

## **Pengaruh Bekisting Multiplek dan Papan Kayu terhadap Kuat Tekan Beton**

**Anggi Febriandy, Elvira, Eti Sulandari**

Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Universitas Tanjungpura

---

### **ARTICLE INFO**

#### **Kata Kunci:**

Kuat Tekan Beton; Bekisting;  
Pelapis Bekisting; Multiplek;  
Papan Kayu; Umur 28 Hari;  
Analisis Deskriptif-Komparatif.

#### **\*Correspondence email:**

catchandi2@gmail.com;  
[elvira@civil.untan.ac.id](mailto:elvira@civil.untan.ac.id)

**Submitted:** 07 Desember 2025

**Revised:** 31 Desember 2025

**Accepted:** 25 Januari 2026

**Published:** 04 Februari 2026

### **ABSTRAK**

Bekisting merupakan elemen penting dalam pekerjaan beton karena berfungsi sebagai cetakan sementara yang dapat memengaruhi mutu beton, khususnya pada fase pengecoran dan pengerasan awal. Pada praktik lapangan, terutama proyek berskala kecil hingga menengah, bekisting papan kayu masih banyak digunakan karena pertimbangan ekonomi, meskipun sifatnya yang menyerap air berpotensi menurunkan kuat tekan beton. Sebagai alternatif, multiplek dan variasi pelapis permukaan bekisting mulai digunakan, namun pengaruhnya terhadap kuat tekan beton belum banyak dikaji secara komparatif dan terukur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis material bekisting dan jenis pelapis permukaan terhadap kuat tekan beton umur 28 hari. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan benda uji kubus berukuran 15×15×15 cm, menggunakan dua mutu rencana beton yaitu 20 MPa dan 30 MPa. Variasi perlakuan meliputi bekisting besi, papan kayu, dan multiplek, dengan pelapis plastik cor, minyak bekisting, dan cat minyak. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari dan dianalisis secara deskriptif-komparatif dengan bekisting besi sebagai acuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi berbasis multiplek, khususnya multiplek dengan pelapis cat, menghasilkan kuat tekan yang paling mendekati nilai acuan. Sebaliknya, variasi berbasis papan kayu cenderung menunjukkan penurunan kuat tekan yang lebih besar. Berdasarkan temuan tersebut, penggunaan bekisting multiplek dengan pelapis cat direkomendasikan sebagai alternatif yang lebih baik dibandingkan papan kayu pada kondisi pengujian sejenis.

---

### **ABSTRACT**

#### **Keywords:**

Concrete Compressive Strength;  
Formwork; Formwork  
Coatings; Plywood; Timber; 28-  
Day Strength; Descriptive-  
Comparative Analysis.

Formwork is a critical component in concrete construction as it functions as a temporary mold that can influence concrete quality, particularly during placement and early curing stages. In construction practice, especially in small- to medium-scale projects, timber formwork is still widely used due to economic considerations; however, its water-absorbing characteristics may reduce concrete compressive strength. As an alternative, plywood formwork and various surface coatings have been applied, yet their comparative influence on concrete compressive strength has not been extensively evaluated in a systematic manner. This study aims to analyze the effect of formwork material and surface coating type on the 28-day compressive strength of concrete. An experimental laboratory method was employed using cubic specimens measuring 15×15×15 cm, with two target concrete grades of 20 MPa and 30 MPa. The variations included steel, timber, and plywood formwork, combined with plastic sheet coating, release oil, and oil-based paint. Compressive strength testing was conducted at 28 days, and the results were analyzed using a descriptive-comparative approach with steel formwork as the reference. The results indicate that plywood-based formwork, particularly plywood coated with oil-based paint, produced compressive strength values closest to the reference. In contrast, timber-based formwork showed greater reductions in compressive strength across both concrete grades. Based on these findings, the use of plywood formwork with paint coating is recommended as a more reliable alternative to timber formwork under similar testing conditions.

---

## **PENDAHULUAN**

Penggunaan material bekisting kayu kelas III pada proyek konstruksi berskala kecil, khususnya dengan nilai anggaran di bawah Rp200 juta, merupakan praktik yang lazim dilakukan di lapangan. Bekisting jenis ini dipilih karena harga yang terjangkau, ketersediaan material yang mudah diperoleh, serta proses pemasangan yang relatif cepat. Namun, kualitas beton yang dihasilkan sering kali kurang optimal. Sifat kayu yang higroskopis menyebabkan penyerapan air dari adukan beton, sehingga mengurangi rasio air - semen yang efektif dan berpotensi menurunkan kuat tekan beton (Meidiani & Pratama, 2017).

Material multiplek sering dianggap sebagai alternatif untuk mengatasi kelemahan tersebut. Dibandingkan kayu kelas III, multiplek memiliki kekuatan tekan dan ketahanan terhadap kelembapan yang lebih baik, serta deformasi yang relatif kecil. Kayu kelas III, seperti kayu jabon, memang memiliki berat jenis sedang dan penyusutan rendah, tetapi

kekuatan mekaniknya terbatas untuk penggunaan struktural yang menuntut kapasitas beban tinggi (Arsad, 2013). Perbedaan sifat fisik ini menimbulkan dugaan adanya perbedaan kinerja beton yang dihasilkan, namun bukti kuantitatif yang terstandar masih terbatas.

Dalam pengujian kuat tekan beton, baik menggunakan benda uji kubus maupun silinder, bekisting besi sering digunakan sebagai standar karena sifatnya yang kedap air dan kemampuannya mempertahankan kadar air beton selama proses hidrasi. Sebaliknya, bekisting kayu dan multiplek memiliki tingkat penyerapan air yang berbeda, sehingga berpotensi memengaruhi proses pengerasan dan hasil kuat tekan beton. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penggunaan bekisting kayu dapat menyebabkan penurunan mutu beton K - 175 hingga 29–42% (Meidiani & Pratama, 2017), namun kajian perbandingan yang melibatkan multiplek serta variasi pelapis masih jarang ditemukan.

Selain pemilihan material utama bekisting, teknik pelapisan permukaan seperti penggunaan plastik cor, minyak bekisting, atau cat minyak juga berpotensi memengaruhi mutu akhir beton. Plastik cor berfungsi sebagai penghalang kedap air yang dapat membatasi kehilangan kelembapan dari beton segar, sedangkan minyak bekisting dan cat minyak lebih berperan sebagai agen pelepas untuk mempermudah pembongkaran bekisting. Meskipun ketiga pelapis tersebut umum digunakan, kajian yang membandingkan pengaruhnya terhadap kuat tekan beton secara sistematis masih terbatas.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penelitian yang secara langsung membandingkan kinerja berbagai jenis material bekisting dan pelapis terhadap mutu beton. Kajian ini diharapkan dapat memberikan data empiris yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan teknis pada proyek konstruksi, khususnya pada skala kecil hingga menengah, serta mengisi kekosongan penelitian yang selama ini lebih banyak menitikberatkan pada aspek biaya, waktu, dan metode pemasangan bekisting. Atas dasar itu, penelitian ini diangkat dengan asumsi bahwa variasi jenis bekisting dapat memengaruhi mutu kuat tekan beton. Bekisting kayu, multiplek, dan besi dianalisis sebagai perbandingan untuk melihat kecenderungan perubahan mutu, sedangkan hasil pengujian yang diperoleh diharapkan menjadi gambaran awal yang bermanfaat bagi pertimbangan teknis dalam pelaksanaan konstruksi.

## **Tinjauan Pustaka**

### **Beton**

Beton merupakan bahan bangunan yang merupakan hasil dari campuran bahan - bahan dasar, seperti semen Portland, agregat halus, agregat kasar, dan air dalam proporsi tertentu (Hani & Rini, 2018). Pada pelaksanaannya atau penggunaannya beton ini dipasang bersama - sama batang baja (Hadi Prayogo et al., 2019). Pada saat ini sebagian besar bangunan dibuat dari beton bertulang, karena beton mempunyai kelebihan dari bahan lainnya, juga beton mudah dicetak sesuai kebutuhan pemakaian, awet dan tahan lama (Purwanto et al., 2021).

### **Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10 – 65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan antara 17 - 30 MPa (Yusra et al., 2018). Sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar antara 30 – 45 MPa (Laksono et al., 2024). Untuk keadaan dan keperluan khusus, beton ready mix mampu mencapai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tekan tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat laboratorium (Susilo et al., 2023).

### **Bekisting**

Bekisting merupakan elemen krusial dalam konstruksi beton yang berfungsi sebagai cetakan sementara untuk membentuk dan menahan beton hingga mencapai kekuatan awal yang mampu menopang beban struktural (Shazwan Ahmad Shah et al., 2019), (Setiawan et al., 2025). Pemilihan material bekisting yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas, durabilitas, dan kekuatan beton yang dihasilkan. Material yang digunakan harus memenuhi kriteria utama berupa kekuatan struktural, efisiensi biaya, serta kemudahan penggunaan dan pelepasan (Peurifoy & Oberlender, 1996 dalam Shazwan Ahmad Shah et al., 2019).

### **Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Jenis Bekisting**

Bekisting memiliki peran penting dalam memastikan kekuatan tekan beton yang optimal. Sebagai cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton saat pengecoran dan proses pengeringan, bekisting bertanggung jawab menjaga dimensi dan bentuk beton sesuai dengan desain. Apabila bekisting tidak cukup stabil, deformasi atau cacat struktural dapat terjadi, yang akhirnya mengurangi kekuatan tekan beton (Javier Antonia et al., 2023). Oleh karena itu, stabilitas bekisting sangat penting dalam konstruksi beton bertulang.

Kedap airnya bekisting menjadi faktor penting dalam menjaga campuran beton tetap utuh selama proses pengecoran dan curing. Kebocoran air dari bekisting dapat memengaruhi kadar air semen yang diperlukan untuk reaksi hidrasi, yang pada gilirannya akan menurunkan kualitas dan kekuatan beton (Hani & Rini, 2018). Jenis bekisting yang baik harus mampu menahan campuran beton tanpa menyebabkan kebocoran, sehingga beton dapat mengeras secara sempurna dan mencapai kekuatan yang diinginkan (Elviana et al., 2019).

Material bekisting juga berperan dalam kualitas akhir permukaan beton. Bekisting dari bahan baja atau plastik cenderung menghasilkan permukaan beton yang lebih halus dibandingkan dengan bekisting kayu (Rombe et al., 2021). Permukaan yang halus ini dapat mengurangi cacat pada permukaan beton yang, jika terjadi, bisa mengurangi kekuatan struktural. Pemilihan material yang tepat untuk bekisting harus mempertimbangkan kebutuhan spesifik dari proyek yang sedang dikerjakan (Rafael et al., 2022).

Waktu pembongkaran bekisting juga harus diperhitungkan dengan hati - hati. Jika bekisting dilepas terlalu cepat, beton mungkin belum mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan beban sendiri (Hartono et al., 2021). Hal ini bisa menyebabkan keretakan atau deformasi yang tidak hanya mengurangi kekuatan tekan beton tetapi juga dapat memengaruhi kestabilan struktural. Oleh karena itu, waktu pembongkaran bekisting harus disesuaikan dengan karakteristik pengeringan beton (Solikin & Ariska, 2023).

Selain itu, suhu dan kondisi curing yang dijaga oleh bekisting juga memainkan peran dalam kekuatan tekan beton. Bekisting yang tepat dapat membantu menjaga suhu dan kelembaban beton selama proses curing (Salain, 2021). Kondisi curing yang baik memungkinkan reaksi hidrasi berjalan optimal, yang penting dalam meningkatkan kuat tekan beton. Pemilihan bekisting yang baik harus mempertimbangkan faktor - faktor ini untuk memastikan kualitas beton yang optimal.

## METODE

Metodologi penelitian ini menjelaskan langkah-langkah sistematis dalam melaksanakan studi kasus mengenai pengaruh jenis bekisting terhadap mutu beton melalui pendekatan laboratorium dan studi literatur. Penelitian diawali dengan analisis karakteristik bahan seperti gradasi, kadar lumpur, kadar organik, kadar air, serta berat jenis agregat, kemudian dilanjutkan dengan perencanaan mix design dan pembuatan benda uji kubus berukuran 15×15×15 cm untuk diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung di Laboratorium Bahan dan Konstruksi FT Untan dengan memanfaatkan berbagai peralatan seperti mesin uji tekan, cetakan kubus, mesin penggetar saringan, oven material, timbangan elektrik, alat slump, molen, gelas ukur, dan organik plate. Populasi penelitian meliputi seluruh benda uji kubus dengan total 54 sampel dari dua kelompok mix design yang diambil menggunakan metode sampling acak sederhana. Secara keseluruhan, prosedur penelitian dilakukan melalui analisis bahan, proses pencampuran dan pengecoran beton, serta pengujian kuat tekan, sehingga menghasilkan data kuantitatif primer dan data sekunder dari literatur untuk mendukung pembahasan kualitas beton yang dihasilkan.

## HASIL

### Analisis Data

#### Rancangan Komposisi Campuran Adukan Beton

Hasil dari perhitungan rancangan kebutuhan campuran beton sesuai pada tabel 1 dan tabel 2 berikut ini:

**Tabel 1.** Campuran Beton Dengan Variasi 30 MPa

No.	Material	Berat Per m <sup>3</sup>	Satuan
1	Semen	505,923	kg
2	Air	185,108	kg
3	Agregat Kasar	972,653	kg
4	Agregat Halus	699,092	kg
	Jumlah	2362,777	kg

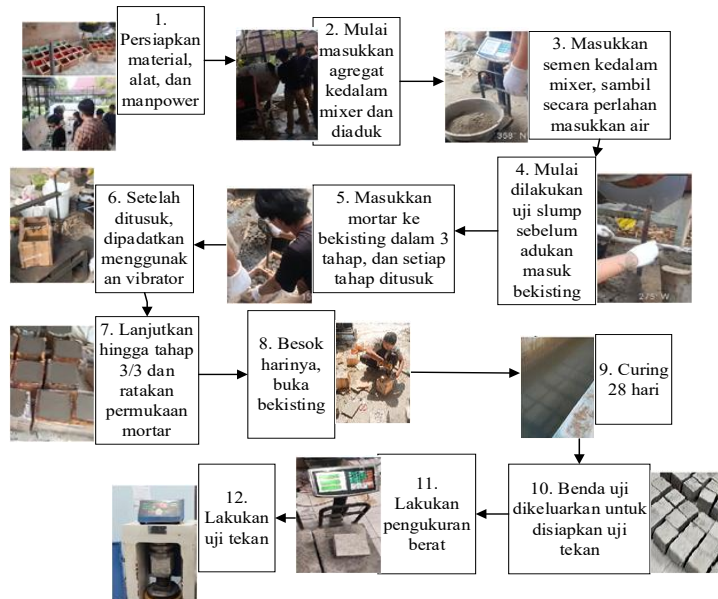
**Tabel 2.** Campuran Beton Dengan Variasi 20 MPa

No.	Material	Berat Per m <sup>3</sup>	Satuan
1	Semen	392,540	kg
2	Air	181,771	kg
3	Agregat Kasar	972,653	kg
4	Agregat Halus	817,471	kg
	Jumlah	2364,435	kg

### Hasil Pengujian Beton

Setelah diperoleh estimasi komposisi campuran beton yang sesuai, maka dilakukan proses pencetakan beton dengan campuran tersebut hingga mencapai usia 28 hari. Selama periode tersebut, dilakukan proses curing yang bertujuan untuk memastikan hidrasi semen berlangsung optimal, sehingga beton dapat mencapai kekuatan yang diharapkan. Pengujian kuat tekan beton kemudian dilakukan menggunakan mesin uji yang tersedia di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknis Universitas Tanjungpura. Seluruh tahapan, mulai dari persiapan material hingga proses pengecoran beton, digambarkan secara rinci pada Gambar 1 untuk memberikan gambaran visual terhadap prosedur yang telah dilaksanakan.

Penjelasan singkat berdasarkan Gambar 1, proses dimulai dari persiapan material dan alat, dilanjutkan pencampuran agregat, semen, dan air dalam mixer hingga merata. Setelah diuji slump untuk memastikan tingkat kelecakan, adukan dituang ke dalam bekisting secara bertahap dan dipadatkan dengan vibrator. Setelah permukaan diratakan, beton menjalani curing selama 28 hari. Usai curing, dilakukan penimbangan dan pengujian kuat tekan dengan mesin uji untuk memperoleh data awal analisis.



Gambar 1. Alur Pengecoran Hingga Pengujian Beton

Adapun hasil pengujian kuat tekan beton disajikan dalam Tabel 3 yang memuat data awal sebagai dasar analisis data pengujian. Data tersebut memiliki peran penting dalam mendukung kajian mengenai pengaruh material bekisting dan pelapis terhadap kualitas beton yang akan dianalisis. Penyajian data ini tidak hanya bertujuan untuk menunjukkan hasil eksperimental, tetapi juga untuk menjadi landasan dalam menilai efektivitas metode yang digunakan serta validitas hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya.

Tabel 3. Hasil Tes Kuat Tekan 20 MPa

Variasi	Berat (Kg)	Berat Rata - Rata (Kg)	Kuat Tekan Konversi Silinder (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata Konversi Silinder (MPa)
k1 = bekisting besi	8,4		37,29	
	8,55	8,50	34,49	35,52
	8,55		34,79	
k2 = bekisting papan mal	8,35		24,90	
	8,7	8,57	23,57	26,76
	8,65		31,80	
k3 = bekisting multiplek	8,5		33,79	
	8,55	8,52	33,83	33,93
	8,5		34,16	
k4 = bekisting papan mal+plastik cor	8,35		24,42	
	8,75	8,58	28,07	24,75
	8,65		21,76	
k5 = bekisting multiplek+plastik cor	8,5		23,02	
	8,3	8,42	22,10	25,22
	8,45		30,54	
k6 = bekisting papan mal+minyak bekisting	8,2		19,11	
	8,4	8,37	20,10	20,89
	8,5		23,46	
k7 = bekisting multiplek+minyak bekisting	8,65		33,86	
	8,6	8,57	34,56	33,02
	8,45		30,62	
k8 = bekisting papan mal + cat minyak	8,2		25,49	
	8,25	8,30	28,18	26,81
	8,45		26,74	
k9 = bekisting multiplek + cat minyak	8,6		34,05	
	8,45	8,40	36,59	36,22
	8,15		38,03	

**Tabel 4.** Hasil Tes Kuat Tekan 30 MPa

Variasi	Berat (Kg)	Berat Rata - Rata (Kg)	Kuat Tekan Konversi Silinder (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata Konversi Silinder (MPa)
k1 = bekisting besi	8,85	8,63	45,37	43,26
	8,5		42,16	
k2 = bekisting papan mal	8,55	8,37	42,24	33,99
	8,35		34,90	
	8,6		42,64	
k3 = bekisting multiplek	8,15	8,23	24,42	40,97
	8,3		37,59	
	8,2		42,02	
k4 = bekisting papan mal+plastik cor	8,2	8,27	43,31	30,06
	8,4		29,07	
	8,25		28,15	
k5 = bekisting multiplek+plastik cor	8,15	8,47	32,98	34,23
	8,15		39,25	
	8,65		30,58	
k6 = bekisting papan mal+minyak bekisting	8,6	8,50	32,87	30,74
	8,6		19,07	
	8,35		36,56	
k7 = bekisting multiplek+minyak bekisting	8,55	8,28	36,59	40,81
	8,1		38,62	
	8,6		40,21	
k8 = bekisting papan mal + cat minyak	8,15	8,42	43,60	27,97
	8,6		19,26	
	8,05		22,32	
k9 = bekisting multiplek + cat minyak	8,6	8,33	42,35	43,20
	8,3		44,45	
	8,4		40,28	
	8,3		44,86	

**Analisis**

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, hasil yang diperoleh masih cukup kompleks sehingga diperlukan penyederhanaan analitis agar pembacaan pola menjadi terarah dan selaras dengan fokus perbandingan kuat tekan 28 hari. Oleh karena itu, penulis menyusun rekapitulasi baru sebagai dasar pengolahan selanjutnya yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai Rata - Rata Hasil Pengujian

Variasi	20 MPa		30 MPa	
	Berat	Kuat Tekan	Berat	Kuat Tekan
K1	8,50	35,52	8,63	43,26
K2	8,57	26,76	8,37	33,99
K3	8,52	33,93	8,23	40,97
K4	8,58	24,75	8,27	30,06
K5	8,42	25,22	8,47	34,23
K6	8,37	20,89	8,50	30,74
K7	8,57	33,02	8,28	40,81
K8	8,30	26,81	8,42	27,97
K9	8,40	36,22	8,33	43,20

Dalam studi ini digunakan sembilan kelompok benda uji beton (K1-K9) yang mengombinasikan variasi bekisting dan pelapis untuk menilai perbedaan capaian kuat tekan pada mutu rencana 20 MPa dan 30 MPa. Susunan perlakuan disajikan berikut ini dan dipakai sebagai dasar pembacaan komparatif terhadap kelompok acuan, dengan tetap membatasi analisis pada parameter kuat tekan sesuai ruang lingkup penelitian.

Kelompok (K1) merupakan kelompok kontrol yang menggunakan bekisting besi tanpa pelapis tambahan. Besi dipilih sebagai acuan karena memiliki permukaan yang halus serta secara operasional tidak berinteraksi dengan adukan selama pencetakan. Hasil (K1) diposisikan sebagai nilai acuan untuk menilai perbedaan capaian kuat tekan pada variasi lain.

Kelompok (K2) menggunakan papan kayu sebagai bekisting tanpa pelapis. Material ini lazim di lapangan karena pertimbangan ekonomi, namun pada penelitian ini hasilnya dibaca secara komparatif terhadap acuan tanpa memasuki evaluasi mekanisme material. Dengan demikian, interpretasi tetap pada perbedaan nilai rata - rata kuat tekan terhadap (K1).

Kelompok (K3) menggunakan multiplek tanpa pelapis. Multiplek memiliki permukaan yang lebih rata dan stabil secara operasional. Dalam konteks analisis ini, kinerjanya dinilai melalui perbandingan nilai rata - rata kuat tekan terhadap acuan, tanpa mengembangkan penjelasan di luar parameter uji.

Kelompok (K4) menggunakan papan kayu yang dilapisi plastik cor. Pelapis dimaksudkan sebagai perlakuan pada permukaan bekisting; pada analisis ini efeknya dinilai secara deskriptif melalui perbandingan terhadap (K1), tanpa penjelasan mekanistik yang tidak diukur.

Kelompok (K5) menggunakan multiplek dengan pelapis plastik cor. Kombinasi ini dinilai sebagai variasi alternatif pada permukaan cetakan; interpretasi difokuskan pada perbedaan nilai rata - rata kuat tekan terhadap acuan sesuai data rekapitulasi.

Kelompok (K6) menggunakan papan kayu dengan pelapis minyak bekisting. Minyak berfungsi sebagai agen pemisah pada praktik umum, namun pada penelitian ini penilaian tetap dibatasi pada hasil kuat tekan yang terukur dan perbandingannya terhadap acuan, tanpa menarik kesimpulan kausal yang tidak didukung parameter uji.

Kelompok (K7) menggunakan multiplek dengan pelapis minyak bekisting. Penilaiannya diarahkan pada kedekatan atau perbedaannya terhadap nilai acuan berdasarkan data rata - rata kuat tekan, sejalan dengan tujuan komparatif penelitian.

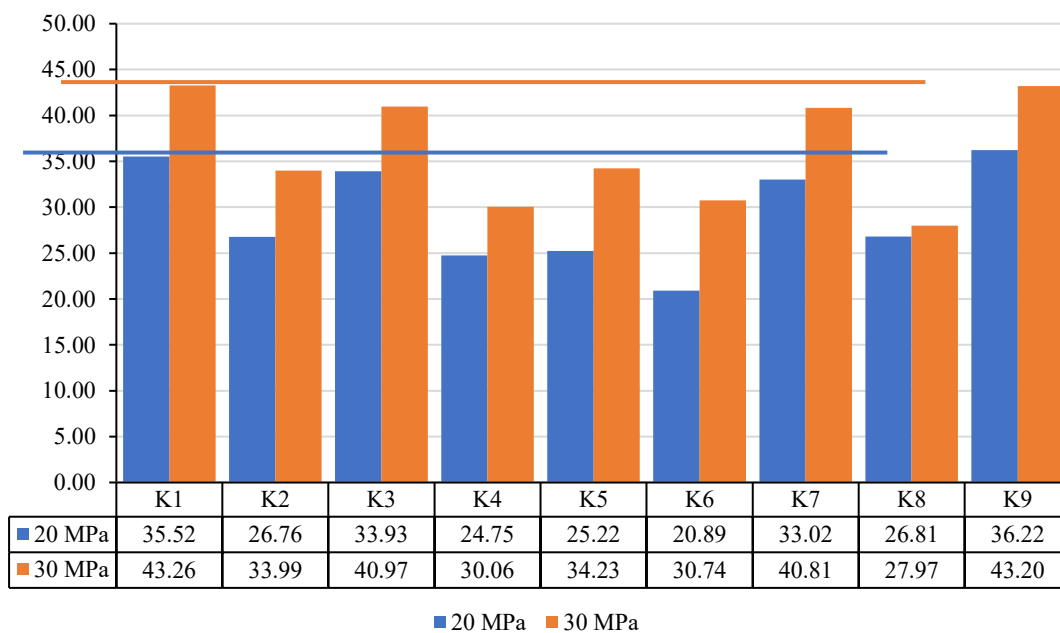
Kelompok (K8) menggunakan papan kayu dengan pelapis cat. Cat diperlakukan sebagai variasi pelapis permukaan; efeknya pada hasil pengujian dibaca melalui perbandingan nilai rata - rata kuat tekan terhadap acuan sesuai rekap pada Tabel 5.

Kelompok (K9) menggunakan multiplek dengan pelapis cat. Kombinasi ini diperlakukan sebagai variasi berbasis multiplek dengan penambahan pelapis, dan hasilnya dibaca secara komparatif terhadap acuan tanpa memasuki ranah mekanisme yang tidak dievaluasi dalam penelitian.

Dari rekapitulasi yang disajikan pada Tabel 5, pola umum menunjukkan adanya perbedaan nilai rata - rata kuat tekan antarvariasi bila dibandingkan dengan kelompok acuan. Kelompok (K1) sebagai kontrol berada pada nilai tertinggi sesuai posisinya sebagai acuan; pernyataan ini disampaikan dalam kerangka deskriptif tanpa implikasi inferensial karena analisis hanya menggunakan nilai rata - rata.

Kelompok (K9), yaitu multiplek dengan pelapis cat, memperlihatkan capaian yang mendekati nilai (K1) pada rekapitulasi tersebut. Temuan ini dicatat sebagai kedekatan terhadap acuan dalam konteks perbandingan deskriptif; interpretasi dibatasi pada data kuat tekan 28 hari dan tidak memasukkan dugaan mekanistik di luar parameter yang diuji.

Visualisasi data pada gambar 2 berikut menyajikan perbandingan kuat tekan beton antar semua kelompok uji (K1 - K9) pada mutu 20 MPa (biru) dan 30 MPa (oranye). Garis horizontal biru menunjukkan nilai referensi dari kelompok acuan (K1) 20 MPa dan warna oranye untuk 30 MPa. Dengan adanya garis horizontal, memudahkan identifikasi performa relatif tiap kelompok terhadap standar yang ditetapkan.



Gambar 2. Diagram Batang Kuat Tekan Beton Rata - Rata

Kelompok (K3) dan (K7), masing - masing menggunakan multiplek tanpa pelapis dan multiplek dengan pelapis minyak bekisting, menunjukkan nilai kuat tekan rata - rata yang relatif tinggi dan stabil bila dibandingkan dengan acuan (K1). Pada mutu 20 MPa, K1 = 35,52 MPa, K3 = 33,93 MPa, dan K7 = 33,02 MPa; sedangkan pada mutu 30 MPa, K1

= 43,26 MPa, K3 = 40,97 MPa, dan K7 = 40,81 MPa. Nilai - nilai ini memperlihatkan bahwa kedua variasi multiplek tersebut berada dekat terhadap acuan pada kedua mutu rencana, sehingga dalam pembacaan deskriptif - komparatif tetap mencerminkan baseline kinerja multiplek yang baik pada umur uji 28 hari.

Sebaliknya, kelompok yang menggunakan papan kayu, baik tanpa pelapis (K2) maupun dengan pelapis (K4, K6, K8) cenderung berada di bawah K1 pada kedua mutu rencana. Untuk mutu 20 MPa, nilai kuat tekan berturut - turut adalah K2 = 26,76 MPa, K4 = 24,75 MPa, K6 = 20,89 MPa, dan K8 = 26,81 MPa; untuk mutu 30 MPa, berturut - turut K2 = 33,99 MPa, K4 = 30,06 MPa, K6 = 30,74 MPa, dan K8 = 27,97 MPa. Dalam rekapitulasi ini, K6 menempati nilai terendah pada 20 MPa (20,89 MPa) dan tergolong rendah juga pada 30 MPa (30,74 MPa). Sesuai pembatasan penelitian, pembacaan dibatasi pada angka rata - rata dan perbandingan relatif terhadap acuan, tanpa memasuki uraian mekanisme material yang tidak diukur.

Fenomena yang patut dicatat terdapat pada K5 (multiplek + plastik cor), yang menunjukkan kuat tekan rata - rata lebih rendah dibanding dua variasi multiplek lainnya. Pada 20 MPa, K5 = 25,22 MPa lebih rendah daripada K3 = 33,93 MPa dan K7 = 33,02 MPa; pada 30 MPa, K5 = 34,23 MPa juga di bawah K3 = 40,97 MPa dan K7 = 40,81 MPa. Dalam konteks data ini, penambahan plastik pada multiplek tidak selalu menghasilkan deviasi kecil terhadap acuan (K1). Penjelasan sebab tidak dievaluasi pada penelitian ini; oleh karena itu, interpretasi tetap terbatas pada komparasi angka yang tercantum dalam rekapitulasi.

Selain itu, kecenderungan antar - mutu tidak selalu linier. Idealnya, peningkatan mutu rencana diikuti oleh peningkatan kuat tekan, namun pada beberapa variasi tidak terlihat pola kenaikan yang sejalan. Sebagai ilustrasi, K5 naik dari 25,22 MPa (20 MPa) menjadi 34,23 MPa (30 MPa) dan K6 naik dari 20,89 MPa menjadi 30,74 MPa, tetapi keduanya tetap jauh di bawah acuan pada masing - masing mutu (K1 = 35,52 MPa dan 43,26 MPa). Di sisi lain, K9 (multiplek + cat) berada sangat dekat dengan acuan pada kedua mutu: 36,22 MPa (dibanding K1 = 35,52 MPa) untuk 20 MPa, dan 43,20 MPa (dibanding K1 = 43,26 MPa) untuk 30 MPa. Deskripsi lintas mutu ini bersifat deskriptif, bukan inferensial, karena penelitian tidak menghitung deviasi standar.

Secara umum, hasil menunjukkan bahwa jenis bekisting dan pelapis berasosiasi dengan perbedaan capaian kuat tekan dalam batas kondisi uji. Kombinasi berbasis multiplek khususnya K9 = 36,22 MPa (20 MPa) dan 43,20 MPa (30 MPa) menampilkan nilai yang mendekati atau menyamai acuan (K1 = 35,52 MPa; 43,26 MPa), sedangkan kombinasi berbasis papan kayu, terutama K6 = 20,89 MPa; 30,74 MPa, cenderung lebih rendah terhadap acuan. Bersama dengan dua variasi multiplek yang dekat acuan (K3 = 33,93 MPa; 40,97 MPa dan K7 = 33,02 MPa; 40,81 MPa), serta empat variasi papan kayu yang di bawah acuan (K2 = 26,76 MPa; 33,99 MPa, K4 = 24,75 MPa; 30,06 MPa, K6 = 20,89 MPa; 30,74 MPa, K8 = 26,81 MPa; 27,97 MPa), penyajian ini konsisten dengan tujuan komparatif penelitian dan hipotesis yang memeriksa adanya perbedaan antarvariasi, namun seluruhnya dibatasi pada data deskriptif yang tersedia tanpa penarikan sebab di luar variabel yang diuji.

Melanjutkan analisis, pembahasan beralih pada Hipotesis 1 yang menyoroti pengaruh jenis material bekisting terhadap perbedaan capaian kuat tekan, dengan K1 (besi tanpa pelapis) sebagai acuan bernilai 0%. Evaluasi dilakukan menggunakan delta kuat tekan (%) terhadap K1 untuk menilai kinerja masing - masing material saat dikombinasikan dengan pelapis yang berbeda, sebagaimana diringkas pada Tabel 6. Pembacaan ini bersifat deskriptif - komparatif sesuai tujuan penelitian dan pembatasan analisis.

**Tabel 6.** Persentase Kuat Tekan K2 - K9 terhadap Kuat Tekan Acuan (K1)

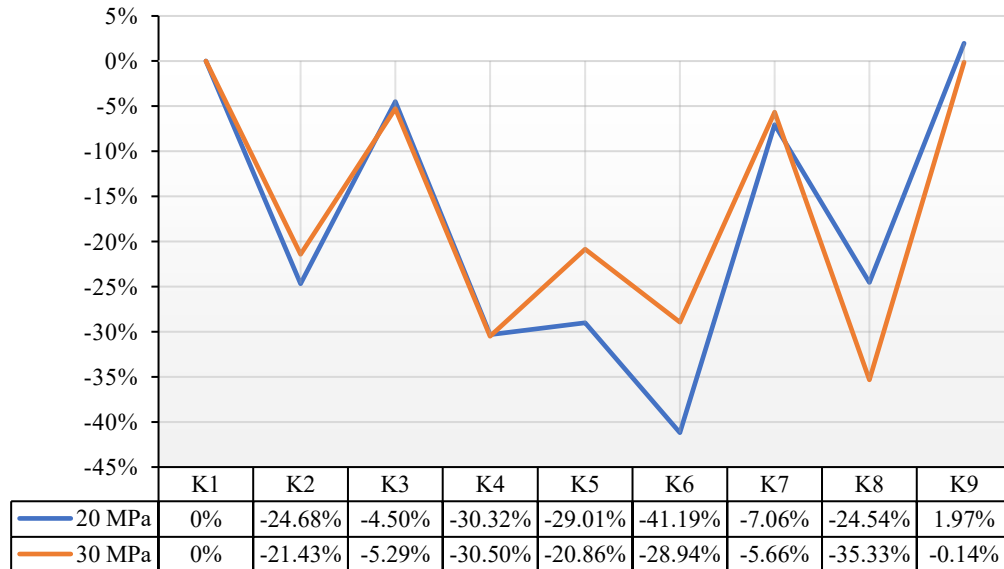
Variasi	20 MPa		30 MPa	
	fc'	Δ fc'	fc'	Δ fc'
1	2	3	2	3
K1	35,52	0,00%	43,26	0,00%
K2	26,76	- 24,68%	33,99	- 21,43%
K3	33,93	- 4,50%	40,97	- 5,29%
K4	24,75	- 30,32%	30,06	- 30,50%
K5	25,22	- 29,01%	34,23	- 20,86%
K6	20,89	- 41,19%	30,74	- 28,94%
K7	33,02	- 7,06%	40,81	- 5,66%
K8	26,81	- 24,54%	27,97	- 35,33%
K9	36,22	1,97%	43,20	- 0,14%

Untuk mengevaluasi pengaruh jenis bekisting dan pelapis terhadap kuat tekan, persentase perbedaan dihitung dengan membandingkan nilai kuat tekan setiap variasi (K2–K9) terhadap nilai kontrol (K1) pada dua mutu beton, 20 MPa dan 30 MPa. Rumus yang digunakan adalah:

$$\Delta fc' = [(fc'Kx - fc'K1)/fc'K1] \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Nilai Δfc' negatif menunjukkan penurunan terhadap kontrol (K1), sedangkan positif menunjukkan kenaikan; keterangan ini sejalan dengan kolom Δ pada Tabel 6. Dengan demikian, posisi relatif tiap variasi terhadap acuan dapat dibaca langsung tanpa penalaran di luar parameter uji.

Berdasarkan Tabel 6, kombinasi dengan bekisting papan kayu cenderung menunjukkan penurunan lebih besar dibanding multiplek. Pada mutu 20 MPa, K6 (papan kayu + minyak bekisting) mencatat penurunan terbesar sebesar -41,19%; pada mutu 30 MPa, K8 (papan kayu + cat) menurun hingga -35,33%. Sebaliknya, pada kelompok multiplek, K3 dan K7 menunjukkan penurunan kecil (sekitar -4,50% s.d. -7,06%), sedangkan K9 (multiplek + cat) menunjukkan kenaikan +1,97% pada 20 MPa dan mendekati nol (-0,14%) pada 30 MPa. Temuan deskriptif ini konsisten dengan Hipotesis 1 dan tujuan komparatif penelitian



**Gambar 3.** Grafik Persentase Kuat Tekan K2 - K9 terhadap Kuat Tekan Acuan (K1)

Gambar 3 memperlihatkan pola capaian kuat tekan relatif ( $\Delta f'c$ ) untuk setiap perlakuan dibandingkan kelompok acuan (K1) pada umur uji 28 hari, sehingga posisi tiap variasi terhadap acuan dapat diamati secara langsung pada dua mutu rencana.

Grafik yang ditampilkan menyajikan fluktuasi persentase kuat tekan dari K2 hingga K9 terhadap K1. Dua kurva untuk mutu 20 MPa dan 30 MPa menggambarkan kecenderungan yang konsisten mengenai perbedaan capaian antar variasi bekisting–pelapis dalam konteks perbandingan terhadap acuan.

Pada kelompok berbasis multiplek, titik data menunjukkan kedekatan terhadap acuan. Untuk 20 MPa, K3 = -4,50% dan K7 = -7,06%, sedangkan K9 = +1,97%; untuk 30 MPa, K3 = -5,29%, K7 = -5,66%, dan K9 = -0,14%. Pola ini menunjukkan bahwa variasi multiplek—dengan atau tanpa pelapis—cenderung berada pada selisih kecil terhadap K1 pada kedua mutu.

Sebaliknya, kelompok berbasis papan kayu berada di bawah acuan dengan rentang penurunan yang lebih besar. Pada 20 MPa tercatat K2 = -24,68%, K4 = -30,32%, K6 = -41,19%, dan K8 = -24,54%; sedangkan pada 30 MPa tercatat K2 = -21,43%, K4 = -30,50%, K6 = -28,94%, dan K8 = -35,33%. Informasi ini dibacakan secara deskriptif sesuai batasan analisis.

Perbedaan antara K2 (papan kayu tanpa pelapis) dan K5 (multiplek + plastik cor) menunjukkan bahwa material dasar bekisting dan jenis pelapis secara bersama memengaruhi capaian relatif terhadap acuan. Pada 20 MPa, K2 = -24,68% sedangkan K5 = -29,01%; pada 30 MPa, K2 = -21,43% sedangkan K5 = -20,86%. Perbedaan ini dicatat sebagai hasil komparatif berbasis angka tanpa penarikan sebab di luar variabel uji.

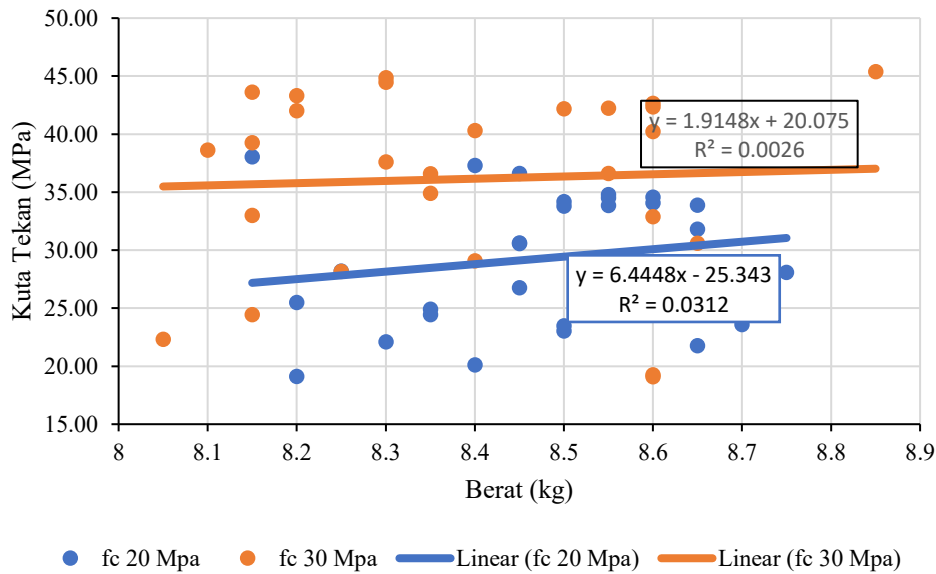
Temuan pada grafik memberikan dukungan deskriptif bagi Hipotesis 1 bahwa material bekisting multiplek memiliki hasil yang lebih baik daripada papan mal. Pola deviasi kecil pada variasi multiplek dan deviasi lebih besar pada variasi papan kayu tampak berulang pada kedua mutu.

Sejalan dengan itu, pola pada grafik juga memberikan konfirmasi bagi Hipotesis 2 bahwa jenis pelapis plastik cor baik pada kedua mutu dan kedua jenis material memberikan hasil dibawah kuat tekan control K1 dan bahkan pada pengaplikasian di multiplek saja hasilnya lebih rendah dibanding pelapis lain, oleh karena itu untuk Hipotesis ke 2 dinyatakan ditolak berdasarkan data hasil kuat tekan.

Pada kombinasi multiplek + cat (K9), grafik menunjukkan nilai +1,97% (20 MPa) dan -0,14% (30 MPa), yang menunjukkan kedekatan hasil terhadap acuan pada kedua mutu. Di sisi lain, variasi papan kayu + minyak (K6) menampilkan nilai terendah pada 20 MPa (-41,19%) dan penurunan besar pada 30 MPa (-28,94%). Uraian ini tetap dibatasi pada pembacaan angka relatif terhadap K1.

Untuk pelapis plastik cor, capaian relatif berada di bawah acuan pada kedua material dasar: K4 (papan kayu + plastik) = -30,32% (20 MPa) dan -30,50% (30 MPa) serta K5 (multiplek + plastik) = -29,01% (20 MPa) dan -20,86%

(30 MPa). Perbandingan dengan K7 (multiplek + minyak) = -7,06% dan -5,66% serta K8 (papan kayu + cat) = -24,54% dan -35,33% menegaskan bahwa efektivitas pelapis bervariasi menurut material dasar. Lalu untuk melihat apakah berat beton yang ditimbang apakah memiliki pengaruh yang linier terhadap kuat tekan, maka disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 5.** Grafik Pengaruh Berat Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada Gambar 5, kuat tekan ditampilkan sebagai titik data, dengan warna biru untuk mutu 20 MPa dan oranye untuk mutu 30 MPa. Analisis sebaran berat terhadap kuat tekan menghasilkan garis regresi linear untuk masing masing mutu dengan persamaan  $f_{c,20} = 6,4448 x - 25,343$  dan  $f_{c,30} = 1,9148x + 20,075$ . Nilai koefisien determinasi yang diperoleh sangat kecil, yaitu  $R^2$  20 MPa = 0,031 dan  $R^2$  30 MPa = 0,003. Artinya, variasi berat benda uji pada kisaran sekitar 8,2 sampai 8,7 kilogram hanya menerangkan sekitar 3,1 persen dan 0,3 persen variasi kuat tekan untuk mutu 20 MPa dan 30 MPa. Dengan demikian, dalam konteks data ini tidak teridentifikasi hubungan linier yang bermakna antara berat dan kuat tekan.

Pembacaan tersebut konsisten dengan hasil komparatif sebelumnya bahwa jenis bekisting dan jenis pelapis merupakan faktor yang lebih menentukan perbedaan performa antar variasi, sedangkan berat 28 hari pada spesimen seukuran hanya berfungsi sebagai indikator kasar terhadap kerapatan. Penjelasan mekanistik yang mungkin, berdasarkan kajian pustaka, adalah bahwa bekisting dengan pori yang lebih aktif atau permukaan yang menyerap dapat memengaruhi kondisi antarmuka beton pada awal pengerasan. Namun, penelitian ini tidak mengukur parameter tersebut secara langsung.

Untuk penguatan kajian pada tahap berikutnya, disarankan pengukuran berat bekisting sebelum dan sesudah pengecoran guna menaksir potensi penyerapan, serta penambahan parameter pendukung seperti kadar air awal campuran, sorptivitas atau uji kehilangan air awal. Langkah ini akan membantu mengonfirmasi apakah perbedaan antarmuka akibat material bekisting dan pelapis benar benar berkontribusi terhadap capaian kuat tekan yang diamati.

Selaras dengan temuan yang ada, penulis juga berupaya menjawab melalui review literatur yang mana, sifat permukaan dan daya serap bekisting memengaruhi zona beton dekat permukaan (surface layer), misalnya melalui perubahan sorptivitas/porositas dan mutu estetika, yang pada gilirannya terkait dengan capaian mekanik awal (Aïssoun et al., 2017; Dapper et al., 2024). Dalam konteks variasi penelitian ini, kelompok multiplek K3 (multiplek), K7 (multiplek+minyak), dan K9 (multiplek+cat) menunjukkan deviasi kecil terhadap K1 (K3 = -4,50% dan -5,29%; K7 = -7,06% dan -5,66%; K9 = +1,97% dan -0,14%), yang konsisten dengan karakter substrat yang relatif halus dan kurang menyerap. Sebaliknya, kelompok papan kayu—K2 (kayu), K4 (kayu+plastik), K6 (kayu+minyak), dan K8 (kayu+cat) menunjukkan penurunan lebih besar (contoh K6 = -41,19% dan -28,94%; K8 = -24,54% dan -35,33%), sejalan dengan laporan bahwa substrat berpori cenderung mengubah kondisi antarmuka beton—bekisting pada tahap awal (Aïssoun et al., 2017; Dapper et al., 2024)..

Pada pelapis minyak bekisting, beberapa studi menunjukkan bahwa jenis dan cara aplikasi minyak memengaruhi kebasahan antarmuka (wettability) dan kualitas permukaan beton; substrat berpori (kayu) dapat menyerap minyak sehingga mutu lapisan muka menjadi lebih variabel. Pola ini sejalan dengan perbandingan K6 (kayu+minyak) yang mencatat deviasi terbesar (-41,19% pada 20 MPa; -28,94% pada 30 MPa) dengan K7 (multiplek+minyak) yang tetap dekat acuan (-7,06%; -5,66%). Dengan kata lain, efek agen pelepas pada capaian relatif bergantung pada material dasar: pada multiplek (kurang menyerap) deviasi tetap kecil, sedangkan pada kayu (berpori) deviasi cenderung lebih besar (Barnat-Hunek & Szafraniec, 2021; Savukaitis et al., 2021).

Terkait pelapis plastik dan cat, literatur menyatakan bahwa pelapis non - reaktif pada substrat yang kurang menyerap cenderung menutup pori dan menjaga kehalusan bidang cetak, sehingga menghasilkan kestabilan yang lebih baik; namun plastik film yang tidak terpasang rapi dapat memerangkap air/udara mikro dan menurunkan mutu lapisan muka. Hal ini selaras dengan K9 (multiplek+cat) yang sangat dekat dengan K1 (+1,97%; -0,14%), sementara K4 (kayu+plastik) dan K5 (multiplek+plastik) berada di bawah acuan (K4 = -30,32%; -30,50%; K5 = -29,01%; -20,86%). K8 (kayu+cat) juga menunjukkan bahwa cat pada substrat berpori belum tentu mengimbangi variabilitas antarmuka (-24,54%; -35,33%), berbeda dengan cat pada multiplek (K9) yang konsisten dekat acuan (Dapper et al., 2024; Jiang et al., 2023; Savukaitis et al., 2021).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada dua mutu rencana, yaitu 20 MPa dan 30 MPa, dapat disimpulkan bahwa jenis material bekisting dan jenis pelapis permukaan berasosiasi dengan perbedaan capaian kuat tekan beton relatif terhadap bekisting besi sebagai acuan. Variasi berbasis multiplek menunjukkan kinerja yang lebih baik dan konsisten mendekati nilai acuan dibandingkan variasi berbasis papan kayu. Multiplek tanpa pelapis maupun dengan pelapis minyak dan cat menghasilkan deviasi kuat tekan yang relatif kecil, dengan kombinasi multiplek dan cat minyak sebagai variasi yang paling mendekati acuan pada kedua mutu beton. Sebaliknya, penggunaan papan kayu, baik tanpa maupun dengan pelapis plastik, minyak, dan cat, cenderung menghasilkan penurunan kuat tekan yang lebih besar, dengan nilai terendah diperoleh pada kombinasi papan kayu dengan pelapis minyak bekisting. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa berat benda uji tidak memiliki hubungan linier yang signifikan terhadap kuat tekan beton pada kisaran pengujian ini. Secara deskriptif, temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan material bekisting, khususnya penggunaan multiplek dengan pelapis yang sesuai, lebih berpotensi menghasilkan mutu beton yang mendekati kondisi acuan dibandingkan penggunaan papan kayu pada kondisi pengujian sejenis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aïssoun, B. M., Gallias, J. L., & Khayat, K. H. (2017). Influence of formwork material on transport properties of self-consolidating concrete near formed surfaces. *Construction and Building Materials*, 146, 329–337. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2017.04.104>
- Arsad, E. (2013). PROSPEK KAYU KUALITAS RENDAH DAN KURANG DIKENAL SEBAGAI SUBSTITUSI KAYU KOMERSIAL. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 5(1), 45. <https://doi.org/10.24111/JRIHH.V5I1.1212>
- Barnat-Hunek, D., & Szafranec, M. (2021). Influence of biodegradable release oils on the physical and mechanical properties of light-colored architectural concrete. *Materials*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/ma14164630>
- Dapper, S. T. H., Bersch, J. D., & Masuero, A. B. (2024). Impact of Formwork Materials on Concrete Surface Quality. *Buildings*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/buildings14113450>
- Elviana, E., Saputra, A., & Sulisty, D. (2019). Korelasi Kuat Tekan Terhadap Kapasitas Geser Balok Beton Dengan Variasi Perawatan. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 15(2), 10–22. <https://doi.org/10.21831/INERSIA.V15I2.28567>
- Hadi Prayogo, D., Ridwan, A., Winarto, S., Teknik, F., & Kadiri, U. (2019). Pemanfaatan Limbah Gypsum Board Dan Batu Bata Merah Untuk Substitusi Semen Pada Pembuatan Beton. *JURMATEKS*, 2(ue 2)).
- Hani, S., & Rini, R. (2018). Pengaruh Campuran Serat Pisang Terhadap Beton. *Educational Building*, 4(1), 2477–4898. <https://doi.org/10.24114/EB.V4I1.10043>
- Hartono, Y. D., Aswad, N. H., Mursidi, B., & Nurbaity, D. P. (2021). Analisis Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Menggunakan Terak Nikel Sebagai Agregat Kasar. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 9(2), 210–220. <https://doi.org/10.37971/RADIAL.V9I2.237>
- Javier Antonia, E., Brita Pandohop Gawei, A., Meilawaty, O., Waluyo, R., Teknik Sipil, J., Palangka Raya, U., & Raya, P. (2023). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Lokal di Kecamatan Tewah Kabupaten Gunung Mas: Vol. VIII (Issue 4).
- Jiang, Q., Yu, C., & Zhou, M. (2023). Effect of typical formworks and release agents on aesthetical surface quality of concrete. *Magazine of Concrete Research*, 75(24), 1285–1296. <https://doi.org/10.1680/JMACR.23.00063>
- Laksono, A., Chandra, D., & Baniva, R. (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan Nano Silika Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Fc' 25 MPa. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 14–25. <https://doi.org/10.35334/BE.V8I1.4972>
- Meidiani, S. K., & Pratama, R. (2017). ANALISIS PENURUNAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON YANG MENGGUNAKAN BEKISTING KAYU. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 2(2), 109. <https://doi.org/10.35449/TEKNIKA.V2I2.31>
- Purwanto, P., Rahmawati, D., & Sutarno, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Teknika*, 16(2), 49.
- Rafael, J. W. M., Lukas, A. Y., Mata, A. E., & Daga, W. M. W. L. (2022). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Egg Tray Terhadap Kuat Tekan Beton Untuk Pembuatan Beton Ramah Lingkungan.

- JUTEKS : Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 69. <https://doi.org/10.32511/JUTEKS.V7I2.885>
- Rombe, N. B., Mara, J., & Sandy, D. (2021). Pengaruh Suhu Waktu Pengecoran Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(4), 249–255. <https://doi.org/10.52722/PCEJ.V2I4.182>
- Salain, I. M. A. K. (2021). Kekuatan dan Permeabilitas Beton Abu Terbang Volume Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(2), 133–142.
- Savukaitis, G., Daukšys, M., Juočiūnas, S., Grinys, A., & Kriptavičius, D. (2021). The influence of new and used formwork coated with different release agents on the appearance of the formed concrete surface. *Journal of Building Engineering*, 42, 102807. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.102807>
- Setiawan, A., Handayani, E., Dony, W., & Dwiretnani, A. (2025). Evaluasi Penggunaan Material Bekisting Kayu pada Proyek Pembangunan Mall Pelayanan Publik Kabupaten Muaro Jambi. *Talenta Sipil*, 8(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33087/talentasipil.v8i2.939>
- Shazwan Ahmad Shah, M., Md Noor, N., Beng Hong Kueh, A., & Tamin, M. N. (2019). A review on wooden formwork for concrete casting. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 513(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/513/1/012036>
- Solikin, M., & Ariska, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Silica fume Terhadap Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi High (Vol. 7, Issue 2, p. 151).
- Susilo, H., Prasetyo, Y., & Suryani, M. Y. (2023). Perbandingan Uji Tekan pada Beton Dengan Menggunakan Sulfur Capping ( Belerang ) dan Alat Ribber Capping ( Plat Karet. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3, 72. <https://doi.org/10.22146/IJL.V0I3.79601>
- Yusra, A., Aulia, T. B., & Jufriadi, J. (2018). Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Batu Bara Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 1(1). <https://doi.org/10.35308/JTS-UTU.V1I1.717>