

## ANALISIS STRUKTUR PASCA BAKAR MENGGUNAKAN *FLEX TAPE* TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU BETON FC' 20 MPA

### ANALYSIS OF POST-FIRED STRUCTURE USING *FLEX TAPE* ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE QUALITY FC' 20 MPA

Muslim Bohori<sup>1</sup>, Sugeng Wiyono<sup>2</sup>, Elizar<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Indonesia, 28284

\*Penulis Korespondensi E-mail: [elizar@eng.uir.ac.id](mailto:elizar@eng.uir.ac.id)

Diterima: 4 Februari 2024; Direvisi: 14 April 2024; Disetujui: 10 Mei 2024

#### Abstrak

Bencana kebakaran akan mempengaruhi terhadap kualitas dan kekuatan beton sehingga mengakibatkan kerusakan yang akan terjadi secara bertahap dan dalam waktu yang lama serta tidak dapat diprediksi kapan struktur ini akan bertahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton tanpa pemasangan dan dengan pemasangan *Flex Tape* terhadap kuat tekan beton setelah dilakukan pembakaran, mengetahui nilai kuat tekan beton pasca bakar pada pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity Test* dan kondisi beton setelah dilakukan pembakaran menggunakan Pengujian *Phenolphthalein*. Metode pengujian yang dilakukan adalah pengujian eksperimental dilaboratorium terhadap nilai kuat tekan beton dengan menggunakan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity Test* dan pengujian *Phenolphthalein* dengan suhu pembakaran beton 300°C, 400°C, dan 500°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton tanpa pelapisan *Flex Tape* makin rendah, semakin tinggi suhu pembakaran maka nilai kuat tekan mengalami penurunan sedangkan penggunaan *Flex Tape* terhadap kuat tekan beton makin naik namun pengaruh tidak terlalu besar terhadap nilai kuat tekan beton. Hasil Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* nilai kuat tekan beton benda uji yang dilakukan pembakaran pada suhu 300°C menjadi lebih rendah nilai kuat tekannya dibandingkan dengan beton sebelum dilakukan pembakaran. Hasil Pengujian *Phenolphthalein* pada beton normal fc'20 tidak mengalami perubahan yaitu berwarna abu-abu karena bersifat basa namun beton akan mengalami perubahan menjadi warna magenta setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test) ketika beton dibakar dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C, dan 500°C. Hal ini menunjukkan penggunaan *Flex Tape* tidak bisa diperuntukkan sebagai perkuatan beton.

**Kata Kunci:** Kuat Tekan Beton, Suhu Pembakaran, *Ultrasonic Pulse Velocity*, *Flex Tape*, *Phenolphthalein*

#### Abstract

The fire disaster will affect the quality and strength of the concrete resulting in damage that will occur gradually and over a long period of time and it cannot be predicted when this structure will last. This study aims to determine the effect of temperature on the compressive strength of concrete without installation and with the installation of *Flex Tape* on the compressive strength of concrete after burning, to determine the compressive strength of post-combustible concrete in the *Ultrasonic Pulse Velocity Test* and the condition of concrete after burning using the *Phenolphthalein* test. The testing method used is experimental testing in the laboratory on the compressive strength of concrete using the *Ultrasonic Pulse Velocity Test* and *Phenolphthalein* testing with concrete burning temperatures of 300°C, 400°C and 500°C. The results showed that the effect of temperature on the compressive strength of concrete without coating *Flex Tape* was lower, the higher the combustion temperature, the compressive strength value decreased while the use of *Flex Tape* on the compressive strength of concrete increased but the effect was not too large on the compressive strength of concrete. The results of the *Ultrasonic Pulse Velocity Test* show that the compressive strength value of the concrete tested by burning at 300°C, 400°C and 500°C has a lower compressive strength value compared to the concrete before burning. The results of the *Phenolphthalein* test on normal fc'20 concrete did not change, which was gray in color because it is alkaline but the concrete would change to a magenta color after being given a *Phenolphthalein* solution (PP-test) when concrete was fired at a combustion temperature of 300°C, 400°C and 500°C. This shows that the use of *Flex Tape* is not intended as concrete reinforcement

**Keywords:** Compressive Strength of Concrete, Combustion Temperature, *Ultrasonic Pulse Velocity*, *Flex Tape*, *Phenolphthalein*

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan pembangunan dibidang struktur jalan, jembatan dan bangunan[1]. Pekerjaan konstruksi semakin meningkat dari tahun ke tahun, oleh karena itu didalam bisnis konstruksi terjadi persaingan yang sangat ketat. Sebagai salah satu yang memiliki peran penting, perusahaan konstruksi harus memiliki kompetensi tinggi dalam mengerjakan setiap tahapan proyek konstruksi[2]. Salah satu hal yang penting yang harus dikuasai adalah pengendalian dan pengawasan mutu pada struktur beton, terutama kekuatan tekan beton yang syaratkan dan ketahanannya jika terjadi kebakaran, gempa dan lain-lain [3].

Kuat tekan beton tidak memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan, maka akan mengakibatkan kegagalan pada konstruksi dan menimbulkan kerugian yang besar. Kegagalan konstruksi beton juga dapat terjadi karena perubahan temperatur yang cukup tinggi, terjadi pada peristiwa kebakaran sehingga akan berpengaruh terhadap elemen-elemen struktur beton[4].Kebakaran adalah hal yang tidak diduga sama sekali oleh manusia, selain akan meninggalkan penderitaan juga akan meninggalkan kekhawatiran akan struktur beton pasca terjadi kebakaran, terutama pada daerah Riau yang kondisi tanahnya merupakan tanah gambut yang rawan tingkat terjadinya kebakaran. Apabila terjadi kebakaran terutama pada struktur beton, maka kerusakan yang akan terjadi akan bertahap dan lama, kadang-kadang tidak dapat diprediksi kapan struktur ini akan bertahan [5].

Berdasarkan permasalahan perubahan temperatur akibat kebakaran terhadap struktur beton, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur terhadap kekuatan mutu beton yang ditinjau terhadap nilai kuat tekan beton dengan melakukan pengujian eksperimental di laboratorium. Guna meningkatkan kuat tekan beton pasca bakar, maka penggunaan bahan-bahan alternatif perlu dicoba. Salah satu adalah dengan penggunaan *Flex Tape*.

### Beton

Beton ialah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat[6] . Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5 mm sampai 40 mm. Semakin berkembangnya zaman, beton kini menjadi pilihan utama dalam dunia konstruksi karena memiliki kekuatan dan proses pengerjaan yang mudah (SNI 03-2847-2002).

### Material Pembentuk Beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen portland, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton [7].

### Faktor Air Semen

Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan[8]. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum [8].

### Nilai Slump

Nilai slump digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecekan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*)[9]. Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan. Nilai slump flow bervariasi antara 600-725 mm [10]

### ***Flex Tape***

*Flex Tape* merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat menutup atau memperbaiki. Lakban ini diformulasikan khusus; berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel dengan bentuk apapun. Lakban ini dikemas dalam dus berbentuk silinder dan tersedia dalam warna hitam atau putih. Usia dari lakban ini terbilang masih muda, dibuat pada tahun 2012. Sampai saat ini, belum ada merk lain yang bisa menyaingi kemampuan lakban ini. Bahan utama penyusunnya adalah karet polimer *flexseal*.

### **Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pada mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beton terhadap luas penampang beton [11]. Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu (SNI 03-1974-1990). Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan [12]

### **Perancangan Campuran (*Mix Design*)**

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan - bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan – bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Proporsi bahan dan berat penakaran harus ditentukan (SNI 03-2834-2000).

### ***Slump Test***

*Slump test* adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Semakin rendah nilai slump menandakan semakin kental kondisi beton segar yang ada di lapangan, sebaliknya semakin besar bacaan slump berarti semakin encer kondisi beton segar di lapangan. Percobaan slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan. Percobaan ini dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pematik diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm (Mulyono, 2004).

### **Perawatan (*Curing*)**

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat (Mulyono, 2004).

### **Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Beton**

Efek meningkatnya suhu pada pasta semen yang terhidrasi tergantung pada tingkat hidrasi dan kelembapan yang terjadi, biasanya terjadi pada pasta portland semen yang sebagian besar terdiri dari *Calcium Silicate Hydrate* (CSH), *Calcium hydroxide*, dan *Calcium sulfoaluminate hydrates*. Pasta semen dalam kondisi jenuh mengandung sejumlah besar air bebas dan air kapiler, selain air yang terserap. Berbagai jenis air tersebut dapat segera hilang jika terjadi peningkatan suhu beton. Namun, dari sudut pandang perlindungan terhadap kebakaran, dapat dicatat bahwa, karena panas yang cukup maka penguapan dibutuhkan untuk mengkonversi air menjadi uap, suhu beton tidak akan naik sampai semua air yang telah ter evaporasi hilang (Mehta, 1986).

### ***Ultrasonic Pulse Velocity Test***

Metode uji ini dapat digunakan untuk menilai atau mengetahui keseragaman dan mutu relatif beton, mendeteksi adanya rongga dan retak, dan untuk mengevaluasi efektivitas perbaikan retak. Pengujian ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya perubahan sifat – sifat beton, dan pada pemeriksaan suatu struktur, untuk memperkirakan tingkat kerusakan atau retakan pada beton. Apabila digunakan untuk mengamati perubahan – perubahan kondisi pada periode tertentu, lokasi uji harus

diberi tanda pada struktur untuk memastikan pengujian dapat diulang pada posisi yang sama (SNI C597-2012).

### ***Phenolphthalein Test***

Untuk mengetahui sifat asam atau basa pada beton digunakan larutan *Phenolphthalein* sebagai indikator kimia. Untuk membuat indikator, setiap 1 gram *Phenolphthalein* dilarutkan ke dalam 50 ml (atau dapat juga 100 ml) alkohol murni. Respon warna dapat diketahui dengan cara mengolesi/meneteskan larutan *Phenolphthalein* pada material yang akan diuji. Berikut ini respon warna yang terjadi untuk mengetahui asam-basa indikator kimia *Phenolphthalein* [13].

## **2. METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen dilaboratorium dengan sampel beton pasca bakar dengan kuat tekan beton  $f_c'$  20 Mpa, durasi terbakar yaitu 3 jam dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C dan 500°C dan dilakukan pengujian pada saat umur beton 28 hari menggunakan pengujian Kuat Tekan Beton, pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity Test* dan Pengujian *Phenolphthalein*.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Material yang di pergunakan dalam penelitian ini perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan spesifikasi agregat yang sesuai antara lain untuk agregat kasar, agregat halus, semen, dan air menurut SNI 03-2834-2000.

### **1. Pengujian Analisa Saringan**

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk agregat kasar yang diambil berasal dari Suban, Merlung, Provinsi Jambi dan agregat halus yang digunakan berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau. Berikut adalah tabel analisa saringan agregat kasar seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar Split 2-3

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Tertahan (gr)	Jumlah Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat
1 1/2	38	0,00	0,00	0,00	100	100
3/4	19	366,5	366,5	16,72	83,28	100
3/8	9,6	1759,6	2126,1	96,99	3,01	95-100
4	4,8	18,8	2144,9	97,85	2,15	30-60
8	2,4	1,0	2145,9	97,90	2,1	0-100
16	1,2	1,0	2146,9	97,94	2,06	-
30	0,6	4,2	2151,1	98,13	1,87	-
50	0,3	4,8	2155,9	98,35	1,65	-
100	0,15	8,2	2164,1	98,73	1,27	-
200	0,075	5,5	2169,6	98,98	1,02	-

Dari **Tabel 1** dapat dilihat bahwa gabungan analisa saringan agregat kasar split 2-3. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi agregat campuran beton sehingga dapat dipergunakan sebagai agregat pada campuran beton. Analisa Saringan Agregat Kasar Split 1-2 dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar Split 1-2

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Tertahan (gr)	Jumlah Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat
1 1/2	38	0,00	0,00	0,00	100	100
3/4	19	2833,2	2833,2	97,64	2,36	100
3/8	9,6	55,1	2888,3	99,54	0,46	95-100
4	4,8	0,0	2888,3	99,54	0,46	30-60
8	2,4	0,3	2888,6	99,55	0,45	0-100
16	1,2	0,4	2889	99,56	0,44	-
30	0,6	1,1	2890,1	99,6	0,4	-
50	0,3	1,0	2891,1	99,63	0,37	-
100	0,15	1,8	2892,9	99,7	0,3	-
200	0,075	2,1	2895	99,77	0,23	-

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa gabungan analisa saringan agregat kasar split 1-2. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi campuran beton pada **Tabel 3**. Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar. Hasil Analisa Saringan Agregat Halus dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan (gr)	Jumlah Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat	
								Min	Max
4	4,8	78,5	78,5	0,0	0,0	0,00	100,00	100	100
8	2,4	78,5	165,5	87,0	87,0	5,00	95,00	100	90
16	1,2	78,5	200,5	122,0	209,0	12,02	87,98	100	85
30	0,6	78,5	481,5	403,0	612,0	35,19	64,81	90	75
50	0,3	78,5	579,5	501,0	1113,0	64,00	36,00	80	60
100	0,15	78,5	613,5	535,0	1648,0	94,76	5,24	40	10
200	0,075	78,5	136,5	58,0	1706,0	98,10	1,90	10	0

Dari **Tabel 3** dapat dilihat bahwa Gabungan Analisa saringan agregat pasir. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi agregat campuran beton pada **Tabel 3**. Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat halus. Sehingga agregat dapat dipergunakan dalam campuran beton.

**2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan**

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat kasar yang diambil dari agregat yang berasal dari Suban, Merlung, Provinsi Jambi. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar split 2-3 di peroleh bahwa Berat Jenis Bulk sebesar 2,644%, Berat Jenis Kering Permukaan sebesar 2,661%, Berat Jenis Semu sebesar 2,717% dan Penyerapan Air sebesar 1,019%. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat kasar yang diambil dari agregat yang berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar Split 1-2 di peroleh bahwa Berat Jenis Bulk sebesar 2,649 %, Berat Jenis Kering

Permukaan sebesar 2,676%, Berat Jenis Semu sebesar 2,723 % dan Penyerapan Air sebesar 1,023 %. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat halus yang digunakan berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar di peroleh bahwa Berat Jenis Bulk sebesar 2,510%, Berat Jenis Kering Permukaan sebesar 2,547%, Berat Jenis Semu sebesar 2,606% dan Penyerapan Air sebesar 1,476%. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

### 3. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian Kadar lumpur dilakukan pada agregat halus pasir. Berikut Tabel 4 rekapitulasi pengujian kadar lumpur agregat halus.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Berat Tempat	97,0	gr
2	Berat benda uji kering sebelum dicuci	1739,0	gr
3	Berat benda uji kering + berat kering (sebelum dicuci)	1836,0	gr
4	Berat benda uji kering + berat kering (sesudah dicuci)	1803,0	gr
5	Berat benda uji kering sesudah dicuci	1706,0	gr
6	Persentase kadar lumpur	1,9	5%

Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa hasil pengujian kadar lumpur agregat pasir di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 1,90% lebih kecil. Hasil yang didapat lebih kecil dari 5 % sehingga memenuhi persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), sehingga pasir yang dipergunakan tidak perlu dicuci sebelum pengadukan. Pengujian kadar lumpur dilakukan pada agregat kasar split. Berikut adalah **Tabel 5.** ekapitulasi Pengujian kadar lumpur agregat kasar split.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Split

No	Uraian	Berat (gr)		Spesifikasi
		Split 2-3	Split 1-2	
1	Berat Tempat	128,0	158,0	
2	Berat benda uji kering sebelum dicuci	2192,0	2901,7	
3	Berat benda uji kering + berat kering (sebelum dicuci)	2320,0	3059,7	
4	Berat benda uji kering + berat kering (sesudah dicuci)	2297,6	3053,0	
5	Berat benda uji kering sesudah dicuci	2169,9	2895,0	
6	Persentase kadar lumpur	1,022	0,231	5%

Dari **Tabel 5** dapat dilihat bahwa hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar split 2-3 di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 1,022% dan pengujian kadar lumpur agregat kasar split 1-2 di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 0,231%. Hasil yang didapat lebih kecil dari 5% sehingga memenuhi persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), sehingga pasir yang dipergunakan tidak perlu dicuci sebelum pengadukan.

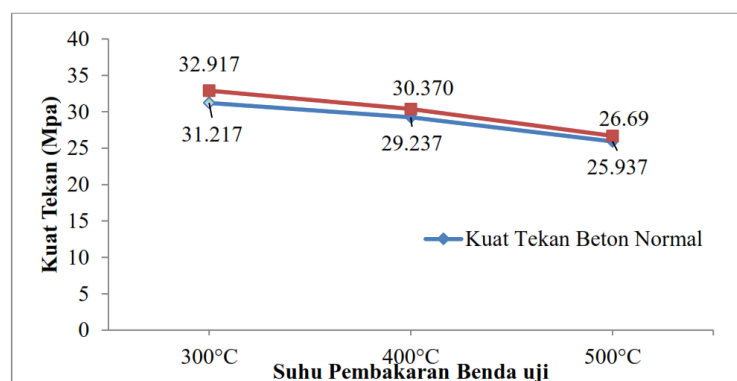
### 4. Pengujian Kuat Tekan Beton $f_c'20$ MPa Umur 28 Hari Menggunakan Metode CTM

Rekapitulasi nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  MPa umur 28 hari terhadap suhu normal dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C, dan 500°C dapat dilihat pada Tabel 6. Rekapitulasi nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap suhu normal dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C, dan 500°C.

**Tabel 6.** Rekapitulasi nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap beton dengan suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ , dan  $500^{\circ}\text{C}$

No	Kode Benda Uji	Nilai Kuat Tekan (Mpa)		
		Suhu Pembakaran $300^{\circ}\text{C}$	Suhu Pembakaran $400^{\circ}\text{C}$	Suhu Pembakaran $500^{\circ}\text{C}$
1	Kuat Tekan Beton Normal Tanpa Dilapisi <i>Flex Tape</i>	31,217	29,237	25,937
2	Kuat Tekan Beton Normal + <i>Flex Tape</i>	32,917	30,370	26,690

Pada **Tabel 6** menunjukkan nilai kuat tekan tanpa *Flex Tape* mengalami penurunan seiring dengan penambahan suhu pembakaran yaitu pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  sebesar 31,217 Mpa, suhu  $400^{\circ}\text{C}$  sebesar 29,237 Mpa dan suhu  $500^{\circ}\text{C}$  sebesar 25,937 Mpa. Pada beton yang diberi pelapisan *Flex Tape* nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan dari nilai kuat tekan beton tanpa *Flex Tape* yaitu pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$  sebesar 32,917 Mpa, suhu  $400^{\circ}\text{C}$  sebesar 30,370 Mpa dan suhu  $500^{\circ}\text{C}$  sebesar 26,690 Mpa. Perbandingan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap suhu normal dengan suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ , dan  $500^{\circ}\text{C}$  dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  MPa umur 28 hari terhadap suhu pembakaran

Grafik pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton benda uji yang menggunakan *Flex Tape* lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji Tanpa *Flex Tape* untuk beton  $f_c'20$  umur 28 hari untuk suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$  dengan selisih 1,7 Mpa atau 5,44%, suhu pembakaran  $400^{\circ}\text{C}$  dengan selisih 1,133 Mpa atau 3,87%, dan suhu pembakaran  $500^{\circ}\text{C}$  dengan selisih 0,753 Mpa atau 2,90%. Berdasarkan persentase kenaikan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ , dan  $500^{\circ}\text{C}$  dengan pelapisan *Flex Tape* dibandingkan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7** Perbandingan Persentase Kenaikan Kuat Tekan Dengan Perkuatan *External* Terhadap Penelitian Terdahulu

No	Peneliti dan Tahun	Bahan Perkuatan External	Persentase Kenaikan Kuat Tekan Beton
1	Fikri Aulia, dkk (2021)	CFRP	7,00%
2	Saudalimka (2018)	GFRP	35,29%
3	Gathot Heri Sudibyo, dkk (2010)	<i>Fire Proofing</i>	11,89%
4	Penelitian Ini	<i>Flex Tape</i>	5,44%

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan dari persentase kenaikan kuat tekan beton. Dari **Tabel 7**, dapat dilihat bahwa pemakaian perkuatan *external* dapat meningkatkan nilai kuat beton. Dari **Tabel 5 dan 7** dapat dibandingkan dimana

pemakaian perkuatan dengan *Flex Tape* hanya meningkatkan nilai kuat beton sebesar 5,44 % lebih kecil dibandingkan dari penelitian sebelumnya sehingga dapat disimpulkan bahwa pemakaian *Flex Tape* sebagai perkuatan *external* hanya bersifat sementara atau non struktural.

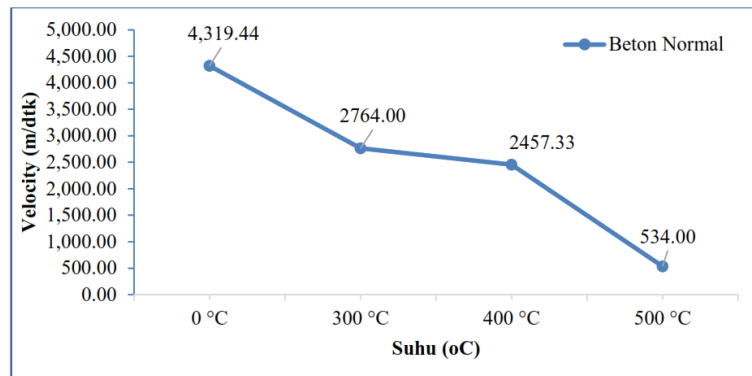
**5. Pengujian Kuat Tekan Beton  $f_c'20$  MPa Umur 28 Hari Menggunakan Metode UPV**

Nilai rata - rata *Velocity* sebelum dan setelah pembakaran dengan suhu 300°C, 400°C, dan 500°C Nilai rata-rata *Velocity* dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Nilai Rata-Rata *Velocity* sebelum dan setelah pembakaran pada pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

No	Kode Benda Uji	Nilai Rata-Rata <i>Velocity</i> (m/dtk)			
		0°C	300°C	400°C	500°C
1	Beton Normal	4.319,44	2.764,00	2.457,33	534,00

Perbandingan nilai *velocity* dengan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap suhu normal dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C, dan 500°C pada pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dapat dilihat pada Gambar 2



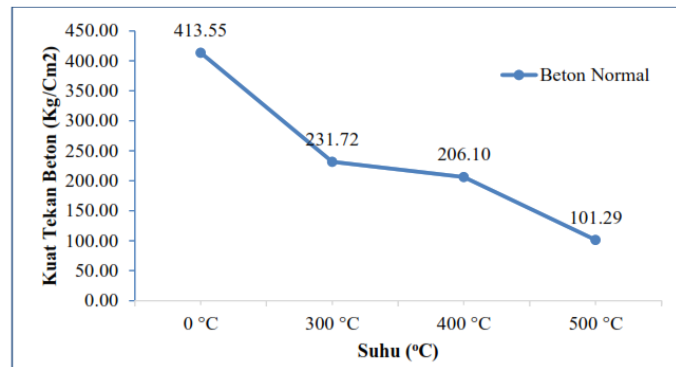
**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Nilai *Velocity* dengan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  MPa umur 28 hari hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

Dari grafik pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai *velocity* menjadi mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu pembakaran berbanding lurus dengan nilai kuat tekan beton yang mengalami penurunan seiring penambahan suhu pembakaran pada beton. Menurut *International Atomic Energy Regency*, 2011 Semakin tinggi kecepatan rambat gelombang yang dapat dilalui dalam beton maka semakin bagus kualitas beton tersebut (Setyawan et al., 2018). Nilai rata - rata kuat tekan beton sebelum dan setelah pembakaran dengan suhu 300°C, 400°C, dan 500°C. Nilai rata-rata kuat tekan beton dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Beton Sebelum dan Setelah Pembakaran pada Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

No	Kode Benda Uji	Nilai Rata-Rata <i>Velocity</i> (m/dtk)			
		0°C	300°C	400°C	500°C
1	Beton Normal	4.319,44	2.764,00	2.457,33	534,00

Perbandingan nilai kuat tekan beton  $f_c'20$  umur 28 hari terhadap suhu normal dengan suhu pembakaran 300°C, 400°C, dan 500°C pada pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton  $f_c'20$  umur 28 hari hasil pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

Dari grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton benda uji beton sebelum dilakukan pembakaran rata – rata 413,55 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan nilai kuat tekan beton benda uji yang dilakukan pembakaran pada suhu 300°C, 400°C, dan 500°C menjadi lebih rendah nilainya dengan pertambahan suhu pembakaran antara 101,29 - 231,72 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Skala Laboratorium dengan Studi Kasus Lapangan Menggunakan Metode UPV

Nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan beton existing K-300 (Plaza Sukarame, Pekanbaru) umur beton besar dari 28 hari menggunakan pengujian UPV dengan nilai kuat tekan rata-rata antara 193,48 - 119,90 kg/cm<sup>2</sup> dan kondisi ini menunjukkan kuat tekan beton mengalami penurunan antara 35,51% - 60,03% dari kuat tekan rencana yaitu 300 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada Tabel 5.18 dari hasil pengujian terlihat bahwa nilai kuat tekan untuk pengujian kuat tekan beton umur beton 28 hari menggunakan pengujian UPV dengan nilai kuat tekan rata-rata antara 231,72 – 101,29 kg/cm<sup>2</sup> dan kondisi ini menunjukkan kuat tekan beton mengalami penurunan antara 43,97% - 75,51% dari kuat tekan sebelum dilakukan pembakaran. Dari pengujian kuat tekan dengan metode UPV didapat nilai kuat tekan rata-rata terkecil yaitu 101,29 kg/cm<sup>2</sup> pada suhu 500°C sedangkan pengujian kuat tekan dengan metode UPV di Plaza Sukarame, Pekanbaru didapat nilai kuat tekan terkecil yaitu 119,90 kg/cm<sup>2</sup>, Hal ini mengindikasikan bahwa suhu pada kejadian kebakaran di Plaza Sukarame, Pekanbaru terjadi pada suhu 500°C. Nilai *velocity* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu pembakaran berbanding lurus dengan nilai kuat tekan beton yang mengalami penurunan seiring penambahan suhu pembakaran pada beton. Menurut *International Atomic Energy Regency*, 2011 Semakin tinggi kecepatan rambat gelombang yang dapat dilalui dalam beton maka semakin bagus kualitas beton tersebut (Setyawan et al., 2018).

### 6. Hasil Pengujian *Phenolphthalein* pada Benda Uji Beton $f_c'20$ MPa Umur 28 Hari

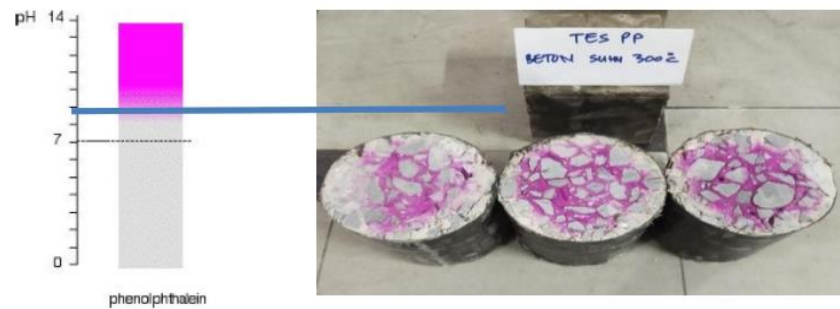
Hasil pengujian kuat tekan beton  $f_c'20$  dilakukan pada umur beton 28 hari sebelum dilakukan pembakaran menggunakan Pengujian *Phenolphthalein* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Hasil Pengujian *Phenolphthalein* beton  $f_c'20$  sebelum dilakukan pembakaran

Berdasarkan **Gambar 4** dapat dilihat bahwa warna beton fc'20 masih berwarna abu abu setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test). Hal ini menunjukkan bahwa beton masih bersifat Asam yang menunjukkan beton masih dalam kondisi yang baik.

Hasil pengujian kuat tekan beton fc'20 MPa dilakukan pada umur beton 28 hari setelah pembakaran dengan 300°C menggunakan pengujian *Phenolphthalein* dapat dilihat pada **Gambar 5**.

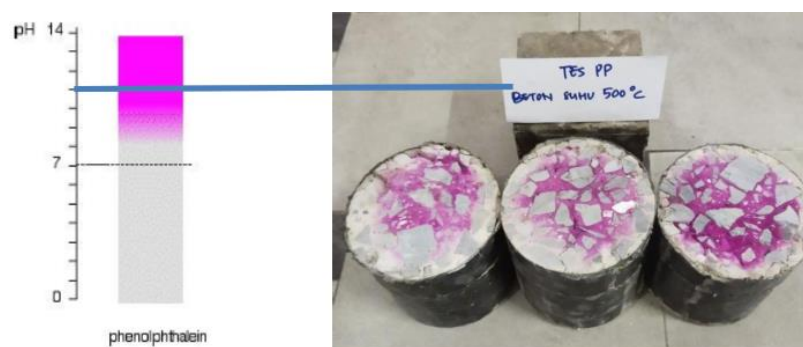


**Gambar 5.** Hasil Pengujian *Phenolphthalein* beton fc'20 setelah dilakukan pembakaran suhu 300°C

**Gambar 5** dapat dilihat bahwa warna beton fc'20 setelah pembakaran dengan 300°C mengalami perubahan menjadi warna magenta dengan nilai ph 9 setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test). Hal ini menunjukkan bahwa beton sudah bersifat basa yang menunjukkan beton dalam kondisi yang tidak baik. Hasil pengujian kuat tekan beton fc'20 MPa dilakukan pada umur beton 28 hari setelah pembakaran dengan 400°C menggunakan pengujian *Phenolphthalein* dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Hasil Pengujian *Phenolphthalein* beton fc'20 setelah dilakukan pembakaran suhu 400°C



**Gambar 7.** Hasil Pengujian *Phenolphthalein* beton fc'20 setelah dilakukan pembakaran suhu 500°C

**Gambar 7** dapat dilihat bahwa warna beton  $fc'20$  setelah dilakukan pembakaran suhu  $500^{\circ}\text{C}$  mengalami perubahan menjadi warna magenta dengan nilai  $\text{pH}$  11 setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test). Hal ini menunjukkan bahwa beton sudah bersifat basa yang menunjukkan beton dalam kondisi yang tidak baik. Kenaikan Kuat tekan disebabkan pengaruh pemasangan *Flex Tape* yang melingkari benda uji silinder beton menyerupai cincin sehingga beton menjadi terkekang dan pada akhirnya berpengaruh pada kenaikan kuat tekan. Sedangkan nilai Kuat Tekan beton selama pembakaran mengalami penurunan, semakin tinggi suhu pembakaran maka semakin menurun nilai kuat tekan beton hal ini sesuai dengan hasil pengujian kuat tekan dengan metode UPV Plaza Sukarame, Pekanbaru (skala lapangan) dimana hasil pengujian kuat tekan terkecil yaitu  $119,90 \text{ kg/cm}^2$  (Wiyono, 2016) sedangkan pada penelitian ini (skala laboratorium) kuat tekan terkecil didapat sebesar  $101,29 \text{ kg/cm}^2$  pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa suhu pada kejadian kebakaran di Plaza Sukarame, Pekanbaru pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$ . Penurunan kuat tekan tersebut menurut Triwiyono,(2001) pada suhu antara  $700^{\circ}\text{C}$  karena telah terjadi proses kalsinasi pada beton, yaitu perubahan  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  dan  $\text{CO}_2$  yang mengakibatkan crack sehingga kuat tekan beton tinggal 10% - 20 %, dan tegangan leleh baja pada suhu  $500^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$  menurun menjadi 50%.

Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* terhadap kuat tekan setelah pembakaran pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ , dan  $500^{\circ}\text{C}$  mengalami penurunan dengan kualitas beton kurang baik. Sesuai dengan hasil pengujian pada kasus kebakaran Plaza Sukarame, Pekanbaru elemen struktur beton yang telah terbakar akan mengalami penurunan kekuatan baik pada tulangan pembesian maupun pada kekuatan betonnya (Katino, 2019). Tingkat kejenuhan beton mempengaruhi kecepatan rambat gelombang, dan faktor ini harus dipertimbangkan jika mengevaluasi hasil uji. Sebagai tambahan, kecepatan rambat gelombang pada beton yang jenuh air kurang sensitif terhadap perubahan – perubahan mutu beton relatif (SNI C597-2012).

Pengujian Phenolphthalein pada beton normal  $fc'20$  tidak mengalami perubahan yaitu berwarna abu-abu karena bersifat asam namun beton akan mengalami perubahan menjadi warna magenta setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test) ketika beton dibakar dengan suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ , dan  $500^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa beton sudah bersifat basa yang menunjukkan beton masih dalam kondisi yang tidak baik. Menurut J Clark (2002), pada asam kuat berada pada  $\text{pH}$  dibawah 8,3 - 10 yang dapat dilihat dengan tidak terjadinya perubahan warna, sedangkan basa kuat berada di atas  $\text{pH}$  tersebut yang dapat dilihat dengan adanya perubahan warna menjadi warna pink. Atau dengan kata lain, beton dapat dikatakan bersifat basa apabila saat diolesi/ditetesi larutan *Phenolphthalein* beton menjadi berwarna pink, dan bersifat asam apabila tidak terjadi perubahan warna.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Pengujian dan pengamatan langsung yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil uji kuat tekan beton mutu rencana  $fc' = 20 \text{ Mpa}$  umur 28 hari menggunakan *Flex Tape* dan tanpa *Flex Tape* maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh temperatur (Pasca Bakar) terhadap kuat tekan beton terhadap suhu pembakaran adalah semakin bertambah suhu pembakaran maka nilai kuat tekan beton mengalami penurunan. Sedangkan nilai kuat tekan beton benda uji yang menggunakan *Flex Tape* lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji Tanpa *Flex Tape*. Kenaikan Kuat tekan disebabkan pengaruh pemasangan *Flex Tape* yang melingkari benda uji silinder beton menyerupai cincin sehingga beton menjadi terkekang dan pada akhirnya berpengaruh pada kenaikan kuat tekan ini bisa dikarenakan benda uji berbentuk silinder dan hanya pada kasus uji kuat tekan yang berbentuk silinder. Hasil Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* Nilai kuat tekan beton yang dilakukan pembakaran pada suhu  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$  menjadi lebih rendah nilainya dibandingkan dengan beton sebelum dilakukan pembakaran. Pengujian *Phenolphthalein* pada beton normal  $fc'20$  tidak mengalami perubahan yaitu berwarna abu-abu karena bersifat basa namun beton akan mengalami perubahan menjadi warna magenta setelah diberi larutan larutan *Phenolphthalein* (PP-test) ketika beton dibakar dengan suhu pembakaran  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$ .

---

**REFERENSI**

- [1] M. Alfajrizal, "Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (Curing) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement).," *Univ. Islam Riau.*, 2018.
- [2] D. Saudalimka, "Pengaruh Penambahan Perkuatan Glass Fiber Reinforced Polymer pada Kolom Buat.," *Univ. Sumatera Utara.*, 2018.
- [3] & S. Novriza, F., Yana, D., "Kajian Kuat Tekan Beton Berdasarkan Kondisi Bakar dan Tanpa Bakar ( Studi Mutu Beton 20 MPa Menggunakan Metode American Concrete.," *Vocat. Educ. Technol. Journal*, vol. 1(1), 29–3, 2019.
- [4] Seprizon., "Kajian Pengaruh Perkuatan Menggunakan Carbon Fiber Reiforced Polymer (CFRP) terhadap struktur Balok Beton Bertulang," *Univ. Islam Riau.*, 2019.
- [5] M. Setyawan, M. farhan, Sitompul, iskandar romei, & Olivia, "Kuat Tekan Dan Ultrasonic Pulse Velocity UPV beton OPC dan OPC abu sekam padi untuk aplikasi dilingkungan gambut," *Jom FTEKNIK*, vol. 5(1), 1–7., 2018.
- [6] R. Arman.A, & Almez Pradipta, "Kajian Kuat Tekan Beton Normal Pasca Bakar.," *Ensiklopedia J.*, vol. 52–55., 2021.
- [7] Z. Aulia, T. B., Afifuddin, M., & Amalia, "Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Pasca Bakar Menggunakan Serat Polypropylene.," *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 26(1), 118, 2020.
- [8] W. Chandra, "Pengaruh pengekangan eksternal dengan cincin baja pada benda uji silinder.," *Univ. Sumatera Utara.*
- [9] K. ( Dewi, S. U., Jaya, F. H., Khairil, M. A., & Tekan, "Analisis Sifat Fisisk dan mekanis Beton pasca bakar. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi)," *J. Progr. Stud. Tek. Sipil*, 11(1), 74–81., 2021.
- [10] D. Hafid, A., & Sulistyani Rahayu, "Pengukuran Kedalaman Retak Pada Beton Kh-Ipsb3 Menggunakan Upvt. SIGMA EPSILON - Buletin Ilmiah Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir, 24(1), 01. <https://doi.org/10.17146/sigma.2020.24.1.5641> Handayani, T. (," 2020.
- [11] & H. Suryani, A., Dewi, S. H., "Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton The Correlation Of Bending Strenght And Compressive Strength of Concrete.," *J. Saintis*, vol. 18(2), 43–, 2018.
- [12] S. (2016). Wiyono, "Laporan Final Pekerjaan Assesment Struktur Plaza Sukaramai Pekanbaru.," 2016.
- [13] S. Herma.p, E. A., Wijatmiko, I., & P.Budio, "Pengaruh Vriasi agregat kasar penyusun beton terhadap kerapatan beton dengan menggunakan pulse velocity pada alat UPV (Ultrasonic Pulse Velocity).," *Rekayasa Sipil*, vol. 13(1), 54–, 2019.