

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Studi Terdahulu

Dalam tugas akhir ini perlu adanya referensi pendukung yang sesuai dan relevan mengenai pemanfaatan limbah, sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan dibahas. Berikut beberapa studi yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

1. (Nenometa, F. A., Santosa, A., & Erfan, M. 2019). dalam penelitian yang berjudul **“PENGARUH PEMAKAIAN SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KUALITAS MUTU BETON NORMAL”** yang dipublikasikan pada E-Jurnal ITN Tahun 2019 oleh Institut Teknologi Nasional Malang, Berdasarkan penelitian yang di teliti :
 - a. Hasil test beton menunjukkan penurunan mutu beton,pada kadar tertentu pada campuran beton dengan variasi 0,1% mengalami kenaikan tetapi tidak signifikan.
 - b. Kadar Optimum untuk penambahan serat eceng gondok pada campuran beton berada di variasi 0,1 % dengan kuat tekan maksimal 21,33
 - c. Menambahkan kadar serat eceng gondok pada campuran beton selanjutnya pada variasi 0,2 %, 0,3 %, 0,4 % dapat mengakibatkan penurunan mutu pada beton.

2. (Penadea Saka Aditya,Armin Naibaho,Qomariyah,.2022) dalam penelitian yang berjudul **“PEMANFAATAN SERAT ALUMINIUM PADA LIMBAH KALENG SEBAGAI CAMPURAN BETON NORMAL”** yang dipublikasikan pada Jurnal Manajemen Rekayasa Sipil vol.03 no.2,Juni tahun 2022 milik Politeknik Negeri Malang, penelitian ini bertujuan membahas pemanfaatan serat kaleng sebagai campuran beton normal. Selain itu untuk mengetahui presentase campuran untuk kuat tekan maksimum dan apakah serat limbah kaleng efektif digunakan sebagai pengganti sebagian bahan alternatif campuran

beton untuk kuat tekan beton. Diperoleh hasil dengan menambahkan kadar serat kaleng 0%,1%,3% dan 5% dengan Panjang dan lebar serat yang berbeda 2 cm dan 4 cm ,dari beberapa uji Pemanfaatan limbah kaleng menunjukkan hasil dimana penambahan serat limbah kaleng 1 % mengalami kenaikan nilai dari beberapa macam uji.

3. (Luhut Parulian Bagariang,Nursyamsi,. 2014) dalam penelitian yang berjudul **“PEMANFAATAN LIMBAH KALENG BEKAS SEBAGAI SERAT DAN PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON”** yang dipublikasikan pada jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara tahun 2014, studi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan limbah kaleng dan flyash terhadap sifat mekanis beton. Disini didapatkan kesimpulan bahwa limbah kaleng dan flyash dapat di gunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton.Peningkatan paling besar adalah variasi III mencapai 8,333% dari beton normal,tetapi absorbs beton mengalami penurunan dari beberapa hasil uji sebesar 0,183% dan 0,392% dari beton normal.Dan dengan di tambahkan nya flyash dapat mengurangi jumlah retak dan Panjang retak yang terjadi karena *shrinkage* (penyusutan).

4. (Iwan Rustendi dkk., 2013) dalam penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Kemasan Sebagai Campuran Adukan Beton Untuk Meningkatkan Karakteristik”** yang dipublikasikan pada Jurnal Teodolita (Jurnal Ilmu Ilmu Teknik) vol.14 no. 2 tahun 2013 oleh Universitas Wijayakusuma Purwokerto penelitian ini dilakukan dengan menambahkan limbah kaleng bekas dengan variasi presentase campuran 0%, 0,15%, 0,30%, 0,45%, 0.60%,75% dan 0,90% dari berat semen. Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan oleh beton normal adalah 27,08 MPa, sedangkan dengan substitusi penambahan serat kaleng memiliki rata rata 0.15% sebesar 26,99 MPa, 0,30% sebesar 28,31 MPa, 0,45% sebesar 29,82 Mpa, 60% sebesar 35,39 Mpa, 0,75% sebesar

33,44 MPa, 0,90% sebesar 29,44 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa dengan ada nya penambahan Limbah Kaleng Bekas dapat menaikkan nilai kuat tekan beton yang direncanakan sebelumnya dan nilai substitusi optimal terdapat pada penambahan Limbah kaleng bekas sebanyak 0,60% yaitu 35,39 MPa.

5. (Santoso, D. wahyu dwi, Valerio, Y., & Ngadolero, leonardo ubu. (n.d.). 2017) yang dibimbing oleh Ir Bambang Wedyantadji,MT. & M Erfan ST,.MT dalam penelitian yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT DENGAN PANJANG 2CM, 4CM, SERTA CAMPURAN 2CM DAN 4CM TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON BERSERAT (FIBER CONCRETE) PADA PANEL DINDING”** yang dipublikasikan pada E-journal Teknik Sipil ITN tahun 2017 penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bahwa :
 - a. Perubahan sifat mekanis untuk benda uji dengan bahan tambah kawat 2 cm tidak signifikan.
 - b. Perubahan sifat mekanis untuk benda uji dengan bahan tambah kawat 4 cm tidak signifikan.
 - c. Tetapi untuk benda uji dengan di tambahkan kedua nya 2 cm dan 4 cm mengalami perubahan sifat yang signifikan.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

No.	Penulis	judul	Uraian
1.	(Nenometa, F. A., Santosa, A., & Erfan, M. 2019). Institut Teknologi Nasional.	PENGARUH PEMAKAIAN SERAT ECENG GONDOK TERHADAP KUALITAS MUTU BETON NORMAL.	<p>- Peneliti menggunakan 55 total sampel.</p> <p>- variasi yang di gunakan : 0 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 % .</p> <p>- Pengujian kuat tekan berturut-turut pada umur 28 hari adalah 21,23 Mpa; 21,33 Mpa; 20,53 Mpa; 16,80 Mpa; dan 15,40 Mpa.</p> <p>-Pengujian kuat tarik berturut-turut pada umur 28 hari adalah 5,18 Mpa; 5,33 Mpa; 5,13 Mpa; 4,20 Mpa dan 3,87 Mpa.</p> <p>-Pengujian kuat lentur berturut-turut pada umur 28 hari adalah 2,70 Mpa; 2,92 Mpa; 2,70 Mpa; 2,67 Mpa dan 2,42 Mpa.</p>
2.	(Aditya et al., 2022) Politeknik Negeri Malang.	PEMANFAATAN SERAT ALUMINIUM PADA LIMBAH KALENG SEBAGAI CAMPURAN BETON NORMAL.	<p>-Nilai kuat tekan umur 28 hari dengan Panjang serat 2 cm dengan variasi 0%, 1%, 3%, 5% menadapatkan hasil 25,323 Mpa; 25,748 Mpa; 12,167 Mpa; dan 11,601 Mpa.</p> <p>-Nilai kuat Tarik belah umur 28 hari dengan Panjang serat</p>

No.	Penulis	judul	Uraian
			<p>2 cm dengan variasi 0%, 1%, 3%, 5% menadapatkan hasil 8,444 Mpa; 9,566 Mpa; 8,0 Mpa dan 6,667 Mpa.</p> <p>- Nilai kuat lentur murni umur 28 hari dengan Panjang serat 2 cm dengan variasi 0%, 1%, 3%, 5% menadapatkan hasil 2,978 Mpa; 3,733 Mpa; 3,644 Mpa dan 3,200 Mpa.</p>
3.	(Nursyamsi & Bagariang, 2014) Universitas Sumatera Utara.	PEMANFAATAN LIMBAH KALENG BEKAS SEBAGAI SERAT DAN PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON.	<p>-Penguji menggunakan 3 variasi ,variasi 1 (normal), variasi 2 (penambahan 20% serat kaleng), variasi 3 (penambahan 20% serat kaleng dan 15% flyash)</p> <p>- Variasi 1 mendapatkan hasil kuat tekan 25,06 Mpa.</p> <p>- Variasi 2 mendapatkan hasil kuat tekan 26,23 Mpa.</p> <p>- Variasi 3 mendapatkan hasil kuat tekan 27,14 Mpa.</p>
4.	(Rustendi, 2013) Universitas Wijayakusuma Purwokerto.	Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Kemasan Sebagai Campuran Adukan Beton Untuk Meningkatkan Karakteristik.	<p>-Hasil kuat tekan pada umur 28 hari dengan rerata; 0% : 27,08 Mpa; 0,15% : 26,99 Mpa; 0,30% : 28,31Mpa; 0,45% : 29,82 Mpa; 0,60% : 35,39 Mpa, 0,75% : 33,03 Mpa; 0,90% : 29,44 Mpa.</p>

No.	Penulis	judul	Uraian
			<p>- Hasil kuat Tarik belah pada umur 28 hari dengan rerata; 0% : 1,61 Mpa; 0,15% : 1,63 Mpa; 0,30% : 1,75 Mpa; 0,45% : 1,89 Mpa; 0,60% : 2,41 Mpa, 0,75% : 1,79 Mpa; 0,90% : 1,79 Mpa.</p>
5.	<p>(Santoso, D. wahyu dwi, Valerio, Y., & Ngadolero, leonardo ubu. (n.d.). 2017) Wedyantadji, Bambang., Erfan, M. Institut Teknologi Nasional.</p>	<p>PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT DENGAN PANJANG 2CM, 4CM, SERTA CAMPURAN 2CM DAN 4CM TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON BERSERAT (FIBER CONCRETE) PADA PANEL DINDING.</p>	<p>-Nilai kuat tekan umur 28 hari dengan Panjang serat 2 cm dan 4 cm dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, 2% menadapatkan hasil 17,231 Mpa; 20,01 Mpa; 16,86 Mpa; dan 15,22 Mpa.</p> <p>-Nilai kuat Tarik belah umur 28 hari dengan Panjang serat 2 cm dan 4 cm dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, 2% menadapatkan hasil 1,76 Mpa; 2,67 Mpa; 2,47 Mpa; dan 2,46 Mpa.</p> <p>-Nilai kuat Tarik Lentur umur 28 hari dengan Panjang serat 2 cm dan 4 cm dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, 2% menadapatkan hasil 6,44 Mpa; 8,59 Mpa; 9,31 Mpa; dan 8,23 Mpa.</p>

Dari tabel perbandingan studi terdahulu dengan studi yang akan dilakukan dapat disimpulkan bahwa studi yang dilakukan oleh penyusun ini memiliki perbedaan dari studi sebelumnya, karena pada studi ini menentukan sifat mekanis beton dengan membuat bentuk serat berbentuk Bergelombang.

2.2 Beton

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa tambahan membentuk massa padat (SNI-2847-2019).

Beton terbentuk dari pengerasan campuran semen, pasir, kerikil, dan air. Saat ini banyak penelitian di tujukan kepada pembuatan beton dengan mutu tinggi, mutu beton tergantung pada kuat tekan. Untuk menghasilkan beton dengan mutu yang tinggi di perlukan control kualitas bahan yang sangat ketat. Penggunaan material buatan (batu pecah) dengan tingkat kekerasan dan gradasi yang sudah terseleksi dengan sendirinya melalui stone crusher serta permukaan yang lebih kasar di harapkan bisa meningkatkan daya ikat dengan material pembentuk beton lainnya sehingga mutu beton yang di harapkan dapat tercapai. Selain itu, parameter yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, diantaranya adalah kualitas bahan-bahan penyusunnya, rasio air semen yang rendah dan kepadatan yang tinggi pula. Beton segar yang dihasilkan dengan memperhatikan parameter tersebut biasanya sangat kaku, sehingga sulit dibentuk atau dikerjakan terutama pada pengerjaan pemadatan (Tri Wahyudi dkk., 2013).

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Mulyono, 2005).

Tabel 2.2 Unsur Pembentuk Beton

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat Kasar dan Halus	60-70
Semen	7-15
Air	14-21
Udara	1-2

sumber : Mulyono, T. 2005 *Teknologi beton*.

Seperti pada Tabel 2.2 di atas pada dasarnya, beton memiliki rongga udara sekitar 1%-2%, semen 7%-15%, air 14%-21%, dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60%-75% (Mulyono, 2005)

Menurut (Mulyono. T, 2004) Beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu: (Teori, 2016)

Adapun kelebihan penggunaan beton antara lain:

- a. Mudah untuk di bentuk sesuai dengan keinginan dan kebutuhan konstruksi
- b. Mampu menahan beban yang berat
- c. Tahan terhadap suhu yang tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil

Adapun juga kekurangan penggunaan beton antara lain :

- a. Bentuk yang telah di cetak sulit untuk di buat
- b. Pengerjaan pekerjaan memerlukan ketelitian yang tinggi
- c. Memiliki beban yang berat
- d. Koefisien pantul suara yang besar
- e. Beton memiliki kelemahan di kuat Tarik, sehingga mudah retak. Dan untuk membuat beton kuat memerlukan baja tulangan atau tulang kasa

Kuat tekan beton di bagi menjadi tiga klasifikasi (Mailer, 1992), yaitu:

- a. Beton mutu Normal, memiliki kuat tekan kurang dari 50 Mpa.
- b. Beton mutu Tinggi, memiliki kuat tekan antara 50 Mpa hingga 90 Mpa.
- c. Beton mutu sangat Tinggi, memiliki kuat tekan lebih dari 90 Mpa.

2.3 Pengertian Beton Serat

Beton serat adalah campuran beton dengan adanya penambahan beberapa material berupa serat, baik sintetis ataupun dari bahan alami, yang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik beton.

Beton serat ialah bahan komposit yang terbuat dari beton biasa dan bahan tambah lain yang berupa serat. Serat yang di campurkan dalam beton ini berfungsi untuk memperbaiki dan mencegah terjadinya retak-retak sehingga terbentuk beton yang lebih kokoh daripada beton biasa. Jenis serat yang di gunakan dalam beton berserat yaitu bisa serat alami maupun serat buatan.

ACI (American Concrete Institute) memberikan definisi beton serat yaitu suatu konstruksi yang tersusun dari bahan semen, agregat halus, agregat kasar serta sejumlah kecil serat (fiber). Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat, diantaranya adalah ketahanan impact, kuat tarik dan kuat lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap susut, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan (fragmentation), dan ketahanan terhadap pengelupasan (spalling).

Beton berserat ialah bagian beton yang terbentuk dari beberapa dari bahan yaitu semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan beberapa jumlah kecil serat yang tersebar secara acak, dan berkemungkinan bisa di tambah dengan bahan-bahan *additive*.

Maksud utama penambahan serat dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton sangat mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas (Tjokrodimulyo, 1996).

2.4 Material Pembentuk Campuran Beton

Material dasar pembentukan beton terdiri dari beberapa material atau bahan yang dapat membentuk suatu kesatuan benda padat yang dapat digunakan dalam dunia konstruksi. Beton sangat bermanfaat dalam

dan beton adalah bahan utama dalam segala jenis konstruksi. Berikut karakteristik dari bahan yang digunakan untuk pembuatan.

2.4.1 Semen

Semen adalah komponen utama yang diperlukan dalam pencampuran beton. Dimana kegunaan semen sendiri adalah sebagai perekat di dalam adukan beton. Di dalam dunia konstruksi ada beberapa jenis semen dan type yang di gunakan dan mempunyai kelebihan masing masing dan tergantung dari permasalahan yang di hadapi dalam konstruksi. Semen di bedakan menjadi 2 jenis antara nya :

1. Semen Hidrolik adalah jenis semen yang mempunyai kelebihan mengikat dan mengeras jikalau bereaksi dengan air.
2. Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras saat terkena air, untuk pengersannya memerlukan bantuan udara, oleh sebab itu memerlukan waktu yang sedikit Panjang untuk pengerasan.

Secara umum sesuai Standar Nasional Indonesia, SNI 2049:2015 tentang semen *portland*, semen dikategorikan menjadi 5 jenis sebagai berikut :

1. Semen Jenis I
Semen Portland umum (*normal Portland cement*)
2. Semen Jenis II
Semen Portland jenis II adalah semen Portland yang memiliki panas hidrasi lebih rendah dan mengeluarkan panas lebih lama dari pada semen jenis I.
3. Semen Jenis III
Semen Portland jenis III adalah semen yang memiliki kekuatan awal yang tinggi (*high early strength Portland cement*).
4. Semen Jenis IV
Semen Portland jenis IV adalah semen yang memiliki panas hidrasi yang rendah (*low heat Portland cement*).
5. Semen Jenis V

Semen Portland jenis V adalah tipe semen yang tahan pada asam sulfat (*sulfat resisting Portland cement*).

2.4.2 Air

Air yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan SNI 03-2847-2019. Air merupakan elemen terpenting yang digunakan dalam campuran beton. Pencampuran air dan semen adalah suatu reaksi yang disebut juga dengan hidrasi dan dari reaksi tersebut dapat mengikat agregat.

Porsi air yang digunakan harus diperhatikan. Apabila porsi air yang dicampurkan sedikit maka proses hidrasi antara air dan semen tidak akan seluruhnya selesai, sehingga mengakibatkan kelemahan beton kurang dan akan mengakibatkan susahnya dalam proses pengerjaan. Sedangkan apabila porsi air yang digunakan terlalu banyak akan menimbulkan gelembung-gelembung air setelah terjadinya pencampuran dan setelah terjadinya hidrasi mengakibatkan kekuatan beton menjadi kurang.

2.4.3 Agregat

Agregat adalah sejumlah mineral yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton atau mortar, dan memiliki volume \pm 60%-70% volume beton, dan kualitas agregat sangat menentukan mutu beton yang dihasilkan. Agregat yang dicampur dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau buatan (*artificial aggregates*).

1. Agregat Halus

Agregat halus merupakan agregat dengan besar butir maksimum 4,75mm. Agregat halus yang digunakan untuk campuran beton berupa pasir alami yang dapat didapat langsung dari sungai maupun dari galian tanah.

Kegunaan agregat halus adalah untuk mengisi ruang antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan. Dalam penggunaannya agregat halus harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras,
2. Butirannya mempunyai sifat kekal, tidak gampang hancur atau pecah oleh cuaca (terik matahari dan hujan).

3. Tidak boleh menggunakan pasir laut,terkecuali mendapatkan perlakuan khusus,di karenakan kandungan garam dari air laut dapat merusak beton dan baja tulangan.
4. Gradasi agregat halus harus dapat mengikuti persayratan pada tabel 2.3 berikut.

Persentasi Lolos				
Lubang ayakan (mm)	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Tabel 2.3 Syarat Mutu Agregat Halus

sumber : SNI 03-2834-2000

Keterangan:

- Daerah I : Pasir kasar
- Daerah II : Pasir agak kasar
- Daerah III : Pasir agak halus
- Daerah IV : Pasir halus

2. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran maksimal 40 mm, agregat kasar berasal dari hasil desintergrasi alam atau dari batu pecah yang dindapat dari pemecahan batu, agragat yang dapat di gunakan sebagai agregta kasar. Ukuran maksimum dari agregat kasar diatur berdasarkan kebutuhan agar agregat tersebut agar mudah mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah baja tulangan.

Agregat kasar yang di campurkan pada adukan beton memiliki persyaratan sebagai berikut :

1. Agregat kasar harus dari butiran keras dan tidak memiliki pori
2. Kandungan lumpur maksimal adalah 1% (terhadap berat kering), dan jika lebih dari 1% maka agregat kasar harus dicucudahulu dengan air bersih.
3. Butir-butir agregat harus memiliki sifat kekal (tidak pecah atau hancur) oleh pengaruh cuaca.
4. Agregat kasar tidak boleh memiliki zat-zat yang dapat merugikan beton, seperti zat reaktif dari alkali.
5. Agregat kasar terdiri dari bermacam butir-butir yang benareka raggam ukurannya dan tidak melewati saringan 4,75mm.
6. Gradasi agregat kasar harus dapat mengikuti persyaratan pada tabel 2.4 Berikut

Ukuran ayakan (mm)	% Lolos Saringan / Ayakan		
	Ukuran Maks 10 mm	Ukuran Maks 10 mm	Ukuran Maks 10 mm
75,0			100-100
37,5		100 - 100	95-100
19,0	100 - 100	95-100	35 - 70
9,5	50 - 50	30 - 60	10 - 40
4,75	0 - 10	0 - 10	0 - 5

Tabel 2.4 Syarat Mutu Agregat Kasar

sumber : SNI 03-2834-2000

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton harus kuat, tahan lama dan bersih. Debu atau partikel lain yang ada pada agregat dapat mengurangi lekatan antara pasta semen dengan agregat, sehingga akan mengurangi kuat tekan beton. Kekuatan agregat memegang peranan penting dalam kuat tekan beton, sedangkan sifat – sifat agregat sangat berpengaruh pada daya tahan beton.

2.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen atau yang biasa di singkat (FAS) ialah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton. Faktor air semen yang rendah menyebabkan air yang berada pada bagian semen sedikit dan jarak anatar butiran menjadi pendek. FAS merupakan perbandingan jumlah air dengan jumlah semen. Jadi dapat di katakana :

$$\text{fas} = \frac{\text{Berat Air } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{\text{Jumlah semen } (\frac{\text{l}}{\text{m}^3})}$$

Fungsi f.a.s diantara lain :

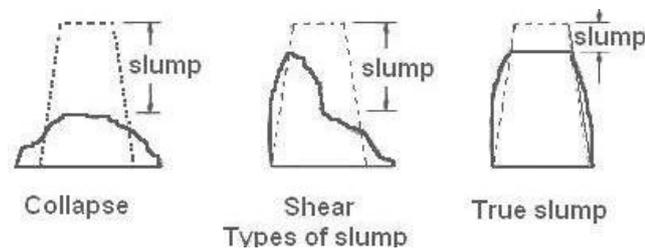
- 1) Untuk memungkinkan rekasi kimia yang menimbulkan perkerasan pada beton.
- 2) Memudahkan dalam pengerjaan beton.

Umum di ketahui bahwa semakin tinggi niali FAS, maka pengerjaannya semakin mudah , akan tetapi mutu yang di hasilkan akan semakin rendah dan berpengaruh pada kekuatan beton tersebut. Sebaliknya dengan nilai FAS yang rendah maka pencampuran beton akan sulit untuk di kerjakan dan akan menjadikan nya juga mutu beton menjadi turun. Sehingga jumlah air dan semen harus di perhatikan dan di perhitungkan dengan baik agar adukan beton tidak terlalu encer atau kental.

2.6 Slump Beton

Percobaan slump adalah suatu cara untuk mengetahui dan mengukur kecairan atau kekentalan adukan yang akan di gunakan dalam pekerjaan beton. Apabila adukan lembek (FAS besar) beton mudah untuk di cor, tetapi mutunya rendah. Apabila adukannya kental ,beton akan susah untuk di cor dan akan membuaat rongga saat telah mengering.

Pengujian slump di lakukan saat beton masih segar lalu adukan tersebut di tuangkan ke dalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dalam kerucut di lakukan dalam tiga lapisan 1/3 dari tinggi kerucut. Setiap lapisan yang di tuangkan harus dipadatkan dengan caradi tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat besi anti karat. Setelah permukaan penuh atas nya di ratakan dengan sendok semen. Lalu wadah krucut di angkat ke atas dan slump bisa di ukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dan beton setealah di cetak di wadah seperti di jealskan pada SNI 1972-2008.



Gambar 2. 1 Kemungkinan Slump yang terjadi

1) *Collapse* / runtuh

ini diakibatkan karena terlalu banyaknya air sehingga campuran dalam cetakan runtuh sempurna,

2) *Shear*

Keadaan dimana pada bagian atas sebagian bertahan dan sebagian runtuh sehingga miring, kemungkinan terjadi karena adukan belum tercampur rata,

3) *True*

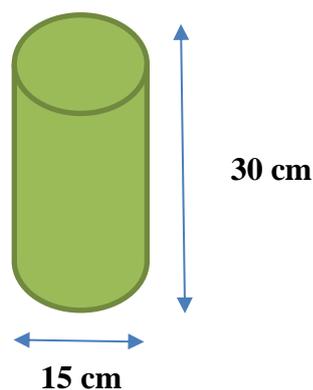
Merupakan bentuk slump yang benar dan ideal untuk digunakan.

Standar slump yang biasa dipakai :

- 0-25 mm untuk jalan raya
- 10-40 mm untuk pondasi (low workability)
- 50-90 mm untuk beton bertulang normal menggunakan vibrator (medium workability)
- > 100 mm untuk high workability

2.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. (SNI 03-1974-2011). Apabila dalam pengujian kuat tekan beton tersebut mencapai hasil yang telah ditargetkan maka beton tersebut memenuhi dan mampu memberikan informasi yang cukup.



Gambar 2. 1 Benda Uji Silinder

Nilai kuat tekan beton dihasilkan dari pengujian kuat tekan benda uji silinder beton (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) sampai hancur. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah (SNI 1974-2011a), dengan

menggunakan perhitungan sebagai berikut :

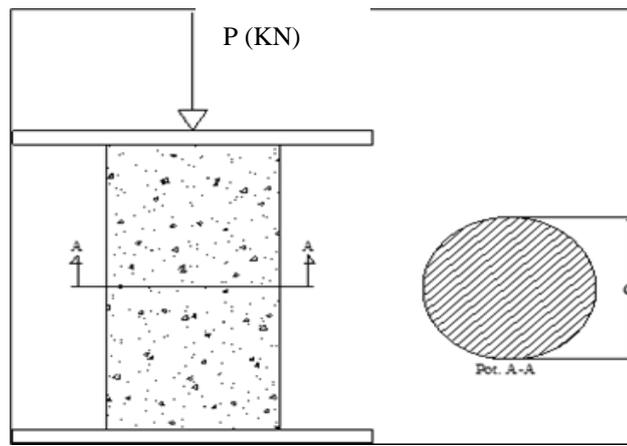
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Kuat tekan beton dengan benda uji silinder, dinyatakan dalam Mpa atau N/mm² dimana :

P : Gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N)

A : Luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm²

f'c : Kuat Tekan Beton



Gambar 2. 3 Skema Uji Kuat Tekan

2.8 Pengujian Kuat Tarik Beton

Kuat tarik belah merupakan kemampuan silinder untuk yang dimana diletakkan sejajar pada permukaan datar lalu ditekan hingga hancur dan dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Tarik belah digunakan untuk mengevaluasi keahanan geser beton untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan. denganbenda uji silinder beton (diameter 15 cm, tinggi 30 cm). (SNI-03-2491-2014).

Hasil dari pengujian kuat Tarik belah selanjutnya dihitung menggunakan rumus (SNI 2491 - 2014b):

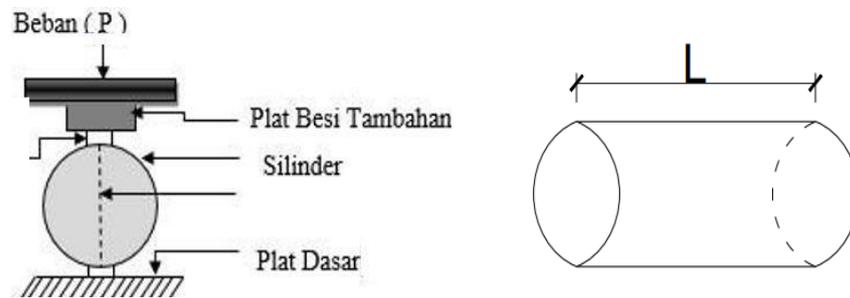
$$T = \frac{2 \cdot P}{D \cdot L}$$

Dengan :

T = Kekuatan tarik belah (MPa).

P = Beban maksimum yang ditunjukkan mesin uji tekan(N).

- L = Panjang (mm).
- D = Diameter (mm).



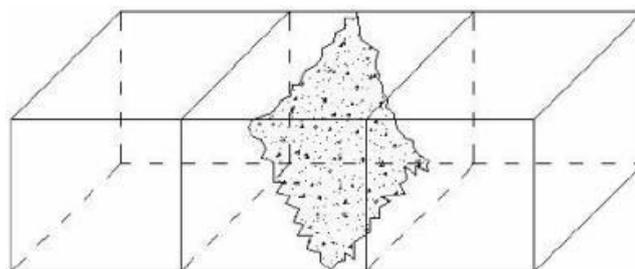
Gambar 2. 4 Pengujian Kuat Tarik Belah

2.9 Kuat Lentur Beton

Menurut (SNI 03-4431-2011,), kuat tarik lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakkan untuk menahan gaya dengan arah tegah lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya sampai benda uji runtuh yang dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa) gaya tiap satuan luas. Nilai kuat Tarik lentur beton dihasilkan dari pengujian benda uji berupabalok beton (tinggi 15 cm, lebar 15 cm, dan panjang 60 cm).

Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan uji kuat tarik lentur beton (SNI 03 - 4431 -2011) :

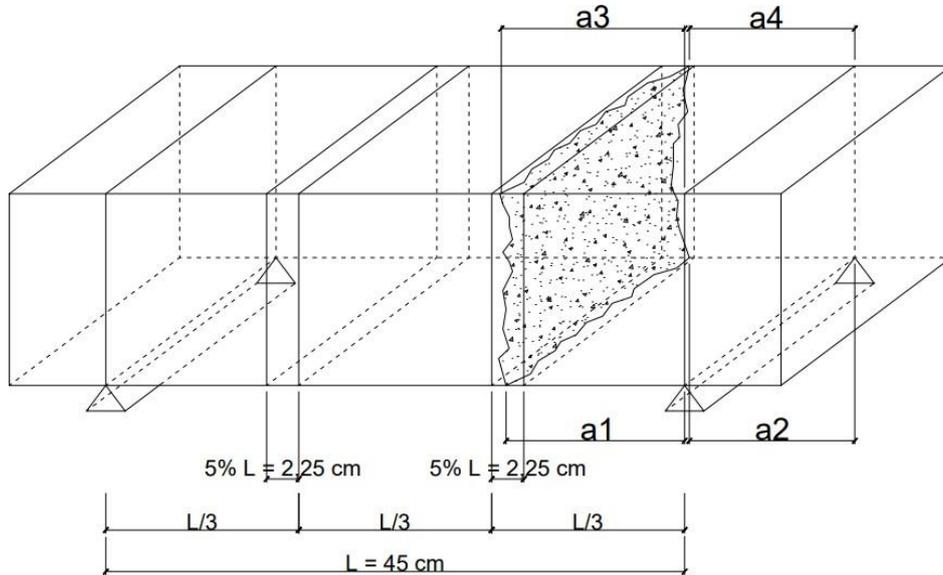
1. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak 1/3 bentang tengah kedua beban, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut



Gambar 2. 5 Patah pada 1/3 Bentang Tengah

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

2. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah < 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Bidang Patah di Luar Kedua Beban <5% L

$$\sigma_1 = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

Dimana :

σ_1 = Kuat tarik lentur benda uji (MPa).

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (kN).

L = Jarak (bentang) antara tumpuan satu dengan yang lain (mm).

b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm).

h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm).

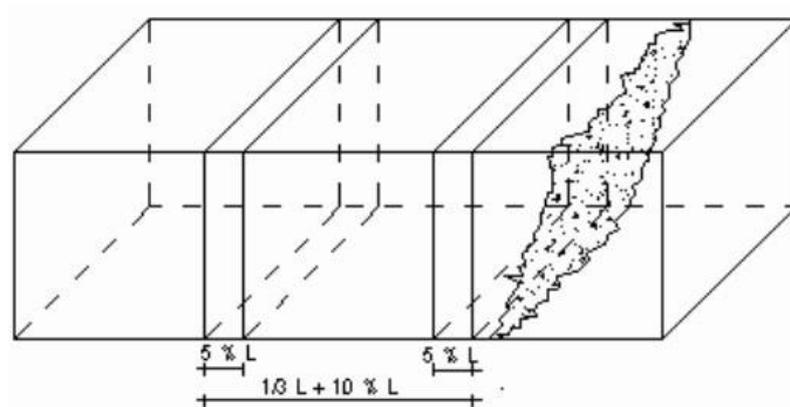
a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari benta bentang (mm).

Dengan :

$$a = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$$

Dimana :

- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luaryang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang(mm).
- a 1 = Jarak antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekatpada sudut 1 (mm).
- a 2 = Jarak antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekatpada sudut 2 (mm).
- a 3 = Jarak antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekatpada sudut 3 (mm).
- a 4 = Jarak antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat pada sudut 4 (mm).



Gambar 2. 7 Bidang Patah di Luar beban >5% L

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah > 5% bentang, hasil pengujian tidak digunakan.

Bahan Tambahan Limbah Kaleng Bekas Berbentuk Bergelombang

Limbah kaleng adalah limbah yang tidak bisa diurai secara alami atau proses biologi, limbah kaleng ini termasuk limbah anorganik. Kaleng adalah lembaran baja yang disalut timah. Bagi orang awam, kaleng sering diartikan sebagai tempat penyimpanan atau wadah yang terbuat dari logam dan digunakan untuk mengemas makanan, minuman, atau produk lain. Dalam pengertian ini, kaleng juga termasuk wadah yang terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya. Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan daripada baja, mudah dibentuk, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dapat menahan masuknya gas, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang. Terdapat juga kelebihan maupun kekurangan dari serat kaleng tersebut diantaranya

Kelebihan :

- Durabilitas yang baik
- Memiliki bobot yang ringan
- Tahan terhadap api, panas dan sifat kimia

Kekurangan :

- Tidak mudah didaur ulang
- Perlu tenaga ahli



Gambar 2. 8 Rencana serat yang di gunakan

sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

Beberapa cara dilakukan untuk memanfaatkan limbah Kaleng Bekas yang tidak terpakai lagi. Dalam dunia material konstruksi bahan Kaleng bekas ini dapat

diolah kembali dengan cara dipotong kecil-kecil dalam ukuran tertentu, untuk kemudian dicampurkan sebagai bahan serat dalam campuran beton, dan penulis ingin memodifikasi bentuk seratnya berbentuk Bergelombang berdasarkan sifat mekanis beton.

2.10 Pengelohan data

2.10.1 Definisi Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban tentatif atas pernyataan yang diajukan dalam rumusan pertanyaan penelitian. Jika fakta yang diperoleh salah atau tidak benar, maka hipotesis ditolak dan diterima jika terdapat fakta yang membenarkannya. Penolakan dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil fakta empiris yang dikumpulkan.

Fungsi hipotesis dalam penelitian ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Memperjelas tujuan penelitian.
2. Membantu mengarahkan, membatasi, menyeleksi fakta, dan menentukan relevansinya dengan pelaksanaan kegiatan yang akan dilakukan.
3. Mencegah peneliti melakukan kegiatan penelitian yang tidak terarah dan tanpa tujuan.

Fungsi hipotesis dalam penelitian ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis nihil (H_0) : Artinya, hipotesis yang menunjukkan persamaan atau tidak ada perbedaan antara dua atau lebih kelompok masalah yang ditemukankan.
2. Hipotesis alternatif (H_a) : Artinya, hipotesis yang menyatakan kebalikan dari hipotesis nihil.

Secara operasional dapat ditulis : $H_a : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$.

2.10.2 Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan adalah estimasi parameter populasi menggunakan rentang (interval antar nilai). Interval estimasi adalah kumpulan angka, salah satunya adalah estimasi estimasi. Estimasi interval membuat hasil estimasi lebih objektif. Anda juga dapat menunjukkan nilai tingkat kepercayaan bahwa interval yang terbentuk mengandung nilai parameter yang diharapkan. Dalam ilmu sosial, selang kepercayaan yang umum digunakan adalah 90%, 95%, atau 99%. Pada dasarnya, peneliti bebas untuk memutuskan seberapa besar selang kepercayaan seharusnya. Semakin tinggi kepercayaan yang diberikan, semakin yakin estimasi parameter populasi berada dalam interval yang terbentuk, tetapi survei kurang akurat. Jika Anda menetapkan interval kepercayaan 95%, dengan

kata lain Anda menetapkan alfa 5% (100-95). Ini berarti bahwa 5 kesalahan diperbolehkan dalam 100 percobaan. Interval kepercayaan ini memberi peneliti keyakinan bahwa nilai parameter pada tingkat populasi akan berada dalam interval $\pm Z$ kesalahan standar rata-rata populasi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk meminta validasi dari data yang diambil. Tes ini menggunakan interval kepercayaan 95%. Artinya toleransinya hanya 5% dan sisanya (95%) merupakan data yang reliabel. Data yang tidak memenuhi syarat tersebut dibuang, menyisakan data valid yang dapat diuji secara statistik.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan hasil pengujian Interval kepercayaan adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} - \left(tp \times \frac{S}{\sqrt{n}} \right) \leq \mu \leq \bar{x} + \left(tp \times \frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

Dengan;

X = Nilai rata-rata dari data yang diuji

S = Standar deviasi

P = Persentil = $\frac{1}{2} (1 + \text{interval konfidensi})$

tp = nilai t pada persentil P yang dipilih

n = jumlah data

2.10.3 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah analisis yang mengkaji hubungan antara data yang terdiri dari dua variabel atau lebih. Hubungan yang dihasilkan umumnya dinyatakan dalam bentuk ekspresi matematis yang menggambarkan hubungan fungsional antar variabel.

Analisis regresi adalah analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas (*independent variable*), dan variabel yang dipengaruhi disebut variabel terikat (*dependent variable*). Jika persamaan regresi hanya memiliki satu variabel independen dan dependen,

itu disebut persamaan regresi sederhana, jika memiliki lebih dari satu variabel independen, itu disebut persamaan regresi berganda.

Untuk menganalisis hubungan parameter, digunakan metode fungsi kuadrat (Sudjana, 2002 ; 338) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $\hat{Y} = a + bX + cX^2$. Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

$$\sum Y = na + b\sum X + c\sum X^2$$

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2 + c\sum X^3$$

$$\sum X^2Y = a\sum X^2 + b\sum X^3 + c\sum X^4$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$JK(b|a) = \left(b \left\{ \sum XY - \times \frac{\{\sum x\}\{\sum Y\}}{n} \right\} \right) \times \left(c \left\{ \sum X^2Y - \times \frac{\{\sum X^2\}\{\sum Y\}}{n} \right\} \right)$$

$$JK(E) = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)}$$

Dimana:

X =Variabel Bebas

Y =Data hasil pengujian

n =Jumlah data