

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Penelitian Sejenis Terdahulu**

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan hasil beberapa penelitian sejenis terdahulu sebagai referensi dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2.1. Tabel Penelitian terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Sintesis Pigmen Maghemit ( $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) Dari Limbah Bubut Industri Kerajinan Besi dengan Variasi Suhu Kalsinasi	Rodliya, Lisana Sidqi. 2018	Metode kuantitatif	Hasil XRD menunjukkan seluruh sampel hasil kalsinasi sesuai dengan standar maghemit tetragonal, dengan karakter dan intensitas tertinggi pada suhu 350 °C. Ukuran kristal sampel kalsinasi pada suhu 350 °C 31,20 nm. Berdasarkan analisis warna, sampel hasil kalsinasi sesuai dengan range kecerahan dan kroma maghemit. Tidak terjadi perbedaan warna yang

				<p>signifikan pada sampel. Hasil warna sampel hasil kalsinasi suhu 350°C memiliki karakter kecerahan (L*) optimum dibandingkan yang lain. Hasil SEM-EDX menunjukkan bahwa ukuran dan bentuk partikel yang dihasilkan tidak seragam, serta terdapat impuritis seperti C dan Mn.</p>
2	<p>Pemanfaatan serat limbah kaleng untuk meningkatkan kualitas beton</p>	<p>Agung Rahmadi 2013</p>	<p>Metode kuantitatif</p>	<p>Nilai kuat tekan tekan optimum terjadi pada kuat tekan beton dengan penambahan 20% serat kaleng. Dimensi 1x40 mm yaitu sebesar 296,315 kg/cm<sup>2</sup>, yaitu mengalami kenaikan sebesar 19,06 terhadap beton normal.</p>
3	<p>Perbandingan kuat tekan dan kuat lentur beton serat limbah bubuk besi</p>	<p>Arum Dwicahyani 2012</p>	<p>Metode kuantitatif</p>	<p>Penurunan kuat tekan beton paling besar 32,23% dan kenaikan kuat lentur maksimal 9,99%. Beton fabrikasi menunjukkan peningkatan kuat</p>

	terhadap beton fabrikasi kadar serat dalam campuran beton 20 kg/m <sup>3</sup> , 30kg/m <sup>3</sup> , 30kg/m <sup>3</sup> .			tekan sebesar 30,17% dan kuat lentur 28,47%
4	Pemanfaatan limbah serbuk besi sebagai agregat halus pada campuran aspal panas	Samsul Bahri 2017	Metode Marshall test	Nilai KAO untuk kondisi normal yaitu sebesar 5,60% dan nilai KAO untuk variasi 25% sebesar 4,60%. Kondisi ini menunjukkan bahwa terjadi penghematan penggunaan aspal sebesar 17,86% ketika agregat halus diganti dengan limbah serbuk besi sebesar 25%
5	Pemanfaatan limbah bubuk besi pada beton serat ditinjau dari kuat tekan dan kuat lentur	Qomariah, dkk. 2019	Pengujian kuat tekan dan kuat lentur	Eksperimen menghasilkan kuat tekan 39,01 Mpa pada 0% variasi; kuat tekan 24,54 Mpa pada variasi 5%; Kuat tekan 21,80 Mpa pada 10%

				<p>variasi; pada kuat lentur 3,87 Mpa pada substitusi 0%; kuat lentur 4,27 Mpa pada substitusi 5%;</p> <p>Kekuatan lentur 4,07 Mpa pada substitusi 10%. Hasil uji kuat lentur terbesar terjadi pada 5% variasi; Rp940.276/m<sup>3</sup> dengan variasi 0% dan Rp938.719/m<sup>3</sup> pada variasi 5% atau penurunan 0,2%.</p>
--	--	--	--	--

## 2.2. Limbah Besi Bubut

Salah satu jenis limbah dari industri kerajinan besi ialah limbah bubut. Limbah bubut besi merupakan limbah padat yang dihasilkan bengkel bubut selama proses produksinya. Limbah besi yang dihasilkan oleh bengkel bubut mencapai 10-20 kg/bulan (Sunardi dan Wijayanti, 2010). Besi yang terkandung dalam limbah bubut lebih tinggi dari pada *mill scale* (Gaballah, dkk., 2013), bijih besi alam (Septityana, dkk., 2013), dan pasir besi (Kartika dan Pratapa, 2014) yaitu sebesar 97,11% (Khoiroh, 2013).

Limbah pabrik pembubutan besi yang dihasilkan berupa serat-serat besi dengan ukuran panjang dan ketebalan yang berbeda. Bentuk serat limbah besi tersebut dapat berupa spiral maupun potongan-potongan kecil sesuai dengan proses

pembubutan yang dilakukan. Tingkat kekerasan besi termasuk menengah, sehingga limbah ini dapat digunakan sebagai campuran tulangan. Salah satu diantaranya adalah dengan mencampurkan serat besi ke dalam campuran beton karena serat besi akan menambah kekuatan beton. Persentase penggunaan serat limbah besi bubuk pada beton dihitung dari berat beton. Limbah besi yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil dari pembubutan alat *Shaft Crusher* dengan jenis besi ASSAB 705, ukuran limbah besi yang digunakan adalah yang lolos saringan 9,5 mm dan tertahan di saringan 4,75 mm.

Salah satu limbah atau sampah yang sulit didaur ulang adalah limbah padat. Limbah padat adalah sisa hasil kegiatan industri ataupun aktivitas domestik yang berbentuk padat. Limbah atau sampah bubuk besi merupakan limbah padat yang sulit terurai.



Gambar 2.1 Serat limbah bubuk besi

Pemanfaatan serat limbah bubut besi sebagai bahan tambah dari beton merupakan salah satu solusi agar dapat mengurangi jumlah limbah/sampah yang dihasilkan dari industri bubut logam. Limbah logam ini digunakan sebagai serat pada beton dalam rangka mendapatkan bahan yang murah dan ramah lingkungan. Penggunaan serat limbah bubut besi diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton seperti penelitian - penelitian sebelumnya pada kuat lentur dan tarik beton.

### 2.3. Besi ASSAB 705

ASSAB (Assosiation of Swedish Steel AB) merupakan komponen manufaktur yang sangat baik tidak terbantahkan lagi, tetapi sesungguhnya lebih dari itu. Ketika portofolio kelas dunia digunakan sebagai komponen jadi dan aplikasi, maka produk ini akan memberikan hasil yang jauh lebih baik dan usia pakai yang lebih panjang dibandingkan rekayasa dan stainless steel konvensional.

Tabel 2.2 Tabel Tira Mechanery Steel

TIRA GRADE	ASSAB GRADE	NEAREST STANDARD			MECHANICAL PROPERTIES **			% CHEMICAL COMPOSITION (approx)					
		AISI	JIS	DIN	YS	UTS	HBN	C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
*HQ 705	705	4337	SNCM	34CrNiMo6	685	880-1080	270-330	10.35	1.40	0.20	1.40	0.70	0.3
HQ 709	709	4140	SCN4	42CrMo4	685	880-1030	270-315	0.40	1,10	0.20		0.80	0.30
HQ 760	760	1045	S50C	C45	340	640	180-220	0.50				0.60	0.30
HQ 7210	7210	3215	SNC22	15CrNi6	850 max		217max	1.15	0.90		1.00	0.60	0.30

Sumber : (Quality Mechanery Steel)

\*HQ = Hight Quality

\*\* = Depend of sizes (N/mm<sup>2</sup> )

Baja merupakan istilah yang digunakan untuk material yang memiliki komposisi utama besi serta material lainnya: karbon dan jenis logam lainnya. Akibat komposisi yang berbeda-beda karakter dominan baja juga berbeda-beda ada baja yang sifatnya keras tapi, tidak ulet atau sebaliknya. Baja ASSAB 705/ baja karbon sedang termasuk machinery steel dengan komposisi kimia 0,30% - 0,38% C, 1,30% - 1,70% Cr, 1,30% - 1,70% Ni, 0,15% - 0,30% Mo (PT. Tira Andalan Steel). Baja Assab-705 terdiri dari unsur C, Cr, Ni, namun total keseluruhan unsur unsur paduan tidak melebihi 8%, maka baja ASSAB 705 tergolong pada baja paduan rendah. Sifatnya sulit untuk dilas, dan dipotong. Penggunaan baja Assab 705 umumnya dipakai untuk batang penghubung pada bagian automotif, untuk rangka mobil, crankshafts, rails, ketel, obeng, palu dan eretan pada mesin.

#### **2.4. Limbah Bubut Besi Terhadap lingkungan**

Menurut PP No. 85 Tahun 1999 limbah besi tergolong sebagai limbah beracun dan berbahaya yang dapat mencemari lingkungan. Sunardidan Wijayanti (2010) menyebutkan bahwa limbah besi yang dibuang secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran, karena limbah tersebut bersifat korosif dan dapat menurunkan kesuburan tanah. Hal tersebut dapat dihindari dengan melakukan daur ulang limbah besi menjadi pigmen, salah satunya maghemit.

Berdasarkan hasil *X-Ray Fluorescence* (XRF) dalam Khoiroh (2013) limbah bubuk besi mengandung unsur-unsur logam seperti Fe, Cr, Ca, Mn, Rb dan lain sebagainya.

Tabel 2.3. Tabel Kandungan limbah bubuk besi

No.	Logam	Kadar (%)
1.	Besi (Fe)	97,11
2.	Europium (Eu)	0,67
3.	Rubidium (Rb)	0.65
4.	Mangan (Mn)	0,54
5.	Kalsium (Ca)	0.30
6.	Kromium (Cr)	0,26
7.	Fosfor (P)	0,2
8.	Renium (Re)	0,2
9.	Tembaga (Cu)	0,13
10.	Skandium (Sc)	0,053
11.	Nikel (Ni)	0,037
12.	Lantanum (La)	0,03
13.	Ytterbium (Yb)	0,03
14.	Seng (Zn)	0,03

Sumber : Khoiroh (2013).

## 2.5. Beton Serat

Berdasarkan *ACI Concrete* (1982) yang dimaksud dengan beton serat adalah struktur beton yang tersusun dari bahan semen, agregat halus, agregat kasar, dan sejumlah kecil serat sebagai bahan tambah. Dibandingkan dengan beton, beton konvensional memiliki kelemahan berupa kuat tarik yang kurang bagus. Menurut Tjokrodinuljo (1996), beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter 5 sampai 500 *micrometer* dan panjang sekitar 25-100 mm, bahan serat dapat berupa serat asbes, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk) serat plastik, serat gelas atau kaca atau potongan-potongan kawat baja.

Menurut Kardiyono (1994), beton serat ialah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat dalam beton itu berguna untuk mencegah adanya retak-retak sehingga menjadikan beton serat lebih dektail daripada beton biasa.

Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat, diantaranya adalah meningkatnya : daktilitas, ketahanan *Impact*, kuat tekan dan lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap pengaruh susutan, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan atau fragmentasi, ketahanan terhadap pengelupasan.

Landau (1990) mengemukakan bahwa penambahan serat secara normal akan memperbaiki kekuatan fisik beton. Tergantung pada faktor-faktor seperti perbandingan semen, air, kualitas pasir, dan agregat, penambahan kekuatannya berkisar antara 5%-30% atau lebih, namun tidak dianjurkan untuk mengurangi

ketebalan beton akibat penambahan serat atau juga tidak menggantikan tulangan baja primer manapun. Menurut A.L.Landau penambahan bahan serat dapat :

1. Mengontrol retak-retak pada beton akibat susut dalam kondisi plastis sehingga bisa meningkatkan integritas, kekuatan dan keawetan struktur disamping memperbaiki penampilannya.
2. Meningkatkan ketahanan bentur (*impact resistance*) dari beton.
3. Meningkatkan daktilitas beton.
4. Mengurangi permeabilitas beton.
5. Meningkatkan ketahanan terhadap kehancuran dan abrasi, ini penting jika beton mengalami regangan hebat yang menyebabkan beton pecah, runtuh, atau sama sekali hancur.
6. Mencegah korosi baja tulangan yang disebabkan dihindarinya retak-retak akibat susut pada keadaan plastis dan permeabilitas beton yang lebih rendah.

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah fiber baja (*steel fibre*), *fibre polypropylene* (sejenis plastik mutu tinggi), fiber kaca (*glass fibre*), fiber karbon (*carbon fibre*), serta fiber dari bahan alami (*natural fibre*) seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya.

Penambahan serat pada adukan beton dapat menimbulkan masalah pada *fibre dispersion* dan kelecakan (*workability*) adukan. *Fibre dispersion* dapat diatasi dengan memberikan bahan tambah berupa *superplasticizer* ataupun dengan

meminimalkan diameter agregat maksimum, sedangkan pada *workability* adukan beton dapat dilakukan dengan modifikasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan adukan beton yaitu nilai fas, jumlah dan kehalusan butiran semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, tipe butiran agregat, diameter agregat maksimum serta bahan tambah.

Namun selain menimbulkan masalah seperti diatas penambahan serat pada adukan beton juga mempunyai kelemahan seperti berikut :

1. Penambahan serat menyebabkan beton menjadi sulit untuk dipadatkan (*workability* beton turun).
2. Penambahan serat akan menyebabkan waktu ikat awal beton lebih cepat.
3. Dapat menimbulkan karat jika tidak dilindungi dan hal ini menambah berat beton.
4. Serat juga akan mengakibatkan terjadi penggumpalan (*balling*) selama proses pengadukan.

Besi adalah unsur kimia dengan simbol **Fe** (dari bahasa latin ferrum) dan nomor atom 26, besi memiliki sifat korosi apabila bertemu dengan oksigen dan air. pencegahan korosi dapat dilakukan dengan cara :

1. Pengecatan
2. Pelumuran dengan oli
3. Pembalutan dengan plastik
4. *Chromium Plating* (pelapisan dengan kromium)

Serat limbah besi bubuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah dari proses pembubutan *shaft crusher* dengan jenis besi ASSAB 4340 yang ada di pabrik 1 (satu) PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk, *site* Baturaja Ogan Komering Ulu.

## 2.6. Beton Normal

Menurut SNI 03-2847-2002 **Beton** merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Tabel 2.4. Tabel Kelas dan Mutu Beton

Jenis Beton	$f_c'$ (Mpa)	$\sigma^i$ bk (kg/cm <sup>2</sup> )
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800
Mutu Sedang	20 - <35	K250 - <K400
Mutu Rendah	15 - <20	K175 - <K250
	10 - <15	K125 - <K175

Sumber : SNI 03-6468-2000

## **2.7. Bahan Pembentuk Beton**

### **2.7.1. Semen**

Menurut ASTM C 150.1985 semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari kalsium silikat hidrolik yang digiling bersama dengan bahan utamanya. Fungsi semen ialah sebagai pengikat butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tipe I yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti lain-lainnya, menggunakan semen Baturaja. Semen garis besar, ada 5 (lima) bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan semen portland, yaitu :

- a. Batu kapur 75% - 90 %
- b. Tanah liat 7% - 20%
- c. Pasir besi 1% - 3 %
- d. Pasir Silika 1 % - 6%
- e. Gypsum 3% - 6%

### **2.7.2. Air**

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Penggunaan air yang berlebihan pada pencampuran beton akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan

mempengaruhi kuat tekan beton. Pada saat pengadukan air tidak boleh sembarangan ditambahkan ke dalam adukan. Penambahan air harus disesuaikan dengan kebutuhan dan kemudahan kerja serta kekuatan beton yang diinginkan. Banyaknya air yang harus ditambahkan ke dalam sebuah adukan beton dapat dicari melalui perhitungan *mix design*.

Air yang digunakan hendaklah Sesuai dengan persyaratan SNI 03-2834-2000, air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
  - 1) Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
  - 2) Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada silinder uji beton yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

Pemilihan air yang digunakan sebagai campuran beton didasarkan pada campuran beton, air tersebut harus berasal dari sumber yang sama dan terbukti dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat seperti Air PAM (Perusahaan Air Minum).

### 2.7.3 Agregat

Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (British Standard) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

Dari ukuran butirannya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### A. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM atau SNI. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

1. Susunan Butiran (Gradasi)

Melalui analisa saringan maka akan diperoleh angka Fine Modulus.

Melalui Fine Modulus ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu :

- a. Pasir Kasar :  $2.9 < FM < 3.2$
- b. Pasir Sedang :  $2.6 < FM < 2.9$
- c. Pasir Halus :  $2.2 < FM < 2.6$

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan ASTM C 33 - 74 a. Batasan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.5. Tabel Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan	Persentase butiran yang lolos pada tiap saringan
9.5 mm ( $\frac{3}{8}$ in)	100
4.75 mm (No.4)	95-100
2.36 mm (No.8)	80-100
1.19 mm (No.16)	50-85
0.595 mm (No.30)	25-60
0.300 mm (No.50)	10-30
0.150 mm (No.100)	2-10

Sumber : ASTM C 33 – 74a

- 2. Kadar Lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5 % ( terhadap berat kering ). Apabila kadar Lumpur melampaui 5 % maka agregat harus dicuci.
- 3. Kadar Liat tidak boleh melebihi 1 % ( terhadap berat kering )

4. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organik yang akan merugikan beton, atau kadar organik jika diuji di laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan Abrams - Harder dengan batas standarnya pada acuan No 3.
5. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaian yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinya tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaian.
6. Sifat kekal ( keawetan ) diuji dengan larutan garam sulfat :
  - a. Jika dipakai Natrium-Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
  - b. Jika dipakai Magnesium-Sulfat, bagian yang hancur maksimum 15%.

#### B. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

##### 1. Susunan butiran (gradasi)

Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.6. Tabel Susunan Besar Butiran Agregat Kasar

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
25,00	100
19,00	90-100
9,50	20-55
4,75	0-5
2,36	0-5

Sumber : ASTM C33/03

2. Agregat kasar yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam mortar atau beton. Agregat yang reaktif terhadap alkali dapat dipakai untuk pembuatan beton dengan semen yang kadar alkalinnya tidak lebih dari 0,06% atau dengan penambahan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaihan.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
4. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat harus dicuci.

5. Kekerasan butiran agregat diperiksa dengan bejana Rudellof dengan beban penguji 20 ton dimana harus dipenuhi syarat berikut:
  - a. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 - 19,1 mm lebih dari 24% berat.
  - b. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19,1 - 30 mm lebih dari 22% berat.
6. Kekerasan butiran agregat kasar jika diperiksa dengan mesin los angeles dimana tingkat kehilangan berat lebih kecil dari 50%

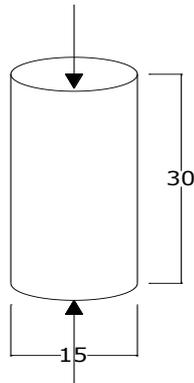
## **2.8. Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu yang dihasilkan (Mulyono,2004). Pengujian kuat tekan beton dilakukan melalui pengujian *Compressive Strenght*. Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton berdiameter 15 cm dan panjang 30 cm, diletakkan tegak di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh penampang silinder. Apabila kuat tekan terlampaui, benda uji terbelah menjadi beberapa bentuk bagian. Tegangan tekan yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai *Compressive cylinder strength*. Menurut SNI 07-1974-2011 besarnya tegangan tekan beton (tegangan rekah beton) dapat dihitung dengan rumus:

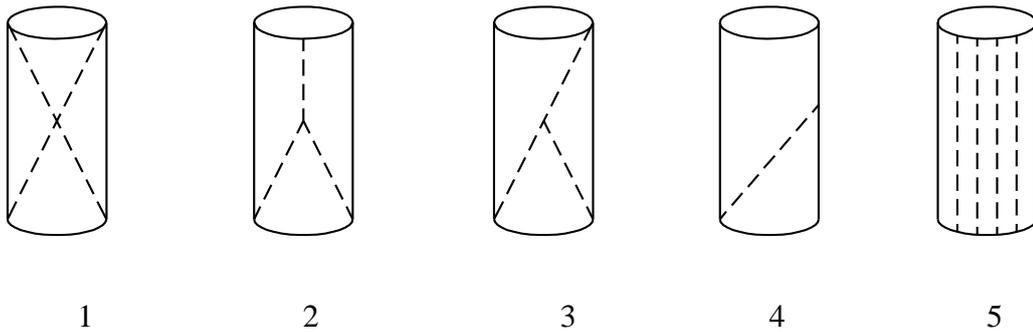
$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan pengertian :

$f_c$  Kuat tekan beton dengan benda uji silinder, P adalah gaya tekan aksial, dan A adalah luas penampang melintang benda uji.



Gambar 2.2. Uji Kuat Tekan



Gambar 2.3. Bentuk Kehancuran Benda Uji

Keterangan :

1. Bentuk kehancuran kerucut
2. Bentuk kehancuran kerucut dan belah
3. Bentuk kehancuran kerucut dan geser
4. Bentuk kehancuran geser
5. Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak

Besarnya kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Faktor air semen
2. Jenis semen dan kualitasnya
3. Jenis dan lekuk permukaan agregat
4. Perawatan (curing) suhu
5. Umur beton pada keadaan yang normal

Penentuan kuat tekan beton berdasarkan jenis benda ujinya. Mutu dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Mutu beton K adalah kuat tekan karakteristik beton kg/cm<sup>2</sup> dengan benda uji kubus sisi 15 cm (PBI 1971 N.I -2)
2. Mutu beton f<sub>c</sub> adalah kuat tekan beton dalam Mpa dengan (1 Mpa = 10 kg/cm<sup>2</sup>) yang disyaratkan benda uji silinder 15 cm dengan tinggi 30 cm.

f<sub>c</sub> 25 Mpa setara dengan K-300. 25 Mpa adalah kuat tekan karakteristik silinder (15 cm x 30 cm) konversi ke kubus ( 15 cm x 15 cm x 15cm ) :

$$1 \text{ Mpa} = 1 \text{ N/mm}^2,$$

$$1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N},$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = (1/9,81 \text{ kg/mm}^2) = (100 \text{ kg/cm}^2)$$

$$1 \text{ Mpa} = (100/9,81) \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = (9,81/100) \text{ MPa}$$

$$\frac{25}{0,82} = 30,12 \text{ MPa} \rightarrow \text{konversi ke } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \left( 30,12 \times \frac{100}{9,81} \right) = 307,04 \text{ kg/cm}^2$$