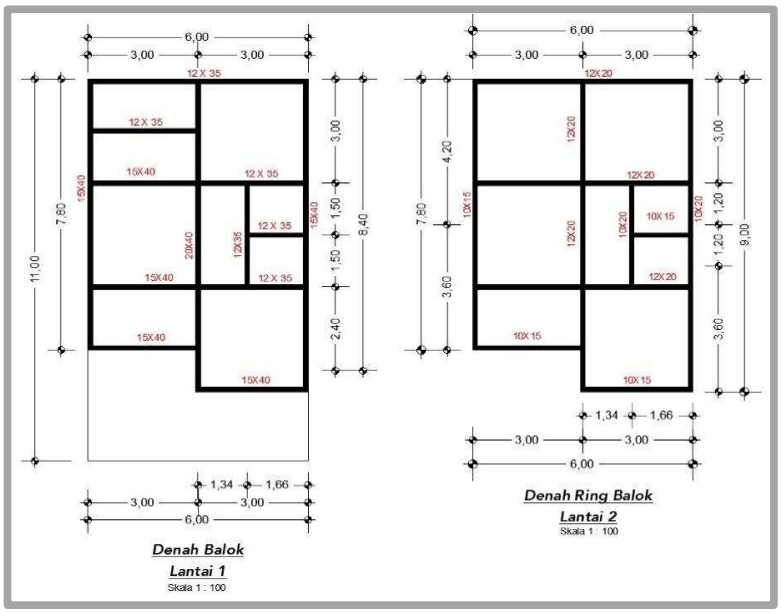
NO	Material	Harga	Harga Konversi
1	Semen Portland (50 Kg)	Rp.53.387/Zak	Rp.1.068 / Kg
2	Pasir Beton	Rp.278.100/m³	Rp.251/Kg
3	Kerikil (Maks 30mm)	Rp.303.686/m³	Rp.214/Kg
4	Air	Rp.14/Liter	Rp.14/Liter
5	Besi Beton Polos	Rp. 11.433 /Kg	Rp. 11.433 /Kg
6	Besi Beton Ulir	Rp. 12.576/Kg	Rp. 12.576/Kg
7	Kawat Beton	Rp. 18.720 /Kg	Rp.18.720 /Kg
8	Kayu perancah II (balok) biasa	Rp. 3.096.999/m³	Rp. 3.096.999/m³
9	Paku 5cm-12cm (Dos)	Rp.17.420/Kg	Rp.17.420/Kg
10	Minyak Bekisting	Rp.4.749/Ltr	Rp.4.749/Ltr
11	Kayu perancah II (papan) biasa	Rp. 3.096.999/m³	Rp.3.096.999/m³
12	Plywood tebal 9mm	Rp.112.432/Lbr	Rp.112.432/Lbr
13	Dolken Kayu ϕ 8-10cm, Panjang 4m	Rp.42.401/Btg	Rp.42.401/Btg



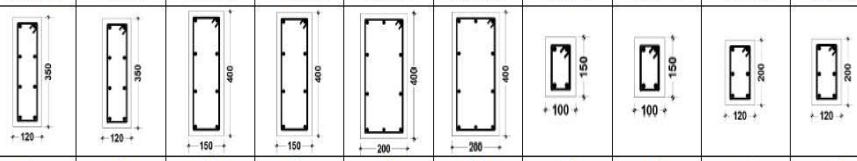
Gambar 2. Denah Kolom Lantai 1 dan Lantai 2

TYPE	KOLOM I		KOLOM II	
POTONGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN
DIMENSI	100 X 300	100 X 300	100 X 150	100 X 150
GAMBAR	300 / 100	300 / 100	150 / 100	150 / 100
TULANGAN ATAS	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10
TULANGAN SAMPING	2 Ø 10	2 Ø 10		
TULANGAN BAWAH	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10
SENGKANG	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150

Gambar 3. Dimensi Kolom Lantai 1 dan Lantai 2



Gambar 4. Denah Balok Lantai 1 dan Lantai 2

TYPE	BALOK I		BALOK II		BALOK III		RING BALOK I		RING BALOK II	
POTONGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN	TUMPUHAN	LAPANGAN
DIMENSI	120 X 350	120 X 350	150 X 400	150 X 400	200 X 400	200 X 400	100 X 150	100 X 150	120 X 200	120 X 200
GAMBAR										
TULANGAN ATAS	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 8	2 Ø 8	2 Ø 8	2 Ø 8
TULANGAN SAMPING	4 Ø 10	4 Ø 10	4 Ø 10	4 Ø 10	4 Ø 10	4 Ø 10				
TULANGAN BAWAH	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 8	2 Ø 8	2 Ø 8	2 Ø 8
SENGKANG	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150	Ø 6 - 150

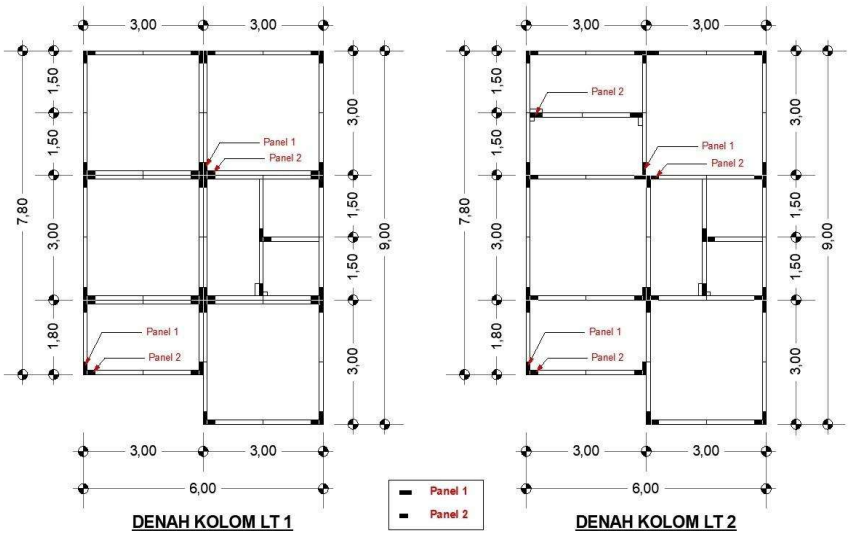
Gambar 5. Dimensi Balok Lantai 1 dan Lantai 2

4.2 Data Penelitian Pracetak

Data penelitian pada metode pracetak dalam penelitian ini diperoleh dari simulasi perencanaan pembangunan menggunakan elemen pracetak pada proyek cluster villa dua lantai di Puncak Landung Sari Malang, yang mencakup penggunaan komponen struktural seperti dinding panel. Data yang diperlukan meliputi data harga dan ukuran panel beserta gambar kerja, yang tertera pada **Tabel 4** dan **Gambar 6**.

Tabel 4. Data harga dan spesifikasi beton pracetak

Jenis Panel	Ukuran Panel (cm)	Mutu Panel	Harga / Panel
Panel 1	10 x 30 x 120	K – 300	Rp. 200.000,00
Panel 2	10 x 20 x 120	K – 300	Rp. 190.000,00
Panel 3	30 x 30 x 30	K - 300	Rp. 180.000,00



Gambar 6. Denah Kolom Pracetak Lantai 1 dan Lantai 2

4.3 Analisis Data Metode Konvensional

Analisa data untuk metode konvensional yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup dua aspek utama, yaitu analisa rencana anggaran biaya (RAB) dan analisa waktu pelaksanaan proyek. Analisa rencana anggaran biaya bertujuan untuk menghitung total kebutuhan biaya konstruksi berdasarkan volume pekerjaan.. Sementara analisa waktu pelaksanaan proyek dilakukan dengan menguraikan waktu yang diperlukan untuk setiap tahapan pekerjaan, mulai dari pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran, yang tertera pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

Tabel 5. Rekap perhitungan biaya kolom dan balok metode konvensional

Biaya Pekerjaan Kolom	Biaya Pekerjaan Balok	Total Biaya Kolom + Balok
Rp. 16.143.723	Rp. 23.221.543	Rp. 39.365.226

Tabel 6. Rekap detail waktu pekerjaan kolom dan balok metode konvensional

PEKERJAAN KOLOM		
Pekerjaan	**Jumlah**	**Durasi Hari**
Kolom 1	13 Buah	8
Kolom 2	26 Buah	10
Total Pekerjaan Kolom	**39 Buah**	**18**
PEKERJAAN BALOK		
Pekerjaan	**Panjang (m)**	**Durasi Hari**
Balok 1	19.6	5
Balok 2	28.8	6
Balok 3	9	4
Ring Balok 1	15.4	4
Ring Balok 2	27	4
Total Pekerjaan Balok	**99,8**	**23**
Total Hari Pekerjaan Kolom + Balok		**41**

4.4 Analisis Data Metode Pracetak

Analisa data untuk metode pracetak dalam penelitian ini dilakukan melalui evaluasi rencana anggaran biaya dan estimasi waktu pelaksanaan proyek yang didapat dari penyedia, yaitu Risha Bangun Mandiri. Biaya tersebut mencakup biaya dari panel dan biaya pemasangan di lapangan, sementara estimasi waktu pelaksanaan meliputi pemesanan, pengiriman, persiapan, dan pemasangan, data tersebut tertera pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Tabel 7. Rekap perhitungan biaya kolom dan balok metode pracetak

BIAYA PEKERJAAN KOLOM			
Jenis	**Jumlah**	**Harga Satuan**	**Total Harga**
Panel 1	50	Rp 200,000	Rp 10,000,000
Panel 2	39	Rp 190,000	Rp 7,410,000
Total			**Rp 17,410,000**
BIAYA PEKERJAAN BALOK			
Jenis	**Jumlah**	**Harga Satuan**	**Total Harga**
Panel 1	83	Rp 200,000	Rp 16,600,000
Panel 3	53	Rp 180,000	Rp 9,540,000
Total			**Rp 26,140,000**
BIAYA PEMASANGAN DAN KOMPONEN PEMASANGAN			
Jenis	**Jumlah**	**Harga Satuan**	**Total Harga**
Komponen			Rp 5,215,000
Jasa Pemasangan	225	Rp 20,000	Rp 4,500,000
Total			**Rp 9,715,000**
Total Biaya Keseluruhan			**Rp 53.265,000**

Tabel 8. Rekap detail waktu pekerjaan kolom dan balok metode pracetak

No	Pekerjaan	Durasi/Hari
1	Pemesanan	1
2	Pengiriman	1
3	Persiapan	1
4	Pemasangan	6
	Total Hari	**9**

4.5 Perbandingan Biaya Metode Konvensional dan Metode Pracetak

Perbandingan biaya didapat dari selisih total keseluruhan biaya pekerjaan antara metode konvensional dan metode pracetak. Total biaya ini mencakup seluruh komponen pekerjaan mulai dari pekerjaan struktur yaitu kolom dan balok hingga pekerjaan pendukung lainnya, sesuai dengan

rancangan anggaran biaya (RAB) masing-masing metode. Dan rekap perbandingan biaya tersebut disajikan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Perbandingan biaya metode konvensional dan metode pracetak

Biaya Metode Pelaksanaan	
Konvensional	Pracetak
Rp. 39,365,266	**Rp. 53.265.000**

4.6 Perbandingan Waktu Metode Konvensional dan Metode Pracetak

Dari hasil perhitungan analisa waktu di atas maka dapat dilakukan perbandingan waktu pekerjaan kolom dan balok dengan kedua metode tersebut. Perbandingan tersebut dimasukkan dalam **Tabel 10**.

Tabel 10. Perbandingan waktu metode konvensional dan metode pracetak

Waktu Metode Pelaksanaan (Hari)	
Konvensional	Pracetak
41	**9**

5. KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan pada Studi Kasus Cluster Villa Puncak Landungsari, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara metode konvensional dan metode pracetak, baik dari segi biaya maupun waktu pelaksanaan. Metode konvensional memerlukan biaya sebesar Rp 39.365.266, sedangkan metode pracetak membutuhkan biaya sebesar Rp 53.265.000, yang berarti metode pracetak lebih mahal sekitar 26% atau senilai Rp 13.899.734. Namun, dari segi waktu, metode konvensional memerlukan 41 hari untuk pelaksanaan, sedangkan metode pracetak hanya memerlukan 9 hari, menjadikannya sekitar 4,5 kali lebih cepat dengan selisih waktu 32 hari. Kenaikan biaya pada metode pracetak disebabkan oleh adanya perubahan desain struktural, seperti tambahan penggunaan konsol dan tulangan angkat yang lebih besar, serta adanya biaya tambahan seperti mur, baut, plat, jasa pemasangan, dan biaya transportasi. Di sisi lain, percepatan waktu pelaksanaan metode pracetak disebabkan oleh pengurangan waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan tulangan, bekisting, dan perancah (*scaffolding*) yang merupakan bagian dari proses metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. I. Ervianto, "Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi," *Yogyakarta Andi*, 2005.

[2] Ilmu M. Baroq And F. Nugraheni, "Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton Konvensional Dengan Precast," 2021.

[3] A. Andriawan And W. Tan, "Analisis Perbandingan Beton Pracetak Prategang Dengan Beton Konvensional Ditinjau Dari Aspek Biaya Dan Waktu (Studi Kasus: Rumah Tinggal 2 Lantai Perumahan Permata River View)," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, Vol. 4, No. 1, P. 190, 2021, Doi: 10.31602/Jk.V4i1.5156.

[4] R. Edwin Fallah, "Analisis Biaya Pekerjaan Drainase Berdasarkan Metode Konvesional Dengan Metode Pracetak U Ditch," *J. Kaji. Tek. Sipil*, Vol. 04, No. 07, Pp. 34–37, 2019.

[5] M. Raihan And F. Sulthan, "Penerapan Konsep Rumah Tumbuh Pada Teknologi Struktur Risha (Rumah Instan Sederhana Sehat)," *Appl. Innov. Eng. Sci. Res.*, Pp. 355–362, 2020.

[6] F. Hamdi *Et Al.*, *Teknologi Beton*. Tohar Media, 2022.

[7] I. Dipohusodo, *Manajemen Proyek & Konstruksi, Jilid 1*. Kanisius, 1996.

[8] A. Risdiyanti And S. Siswoyo, "Analisa Perbandingan Biaya Dan Waktu Antara Metode Konvensional Dan Pracetak (Studi Kasus : Underpass Bundaran Satelit Mayjend Sungkono Surabaya)," *Axial J. Rekayasa Dan Manaj. Konstr.*, Vol. 6, No. 2, P. 69, 2018, Doi: 10.30742/Axial.V6i2.508.

[9] M. T. A. K. I. W. M. Lutfi Gustomi, "Perbandingan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Drainase Konvensional Pasangan Batu Kali Dengan Beton Pracetak U-Ditch," *Era Sains J. Sci. Eng. Inf. Syst. Res.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–10, 2023.

[10] C. Gray, P. Simanjuntak, L. K. Sabur, And P. F. L. Maspaitella, "Pengantar Evaluasi

Proyek," 1988.
[11] S. Haryati And A. Rudi Hermawan, "Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas Dengan Beton Pracetak Pada Proyek Gedung," *Constr. Mater. J.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 79–87, 2021, Doi: 10.32722/Cmj.V3i2.3901.
[12] E. Siboro, R. Ginting, And R. Sidjabat, "Manajemen Konstruksi Termasuk Bangunan Bawah Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kab. Serang Provinsi Banten," No. 1, Pp. 119–126, 2022.
[13] J. Syamsuddin, N. Warastuti, And R. N. Arini, "Analisis Perbandingan Pelat Lantai Konvensional Dan Pracetak Ditinjau Dari Aspek Biaya Dan Waktu Pada Dermaga 006 Terminal Operasi 1 Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara," *J. Infrastruktur*, Vol. 4, No. 2, Pp. 127–134, 2019, Doi: 10.35814/Infrastruktur.V4i2.702.
[14] N. Agustina, "Sistem Basis Data Analisis Dan Pemodelan Data," *Yogyakarta Graha Ilmu*, 2003.
[15] M. Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2008.

BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 5 No. 1, April 2025

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 40-49

PERBANDINGAN KUAT LENTUR BETON BERSERAT ANTARA SERAT FABRIKASI (*MICRO FIBERS*) DAN SERAT ALAM (SERABUT KELAPA)

Ega Mawarni[1*], Candra Aditya[2], Abdul Halim[3]

[1] PT. Era Jaya Wijaya
[2,3]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama malang
[*]Korespondensi Email: egamawarni114@gmail.com

ABSTRAK

Dari tahun ke tahun, penelitian dengan penambahan bahan tambah seperti serat terus berkembang untuk mengetahui apakah bahan tambah tersebut berpengaruh baik atau buruk pada beton. Sehingga dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui nilai, pengaruh, dan perbandingan kuat lentur beton berserat antara serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa) dengan variasi masing-masing serat sebesar 300 gr/m^3, 450 gr/m^3, 600 gr/m^3, dan 750 gr/m^3. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan analisis statistik menggunakan analisis Anova *Single Factor*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat fabrikasi berpengaruh terhadap kuat lentur beton yang ditunjukkan pada α=0,05>P-Value = 0,003068. Sedangkan serat alam tidak berpengaruh terhadap kuat lentur beton yang ditunjukkan oleh α=0,05<P-Value = 0,576326. Nilai kuat lentur tertinggi pada variasi 300 gr/m^3 untuk kedua jenis serat. Pada serat fabrikasi variasi 300 gr/m^3 diperoleh nilai kuat lentur sebesar 3,96 Mpa dengan kenaikan 13,23% dan variasi 750 gr/m^3 diperoleh 3,24 Mpa dengan penurunan 7,41%. Sedangkan serat alam variasi 300 gr/m^3 diperoleh nilai kuat lentur sebesar 3,65 MPa dengan kenaikan 4,23% dan variasi 750 gr/m^3 diperoleh 3,41 MPa dengan penurunan 2,65%. Selisih nilai kuat lentur variasi 300 gr/m^3 dari kedua jenis serat yaitu 0,31 MPa (8,49%). Sehingga serat fabrikasi lebih efektif meningkatkan kuat lentur beton.

Kata kunci: Beton, Kuat Lentur, Serabut Kelapa, dan *Micro Fibers*.

ABSTRACT

From year to year, research with the addition of added materials such as fiber continues to grow to find out whether the added material has a good or bad effect on concrete. So that research was conducted with the aim of knowing the value, influence, and comparison of the flexural strength of fibrous concrete between fabricated fibers (Micro Fibers) and natural fibers (coconut fibers) with variations of each fiber of 300 gr/m3, 450 gr/m3, 600 gr/m3, and 750 gr/m3. The method used is experimental method with statistical analysis using Single Factor Anova analysis. The results showed that fabricated fiber affects the flexural strength of concrete as shown at α=0.05>P-Value = 0.003068. While natural fiber has no effect on the flexural strength of concrete as shown by α = 0.05 < P-Value = 0.576326. The highest flexural strength value is in the 300 gr/m3 variation for both types of fibers. In the 300 gr/m3 variation, the fabricated fiber obtained a flexural strength value of 3.96 Mpa with an increase of 13.23% and the 750 gr/m3 variation obtained 3.24 Mpa with a decrease of 7.41%. While the natural fiber variation of 300 gr/m3 obtained a flexural strength value of 3.65 MPa with an increase of 4.23% and a variation of 750 gr/m3 obtained 3.41 MPa with a decrease of 2.65%. The difference in the flexural strength value of the 300 gr/m3 variation of the two types of fiber is 0.31 MPa (8.49%). So that the fabricated fiber is more effective in increasing the flexural strength of concrete.

Keywords : *Concrete, Flexural Strength, Coconut Fibre, and Micro Fibers.*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia bidang konstruksi, beton berperan sebagai struktur utama bangunan yang banyak digunakan. Beton merupakan campuran antara semen Portland ataupun semen hidrolik yang lainnya, agregat kasar dan halus, dan air, menggunakan atau tanpa menggunakan bahan tambah, sehingga kemudian berbentuk massa yang padat [1]. Banyaknya peminat beton mengakibatkan munculnya penelitian-penelitian terbaru mengenai beton yang dilakukan oleh banyak orang sehingga terjadi kemajuan yang pesat di bidang struktur konstruksi bangunan. Terdapat penelitian yang sering dijumpai mengenai pengaruh kuat lentur beton berserat dengan bahan tambahan serat alam maupun serat sintetis. Serat alami memiliki pengertian sebagai serat yang diperoleh langsung dari alam, sedangkan serat sintetis adalah serat buatan yang terbuat dari atom [2]. Kedua jenis serat tersebut diteliti untuk menemukan jenis serat apa yang paling cocok untuk meningkatkan kualitas beton salah satunya adalah kuat lentur beton dengan pemakaian serat alami yang lebih ramah lingkungan. Seperti yang paling umum untuk penelitian adalah serat alam serabut kelapa. Di sisi lain, Kordsa yang merupakan anak perusahaan Sabanci Holding memiliki inovasi terbaru yaitu serat Kratos (*Micro Fibers*) yang telah mencuri banyak perhatian karena disebut memiliki keunggulannya yang tinggi dari pada serat yang lain sebagai serat sintetis. Munculnya inovasi-inovasi terbaru mengenai serat untuk campuran beton membuat banyak penelitian terus bermunculan dan berkembang dengan maksud ingin mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap kekuatan beton, terutama pada kuat lentur beton. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan dan membandingkan efek dari penggunaan serat Kratos (*Micro Fibers*) sebagai serat sintetis dan serabut kelapa untuk kekuatan lentur beton. Sehingga didapatkan bahan alternatif yang efektif dan ramah lingkungan dalam Meningkatkan kualitas kerja beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah suatu bahan yang bisa diperoleh dengan cara mencampurkan berbagai jenis bahan seperti air, kerikil, pasir, semen Portland, dan bahan pengikat hidrolik jenis lain menggunakan atau tanpa menggunakan bahan tambahan lainnya [3]. Selain itu, beton polos merupakan beton struktur yang tidak terdapat penulangan atau menggunakan tulangan yang lebih sedikit dari batas minimum yang ditentukan pada beton bertulang [4]. Salah satu kelebihan beton adalah bisa dikombinasi dengan bahan/campuran lainnya untuk mendapatkan ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan beton polos tanpa bahan tambahan. Salah satu kekurangan beton yang bersifat getas atau kaku, serta kuat tariknya yang rendah sehingga mudah retak.

2.2 Beton Serat

Beton berserat (*Fibre Concrete*) memiliki pengertian sebagai beton yang terbuat dari campuran dari semen baik itu tipe I, II, III, atau VI berdasarkan SNI [5], air, agregat halus alami maupun olahan dengan menyaring atau memisahkan butiran batu atau terak tanur tinggi, dan agregat halus alami yang berasal dari pasir yang dihasilkan oleh penguraian batuan [6], agregat kasar, dan berbagai serat yang tersebar di dalam campuran dari beton. Salah satu beton serat memiliki keunggulan mampu menaikkan nilai kekuatan lentur beton dan dengan adanya tambahan material berupa serat maka biaya dapat menjadi lebih mahal [7].

2.3 Serat Fabrikasi (*Micro Fibers*)

Kratos Micro Serat Sintetis diproduksi dari bahan baku Polymide 6.6 sesuai standar EN 14889-2 Kelas I dan memiliki keunggulan dalam hal mencegah terjadinya retak akibat *early age plastic shrinkage* dan *drying shrinkage* jangka panjang dibanding dengan serat polypropylene dan serat basalt. Berbeda dengan serat sintetis lainnya, Kratos Micro mampu menyerap hingga 5% kelembaban [8].

Tabel 1. Karakteristik Kratos *Micro Fibers*

Kratos Macro	Karakteristik Properti
Kelas Serat	EN 14889-2 Kelas I
Bahan Baku	Polyamide 6.6
Berat jenis (gr/cm^3)	1,14
Panjang (mm)	6 - 12
Kuat Tarik (MPa)	900
Ketahanan Alkali	Tinggi
Ketahanan terhadap korosi	Tinggi
Titik Leleh (^{o}C)	260
Jumlah Serat/kg	222 Juta (6 mm) 111 Juta (12 mm)

Dari hasil pengujian terakreditasi yang dilakukan di Universitas Aachen Jerman membuktikan bahwa aplikasi dengan dosis 600 g/m3 beton akan mencegah 99% retak akibat susut beton. Penggunaan 300 g/m3 Kratos Micro dapat mencehag 67,7% retak susut [9].

Gambar 1. Serat Kratos (*Micro Fibers*)

2.4 Serat Alam (Serabut Kelapa)

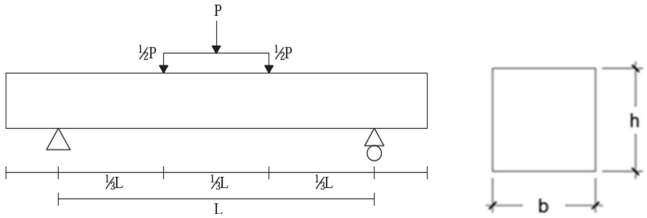
Serabut kelapa dicirikan dengan panjang 15 cm – 30 cm, ringan, tahan terhadap microba, penggosokan serta penyadapan. Pengaruh dari tambahan serabut kelapa pada beton dapat mengurangi workability, namun dengan penambahan juga bisa meningkatkan kekuatan lentur beton [10]. Dari Sunario (Tahun 2008) pada Laboratorium Balai Besar Pulpen dan Kertas pada terdapat beberapa komposisi kimia pada serabut kelapa [11]. Lihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Komposisi Serat Kelapa

Parameter	Hasil pengujian komposisi	Metode pengujian
Presentase abu	2,02%	SNI 14-1031-1989
Presentase lignin	31,48%	SNI 14-0492-1990
Presentase sari	3,41%	SNI 12-1032-1989
Presentase alfa seulosa	32,64%	SNI 14-0444-1989
Presentase total selulosa	55,34%	Metoda Internal BBPK
Presentase pentosan sebagai hemiselulosa	22,70%	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1%	20,48%	SNI 19-1938-1990

2.5 Kuat Lentur Beton

Kemampuan balok beton yang ditempatkan pada dua posisi untuk menahan gaya yang diberikan tegak lurus pada sumbu benda yang diuji sampai benda uji mengalami patah, dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya persatuan luas merupakan pengertian kuat lentur beton. [12]. Terdapat beberapa metode pengujian kuat lentur seperti : Sistem dengan 1 titik bagian pembebanan [13] danSistem dengan 2 titik bagian pembebanan [14]. Benda uji berupa balok yang panjangnya empat kali lebar balok. Uji beban dua titik pada suatu balok ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Peletakan Pembebanan Beton

Untuk menghitung nilai kuat lentur, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{PL}{b.h^2} \quad (1)$$

Dimana:

- = kuat lentur (MPa)
- = beban maksimum saat terjadi keretakan (N)
- = panjang bentang antar tumpuan (mm)
- = lebar penampang balok uji (mm)
- = tinggi penampang balok uji (mm)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimental dalam Laboratorium Universitas Widya Gama Malang untuk mengumpulkan data atau angka kemudian dapat diambil suatu kesimpulan dari perbandingan beton serat antara serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa) dengan perencanaan mutu beton adalah beton f'c 20 MPa. Dengan tahapan persiapan bahan, pengujian agregat, mix design, pengujian slump, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian.

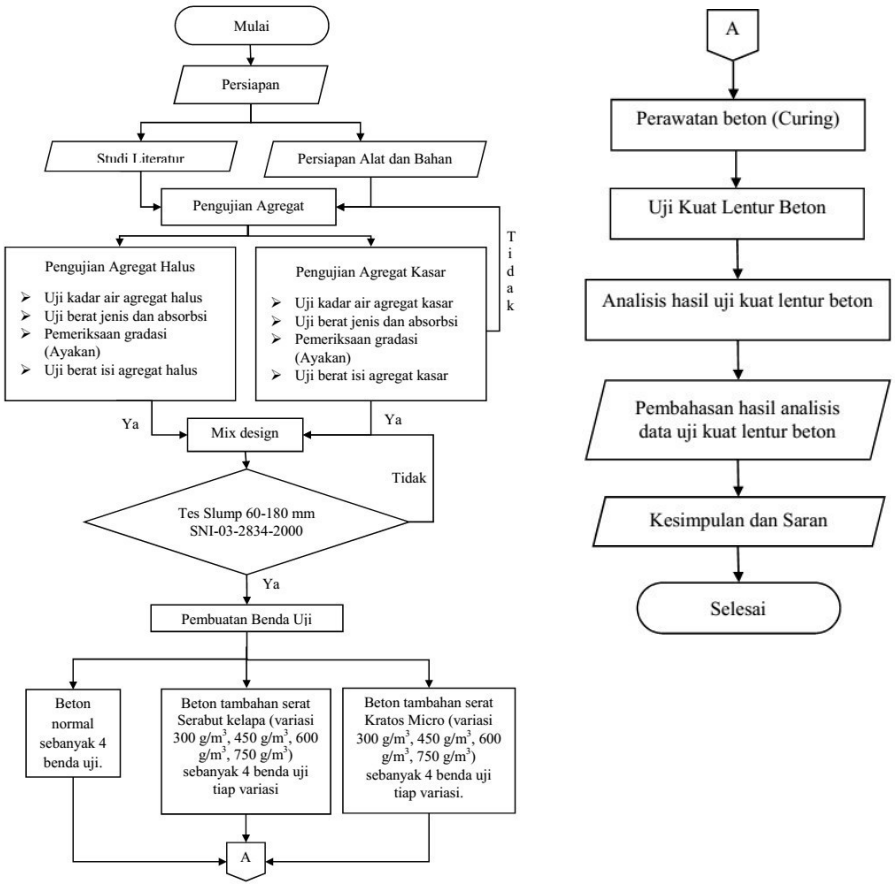
3.1 Pembuatan Benda Uji

Perencanaan kebutuhan serat *Micro Fibers* pada 16 balok adalah 113,4 gram dan kebutuhan untuk serabut kelapa pada 16 balok adalah 113,4 gram. Panjang serat adalah 6-12 mm yang ditambahkan untuk benda uji. Dibutuhkan 36 buah balok beton, dengan takaran pasir, semen dan kerikil yang sama rata.

Tabel 1. Populasi Benda Uji

No	Takaran Serat	Umur Beton	Uji Kuat Lentur	
			Serat *Micro Fibers*	Serabut Selapa
1	Beton Serat 300 gr/m3	28 Hari	4	4
2	Beton Serat 450 gr/m3	28 Hari	4	4
3	Beton Serat 600 gr/m3	28 Hari	4	4
4	Beton Serat 750 gr/m3	28 Hari	4	4
Jumlah Beton Serat			16	16
Total keseluruhan + 4 Beton Normal			**36**	

3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Prosedur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Agregat

Pengujian agregat kasar dan halus dalam rangka megetahui spesifikasi material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji penelitian dapat dilihat dalam **Tabel 4**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar Dan Halus

Pengujian	Agregat Kasar			Agregat Halus		
	Hasil	SNI	Ket.	Hasil	SNI	Ket.
Kadar air (%)	3,24	3% - 5%	Memenuhi	3,36	(2% - 5%)	Memenuhi
Kadar lumpur (%)	0,57	Maks. 1%	Memenuhi	1,57	Maks. 5%	Memenuhi
Berat jenis (g/cm³)	2,58	2,58 - 2,83	Memenuhi	2,58	1,6 - 3,3	Memenuhi
Penyerapan (%)	0,91	-	Memenuhi	2,57	0,20 – 2,00	Memenuhi
Modulus halus (%)	6,59	6,0 - 7,1	Memenuhi	3,35	1,50 - 3,80	Memenuhi
Berat volume (cm³)	Padat : 1,47	1,20 - 1,60	Memenuhi	Padat : 1,55	1,20 - 1,90	Memenuhi
	Gembur : 1,26			Gembur : 1,20		

4.2 Mix Design

Kondisi ideal agregat yaitu saat kondisi jenuh kering permukaan (SSD), dimana kondisi aktual agregat biasanya tidak memenuhi syarat tersebut. Maka susunan campuran aktual untuk tiap 1 m^3 beton adalah pasir = 673,74 kg, semen = 372,73 kg, kerikil = 1122,67 kg, dan air 180,86 Kg. Volume dalam 1 cetakan ukuran 60 x 15 x 15 = 0,0135 m3. Maka jumlah volume 36 benda uji :

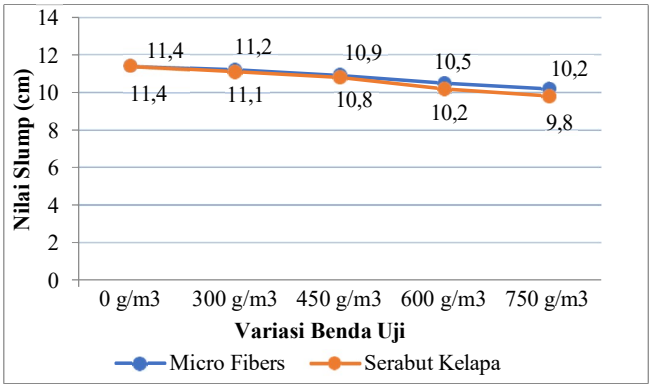
Volume total 36 benda uji = Volume 1 cetakan x 36
= 0,0135 x 36 = 0,486 m^3

Tabel 3. Perkiraan Berat Campuran Untuk Benda Uji

Material	Berat benda uji (kg)	Estimasi penambahan 20% per variasi	Berat 36 benda uji (kg)
Semen	5,0319	24,1531	217,38
Air	2,4416	11,7197	105,48
Pasir	9,0955	43,6584	392,93
Kerikil	15,1561	72,7492	654,74

4.3 Pengujian Slump Beton

Berdasarkan pengujian slump beton berserat baik itu beton normal, beton berserat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa), hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Grafik Nilai Slump Pada Beton Normal Dan Beton Berserat.

Penambahan serat juga mempengaruhi hasil slump beton, sebab serat menyerap air yang terkandung dalam campuran beton, maka semakin banyak serat yang dicampurkan beton yang diperoleh semakin kental. Nilai slump yang didapatkan telah masuk ke dalam slump rencana yaitu antara 60 – 180 mm sesuai dengan SNI 03-2834-2000 [15].

4.4 Pengujian Kuat Lentur Beton

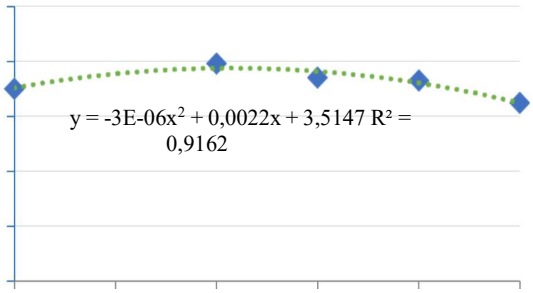
Pengujian kuat lentur beton dilakukan 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara perendaman serta pengeringan, menggunakan alat *Hydraulic Jack Concrete Beam*. Berikut ini perhitungan kuat lentur beton pada beton normal :

$$\sigma = \frac{PL}{b.h^2} = \frac{2400\ N\ x\ 500\ mm}{150\ mm\ x\ 150^2 mm} = \ 3{,}65\ Mpa$$

Maka hasil kuat lentur rata-rata beton normal dan berserat dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Dan Persentase Perubahan

Takaran Serat	Kuat lentur rata-rata (MPa)	Persentase Perubahan terhadap beton normal (%)	Persentase perubahan setiap penambahan serat (%)
Beton Normal			
BN 1	3,50	0	0
Beton Serat Fabrikasi (*Micro Fibers*)			
BS 300 gr	3,96	13,23	13,23
BS 450 gr	3,70	5,82	-6,54
BS 600 gr	3,65	4,23	-1,5
BS 750 gr	3,24	-7,41	-11,17
Beton Serat Alam (Serabut kelapa)			
BSK 300 gr	3,65	4,23	4,23
BSK 450 gr	3,54	1,06	-3,05
BSK 600 gr	3,52	0,53	-0,52
BSK 750 gr	3,41	-2,65	-3,16



Gambar 4. Pengaruh Penambahan Serat Micro Fibers Terhadap Kuat Lentur

Pada **Gambar 5** didapatkan pengaruh penambahan kadar serat terhadap peningkatan kuat lentur beton dengan rumus pendekatan sebagai berikut.

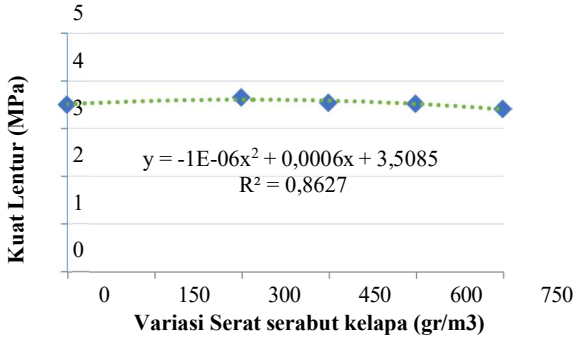
Nilai optimum didapatkan dari x saat $f_{lt} = 0$

$0 = -0{,}000006x + 0{,}0022$

$x = \frac{0{,}0022}{0{,}000006} = 366{,}67$ gr/m^3

$f_{lt} = -0{,}000003(366{,}67)^2 + 0{,}0022(366{,}67) + 3{,}5147 = 3{,}92$ MPa

Maka penambahan serat *Micro Fibers* dalam campuran beton yang optimal sebesar 366,67 gr/m^3 yang dapat menghasilkan nilai kuat lentur maksimum sebesar 3,92 MPa.



Gambar 5. Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Fibers Terhadap Kuat

Pada **Gambar 6** didapatkan pengaruh penambahan kadar serat terhadap peningkatan kuat lentur beton dengan rumus pendekatan yang sama dengan perhitungan pengaruh penambahan kadar serat *Micro Fibers* sebagai berikut.

$f_{lt} = -0{,}000001(300)^2 + 0{,}0006(300) + 3{,}5085 = 3{,}60$ MPa

Maka penambahan serat serabut kelapa yang optimal sebesar 300 gr/m^3, nilai kuat lentur maksimum sebesar 3,60 MPa.

Anova: Single Factor (*Micro Fibers*)

SUMMARY

roups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
BN	4	94,5	23,625	4,729167
BS 300 gr/m3	4	107	26,75	0,416667
BS 450 gr/m3	4	100	25	4
BS 600 gr/m3	4	98,5	24,625	0,729167
BS 750 gr/m3	4	87,5	21,875	0,0625

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	51,625	4	12,90625	6,493711	0,003068	3,055568
Within Groups	29,8125	15	1,9875			
Total	81,4375	19				

Hipotesis :

H0 = BS tidak berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton. H1 = BS berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton.

H0 = α < *P-Value*

H1 = α > *P-Value*

α = 0,05 > *P-Value* = 0,003068

H1 = BS berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton.

Anova: Single Factor (Serabut Kelapa)

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
BN	4	94,5	23,625	4,729167
BSK 300 gr/m3	4	98,5	24,625	0,229167
BSK 450 gr/m3	4	95,5	23,875	0,395833
BSK 600 gr/m3	4	95	23,75	0,916667
BSK 750 gr/m3	4	92	23	2,833333

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	5,425	4	1,35625	0,744851	0,576326	3,055568
Within Groups	27,3125	15	1,820833			
Total	32,7375	19				

Hipotesis :

H0 = BSK tidak berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton.

H1 = BSK berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton.

H0 = α < *P-Value*

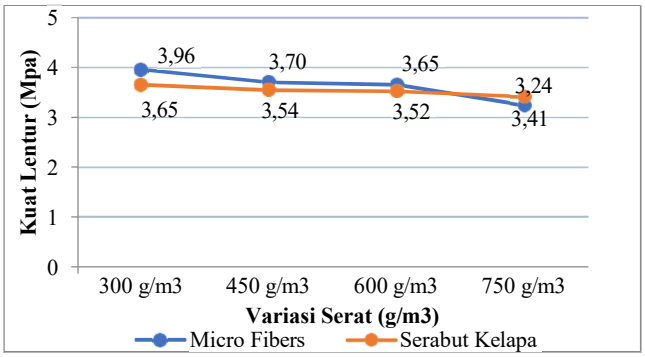
H1 = α > *P-Value*

α = 0,05 < *P-Value* = 0,576326

H0 = BSK tidak berpengaruh terhadap kenaikan kuat lentur beton

4.5 Perbandingan Serat Pada Beton

Setelah semua data diperoleh, grafik yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Kuat lentur (MPa) Antara Serat Fabrikasi (Micro Fibers) Dan Serat Alam (Serabut Kelapa)

Keseluruhan perhitungan penurunan kuat lentur beton campuran serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa) dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. Rata-rata Penurunan Kuat Lentur

Variasi Serat	Kuat Lentur *Micro Fibers* (MPa)	Penurunan Kuat Lentur *Micro Fibers* (MPa)	Kuat Lentur Serabut Kelapa (MPa)	Penurunan Kuat Lentur Pada Serabut Kelapa (MPa)
300 gr/m3	3,96	-	3,65	-
450 gr/m3	3,70	0,26	3,54	0,11
600 gr/m3	3,65	0,05	3,52	0,02
750 gr/m3	3,24	0,41	3,41	0,11
Rata-rata penurunan kuat lentur		**0,24**		**0,08**

Sesuai dengan **Tabel 7**, setiap penambahan 150 gr/m3 serat fabrikasi (*Micro Fibers*) mengalami penurunan rata-rata kuat lentur sebesar 0,24 MPa, berbeda dengan serat alam (serabut kelapa) yang setiap penambahan 150 gr/m3 serat hanya mengalami penurunan rata-rata kuat lentur sebesar 0,08 MPa. Hal ini menjadikan serat serabut kelapa sebagai serat yang penurunan rata-rata kuat lenturnya lebih kecil dibandingkan dengan serat *Micro Fibers*. Berikut ini merupakan perhitungan selisih dan persentase antara serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa) pada variasi 300 gr/m3:

Selisih pada variasi 300 gr/m^3 = Nilai kuat lentur *Micro Fibers* – nilai kuat lentur serabut kelapa
= 3,96 MPa – 3,65 MPa = 0,31 MPa

Persentase perbandingan variasi 300 gr/m^3 = (3,96 – 3,65)/3,65*100%
= 8,49%

Maka keseluruhan perhitungan untuk selisih dan persentase kuat lentur beton campuran serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dan serat alam (serabut kelapa) dapat dilihat pada **Tabel 8** berikut.

Tabel 6. Selisih dan Persentase Perbandingan Kuat Lentur Antara Serat Fabrikasi (*Micro Fibers*) dan Serat Alam (Serabut Kelapa)

Variasi Serat	Kuat Lentur *Micro Fibers*(MPa)	Kuat Lentur Serabut Kelapa (MPa)	Selisih Antarserat (MPa)	Perbandingan Antarserat (%)
300 gr/m3	3,96	3,65	0,31	8,49
450 gr/m3	3,70	3,54	0,16	4,51
600 gr/m3	3,65	3,52	0,13	3,69
750 gr/m3	3,24	3,41	0,17	5,25

Meskipun kedua jenis serat memiliki ukuran panjang yang sama yaitu 6 – 12 mm untuk serat fabrikasi (*Micro Fibers*) dengan variasi 300 gr/m3 memiliki nilai rata-rata kuat lentur yang lebih tinggi yaitu 3,96 MPa (13,23% terhadap beton normal) dibandingkan dengan variasi yang sama 300 gr/m3 serat alam (serabut kelapa) yang hanya mencapai nilai rata-rata kuat lentur tertinggi yaitu 3,65 MPa (4,23% terhadap beton normal), dengan selisih kuat lentur 0,31 MPa (8,49%).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa penambahan serat pada beton mempengaruhi kuat lentur yang dihasilkan, khususnya pada variasi serat 300 gr/m³. Serat fabrikasi (*Micro Fibers*) menunjukkan nilai kuat lentur tertinggi sebesar 3,96 MPa dengan peningkatan 13,23% terhadap beton normal, sedangkan serat alam (serabut kelapa) mencapai 3,65 MPa dengan peningkatan 4,23%. Hasil analisis statistik Anova menunjukkan bahwa hanya serat *Micro Fibers* yang memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kuat lentur beton, sedangkan serabut kelapa tidak memberikan pengaruh signifikan. Selisih kuat lentur antara kedua jenis serat pada variasi 300 gr/m³ sebesar 0,31 MPa atau 8,49%, membuktikan bahwa serat fabrikasi lebih efektif dalam meningkatkan kualitas kuat lentur beton. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa serat *Micro Fibers* lebih direkomendasikan sebagai bahan tambah dalam beton berserat dibandingkan serat alam, baik dari segi efektivitas peningkatan kuat lentur maupun kestabilan hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. P. Pane, H. Tanudjaja, and R. S. Windah, "Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton," 2015.

[2] M. A. Mokoagow, "Analisis metode pembuatan terhadap sifat mekanik dan morfologi patahan honeycomb sandwich komposit serat karbon ud 12k layer 2c2," *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.

[3] K. Usman and R. Widyawati, "Pengendalian Mutu Beton Ready Mix Pada Batching Plant Dengan Menggunakan Statistical Quality Control," *Rekayasa J. Ilm. Fak. Tek. Univ. Lampung*, vol. 15, no. 3, pp. 205–216, 2011.

[4] S. N. Indonesia, "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung," *Sni*, vol. 2847, p. 2013, 2013.

[5] B. S. Nasional, "Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 2049-2004: Semen Portland," 2004, *Jakarta*.

[6] B. S. Nasional, "SNI 03-6820-2002 Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen," *Badan Stand. Nasional. Jakarta Badan Stand. Nas.*, 2002.

[7] T. R. H. Lubis, "Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115n Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah (Studi Penelitian)," *J. Ilm. Mhs. Tek. [JIMT]*, vol. 1, no. 2, 2021.

[8] K. Reincforment, "Kratos Fibers *Micro Fibers*." [Online]. Available: https://kratosreinforcement.com/id/micro-fibers-2/

[9] K. Reincforment, "Kratos Fibers *Micro Fibers*." [Online]. Available: https://kratosreinforcement.com/id/produk-serat-kratos/

[10] G. R. L. Tobing and Y. Risdianto, "Pengaruh penambahan serat sabut kelapa (coconut fiber) terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2019.

[11] S. Surianti and A. Arham, "Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Media Inov. Tek. Sipil UNIDAYAN*, vol. 6, no. 1, pp. 57–64, 2017.

[12] B. S. Nasional, "Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan SNI 4431:2011," 2011.

[13] B. S. Nasional, "Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan Sni 03-4431-1997," *Mod. large Cult. Dimens. Glob.*, vol. 00, no. 1980, pp. 3–41, 1997, [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252%0Ahttp://dx.doi.o

[14] B. S. Nasional, "Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebani Terpusat Langsung SNI 03-4154-1996," *Tetrahedron*, vol. 52, no. 44, pp. 13837–13866, 1996.

[15] B. S. Nasional, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal," *Sni*, vol. 3, p. 2834, 2000.