



STUDI KELAYAKAN MUTU BETON LAPANGAN BERDASARKAN PERBANDINGAN UJI SILINDER DAN *CORE DRILL* PADA KONDISI TIDAK DIRAWAT DAN TERGANGGU

Febiana Avarel Khan^{1*}, Annisa Prita Melinda², Nevy Sandra³, Risma Apdeni⁴

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Email Penulis * : febianaavarelkhan@gmail.com

Abstrak

Beton yang digunakan di lapangan tidak selalu mengalami kondisi pengerasan yang sama dengan benda uji yang dirawat secara terkontrol di laboratorium. Ketiadaan perawatan beton (*curing*) dan adanya gangguan kendaraan pada usia awal beton dapat menyebabkan perbedaan antara mutu beton yang direpresentasikan oleh benda uji laboratorium dan mutu beton aktual di lapangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kuat tekan dan kuat tarik belah beton f'_c 22,5 MPa serta membandingkan hasil pengujian silinder laboratorium dengan *Core Drill* pada kondisi terawat dan terganggu kendaraan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pengujian silinder pada umur 7, 14, dan 28 hari serta *Core Drill* pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan rata-rata silinder sebesar 20,27 MPa, 26,09 MPa, dan 38,74 MPa pada umur 7, 14, dan 28 hari. Kuat tekan *core* terawat sebesar 30,71 MPa dan *core* terganggu sebesar 29,71 MPa, dengan penurunan sebesar 3,27%. Kuat tarik belah silinder berturut-turut sebesar 2,58 MPa, 3,36 MPa, dan 3,09 MPa, sedangkan *core* terawat dan terganggu masing-masing sebesar 1,54 MPa dan 2,49 MPa. Hasil menunjukkan bahwa kedua kondisi *core* masih melampaui mutu tekan rencana 22,5 MPa, sedangkan perbedaan kuat tarik belah menunjukkan variasi yang lebih besar antarkondisi.

Kata kunci: Kuat tekan; Beton, Kuat tekan, Kuat tarik belah, *Core Drill*, *Curing*, Gangguan kendaraan.

Article History

Received: Agustus 2026

Reviewed: Agustus 2026

Published: Agustus 2026

Plagiarism Checker

No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

A. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan menahan beban tekan dan dapat diterapkan pada berbagai jenis konstruksi. Salah satu parameter utama dalam menentukan mutu beton adalah kuat tekan. Dalam pelaksanaan konstruksi, mutu beton umumnya dikendalikan melalui pengujian benda uji yang dibuat dari beton segar dan kemudian dirawat dalam kondisi tertentu. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder dilakukan sesuai prosedur yang ditetapkan dalam SNI 1974:2011. Namun, kondisi benda uji yang dibuat dan dirawat di laboratorium tidak selalu menggambarkan kondisi beton setelah ditempatkan di lapangan.

Beton di lapangan dapat mengalami berbagai kondisi yang berbeda dengan lingkungan laboratorium, seperti perubahan suhu, paparan hujan dan panas matahari, perubahan kelembapan, serta perbedaan kondisi perawatan. Salah satu faktor yang dapat memengaruhi perkembangan kekuatan beton adalah *curing*. Beton yang tidak mendapatkan perawatan dapat mengalami kehilangan kelembapan pada usia awal sehingga proses hidrasi semen dan perkembangan kekuatannya dapat berlangsung berbeda dibandingkan beton yang dirawat secara terkontrol. Basri dkk. (2021) menunjukkan adanya perbedaan kuat tekan antara beton yang mendapatkan *curing* dan beton yang tidak mendapatkan *curing*. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Purnawirati dan Herlambang (2022), yang menemukan adanya perbedaan kuat tekan beton akibat perbedaan kondisi *curing* pada beton yang dicor di lapangan.



Selain kondisi perawatan, beton pada usia awal juga dapat mengalami gangguan mekanis akibat aktivitas di sekitar lokasi pengecoran. Pada fasilitas parkir, akses kendaraan, maupun area operasional konstruksi, beton yang masih dalam proses pengerasan berpotensi menerima beban atau getaran kendaraan sebelum mencapai kekuatan yang memadai. Suryadi dkk. (2022) menunjukkan bahwa frekuensi dan durasi getaran selama proses pengerasan dapat memengaruhi kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, gangguan tersebut berupa kendaraan roda dua yang melintasi beton dengan kecepatan rendah sekitar 5-10 km/jam dan dilakukan secara berulang selama masa pengerasan.

Penelitian ini menggunakan beton ready mix dengan mutu rencana $f'c$ 22,5 MPa yang diproduksi oleh PT Tiga Laskar Beton. Beton ditempatkan pada area parkir di depan Laboratorium Bahan Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Padang. Kelompok beton lapangan dibiarkan tanpa *curing* dan mengalami paparan lingkungan serta gangguan kendaraan, sedangkan benda uji laboratorium mendapatkan perawatan standar.

Perbedaan kondisi tersebut penting untuk dikaji karena nilai kuat beton yang diperoleh dari benda uji laboratorium belum tentu sama dengan kondisi beton aktual di lapangan. Untuk mengetahui kondisi aktual beton setelah mengeras, salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Core Drill*. Metode ini mengambil sampel inti langsung dari beton yang telah mengeras sehingga dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beton pada kondisi lapangan. Prosedur pengambilan dan pengujian inti beton hasil pengeboran mengacu pada SNI 2492:2018.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa hasil pengujian *Core Drill* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain proses pengeboran, ukuran *core*, kelembapan, dan karakteristik beton. Haavisto dkk. (2021) melaporkan adanya reduksi nilai kuat tekan *core* dibandingkan benda uji standar akibat proses pengeboran dan perbedaan karakteristik benda uji. Sementara itu, Wijaya (2021) menunjukkan bahwa diameter *core* turut memengaruhi hasil kuat tekan, dengan diameter yang lebih kecil cenderung menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih rendah.

Chairunisa (2020) menunjukkan bahwa pengujian *Core Drill* dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu beton eksisting melalui pengambilan sampel langsung dari elemen beton di lapangan. Pengujian tersebut dapat memberikan informasi mengenai kondisi aktual beton yang tidak selalu dapat direpresentasikan secara langsung oleh benda uji standar.

Selain ukuran benda uji, faktor teknis selama pengambilan *core* juga perlu diperhatikan. Kabay dan Aköz (2019) menunjukkan bahwa proses pengeboran, keberadaan tulangan, dan kondisi kelembapan dapat memengaruhi hasil kuat tekan *core*. Oleh karena itu, hasil *Core Drill* perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan kondisi benda uji serta faktor teknis selama proses pengambilan dan pengujian sampel.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menganalisis perkembangan kuat tekan dan kuat tarik belah beton laboratorium pada umur 7, 14, dan 28 hari serta membandingkannya dengan hasil pengujian *Core Drill* pada umur 28 hari. Perbandingan dilakukan antara *core* pada kondisi terawat dan *core* pada kondisi tidak terawat yang mengalami gangguan kendaraan.

B. METODE

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan membandingkan beton yang mendapatkan *curing* standar di laboratorium dengan beton yang ditempatkan di lapangan tanpa *curing* dan mengalami gangguan kendaraan.

Desain penelitian terdiri atas dua kondisi utama. Kelompok pertama merupakan beton kontrol yang dibuat dan dirawat di laboratorium, kemudian diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Kelompok kedua merupakan beton lapangan yang ditempatkan tanpa *curing*, terpapar kondisi lingkungan, dan mengalami gangguan kendaraan. Sampel kelompok kedua kemudian diambil menggunakan metode *Core Drill* dan diuji pada umur 28 hari. Penelitian ini dilaksanakan di dua

lokasi, yaitu Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Teknik Sipil Universitas Negeri Padang untuk pembuatan, perawatan, dan pengujian beton silinder, serta area jalan parkir depan laboratorium sebagai lokasi penempatan beton lapangan.

2. Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk artikel ini terdiri atas silinder beton laboratorium dan *Core Drill*. Silinder laboratorium berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, sedangkan *Core Drill* memiliki diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Setiap kelompok terdiri atas tiga benda uji. Adapun jumlah dan jenis benda uji yang digunakan dalam penelitian disajikan pada tabel berikut.:

Tabel 1 Rancangan Benda Uji

Jenis benda uji	Kondisi	Umur pengujian	Jumlah
Silinder tekan	Laboratorium/terawat	7 hari	3
Silinder tekan	Laboratorium/terawat	14 hari	3
Silinder tekan	Laboratorium/terawat	28 hari	3
Silinder tarik belah	Laboratorium/terawat	7 hari	3
Silinder tarik belah	Laboratorium/terawat	14 hari	3
Silinder tarik belah	Laboratorium/terawat	28 hari	3
<i>Core Drill</i> tekan	Terawat	28 hari	3
<i>Core Drill</i> tekan	Terganggu kendaraan	28 hari	3
<i>Core Drill</i> tarik belah	Terawat	28 hari	3
<i>Core Drill</i> tarik belah	Terganggu kendaraan	28 hari	3

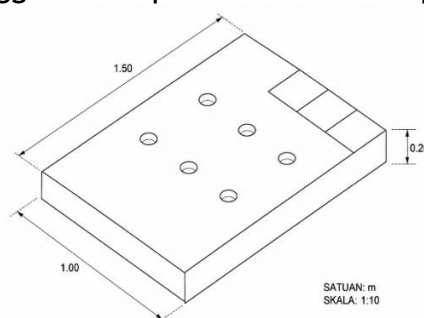
3. Perlakuan Beton

Beton laboratorium dirawat melalui perendaman hingga mencapai umur pengujian. Sementara itu, elemen beton lapangan diletakkan pada area parkir dengan dimensi $1 \times 1,5 \times 0,20$ m dan tidak mendapatkan *curing*. Beton lapangan terpapar hujan, panas matahari, debu, serta variasi kelembapan. Selain itu, beton mengalami gangguan akibat kendaraan roda dua yang melintas di atas area penelitian.

Kendaraan diarahkan melintasi bagian tengah benda uji dengan kecepatan rendah sekitar 5-10 km/jam. Gangguan dilakukan secara berulang selama masa pengerasan hingga umur 28 hari. Jumlah lintasan kendaraan dicatat sebagai data pendukung untuk memastikan bahwa beton benar-benar menerima gangguan selama proses pengerasan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang melintasi area penelitian berbeda pada setiap periode pengamatan. Pada observasi periodik, jumlah kendaraan tercatat sebanyak 203 kendaraan pada umur 7 hari, 216 kendaraan pada umur 9 hari, 167 kendaraan pada umur 14 hari, 298 kendaraan pada umur 16 hari, 231 kendaraan pada umur 24 hari, 149 kendaraan pada umur 28 hari, dan 312 kendaraan pada umur 29 hari.

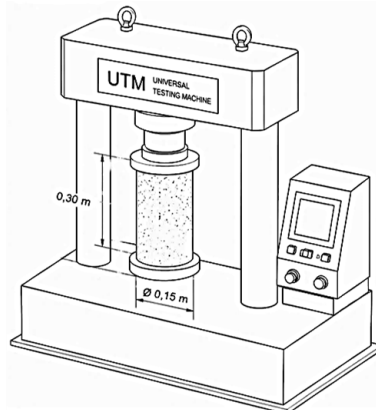
Untuk sampel *Core Drill* menggunakan spesifikasi teknis seperti berikut:



Gambar 1 Pengecoran Beton di Lapangan

4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Silinder laboratorium diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari, sedangkan *Core Drill* diuji pada umur 28 hari.



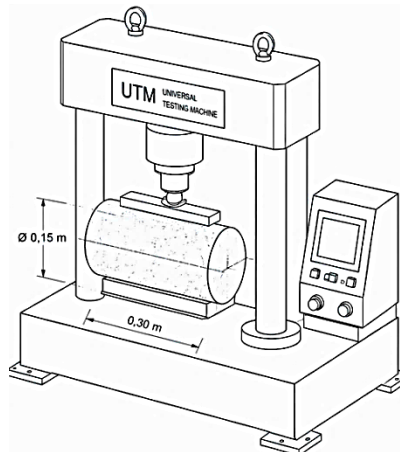
Gambar 2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan dihitung berdasarkan perbandingan antara beban maksimum dan luas penampang benda uji sesuai SNI 1974:2011:

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

5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah dilakukan menggunakan UTM pada silinder laboratorium umur 7, 14, dan 28 hari serta *Core Drill* umur 28 hari.



Gambar 3 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban tekan sepanjang diameter benda uji sampai terjadi keretakan atau pembelahan pada bidang diametral. Perhitungan kuat tarik belah mengacu pada SNI 2491:2014 dengan persamaan:

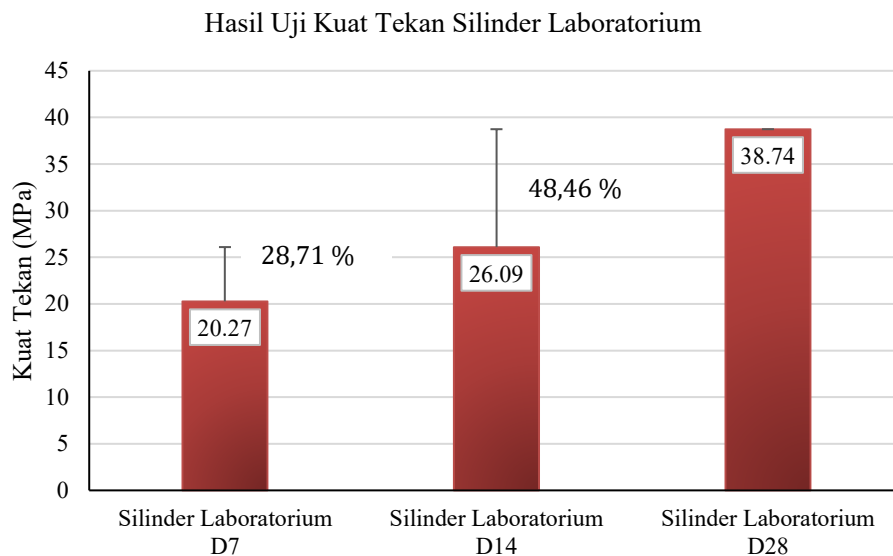
$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi dL}$$

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kuat Tekan Beton

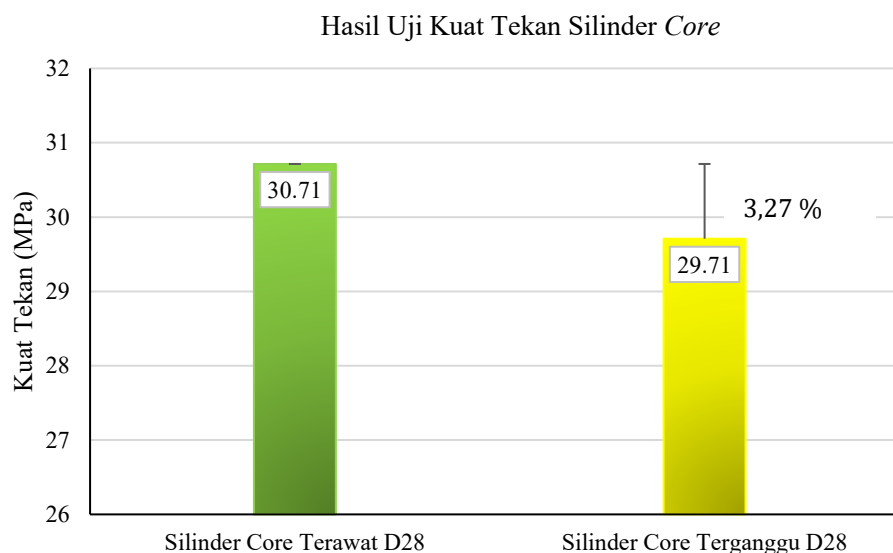
Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) di Laboratorium Struktur Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Padang. Benda uji terdiri atas silinder standar Ø150 mm × 300 mm yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari serta *Core Drill* Ø100 mm × 200 mm yang diuji pada umur 28 hari. Pengujian *Core Drill* dilakukan pada

beton dalam kondisi terawat dan beton yang mengalami gangguan getaran kendaraan. Hasil pengujian kuat tekan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 4 Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Laboratorium

Berdasarkan hasil perhitungan, kuat tekan rata-rata beton mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur beton. Dari umur 7 hingga 14 hari, kuat tekan meningkat sebesar 28,71%, sedangkan dari umur 14 hingga 28 hari meningkat sebesar 48,46%. Secara keseluruhan, peningkatan kuat tekan dari umur 7 hingga 28 hari mencapai 91,07%, yang menunjukkan bahwa proses hidrasi semen dan perkembangan kekuatan beton berlangsung secara bertahap seiring bertambahnya umur beton. Selanjutnya, untuk mengetahui kondisi kekuatan beton pada umur 28 hari setelah berada di lapangan, dilakukan pengujian *core* pada beton normal dan beton yang mengalami gangguan kendaraan.

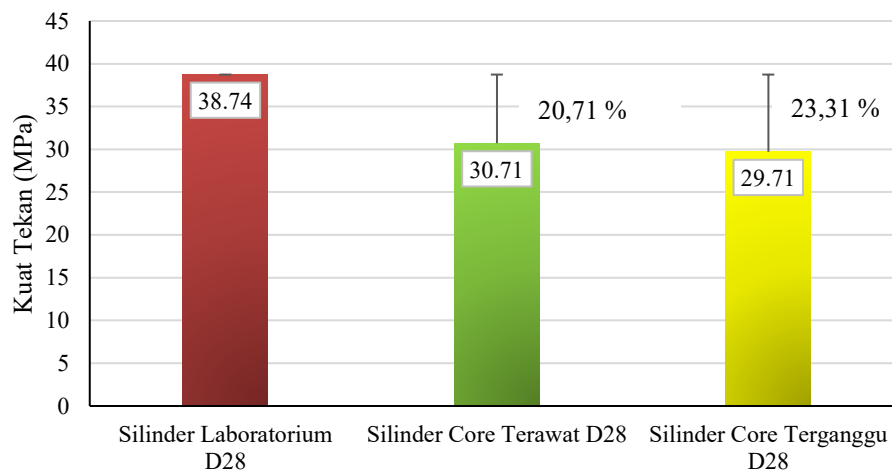


Gambar 5 Hasil Uji Kuat Tekan Silinder *Core Drill*

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan rata-rata *core* beton terawat pada umur 28 hari sebesar 30,71 MPa, sedangkan *core* beton terganggu sebesar 29,71 MPa. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya penurunan kuat tekan sebesar 3,27% pada beton yang mengalami gangguan kendaraan bermotor dibandingkan dengan beton yang terawat. Penurunan ini menunjukkan bahwa gangguan selama proses pengerasan memberikan pengaruh terhadap

perkembangan kuat tekan beton, meskipun perbedaannya relatif kecil. Selanjutnya, untuk melihat perbedaan hasil secara keseluruhan, dilakukan komparasi antara kuat tekan silinder laboratorium, *core* normal, dan *core* terganggu pada umur 28 hari.

Diagram Komparasi Hasil Uji Tekan Silinder Umur 28 Hari

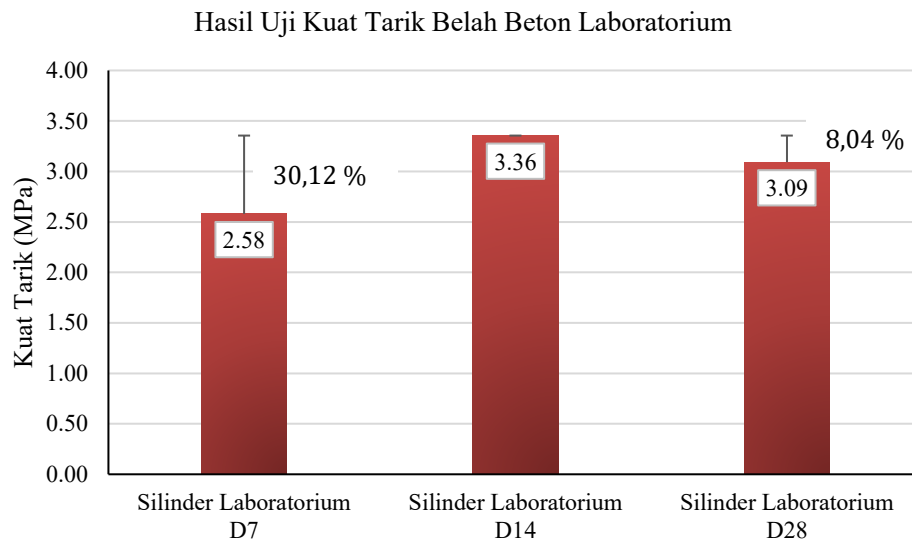


Gambar 6 Komparasi Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Laboratorium dan *Core Drill* Umur 28 Hari

Berdasarkan diagram komparasi, kuat tekan tertinggi diperoleh pada silinder laboratorium sebesar 38,74 MPa, kemudian *core* normal sebesar 30,71 MPa, dan *core* terganggu sebesar 29,71 MPa. Seluruh nilai kuat tekan pada umur 28 hari tersebut telah melampaui mutu beton rencana sebesar 22,5 MPa. Dibandingkan dengan silinder laboratorium, terjadi penurunan sebesar 20,71% pada *core* normal dan 23,31% pada *core* terganggu, sedangkan perbedaan antara *core* normal dan *core* terganggu sebesar 3,27%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa umur beton berpengaruh terhadap perkembangan kuat tekan, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai dari umur 7 hingga 28 hari. Nilai *core* yang lebih rendah dibandingkan silinder laboratorium dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi benda uji dan proses pengambilan *core*. Sementara itu, gangguan kendaraan selama pengerasan menyebabkan penurunan tambahan yang relatif kecil, yaitu 3,27%, yang dapat berkaitan dengan beban dan getaran kendaraan pada beton yang masih mengalami proses pengerasan. Dengan demikian, perbedaan antara silinder laboratorium dan *core* lebih besar dibandingkan perbedaan antara *core* normal dan *core* terganggu.

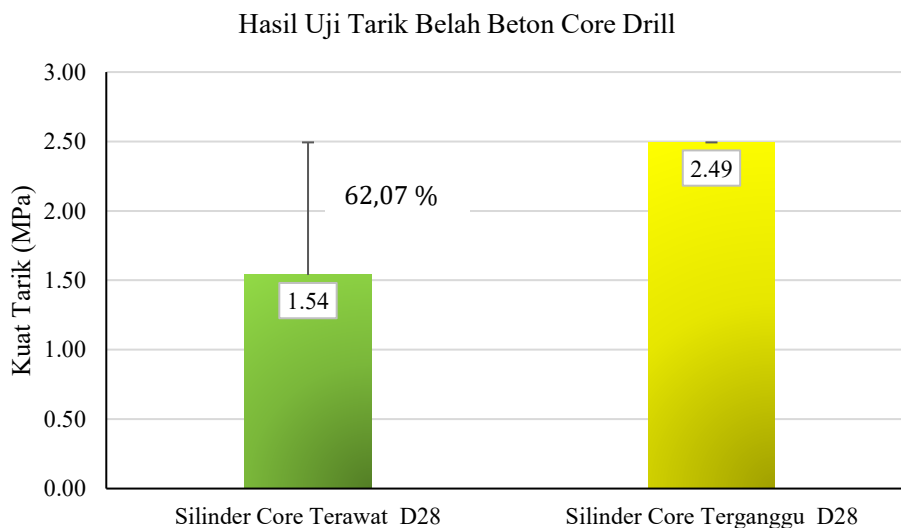
2. Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) di Laboratorium Struktur Departemen Teknik Sipil Universitas Negeri Padang. Benda uji terdiri atas silinder standar Ø150 mm × 300 mm yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari serta *Core Drill* Ø100 mm × 200 mm yang diuji pada umur 28 hari. Pengujian *Core Drill* dilakukan pada beton dalam kondisi terawat dan beton yang mengalami gangguan getaran kendaraan. Hasil pengujian kuat tekan disajikan pada gambar berikut:



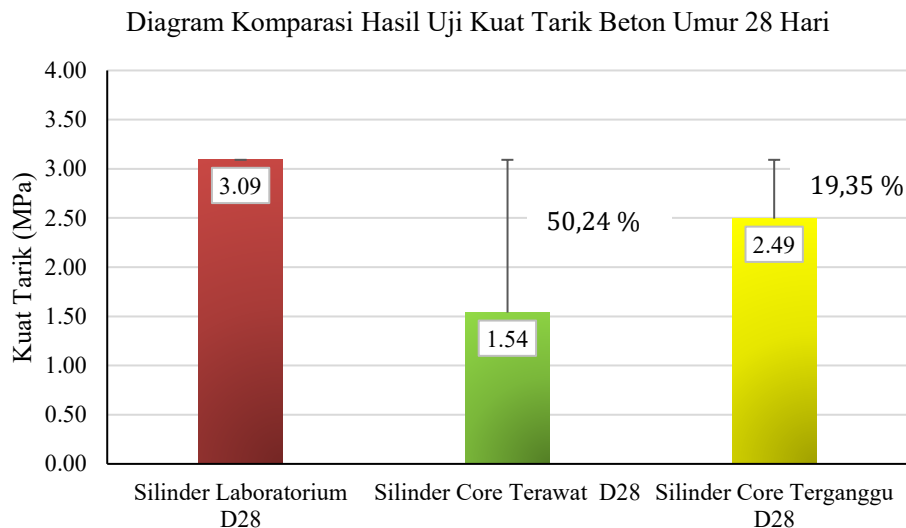
Gambar 7 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Silinder Laboratorium

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tarik belah rata-rata meningkat sebesar 30,12% dari umur 7 hingga 14 hari, dari 2,58 MPa menjadi 3,36 MPa. Pada umur 28 hari, nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 7,86% menjadi 3,09 MPa. Meskipun terjadi penurunan dari umur 14 ke 28 hari, secara keseluruhan kuat tarik belah pada umur 28 hari masih 19,90% lebih tinggi dibandingkan umur 7 hari. Variasi nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik dan kondisi masing-masing benda uji saat pengujian. Selanjutnya, untuk mengetahui kondisi kuat tarik belah beton pada umur 28 hari setelah berada di lapangan, dilakukan pengujian *core* pada beton normal dan beton yang mengalami gangguan kendaraan.



Gambar 8 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Silinder Core Drill

Berdasarkan Gambar 8, kuat tarik belah rata-rata *core* normal sebesar 1,54 MPa, sedangkan *core* terganggu sebesar 2,49 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *core* terganggu memiliki kuat tarik belah yang lebih tinggi dibandingkan *core* normal, dengan peningkatan sebesar 62,07%. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan nilai kuat tarik belah antara kedua kondisi beton pada umur 28 hari. Selanjutnya, untuk melihat perbedaan hasil secara keseluruhan, dilakukan komparasi antara kuat tarik belah silinder laboratorium, *core* normal, dan *core* terganggu pada umur 28 hari



Gambar 9 Komparasi Hasil Uji Kuat Tarik Silinder Laboratorium dan *Core Drill* Umur 28 Hari

Berdasarkan diagram komparasi, kuat tarik belah rata-rata silinder laboratorium sebesar 3,09 MPa, *core* normal sebesar 1,54 MPa, dan *core* terganggu sebesar 2,49 MPa. Dibandingkan dengan silinder laboratorium, terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 50,24% pada *core* normal dan 19,35% pada *core* terganggu. Sementara itu, jika dibandingkan secara langsung, *core* terganggu memiliki nilai kuat tarik belah 62,07% lebih tinggi dibandingkan *core* normal.

Secara keseluruhan, ketiga diagram menunjukkan bahwa perkembangan kuat tarik belah beton tidak sepenuhnya mengikuti pola peningkatan kuat tekan, karena pada umur 28 hari terjadi sedikit penurunan dibandingkan umur 14 hari. Pada pengujian *core* umur 28 hari, nilai kuat tarik belah *core* normal lebih rendah dibandingkan silinder laboratorium, sedangkan *core* terganggu justru menghasilkan nilai yang lebih tinggi daripada *core* normal. Dengan demikian, hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan kuat tarik belah tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi beton normal atau terganggu, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik benda uji *core*, kondisi beton di lapangan, serta variasi hasil pengujian.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, beton menunjukkan perkembangan kuat tekan yang meningkat seiring bertambahnya umur, dengan kuat tekan silinder laboratorium mencapai 38,74 MPa pada umur 28 hari dan telah melampaui mutu rencana sebesar 22,5 MPa. Pada beton lapangan, kuat tekan *core* normal sebesar 30,71 MPa dan *core* terganggu sebesar 29,71 MPa, sehingga gangguan kendaraan selama proses pengerasan menyebabkan penurunan kuat tekan sebesar 3,26% dibandingkan kondisi normal. Meskipun demikian, kedua nilai *core* tersebut tetap melampaui mutu rencana. Perbedaan yang lebih besar antara silinder laboratorium dan *core* menunjukkan bahwa kondisi aktual lapangan serta proses pengambilan *core* memiliki pengaruh yang lebih nyata terhadap hasil pengujian dibandingkan gangguan kendaraan itu sendiri. Sementara itu, hasil kuat tarik belah menunjukkan respons yang berbeda, dengan *core* terganggu menghasilkan nilai lebih tinggi dibandingkan *core* normal, sehingga pengaruh gangguan kendaraan terhadap karakteristik beton tidak dapat disimpulkan hanya berdasarkan satu parameter mekanik. Secara keseluruhan, beton mampu mencapai mutu rencana, sedangkan perbedaan hasil antara benda uji laboratorium dan *core* menegaskan pentingnya mempertimbangkan kondisi aktual lapangan dalam evaluasi mutu beton.



REFERENCES

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder yang Dicitak (SNI 1974:2011). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder (SNI 2491:2014). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2018). Metode Pengambilan dan Pengujian Inti Beton Hasil Pengeboran dan Balok Beton Hasil Pemotongan (SNI 2492:2018). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5] Basri, D. R., Tisnawan, R., & Pribadi, W. B. (2021). Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Fc-20,75 Dengan Dirawat (*curing*) dan Tidak Dirawat. Jurnal Rivet, 1(1), 32-39. <https://doi.org/10.47233/rivet.v1i01.233>
- [6] Chairunisa, N. (2020). Evaluasi Tingkat Keseragaman Beton dan Sifat Mekanis Beton di Lapangan dengan Penerapan *Schmidt Hammer Test* dan Metode *Core Drilled Test*. Buletin Profesi Insinyur, 3(2), 89-94. <https://doi.org/10.20527/bpi.v3i2.79>
- [7] Haavisto, J., Husso, A., & Laaksonen, A. (2021). *Compressive Strength Of Core Specimens Drilled From Concrete Test Cylinders*. Structural Concrete, 22(S1). <https://doi.org/10.1002/suco.202000428>
- [8] Kabay, N., & Aköz, F. (2019). *Investigation Of Factors Affecting Core Compressive Strength And Non-Destructive Testing Of Concrete*. Natural Science, 38(1), 171-182.
- [9] Purnawirati, I. G. A. N., & Herlambang, F. S. (2022). Tinjauan Kuat Tekan Beton Akibat *Curing* pada Beton yang dicor di Lapangan. Jurnal Talenta Sipil, 5(1), 165. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.110>
- [10] Suryadi, D., Nurtanto, D., & Widayanto, E. (2022). Pengaruh Frekuensi dan Durasi Getaran pada Meja Getar Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 5(2), 176. <https://doi.org/10.19184/jrsl.v5i2.25540>
- [11] Wijaya, B. (2021). Kajian Mutu Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Ukuran Diameter Coring. Universitas Islam Riau.