

Analisis Penambahan Serat Strapping Band Rigid Pavement Terhadap Kuat Lentur Beton

Muh. Fajar

Program Studi Teknik Sipil FT.Universitas Muhammadiyah Parepare

Adnan Adnan

Program Studi Teknik Sipil FT.Universitas Muhammadiyah Parepare

Hamka Hamka

Program Studi Teknik Sipil FT.Universitas Muhammadiyah Parepare

Korespondensi Penulis: mirrik04@gmail.com

Abstract. *The development of science, especially in the field of transportation, especially roads, requires adequate infrastructure in the form of roads or pavement that is suitable for the conditions in the field. This research aims to determine the analysis of the addition of strapping band fibers on the flexural strength of concrete, the variation in influence is 0.5%, 1.0%, 1.5%, the best composition for making rigid pavement flexural strength. This research uses experimental research methods, namely research in the laboratory which aims to investigate the effects of each other and compare the results. The research results of 4 variations, namely 0% (normal), 0.5%, 1.0% and 1.5% of fine aggregate, in testing concrete aged 28 days on normal concrete were 3.333 Mpa, for variations of 0.5% on average an average of 2,800 Mpa, a 1.0% variation an average of 2,133 MPa, and a 1.5% variation an average of 1,333 MPa. So it can be concluded that concrete with a variation of 0.5% achieves the design strength and is suitable for use. Meanwhile, variations of 1.0%, 1.5% do not reach the design compressive strength and are not suitable for use in construction.*

Keywords: *Analysis, Strapping band, and Flexural Strength*

Abstrak. Berkembangnya ilmu pengetahuan terutama di bidang ilmu transportasi khususnya jalan raya untuk itu diperlukan prasarana yang memadai berupa jalan atau perkerasan yang sesuai dengan kondisi dilapangan. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis penambahan serat *strapping band* terhadap kuat lentur beton, pengaruh variasi 0,5%, 1,0%, 1,5%, komposisi terbaik untuk membuat kuat lentur rigid pavement. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen, yaitu penelitian di laboratorium yang bertujuan menyelidiki sebab akibat antara satu sama lain dan membandingkan hasilnya. Hasil penelitian dari 4 variasi yaitu 0% (normal), 0,5%, 1,0% dan 1,5% dari agregat halus, pada pengujian beton umur 28 hari pada beton normal 3,333 Mpa, untuk variasi 0,5% rata-rata 2,800 Mpa, variasi 1,0% rata-rata 2,133 Mpa, dan variasi 1,5% rata-rata 1,333 MPa. Maka dapat disimpulkan beton dengan variasi 0,5% mencapai kuat lentur rencana dan layak digunakan. Sedangkan untuk variasi 1,0%, 1,5% tidak mencapai kuat tekan rencana dan tidak layak digunakan untuk konstruksi.

Kata kunci: Analisis, Strapping band, Dan Kuat Lentur

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan terutama dibidang ilmu transportasi khususnya jalan raya, maka diperlukan prasarana yang memadai berupa jalan raya yang dapat menahan beban kendaraan yang melintas di atasnya dan ramah lingkungan, sehingga diperlukan perkerasan jalan yang sesuai dengan kondisi dilapangan. Salah satu yang digunakan adalah rigid pavement. Dalam industri terutama dalam pembuatan beton konvensional, pekerjaan pemadatan merupakan hal mutlak yang harus dilaksanakan.

Received Januari 15, 2024; Accepted Februari 16, 2024; Published April 30, 2024

*Muh. Fajar, mirrik04@gmail.com

Limbah industri percetakan adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Pemanfaatan limbah untuk campuran beton merupakan salah satu langkah untuk mengurangi permasalahan limbah yang sampai saat ini belum bisa diatasi. Di negara-negara maju seperti Amerika dan Inggris, para peneliti telah berusaha memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik dari beton tersebut dengan cara menambahkan serat atau fiber yang disebarkan kedalam beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun pembebanan. Berbagai macam beton serat yang mampu memperbaiki sifat-sifat beton adalah : baja, plastic, kaca dan karbon.

Serat *strapping band* merupakan tali kemas untuk berbagai keperluan pengemasan barang. Keunggulan *strapping band* sebagai alat pengemasan antara lain bahannya yang ringan, dan mudah digunakan untuk pengemasan barang-barang yang beratnya mencapai 500 kg. *Strapping band* memiliki kekuatan tarik tinggi yaitu antara 60 – 250 kg/cm² (A.Majid Akkas dkk.2012-2013).

Penelitian dengan menggunakan limbah Strapping band sebagai bahan tambah dengan tidak mereduksi dari berat agregat dan semen. Manfaat penelitian diharapkan akan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang bahan campuran beton alternative dalam menciptakan konsep bangunan ramah lingkungan.

KAJIAN PUSTAKA

1. Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang umumnya digunakan saat ini dalam setiap pembangunan. Baik itu pembangunan gedung, jalan, jembatan, bendungan, dan berbagai macam bendungan lainnya yang ada di lingkungan kita. Hal ini disebabkan oleh berbagai macam pertimbangan, mulai pertimbangan kekuatan bahan, sumber bahan, proses pengerjaan, perawatan, dan sebagainya. Oleh karena itu, perlu diketahui apa sebenarnya beton itu. Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lain, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2834,2000). Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m² menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2834,2000). Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton (Wuryatidan Candra 2001), meliputi, Jenis/mutu semen, faktor air semen, gradasi/susunan butir bahan batuan, pelaksanaan pembuatan beton, curing (perawatan/pematangan) beton.

2. Sifat- Sifat Beton

Untuk keperluan perencanaan struktur beton, maka pengetahuan tentang sifat-sifat beton diketahui. Sifat-sifat tersebut antara lain (Mulyono,2004) :

1. Durability (*Keawetan*), Merupakan kemampuan beton bertahan seperti kondisi yang direncanakan tanpa terjadi korosi dalam waktu yang direncanakan.
2. Kuat Tekan, Kuat tekan beton ditentukan berdasarkan pembebanan uniksial benda uji silinder beton berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm dengan satuan Mpa (N/m^2) untuk standar ACI maupun SNI 91. Sedangkan British Standar uji yang digunakan adalah kubus dengan sisi ukuran 150 mm.
3. Kuat Tarik, Kuat tarik beton jauh lebih kecil dibandingkan kuat tekannya, yaitu sekitar 10%-15% dari tekannya. Kuat tarik merupakan sifat yang penting untuk mempreidiksi retak dan defleksi balok
4. Modulus Elastisitas, Modulus elastisitas beton adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton biasanya pada 25%-50% dari kuat tekan beton.
5. Rangkak dan Susut, Rangkak (*Creep*) merupakan sala satu sifat dimana beton mengalami deformasiterus menerus waktu dibawah beban yang dipikul.Susut (*Shrinkage*) merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan pembebanan.
6. Workability, *Workability* adalah sifat-sifat adukan beton atau mortar yang ditentukan oleh kemudahan dalam pencampuran, pengangkutan, pengecoran, pemadatan, dan finishing. Atau besarnya kerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan kompaksi penuh. Salah satu cara yang paling sering dilakukan untuk kecelakaan beton adalah dengan *slump test*.
 - a. Banyaknya air yang dipakai dalam campuran beton.
 - b. Penambahan semen kedalam adukan beton.
 - c. Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus.
 - d. Pemakaian butir-butir agregat yang bulat.
 - e. Cara pemadatan beton dan jenis alat yang digunakan.
7. Sifat Kedap Air, Gelembung udara yang terbentuk selama atau setelah selesai pencetakan beton akan membentuk rongga-rongga yang diakibatkan oleh air yang menguap, rongga udara ini akan membuat air masuk kedalam beton. Untuk mengantisipasi terjadinya rongga udara yang mengakibatkan masuknya air kedalam beton, maka beton harus dibuat sepadat mungkin.Beberapa factor yang mempengaruhi sifat air beton (Wuryati dan Candra,2001), antara lain :

- a. Mutu dan porositas agregat.
- b. Umur beton, kepadatan air akan berkurang dengan adanya perkembangan umur.
- c. Gradasi, gradasi harus dipilih sedemikian agar beton dapat mudah dikerjakan dengan baik dengan jumlah air yang minimal.
- d. Perawatan, perawatan beton merupakan factor yang sangat penting untuk mendapatkan beton kedap air.

3. Bahan Pembentukan Beton

Bahan yang dipakai dalam pembuatan atau penyusunan beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air.

1. Semen

Tabel 1. Sifat fisik semen Portland jenis I (Sumber : M. Wihardi/Tjarongen (Teknologi Bahan Lanjut Semen dan Beton Berongkah)

Sifat Fisik		Jumlah
Kehalusan (m ² /kg)		>280
Waktu pengikatan (Vicat)	Awal (menit)	100
	Akhir (menit)	240
Pemuai		0,04
Berat jenis (kg/ltr)		3,15
Kekuatan tekan		-
3 hari (kg/cm ²)		215
7 hari (kg/cm ²)		300
28 hari (kg/cm ²)		-
Pengikatan semu		-
Penetrasi akhir		75

Semen merupakan bahan berbutir halus hasil gilingan, yang bukan merupakan pengikat, tapi menjadi bersifat pengikat sebagai hasil hidrasi (yaitu reaksi kimia antara semen dan air). Semen hidraulis dihasilkan yang biasanya paling banyak dipakai adalah semen Portland. Semen portland dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling secara bersama-sama dengan bahan utamanya. Campuran dari semen dan air saja disebut pasta semen sedangkan jika ditambahkan campuran pasir disebut mortar. Semen Portland adalah semen hidrolis dengan menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambah berupa satu atau lebih Kristal senyawa kalsium sulfat dan ditambahkan dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004). Semen Portland jenis I memenuhi persyaratan SNI 15-2049-2004, sifat fisiknya diperlihatkan pada table 1.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar (aduk) dan beton. Agregat aduk beton dapat juga didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai pengisi bahan yang dipakai sebagai pengisi atau pengkurus, dipakai bersama dengan bahan perekat, dan membentuk suatu massa yang keras, padat bersatu, yang disebut

adukan beton. Fungsi agregat dalam beton mengisi sebagian besar volume beton yaitu antara 50% sampai 80%, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan mutu beton (Wuryati dan Candra,2001)

a. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Spesifikasi Karakteristik dan Persyaratan Gradasi Agregat Halus (pasir)

No	Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus <i>ASTM (American Society For and Testing Material)</i>			Persyaratan Gradasi Pasir <i>(Sumber : SNI-23-2834-2000)</i>				
	Karakteristik Agregat Halus	Interval	Spesifikasi (ASTM)	Lubang ayakan (mm)	Persen butir yang lewat ayakan			
					Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
1	Kadar lumpur	<5 %	C117	9.5	100	100	100	100
2	Kadar organik	<No.3	C558	4.75	90-100	90-100	90-100	90-100
3	Kadar air	3-5%	C29	2.36	60-95	75-100	85-100	95-100
4	Berat volume	1.4-1.9 kg/ltr	C127	1.18	30-70	55-90	75-100	90-100
5	Absorpsi	0.2-2%	C127	0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
6	Berat jenis SSD	1.6-3.2	C104	0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
7	Modulus Kehalusan	2.2-3.1	C131	0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat kasar

Tabel 3. Spesifikasi Karakteristik dan Persyaratan Gradasi agregat kasar (batu pecah)

No	Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar <i>ASTM American Society for and Testing Material</i>			Persyaratan Gradasi Batu Pecah <i>(Sumber : SNI - 15-1990-032)</i>			
	Karakteristik Agregat Kasar	Interval	Spesifikasi	Ukuran Saringan	Persentase Lolos		
1	Kadar lumpur	<1 %	C117	(mm)	37,5 – 4,75	19,0 – 4,75	12,5 – 4,75
2	Kadar Air	0.5 - 2%	C558				
3	Berat Volume	1.6-1.9 kg/ltr	C29	38,1	90 – 100	100	-
4	Absorpsi	0.2 - 4.6%	C127	19	30 – 70	90 – 100	100
5	Berat Jenis SSD	1.6 - 3.2	C127	9,5	10 – 35	25 – 55	40 – 70
6	Modulus Kehalusan	5.5 - 8.5	C104	4,75	0 – 5	0 – 10	- 15
7	Keausan	15 – 50%	C131				

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran antara 5mm – 40mm (SNI 03-2834-2000).

Karakteristik agregat kasar yang dapat mempengaruhi sifat-sifat dan mutu beton adalah:

1. Gradasi, mempengaruhi kekuatan.
2. Kadar air, mempengaruhi perbandingan air semen.
3. Kebersihan, mempengaruhi kekuatan dan keawetan.

Spesifikasi karakteristik agregat kasar (batu pecah) seperti dilihat pada table 4.

c. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran agregat. Gradasi agregat juga berguna untuk menentukan proporsi agregat halus terhadap total agregat. Gradasi yang baik pada agregat, dapat menghasilkan beton yang padat, sehingga volume ronggah berkurang dari penggunaan semen Portland berkurang pula. Susunan beton yang padat dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang besar (Wuryati dan Candra. 2001).

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. Agregat kasar dan halus ditimbang berdasarkan jumlah/berat sesuai perhitungan mix desing.

d. Air

Kadar air bebas adalah jumlah air yang dicampur ke dalam beton untuk mencapai konsisten tertentu, tidak termasuk air yang diserap oleh agregat (SNI 03-2834-2000).

Menurut Jokrodimuljio (1996), pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat :

- 1) Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr/ltr.
- 2) Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) tidak lebih dari 15gr/ltr.
- 3) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/ltr.
- 4) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

Fungsi utama penggunaan air ialah agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumasi campuran agar mudah pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, akan sangat menurunkan kekuatan dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen dan perlu diingat bahwa jumlah air yang dibutuhkan berpengaruh terhadap tingkat kelecakan dan kekuatan beton.

4. Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini harus merupakan kriteria yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen dalam campuran (Nawy,1990). Semakin kecil nilai faktor air semen maka akan mengakibatkan nilai kuat tekan yang semakin tinggi. Walaupun demikian nilai faktor air semen mempunyai batasan sepanjang adukan beton masih dapat di kerjakan secara baik. Berat Volume Beton adalah perbandingan antara berat benda uji beton terhadap volume beton (pers. 1):

$$D = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: D = Berat Volume Beton [kg/m³]

B =Berat Benda Uji [kg]

V = Volume Beton [m³]

Berdasarkan berat volume (kerapatannya), beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

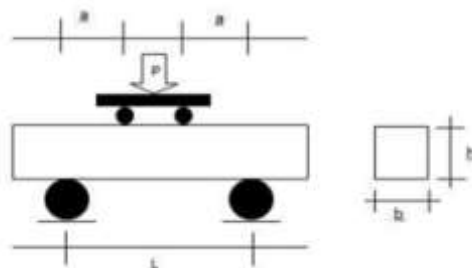
Tabel 4. Klasifikasi beton berdasarkan berat volume

Klasifikasi	Berat Volume Beton (kg/m ³)	
	American Concrete Institute (ACI)	SNI 03-2847- 2002
Beton ultra ringan	300 - 1100	
Beton ringan	1100 - 1600	<2200
Beton ringan structural	1450 - 1900	
Beton normal	2100 - 2550	2200 – 2500
Beton berat	2900 – 6100	>2500

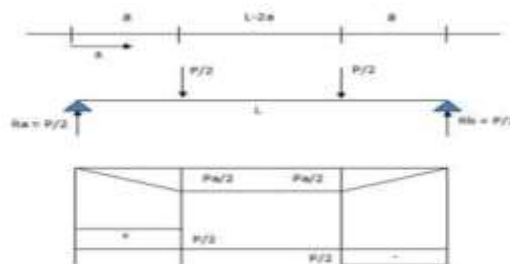
5. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok.



Gambar1. Pengujian Kuat Tarik Lentur



Gambar 2. Diagram Momen (M) dan Gaya Lintang (Q)

Rumus kuat tarik lentur diperlihatkan pada Persamaan 3.:

$$f_r = \frac{3Pa}{bh^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

f_r = Kuat Tarik Lentur [MPa]

P = Beban pada waktu lentur [kN]

a = Jarak dari perletakan ke gaya [mm]

b = Lebar penampang balok [mm]

h = Tinggi penampang balok [mm]

6. Serat strapping band

Serat strapping band merupakan salah satu produk kemasasn yang dijadikan solusi pemanfaatan limbah plastik yang jumlahnya semakin lama semakin tidak terkendali dan dapat mengancam keberlangsungan lingkungan hidup. Tali strapping band yang dihasilkan oleh PT Jetset Polychrome, yang merupakan produsen merk superior pack. (www.strappingband.net)

Pemikiran dasarnya adalah menulangi beton dengan fiber yang disebarkan ke dalam beton segar, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun pembebanan. Berbagai macam beton serat yang mampu memperbaiki sifat-sifat beton adalah: baja, plastik (polypropylene), kaca dan karbon. Penulis bermaksud melakukan penelitian dengan menggunakan bahan tambah (admixture) serat jenis polypropylene yaitu PP strapping band.(Masdar et al., n.d.)

Berdasarkan bahan dasarnya, secara umum *strapping band* dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. *Strapping polypropylene*

Merupakan jenis *strapping band* yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Selain karna harganya yang lebih terjangkau, tali *strappingband* ini juga menawarkan daya ikat yang kuat dan elastis. Jenis strapping ini memiliki ukuran, mulai dari lebar 5 mm sampai 18 mm.



Gambar 3. *Strapping Polypropylene*

2. *Strapping polyester*

Strapping berbahan dasar *polyster* memiliki daya ikat yang jauh lebih banyak digunakan untuk mengemas muatan yang kuat dan berat seperti panel beton dan pelat baja. Jenis *polyster* ini memiliki ukuran mulai dari lebar 9 mm sampai 32 mm.



Gambar 4. *Strapping Polyester.*

7. **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yang dikemukakan oleh para ahli diantaranya adalah L. J. Murdock dkk. (1991) yaitu :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.
2. Jenis lekak-lekuk bidang permukaan agregat. Penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun kuat tarik lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. Efisiensi dari perawatan kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan sebelum waktunya. Perawatan sangat penting dalam pekerjaan lapangan dan waktu pembuatan benda uji.
4. Suhu pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat lentur akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umumnya.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Menggunakan metode penelitian eksperimen di laboratorium. Proses penelitian dengan melakukan serangkaian pengujian terhadap karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang ditentukan.

2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Alat pemeriksaan agregat, meliputi, Satu set mesin uji los Angeles, Satu set uji saringan saringan (sieve) standard ASTM, Satu set mesin getar untuk saringan (sieve shaker).

- b. Alat bantu lainnya meliputi, Oven dan pengatur suhu, Timbangan, Talang, Mesin pengaduk, Cetakan benda uji, Stop Watch, Alat pemadat,
- c. Compresing Testing Maching (CTM).

3. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, Semen Portland, Agregat Kasar, Agregat Halus, Serat strapping band, dan Air.

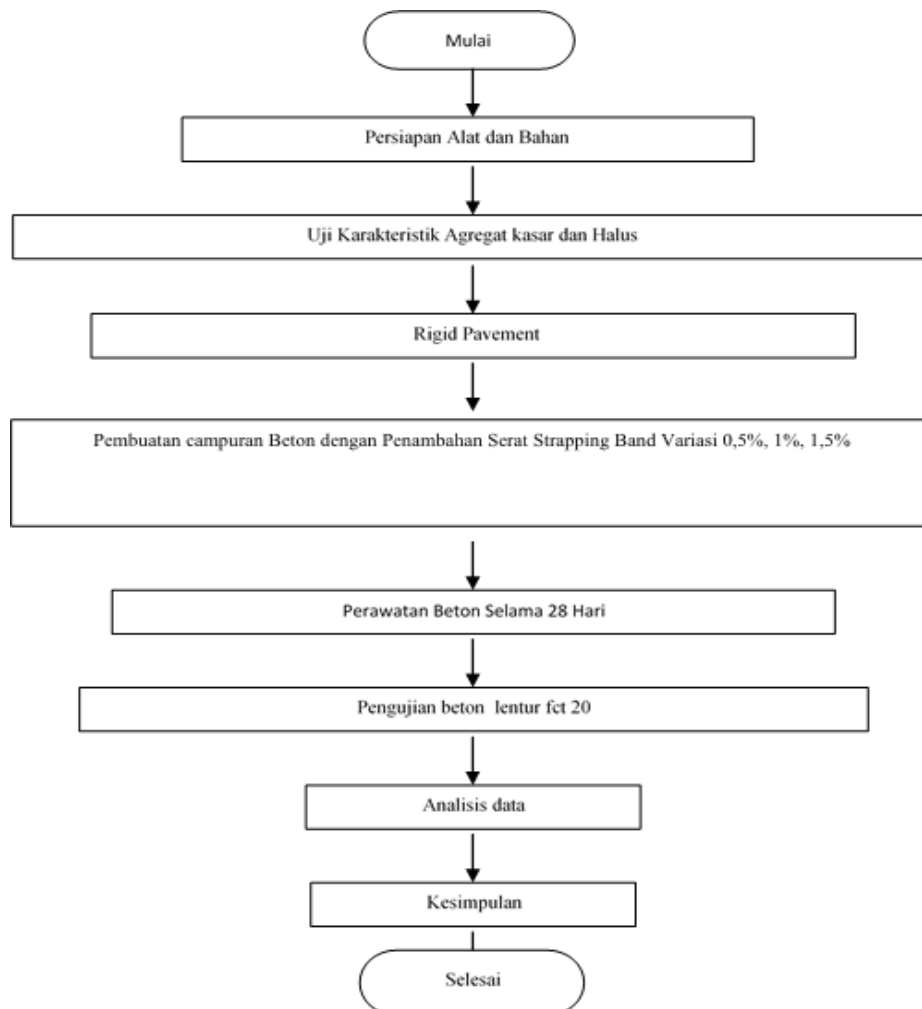
4. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Struktur dan Bahan Teknik sipil UM. Parepare

5. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data sebagai bahan penelitian ini. yaitu mengadakan penelitian/pengujian material di laboratorium dan mengadakan konsultasi terhadap pihak pihak yang berkaitan langsung peneltian, literatur serta mengumpulkan segala hal yang berkaitan dengan penelitian.

Bagan Aliran Penelitian



Gambar 5. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus ditunjukkan dalam tabel di bawah ini;

Tabel 5. Hasil pengujian agregat

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata
			I	II			I	II	
			Agregat Kasar			Agregat Halus			
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0.7%	0.50%	0,60%	Maks 5%	3.0%	2.2%	2.60%
2	Keausan	Maks 50%	20.9%	22.0%	21.5%				
3	Kadar air	0,5% - 2%	0.70%	1.11%	0.91%	2% - 5%	2.67%	1.83%	2.25%
4	Berat volume								
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.63	1.61	1.62	1,4 - 1,9 kg/liter	1.42	1.42	1.41
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.76	1.80	1.78	1,4 - 1,9 kg/liter	1.59	1.61	1.60
5	Absorpsi	Maks 4%	1.42%	1.73%	1.57%	0,2% - 2%	1%	1.83%	1.63%
6	Berat jenis spesifik								
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	1.92	2.83	2.88	1,6 - 3,3	2.55	2.71	2.50
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.80	2.70	2.75	1,6 - 3,3	2.47	2.58	2.40
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.84	2.75	2.79	1,6 - 3,3	2.50	2.63	2.44
7	Modulus kehalusan	6,0-8,0	7.11	7.12	7.11	1,50 - 3,80	2.87	3.29	3.08
8	Kadar Organik					<No. 3	No. 1	No. 1	1

(Sumber : Hasil olah data lab. UM. Parepare)

2. Perencanaan Adukan Beton (Mix Design)

Tabel 6. Mix desain berdasarkan SNI 7656:2012

No	Uraian	
1	Kuat tekan karakteristik umur 28 hari (f_c')	20 Mpa
2	Deviasi standar	-
3	Nilai margin/nilai tambah (M)	9,8 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f_{cr}')	29,8 Mpa
5	Jenis semen (PC)	Jenis I
6	Jenis agregat halus	Alami
7	Jenis agregat kasar	Pecah
8	Faktor air semen (FAS)	0,45
9	Slump (untuk plat, balok, kolom, dinding)	75 - 100 mm
10	Ukuran agregat maksimum	20 mm
11	Kebutuhan air	206,15 liter
12	Kebutuhan semen Portland	413,04/m ³
13	Daerah gradasi agregat halus	Zona 2
14	Berat jenis beton	2351,30 kg/m ³
15	Kebutuhan agregat halus	6351,30/m ³
16	Kebutuhan agregat kasar	1059,82 kg/m ³

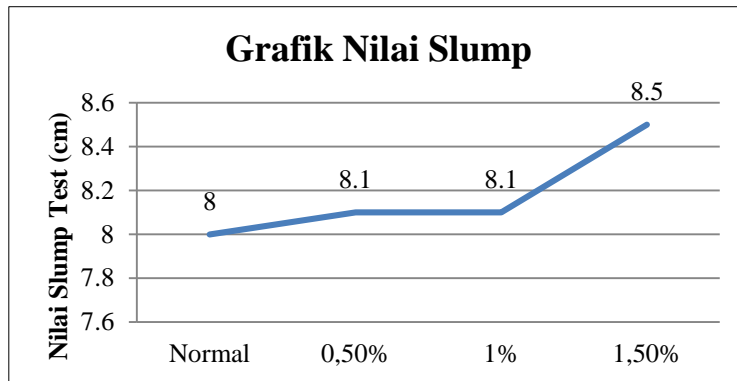
Tabel 7. Mix desain kebutuhan bahan

No	Kebutuhan Bahan	Serat Strapping band		
		0,5%	1,0%	1,5%
1	W semen	48,958 kg	48,847 kg	48,736 Kg
2	W pasir	48,715 kg	48,715 kg	48,715 Kg
3	W kerikil	126,818 Kg	126,818 kg	126,818 Kg
4	W air	24,116 Kg	24,116 kg	24,116 Kg
5	W strapping band	0,011 Kg	0,022 kg	0,333 Kg

(sumber : hasil olah data lab. UM. Parepare)

3. Nilai Slump

Pemeriksaan nilai slump yang dilakukan diperoleh hasil seperti gambar dibawah ini.



Gambar 6. Hubungan antara variasi campuran dengan nilai slump

Grafik di atas menjelaskan bahwa dari hasil pengujian nilai slump didapatkan nilai slump beton normal sebesar 8 cm, strapping band 0,50% sebesar 8,1 cm, strapping band 1,00% sebesar 8,1 cm, dan strapping band 2,00% sebesar 8,5 cm. didapatkan nilai slump test yang memenuhi slump rencana.

4. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari yang terdiri dari 3 variasi campuran *strapping band* yaitu 0,5%, 1% dan 1,5%. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat ukuran benda uji 15 x 30 cm. Sebelum melakukan uji kuat lentur maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji. Adapun hasil dari pengujian kuat lentur terdiri dari beton normal dan 3 variasi campuran limbah beton dengan 28 hari perawatan adalah sebagai berikut.

1. Beton normal

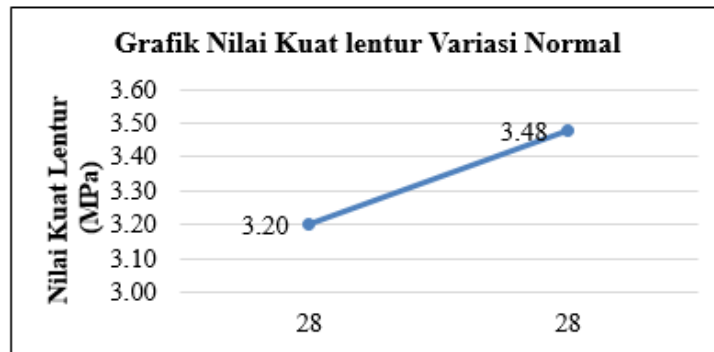
Hasil penelitian, kuat lentur rata-rata pada beton normal pengujian umur 28 hari sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lentur beton normal

No	Umur	Berat	Beban	Kuat lentur $f'c$
		Kg	KN	(Mpa)
1	28 Hari	35,250	12.0	3,200
2	28 Hari	34,230	13.0	3,467

(sumber : hasil olah data lab. UM. Parepare)

Pada pengujian sampel beton normal dengan balok ukuran 15 x 30 cm didapatkan kuat lentur dengan rata-rata 3,333MPa untuk umur 28 hari.



Gambar 7. Grafik pengujian kuat lentur beton normal.

Grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 0% limbah serat strapping band (beton normal) pengujian umur 28 hari mengalami kuat lentur rata-rata sebesar 3,333 MPa.

2. Beton variasi 0,5 % *strapping band*

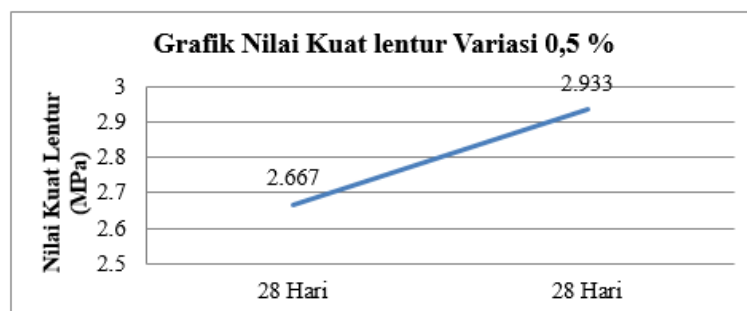
Hasil penelitian, kuat lentur rata-rata pada beton 0,5% *strapping band* pengujian 28 hari ialah:

Tabel 9. Hasil kuat lentur beton variasi 0,5 %

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Lentur f'c (MPa)
1	28 Hari	30,315	11.0	2,667
2	28 Hari	31,909	10.0	2,933

(sumber : hasil olah data labUM. Parepare)

Pengujian sampel uji dengan 0,5% *strapping band* dengan balok ukuran 15 x 30 cm didapat kuat lentur dengan rata-rata 2,800 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat lentur yang diinginkan.



Gambar 8. Grafik pengujian kuat lentur beton variasi 0,5%.

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan 0,5% limbah serat strapping band pengujian umur 28 hari mengalami kuat lentur rata-rata sebesar 2,800 MPa.

3. Beton variasi 1 % *strapping band*.

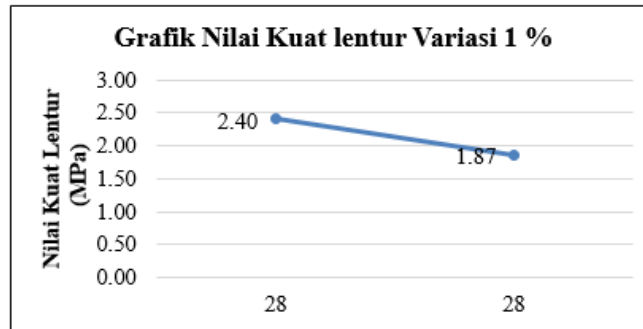
Hasil penelitian kuat lentur rata-rata pada beton variasi 1% strapping band umur 28 hari ialah:

Tabel 10. Hasil kuat lentur beton variasi 1 %

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Lentur f'c (MPa)
1	28 Hari	30,849	9,0	2,400
2	28 Hari	31,969	7,0	1,867

(sumber: hasil olah data lab. UM. Parepare)

Pengujian sampel uji dengan 1% *strapping band* dengan balok ukuran 15 x 30 cm didapat kuat lentur dengan rata-rata 2,133 MPa untuk umur 28 hari, dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 9. Grafik pengujian kuat lentur beton variasi 1 %.

Strapping band dapat dijelaskan bahwa beton dengan 1,0% limbah serat pada umur 28 hari mengalami kuat lentur rata-rata sebesar 2,133 MPa.

4. Beton Variasi 1,5% *strapping band*.

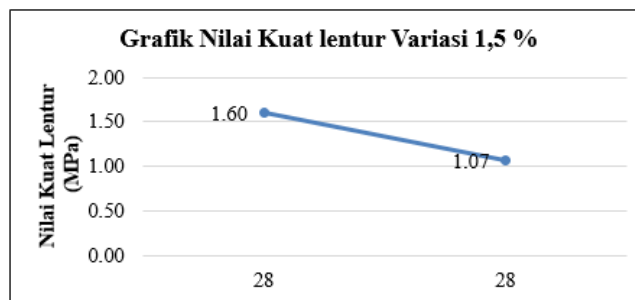
Kuat lentur rata-rata pada beton variasi 1,5% *strapping band* pengujian umur 28 hari ialah:

Tabel 11. Tabel hasil kuat lentur beton 1,5%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Lentur f'c (MPa)
1	28 Hari	31,501	6,0	1,600
2	28 Hari	30,145	4,0	1,067

(sumber : hasil olah data laboratorium UM. Parepare)

Pada pengujian sampel uji dengan 1,5%*strapping band* dengan ukuran 15 x 30 cm didapatkan kuat lentur dengan rata-rata 1,333 MPa untuk umur 28 hari, tidak memenuhi kuat lentur yang diinginkan :



Gambar 10. Grafik pengujian kuat lentur beton variasi 1,5%.

Pada grafik dijelaskan bahwa beton dengan 1,5% limbah serat strapping band umur 28 hari mengalami kuat lentur rata-rata sebesar 1,333 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian *strapping band* sebagai perbandingan agregat halus pada campuran beton, Pengaruh variasi dari hasil pengujian kuat lentur beton yang memperhatikan variasi campuran *strapping band* dengan 4 variasi yaitu % (beton normal), 0,5%, 1% dan 1,5% dari sebagian agregat halus, maka didapatkan hasil pengujian beton umur 28 hari pada beton normal 3,333 MPa. Untuk variasi 0,5% *strapping band* dengan rata-rata 2,800 MPa. Untuk variasi 1% *strapping band* dengan rata-rata 2,133 MPa. Untuk variasi 1,5% *strapping band* dengan rata-rata 1,333 MPa. Maka dapat disimpulkan beton dengan variasi 0,5% *strapping band* mencapai kuat lentur rencana dan layak digunakan. Sedangkan untuk variasi 1% dan 1,5% *strapping band* tidak mencapai kuat lentur rencana dan perlu dipertimbangkan penggunaannya untuk konstruksi yang menerima beban lentur yang besar. Komposisi terbaik untuk membuat kuat lentur beton terhadap penambahan *strapping band* yaitu variasi 0,5% dengan hasil kuat lentur tertinggi sebesar 2,933 Mpa terhadap variasi 1% sebesar 2,400 Mpa dan 1,5% sebesar 1,600 Mpa.

2. Saran

Penambahan zat adiktif dalam campuran beton yang dapat memperbesar kuat tekan beton dapat dibuat dalam penelitian lanjutan dari penelitian ini, dengan menggunakan *strapping band* dengan mutu tertentu agar hasil yang didapatkan dapat lebih terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid Akkas. Dkk., 2013. *Studi Pengaruh Serat Strapping Band (SSB) Terhadap Kekuatan Beton*.
- ASTM C 33-92., *Standard Specification for Concrete Aggregate*.ASTM Book of Standards, Part 04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, 7 pp.
- Badan Standar Nasional.(1990). SNI-15-1990-032.*Persyaratan Gradasi Batu Pecah*, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional., 2000. SNI 03-2834-2000., "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal". Bandung.
- Badan Standar Nasional.(2004). SNI-15-2049-2004.*Semen Portland*, Bandung.

- Balitbang Kimpraswil., 2003b. *Metoda, Tata Cara dan Spesifikasi, Bagian 3: Beton, Semen, Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan., 1996. *Manajemen Proyek &Konstruksi*. Kanisius. Yogyakarta.
- JunardiMaskar, M. WihardiTjaronge, Abdul Majid Akkas., *Studi Pengaruh Serat Polypropylene (PP) Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Self Compacting Concrete (SCC)*. Journal Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen Konstruksi Jilid I. Yogyakarta: kanisius*.
- Gusti, M., Noorhidana, V. A., &Irianti, L. (2021).Pengaruh Variasi Serat Polypropylene dan Faktor Air Semen Pada Uji Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(1), 105-118.
- Kimpraswil, D. (2003). *Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual: Air Minum Perkotaan Bagian: 6 (Volume I)*. Balitbang. Jakarta.
- Megargle, R. (1990). ASTM (American Society for Testing and Materials) standards for medical computing. *Computers in healthcare*, 11(2), 25-26.
- Mulyono, S. (2004).Riset operasi.
- Nasional, B. S. (2000).Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. SK SNI, 3, 2834-2000.
- Nasional, B. S. (2004). SNI 15-2049-2004: Semen Portland. Jakarta: BSN.
- Nasrul, S., Yanti, G., &Megasari, S. W. (2021). Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur pada Beton Berpori. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 1-8.
- Polii, R. A., Sumajouw, M. D., &Windah, R. S. (2015).Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3).
- Portland, S. (2000). *Pengertian Sifat-sifat Semen Portland*. 1824.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Sni 03-2834-2000, 1–34.
- Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi beton*.
- Tjokrodimuljo, kardiyo. (1996). *Teknologi beton*. In *Teknologi beton*.
- Vitri, G., & Herman, H. (2019).Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 78-87.
- Wuryati, S, dan Candra, R. (2001). *Teknologi beton (7th ed.)*. Yogyakarta : Kanisius. [https://id.scribd.com/search?query=Candra%2C R.%2C %26 Wuryati%2C S. \(2001\). Teknologi Beton. Yogyakarta%3A Kanisius.www.strappingband.net](https://id.scribd.com/search?query=Candra%2C R.%2C %26 Wuryati%2C S. (2001). Teknologi Beton. Yogyakarta%3A Kanisius.www.strappingband.net).

- Yanti, G., Zainuri, Z., & Megasari, S. W. (2018). ANALISA PERBANDINGAN PENAMBAHAN VARIASI CONSOL TERHADAP KUAT TEKAN BETON. SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil, 4(1), 59–66. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i1.1155>
- Zuraidah, S., Sujatmiko, B., & Gualdin F, J. (2019). PEMANFAATAN LIMBAH STRAPPING BAND dan STYROFOAM dengan MENGGUNAKAN PASIR MOJOKERTO untuk BATA RINGAN. NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL, 3(1), 41–58. <https://doi.org/10.31090/njts.v3i1.848>.