

PERPUSTAKAAN	PTSP UIN
HADIAN/DESI	
TGL. TERIMA :	7 Maret 2007
NO. JUDUL :	60 2269
NO. INV. :	920002269001
NO. BUDUK. :	

**TUGAS AKHIR**

**PENGRUH KATALIS TERHADAP KUAT DESAK  
DAN KUAT TARIK BETON**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil**

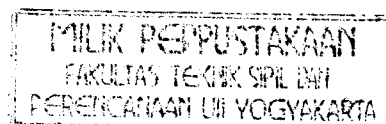


**Disusun Oleh :**

**Hendry Susilo 97 511 285**

**Tri Isnana 97 511 044**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2006**



# HALAMAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### PENGARUH KATALIS TERHADAP KUAT DESAK DAN KUAT TARIK BETON

Disusun Oleh :

Hendry Susilo      97 511 285

Tri Isnana          97 511 044

Telah diperiksa dan di setujui oleh :

Dosen Pembimbing

  
Ir. H. A. KADIR ABOE, MS

Tanggal : 31/08 - 06

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alikum Wr.Wb**

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1). Penyusun melaksanakan Tugas Akhir ini dengan judul "PENGARUH KATALIS TERHADAP KUAT DESAK DAN KUAT TARIK BETON". Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemakaian katalis pada beton, dibandingkan apabila tidak memakai katalis. disamping itu juga untuk mengetahui nilai desak dan tarik beton dengan katalis dibandingkan dengan beton normal

Selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H Edy Suandi Hamid, M.Ec, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir.H Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. H. Suharyatma, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dan selaku dosen wali,
4. Ir. H. A. Kadir Aboe,MS, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Ir. H. Kasam, MT, selaku dosen yang telah membantu memberi bahan uji katalis,
6. Salam ta'zim dan bakti kami sampaikan kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta, beserta keluarga besar atas doa, kasih sayang, bimbingan, kesabaran serta dorongan semangat yang telah diberikan kepada kami selama ini,

Disadari sepenuhnya bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga diharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran yang dapat lebih menyempurnakan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa teknik sipil pada umumnya.

**Wassalamu'alaikum wr. Wb**

Yogyakarta, Agustus 2006

Penulis

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan perasaan bahagia dan sujud syukur*

*Berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya*

***S@n persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada:***

- ***Bapak dan Ibu tercinta***

*Tak terhingga rasa terimakasihku atas do'a restu, kasih sayang, dorongan semangat, dan rasa percaya yang Bapak dan Ibu berikan kepadaku sehingga aku bisa sampai sejauh ini. Ini bukanlah tujuan akhir dari hidupku, tetapi ini adalah awal langkahku untuk memasuki dan menghadapi dunia nyata, untuk mewujudkan semua yang aku cita-citakan.*

- ***Adik-adikku dan kaka-kakakku tercinta***

*Terima kasih atas rasa kekeluargaan, kasih sayang, keceriaan dan keharmonisan yang telah kalian ciptakan.*

*Special Thanks To :*

- ***Allah SWT***

*Aku mengucapkan syukur alhamdulillah atas semua rizki, karunia, nikmat, kesulitan-kemudahan, kesedihan-kebahagiaan dan kegagalan-kesuksesan yang telah Engkau berikan kepadaku. Semoga apa yang Kau berikan padaku tidak menjadi sia-sia dan menjadi bekal dalam perjalanan hidupku.*

- **Patner TA-ku**

*Makasih banget atas semua kerja sama, dukungan dan semangatmu. Akhirnya laporan Tugas Akhir ini bisa selesai, maafin semua kesalahanku ya?!!!*

- **Temen dan Sahabat tercinta :**

*Asti, Nurul, Ita, Sasa, Opik, Fian, Yuni, Coco, Feri, Firman, Anton, Arif, Perjol, Faqih, Chun, Pulung, Udin, Puger, Kadir, Wawan Mbut, Irma, Elis, Mas Eko, makasih banget atas bantuan kalian semua. My Lovely Girl "Caterina" makasih atas kesabarannya mendampingi aku selama ini. tercinta (aziz, adiek iwan ichan, rio, kelik), Kontrakannya pak Mardiyono dan bu mening" matur nuwun sanget nggih", All semua aja yang telah membantuku dan telah merasa menjadi temenku.*

## MOTTO

“ .....Maha Suci Engkau, Kami Tak Mempunyai Pengetahuan  
Melainkan Apa Yang Telah Engkau Ajarkan Kepada Kami, Karena  
Sesungguhnya Engakulah Yang Maha Mengetahui Dan Maha Bijaksana”

(Q . S . Al - Baqarah : 32)

“Belajarlh ilmu karena belajar itu khasanah (kebaikan), dan  
mencari ilmu itu ibadah, dan mengingatnya sama dengan tasbih, dan  
menyelidikinya sama dengan jihad, dan mengajar kepada yang tidak  
mengetahui itu sedekah, dan memberikan kepada yang berhak itu

taqqarub, sebab ilmu itu jalan untuk mencapai tingkat-tingkat

disurga,.....”

(Mu'ads Bin Jabal R. A)

“Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan dari Allah dengan  
kesabaran dan sholat. Sungguh Allah bersama orang-orang yang sabar”

(Al Baqarah : 153)

“Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan

kemampuannya”

(Al Baqarah : 286)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
ABSTRAKSI.....	xv
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Pendekatan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Definisi Limbah .....	5
2.2 <i>Spent Catalist</i> .....	5
2.3 Karakteristik <i>Spent Catalist</i> .....	6



<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI</b> .....	<b>8</b>
	3.1 Beton .....	8
	3.2 Agregat.....	9
	3.3 Semen .....	10
	3.4 Air .....	14
	3.5Katais .....	14
	3.6 Metode Perancangan Adukan Beton.....	15
	3.7 Metode Rawatan Benda Uji .....	21
	3.8 Kuat Desak Beton .....	22
	3.9 Kuat Tarik Beton.....	25
	3.10 Balok Dengan Beban Lentur.....	26
	3.11 Pola Retak Pada Balok.....	27
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
	4.1 Umum.....	29
	4.2 Pengumpulan Data .....	29
	4.3 Analisis Data .....	30
	4.4 Bahan Dan Peralatan .....	30
	4.4.1 Bahan.....	30
	4.4.2 Peralatan.....	31
	4.4.3 Komposisi Benda Uji .....	31
<b>BAB V</b>	<b>PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
	5.1 Umum.....	33

5.2 Persiapam Bahan.....	33
5.2.1 Semen.....	33
5.2.2 Agregat Halus.....	34
5.2.3 Agregat Kasar.....	34
5.2.4 Air .....	34
5.2.5 Katalis .....	34
5.3 Pelaksanaan Penelitian.....	35
5.3.1 Proses Pembuatan Benda Uji .....	36
5.3.2 Proses Pengujian .....	37
<b>BAB VI HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
6.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton .....	39
6.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton .....	41
6.3 Pengujian Beban Maksimum Balok.....	44
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
7.1 Kesimpulan .....	49
7.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b>	Bahan Dasar Penyusun Semen .....	10
<b>Tabel 3.2</b>	Nilai Devisiasi Standart.....	16
<b>Tabel 3.3</b>	Nilai k Untuk Beberapa lkeadaan.....	16
<b>Tabel 3.4</b>	Faktor Modifikasi Simpangan Baku.....	17
<b>Tabel 3.5</b>	Hubungan Fakor Air Semen dan Kuat Beton Silinder .....	18
<b>Tabel 3.6</b>	Faktor Air Semen Maksimum .....	18
<b>Tabel 3.7</b>	Nilai Slump.....	19
<b>Tabel 3.8</b>	Ukuran Maksimum Agregat.....	20
<b>Tabel 3.9</b>	Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai Slump .....	21
<b>Tabel 3.10</b>	Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar per m3 berdasarkan MHB .	21
<b>Tabel 3.11</b>	Perbaningan Kuat Desak Beton Menurut Umur Benda Uji .....	23
<b>Tabel 4.1</b>	Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian Desak Sinder.....	31
<b>Tabel 4.2</b>	Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian Tarik Silinder.....	32
<b>Tabel 4.3</b>	Jumlah Benda Uji Balok Untuk Pengujian Lentur .....	32

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b>	Grafik Hubungan Faktor k Dengan Kekuatan Minimum .....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Uji Tarik Pada Pembelahaan Silinder.....	26
<b>Gambar 3.3</b>	Pola Retak Pada Balok.....	27
<b>Gambar 6.1</b>	(%) Kuat Desak Rata_Rata .....	60
<b>Gambar 6.2</b>	(%) Kuat Tarik Rata-Rata .....	62
<b>Gambar 6.3</b>	(%) Kuat Tarik Terhadap Desak .....	63
<b>Gambar 6.4</b>	(%) Kuata Tarik Terhadap Desak dari BN .....	64
<b>Gambar 6.5</b>	Pola Retak Balok Normal .....	65
<b>Gambar 6.6</b>	Pola Retak Balok -10 .....	66
<b>Gambar 6.7</b>	Pola Retak Balok -20 .....	66
<b>Gambar 6.8</b>	Pola Retak Balok +10 .....	67
<b>Gambar 6.9</b>	Pola Retak Balok +20 .....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Laporan Sementara
- Lampiran 3 Hasil Hitungan Agregat Bahan Uji
- Lampiran 4 Hasil Hitungan Balok Uji

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Salah satu kegiatan pemabangunan yang dilaksanakan adalah kegiatan produksi minyak bumi atau minyak mentah (Cruide Oil) menjadi produk jadi yang siap di ginakan masyarakat serta dapat dieksport berupa produk yang bias dimanfaatkan, selain dapat menghasilkan devisa Negara juga sebagai modal untuk pembangunan bangsa dan Negara, kegiatan tersebut juga menghasilkan limbah dari kegiatan pemrosesan, penimbunan minyak bumi yang relative masih tinggi dan beberapa senyawa lainnya seperti senyawa sulfur, nitrogen, oksigen dan logam-logam termasuk logam berat.

Pada proses craking (perekahan) terdapat limbah katalis yang dihasilkan oleh unit-unit yang terdapat pada kilang minyak, sehingga apabila limbah katalis tersebut tidak dikelola dengan baik maka dapat berdampak terhadap lingkungan hidup seperti terjadinya pencemaran tanah, air permukaan, air tanah dangkal atau aquifer dan terganggunya kesehatan masyarakat setempat atau kehidupan makhluk hidup lainnya.

Sebagai sumber energi minyak bumi memiliki banyak manfaat efisien dan ekonomis, tetapi apabila limbah katalis yang termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun ( B3 ) yang terbuang ke lingkungan tanpa adanya proses terlebih dahulu maka akan terjadi pencemar yang berbahaya. Pemanfaatan yang baik akan

mengurangi limbah bahan berbahaya dan beracun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas juga akan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam. Namun pemanfaatan suatu limbah B3 harus didahului oleh suatu penelitian yang mencakup berbagai aspek kesehatan manusia dan lingkungan.

Pemilihan penerapan alternatif terbaik pengelolaan limbah katalis didasarkan pada sifat dari katalis tersebut untuk dapat diolah atau dimanfaatkan dengan berbagai macam produk yang mempunyai sifat tras yang baik. Kegiatan ini dilihat dari segi tenaga, biaya, waktu, dan ruang yang ada. Dalam hal ini penerapan atau penggunaan teknologi apapun dalam upaya mendukung suatu pelaksanaan pembangunan dengan memanfaatkan sumber daya alam haruslah dilakukan secara seksama dan tepat guna sehingga mutu dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan hidup dapat erus dipertahankan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pengolahan limbah padat yaitu dengan jalan memanfaatkan limbah padat tersebut untuk pembuatan berbagai produk seperti bahan bangunan, namun sampai saat ini masih terbentur pada aturan yang mengisyaratkan bahwa limbah industri dari migas tergolong dalam limbah B3.

Dalam rangka untuk ikut serta dalam menyelesaikan permasalahan limbah padat industri migas, maka pada kesempatan yang baik ini akan dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah padat (spent catalyst) untuk bahan campuran beton.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka diharapkan dari hasil penelitian yang dilakukan ini, apakah pada beton dengan pemberian katalis kuat desaknya lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal.

## **1.3 Pendekatan Masalah**

Untuk mengetahui pengaruh pemberian katalis pada kekuatan beton, ada beberapa pengujian yang dilakukan antara lain :

1. Uji desak
2. Uji tarik
3. Uji lentur

## **1.4 Tujuan penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian katalis pada umur 28 hari terhadap kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur pada beton normal.

## **1.5 Manfaat penelitian**

Pada penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki kemampuan beton, terutama kuat desaknya.



## 1.6 Batasan masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, maka perlu diberi batasan sebagai berikut ini :

1. Mutu beton  $f'_c = 25$  Mpa.
2. dibuat BN, B-20, B-10, B+10, B+20
3. dilakukan pengujian setelah beton berumur 28 hari.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi limbah

Limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Limbah merupakan sesuatu benda yang mengandung zat yang bersifat membahayakan atau tidak membahayakan manusia, hewan serta lingkungan, dan umumnya muncul karena hasil perbuatan manusia, termasuk industrialisasi. (UU RI No.23/97,1997 pasal 1)

Secara umum limbah dibagi dua, yaitu :

- Limbah ekonomis, yaitu limbah yang dapat dijadikan produk sekunder untuk produk yang lain dan atau dapat mengurangi pembelian bahan baku.
- Limbah non ekonomis, yaitu limbah yang dapat merugikan dan membahayakan serta menimbulkan serta pencemaran lingkungan.

#### 2.2 *Spent Catalyst*

Katalis adalah suatu bahan yang dipergunakan untuk mempercepat reaksi pada saat proses perengkahan (*cracking*). Pada akhir proses katalis ini akan dikeluarkan berupa limbah. Limbah tersebut berfungsi untuk di manfaatkan sebagai produk bahan bangunan. Namun pemanfaatan daur ulang tersebut harus hati-hati karena di dalamnya terkandung kadar logam berat yang cukup tinggi yang bila terhisap atau dikonsumsi oleh makhluk hidup dapat membahayakan. Menurut

Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 Tentang pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, limbah katalis ini termasuk kedalam daftar limbah bahan Berbahaya dan Beracun (B3) bila memiliki nilai  $LD_{50}$  (*Lethal Dose 50%*) lebih kecil dari 15 g/kg BB. (YUniar Widiarini, Nani Djuangsih dan Tintin Hartati P.)

Limbah katalis ini digunakan pada salahsatu kilang minyak yang dilengkapi dengan RCC sebagai bahan Bantu untuk mengarahkan dan mempercepat laju reaksi produk utama yang diinginkan seperti LPG (elpiji), *propylene*, *polygasoline*, *napta*, LCD (bahan dasar diesel ) dan *decant oil* (bahan dasar *fuel oil*).

### 2.3 Karakteristik *Spent Catalyst*

Pada penelitian ini digunakan limbah katalis dengan susunan kimia limbah  $NaAlSiO_3 \cdot H_2O$  dengan struktur regular yang merupakan hasil dari proses RCC (*Residu Catalic Cracker*). Limbah katalis yang digunakan pada RCC ini adalah jenis yang mengandung unsure-unsur oksida silika dan alumina. Selain itu, didalamnya mengandung unsure-unsur lainnya, seperti : *sodium*, *Calcium*, *Magnesium*. Sedangkan logam berat (sifat fisik dan kimia berbahaya) adalah Ni, As, serta logam berat lainnya yang mudah larut. Sebagian besar unsure-unsur penyusun dari *zeolit kristalin* merupakan bahan dasar bangunan seperti : *alumina*, *silica*, *calcium*.

Dengan penambahan limbah katalis ini akan mengakibatkan bertambahnya jumlah kandungan alumina dan semen, bilamana di dalam semen terdapat senyawa

alumina berkadar tinggi dan silica berkadar rendah maka semen akan mengikat dengan cepat dan kekuatan tinggi. Sedangkan sifat-sifat pada limbah katalis jenis *zeolit kristalis* adalah mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi.(Murdock dan Brook, 1994)

Kekurangan beton antara lain :

1. beton mempunyai kuat tarik yang rendah sehingga mudah retak, oleh karena itu perlu diberi tulangan.
2. beton tidak kedap air sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang mengandung garam dapat merusak beton.
3. beton bersifat getas (“brittle”) sehingga memungkinkan terjadi keruntuhan yang mendadak akibat terlampauinya beban atas. Hal ini dapat dihindari dengan pemasangan baja tulangan pada tempatnya sehingga dapat bersifat liat (“ductile”).

### 3.2 Agregat

Agregat adalah butiran yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat kurang lebih 70% dari volume beton, sehingga sifat-sifat beton sangat dipengaruhi oleh sifat agregatnya. Agregat dapat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan secara alamiah (agregat alam), atau pemecahan batuan alam (agregat buatan) dengan alat pemecah batu. Agregat kasar harus mempunyai kestabilan kimia, tahan terhadap keausan, dan tahan terhadap pengaruh cuaca. Agregat yang akan digunakan pada adukan beton ada dua seperti berikut ini :

1. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar mempunyai diameter maksimum 20 mm. Sifat agregat kasar mempunyai pengaruh terhadap kekuatan beton sehingga

harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, kuat dan bergradasi baik. Agregat kasar ini dapat diperoleh dari batu pecah, kerikil alami, serta agregat buatan.

## 2. Agregat halus (pasir)

Diameter agregat butiran halus berkisar antara 0,15 – 5,00 mm. Agregat halus yang baik adalah yang terbebas dari beberapa bahan organik, lempung dan bahan-bahan lain yang dapat merusak beton. Seperti juga agregat kasar, agregat halus seharusnya mempunyai butir-butir yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca. Pengambilan atau sumber pasir dapat ditemukan pada sungai, galian dan laut. Untuk beton, pasir dari laut tidak diperbolehkan kecuali ada penanganan khusus atau untuk pasir urug.

### 3.3 Semen

Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat dalam adukan beton agar terjadi susut massa yang kompak atau padat. Pasta semen adalah campuran antara semen dengan air, menjadi mortar apabila dicampur dengan pasir dan akan membentuk beton bila ditambah kerikil.

Semen merupakan bahan serbuk halus yang diperoleh dengan menghaluskan klinker, yaitu bahan yang didapat dari hasil pembakaran campuran

## 2. Jenis II

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan asam panas hidrasi sedang.

## 3. Jenis III

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

## 4. Jenis IV

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

## 5. Jenis V

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen Portland adalah bahan pengikat hidraulik yang dicampur batu agregat menjadi beton. Semen dibuat dengan cara mereaksikan lempung dan batu kapur pada suhu tinggi. Bubuk yang terjadi dikalsium dan trikalsium silikat, yang membentuk ikatan bersilika bila dicampur air. Bila semen ditambahkan air maka akan terjadi proses *takreversibel*. Sebagian air akan membentuk ikatan permanent, sisanya membentuk *slurry* yang dapat dituang/dibentuk (Anton J Hartomo, 1996).

Secara umum semen dapat diartikan sebagai material yang sangat halus yang mempunyai sifat adhesive maupun kohesif dan dapat mengikat butiran-butiran agregat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. Semen yang dipakai dalam pembuatan beton disebut semen hidrolis.

Semen Portland merupakan semen hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang mengandung kapur, silika, alumina dan kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah yang dibakar dengan suhu 1550 °C (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992).

Semen Portland dibuat dengan melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesive dan kohesif. Semen Portland diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping dan yang mengandung alumina dengan perbandingan tertentu. Setelah itu dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan pengontrol waktu pengikat. Reaksi kimia antara semen Portland dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai dengan pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Proses pengikatan adalah merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah proses pengikatan selesai.



Katalis adalah suatu bahan yang dipergunakan untuk mempercepat reaksi pada saat proses perengkahan (*cracking*). Pada akhir proses katalis ini akan dikeluarkan berupa limbah. Limbah tersebut berfungsi untuk di manfaatkan sebagai produk bahan bangunan. Namun pemanfaatan daur ulang tersebut harus hati-hati karena di dalamnya terkandung kadar logam berat yang cukup tinggi yang bila terhisap atau terkonsumsi oleh makhluk hidup dapat membahayakan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1994 Tentang pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, limbah katalis ini termasuk kedalam daftar limbah bahan Berbahaya dan Beracun (B3) bila memiliki nilai  $LD_{50}$  (*Lethal Dose 50%*) lebih kecil dari 15 g/kg BB. (YUniar Widiarini, Nani Djuangsih dan Tintin Hartati P.)

Limbah katalis ini digunakan pada salahsatu kilang minyak yang dilengkapi dengan RCC sebagai bahan Bantu untuk mengarahkan dan mempercepat laju reaksi produk utama yang diinginkan seperti LPG (elpiji), *propylene*, *polygasoline*, *napta*, LCD (bahan dasar diesel ) dan *decant oil* (bahan dasar *fuel oil*).

### 3.6 Metode Perancangan Adukan Beton

Perancangan adukan beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain dapat diuraikan sebagai berikut ( Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992 ) :

1. kuat desak tinggi,
2. mudah dikerjakan,

3. tahan lama (awet),
4. murah, dan
5. tahan aus

Pada penelitian ini perhitungan rencana adukan beton yang digunakan adalah perencanaan menurut American Concrete Institute (ACI). ACI menyarankan suatu cara perencanaan campuran yang memperhatikan nilai ekonomis, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan, untuk perhitungan mix desain.

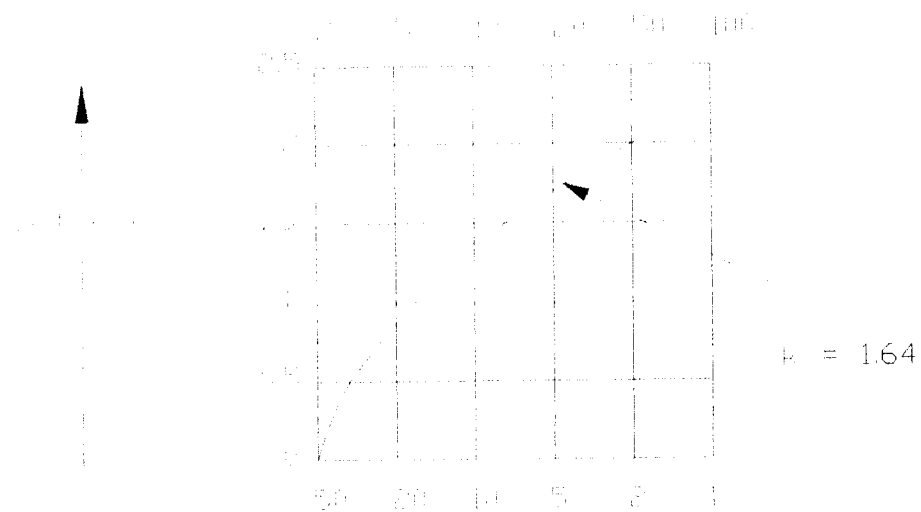
Urutan langkah perencanaan menurut ACI ( Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992 ) adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat desak beton yang disyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat pengawasan mutunya.

Nilai margin :

$$m = k \cdot sd$$

Dengan sd adalah nilai deviasi standart yang diambil dari table 3.2, sedang factor k dapat dilihat pada table 3.3 dan gambar grafik 3.1, Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang disyaratkan ditambah margin :



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara faktor dan bagioan dari hasil pemeriksaan yang diperkirakan jatuh di bawah kekuatan minimum.

Tabel 3.4 Faktor modifikasi simpangan baku

Banyaknya tes	Faktor modifikasi simpangan baku
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1

2. Menetapkan factor air semen berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur yang dikehendaki (tabel 3.5) dan keawetannya berdasarkan jenis struktur dan

kondisi lingkungan, (lihat tabel 3.6). Dari dua hasil yang didapat dipilih fas yang paling rendah.

**Tabel 3.5** Hubungan faktor air smen dan kuat beton silinder beton umur 28 hari

Faktor air semen	Perkiraan kuat desak (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

**Tabel 3.6** Faktor air semen maksimum

Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non-korosif	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	0.52
Beton diluar bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0.52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air	
a. Air tawar	0.57
b. Air laut	0.52

3. Berdasarkan jenis strukturnya tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat ( tabel 3.7 dan 3.8 )

**Tabel 3.7** Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tak bertulang, kaison, dan struktur bawah tanah	9.0	2.5
Plat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan massal	7.5	2.5

**Tabel 3.8** ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi minimum (mm)	Balok/kolom	Plat
62.5	12.5	20
150	40	40
300	40	80
750	80	80

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan dalam adukan beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump yang diinginkan (tabel 3.9)
5. Perhitungan semen yang diperlukan dalam adukan beton, berdasarkan langkah 2 dan 4.
6. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus butiran (MHB) dari agregat halus (tabel 3.10)

7. Perhitungan volume agregat halus yang diperlukan, serta udara yang terperangkap dalam adukan beton (tabel 3.10) dengan hitungan volume absolute.

**Tabel 3.9** Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump. Ukuran maksimum agregat (liter)

Slump (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

**Tabel 3.10** Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m<sup>3</sup> berdasarkan ukuran maksimum agregat dan MHB (m<sup>3</sup>)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3
10	0.46	0.44	0.42	0.40
20	0.65	0.63	0.61	0.59
40	0.76	0.74	0.72	0.70
80	0.84	0.82	0.80	0.78
150	0.90	0.86	0.86	0.84

### 3.7 Metode Rawatan Benda Uji

Untuk memperoleh hasil pengujian yang diharapkan, diperlukan perawatan terhadap benda uji. Perawatan benda uji meliputi beberapa cara, antara lain :

Sesuai dengan bertambahnya umur beton, kecepatan bertambahnya kekuatan beton juga dipengaruhi oleh antara lain factor air semen dan suhu rawatan. Semakin tinggi fas semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya (Tjokrodimulyo, 1992).

#### 5. Mutu agregat

Pada kenyataannya kekuatan dan ketahanan aus (abrasi) agregat kasar, besar pengaruhnya terhadap kuat tekan beton.

Kekuatan tekan beton ditentukan dengan pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan air terhadap semen merupakan factor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air terhadap semen, semakin tinggi kekuatan tekan beton.

Kekuatan tekan beton yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$F_c' = P/A \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Keterangan :  $f_c'$  = kuat dasak beton,  $\text{kg/cm}^2$

P = beban maksimum, kg

A = luas penampang benda uji,  $\text{cm}^2$

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Beton

Beton adalah komposit yang terbentuk dari beberapa bahan batuan dan direkatkan oleh bahan\_ikat. Beton dibentuk dari pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), dan ditambah dengan pasta semen sebagai bahan pengikat/perekat. Dalam adukan beton, pasta semen dibentuk dari air dan semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat juga bersifat sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan. Dengan demikian butiran-butiran agregat tersebut saling terekat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa ynag kompak/padat.

Keuntungan beton adalah :

1. harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar local, kecuali untuk daerah yang sulit mendapatkan pasir dan kerikil.
2. beton termasuk bahan yang berkekuatan tinggi dan tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
3. karena kuat tekannya tinggi, jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat digunakan untuk struktur berat seperti gedung, jembatan, jalan raya dan sebagainya.
4. beton segar mudah diangkut dan dicetak serta beton segar dapat dipompakan ketempat-tempat yang posisinya sulit.



kapur, silica dan alumina pada suhu 1550°C dengan ditambah gips. Campuran tersebut bila dicampur dengan air akan menjadi keras dalam waktu tertentu dan dapat digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

**Tabel 3.1** Bahan dasar penyusun semen

Oxid	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>
% rata-rata	63	22	7	3	2	2

Walaupun demikian, pada dasarnya dapat disebutkan 4 unsur paling penting dalam semen Portland, yaitu :

1. Tricalcium Silikat ( 3 CaO SiO<sub>2</sub> )
2. Dicalcium Silicate ( 2 CaO SiO<sub>2</sub> )
3. Trikalsium Aluminate ( 3 CaO SiO<sub>2</sub> )
4. Tetrakalsium Aluminaferite ( 4 CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> )

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia (PUBI-1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Jenis I

Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

### 3.4 Air

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia dengan semen, sehingga akan diperoleh pasta semen. Air juga dipergunakan sebagai pelumas antar butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Persyaratan air yang digunakan dalam adukan beton adalah sebagai berikut :

1. Tidak mengandung Lumpur dan benda melayang lainnya. Kandungannya tidak lebih dari 2 gr/lit.
2. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton misalnya Asam, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gr/lit.
3. Tidak mengandung chloride ( Cl ) lebih dari 0,5 gr/lit.
4. Tidak mengandung senyawa Sulfat lebih dari 1 gr/lit.

Pemakaian air dalam adukan beton tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton yang dihasilkan akan menjadi rendah, serta beton akan porous. Kelebihan air akan menyebabkan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang, sehingga menyebabkan kekuatan beton berkurang. Untuk itu penggunaan air harus diperhitungkan dengan teliti agar kekuatan beton tidak berkurang dan mudah dalam pengerjaan.

### 3.5 katalis

Pada kesempatan ini bahan tambah yang digunakan pada beton adalah katalis.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dengan :  $f'_{cr}$  = kuat desak rata-rata (Mpa)

$f'_c$  = kuat desak rencana (Mpa)

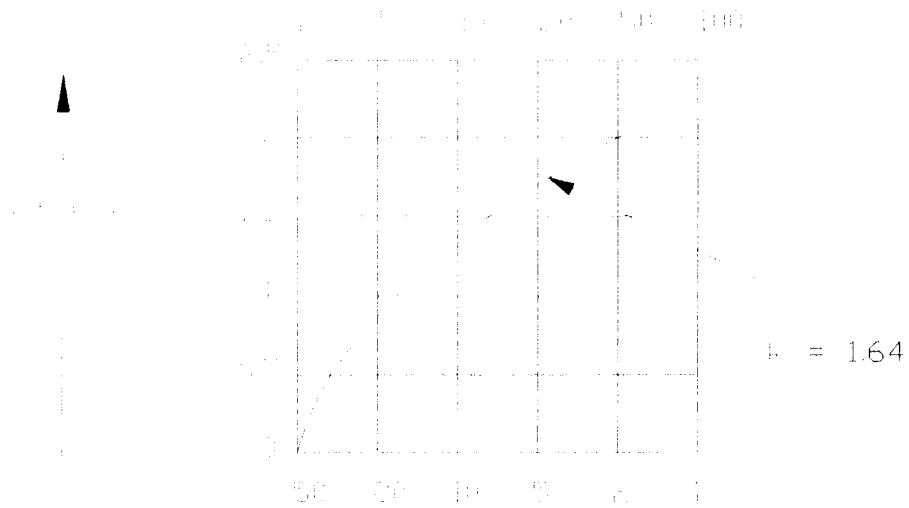
$m$  = nilai margin

**Tabel 3.2** Nilai Deviasi Standart ( $\text{kg/cm}^2$ )

volume pekerjaan ( $\text{m}^3$ )		Mutu Pelaksanaan		
		baik sekali	baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s < 55$	$55 < s < 65$	$65 < s < 85$
Sedang	1000-3000	$35 < s < 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 \leq s < 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

**Tabel 3.3** Nilai k untuk beberapa keadaan

k untuk 10% defektif	1,28
k untuk 5% defektif	1,64
k untuk 2.5% defektif	1,96
k untuk 1% defektif	2,33



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara faktor dan bagioan dari hasil pemeriksaan yang diperkirakan jatuh di bawah kekuatan minimum.

Tabel 3.4 Faktor modifikasi simpangan baku

Banyaknya tes	Faktor modifikasi simpangan baku
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1

- Menetapkan factor air semen berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur yang dikehendaki (tabel 3.5) dan keawetannya berdasarkan jenis struktur dan

Jenis dan kualitas semen sangat mempengaruhi kekuatan rata-rata kuat batas semen.

2. Jenis dan bentuk permukaan agregat.

Pada kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat dengan permukaan kasar akan menghasilkan beton dengan kuat desak yang lebih besar daripada penggunaan agregat kasar dengan permukaan halus.

3. Efisiensi peralatan.

Kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya.

4. Faktor umur

Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah sesuai dengan umurnya. Pengerasan berlangsung secara terus secara lambat sampai beberapa tahun. Perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur dapat dilihat pada tabel 3.11

**Tabel 3.11** Perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur untuk benda uji silinder yang dirawat di laboratorium (DPU, 1989)

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen Portland type I	0,46	0,7	0,88	0,96	1

Beton dari hasil pengujian perlu diperiksa dengan perkiraan variasi kuat tekan beton dari keseluruhan sample beton yang telah diuji.

### 3.9 Kuat Tarik Beton

Nilai kuat tarik dan kuat desak beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan desak hanya disertai peningkatan kecil kuat tariknya, yaitu 7-10 % dari kuat desaknya.

Kekuatan beton didalam tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi rambatan dan ukuran dari retak didalam struktur. Pendekatan yang baik untuk menghitung kuat tarik beton  $f_c$  adalah dengan rumus  $0,10 f'_c < f_c < 0,2 f'_c$  (Nawy, 1985)

Menurut ASTM C496, pada percobaan pembebanan silinder (“the split cylinder”), silinder yang ukurannya sama dengan benda uji dalam percobaan desak diletakkan pada sisinya di atas mesin uji dan beban tekan  $P$  dikerjakan secara merata dalam arah diameter sepanjang benda uji. Benda silinder akan terbelah dua saat dicapainya kekuatan tarik. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai “split cylinder strength” dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$F_{ct} = 2P/\pi LD$$

Keterangan :

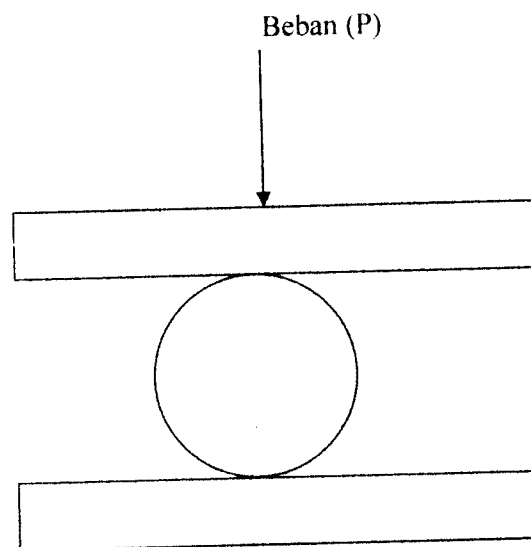
$F_{ct}$  = kuat tarik silinder ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  = beban (kg)

$\pi$  = 3,14

$L$  = panjang silinder (cm)

Rumus tersebut berdasarkan teori elastisitas untuk bahan homogen dalam pengaruh keadaan tegangan biaksial.

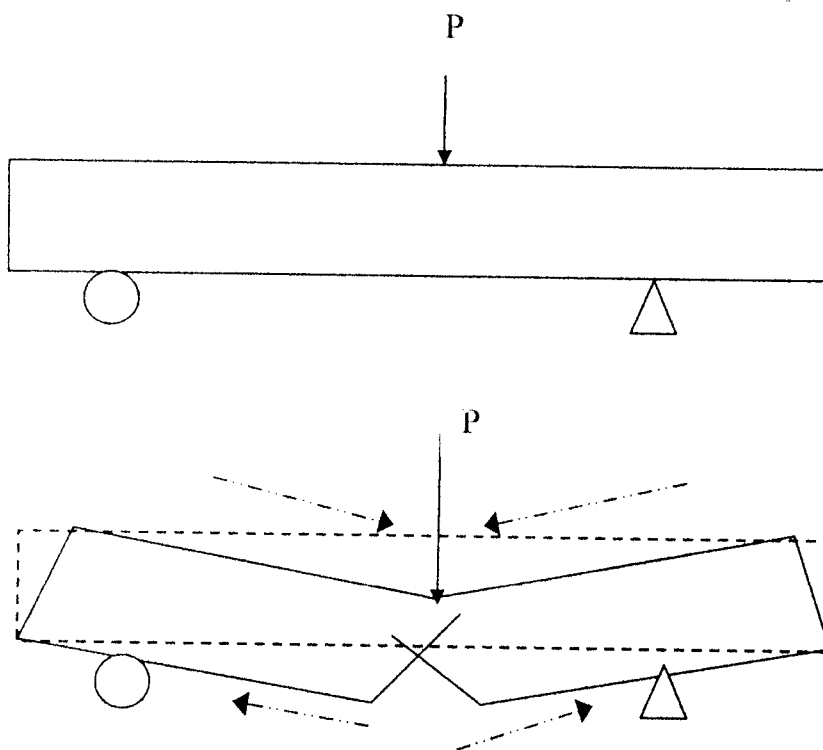


Gambar 3.2 Uji tarik pada pembelahan silinder

### 3.10 Balok dengan beban lentur

Balok didefinisikan sebagai suatu batang structural menjadi subyek dari momen lentur. Balok sederhana hanya mendapatkan pembebanan transversal dan pembebanan momen. Lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (balok) akibat gaya transversal, menyebabkan serat-

serat pada muka elemen memanjang, mengalami tarik dan muka lainnya mengalami tekan. Tarik dan tekan terjadi pada penampang yang sama dan bekerja dalam arah tegak lurus permukaan penampang. Kekuatan elemen yang lentur tergantung pada distribusi material pada penampang dan jenis material. Dapat dilihat pada gambar dibawah, balok mengalami lentur serat bagian atas balok mengalami tekan sedang serat bagian bawah tertarik.



Gambar 3.3.

### 3.11 Pola retak pada balok

Berdasarkan pengamatan pada balok, retak-retak terletak disekitar daerah momen maksimum. Daerah momen maksimum dengan tanpa menyertakan



beban merata akibat berat sendiri balok, diperlihatkan seperti pada gambar 3.4 berikut.

Retak-retak dimulai pada sisi balok paling bawah yang berupa retak-retak rambut. Retak-retak meningkat dan merambat dengan penambahan beban. Pada saat beban  $P$  luluh atau luluhnya tulangan, balok masih dapat memberikan kekuatan, hingga beban  $P$  maksimum tercapai balok sudah tidak dapat menahan beban. Beban  $P$  luluh dapat diidentifikasi pada saat pengujian lentur, dimana jarum penunjuk beban terhenti beberapa saat dan retak-retak terus bertambah kemudian beban naik kembali. Sedangkan beban  $P$  maksimum dapat diketahui dimana alat yang terdapat jarum penunjuk beban menurun dan selanjutnya tidak menunjukkan kenaikan. Meningkatnya beban setelah beban  $P$  luluh, karena setelah tulangan luluh tegangan pada tulangan masih terus meningkat.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Hasil akhir penelitian ditentukan oleh metode yang digunakan pada penelitian tersebut. Penelitian dapat berjalan dengan sistematis dan lancar serta mencapai tujuan yang diinginkan tidak terlepas dari metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, alat dan jenis penelitian.

Berikut ini akan diuraikan metode penelitian yang digunakan mengenai cara pengumpulan data, analisis data, bahan dan peralatan yang digunakan, benda uji yang digunakan.

#### **4.2 Pengumpulan data**

Data merupakan factor yang berpengaruh dan sangat diperlukan untuk menentukan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton. Pada penelitian ini data yang diperlukan diperoleh dari percobaan di laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil UII, Yogyakarta.

### **4.3 Analisis data**

Setelah data yang diperlukan cukup maka dilakukan analisis data, yaitu dengan perhitungan langsung dari data laboratorium dengan menggunakan formula yang ada untuk menentukan kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur balok.

### **4.4 Bahan dan Peralatan**

Selain semen, bahan yang digunakan merupakan bahan lokal dari daerah Istimewa Yogyakarta dan peralatan yang digunakan adalah peralatan yang tersedia pada laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, Yogyakarta. Bahan dan peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut.

#### **4.4.1 Bahan**

Bahan yang digunakan pada campuran beton adalah sebagai berikut ini

1. Semen yang digunakan adalah semen Portland
2. Agregat halus yang diambil (pasir)
3. Agregat kasar (kerikil)
4. Air
5. katalis

#### 4.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah : cetakan silinder, oven, bak pengaduk beton kedap air, satu set pemeriksaan “slump”, mesin Los Angeles, mesin uji desak beton, mesin uji lentur beton, ayakan, timbangan, kaliper dan peralatan bantu lainnya.

#### 4.4.3 Komposisi Benda Uji

Benda uji yang digunakan untuk uji desak dan tarik beton adalah berbentuk silinder yang dilakukan pada umur beton 7, 21, dan 28 hari untuk uji desak dan umur 28 hari untuk uji tarik. Untuk uji lentur balok digunakan balok beton bertulang dengan balok beton berserat dan balok beton non serat.

Komposisi Benda uji yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk pengujian desak, tabel 4.2 untuk pengujian tarik, dan tabel 4.3 untuk pengujian lentur.

**Tabel 4.1** Jumlah benda uji untuk pengujian desak silinder

Uji desak silinder	kode	umur 28 hari
Bton normal	BN	5
Beton -10	B-10	5
Beton -20	B-20	5
Beton +10	B+10	5
Beton +20	B+20	5
	Total	25

**Tabel 4.2** Jumlah benda uji untuk pengujian tarik silinder

Uji desak silinder	kode	umur 28 hari
beton normal		5
Beton -10	B-10	5
Beton -20	B-20	5
Beton +10	B+10	5
Beton +20	B+20	5
	Total	25

**Tabel 4.3** Jumlah benda uji balok untuk pengujian lentur

Uji lentur balok	kode	umur 28 hari
Balok Normal	BLN	3
Balok-10	BL-10	3
Balok -20	BL-20	3
Balok+10	BL+10	3
Balok+20	BL+20	3
	Total	15

## **BAB V**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **5.1 Umum**

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan dilaboratorium bahan konstruksi, jurusan teknik sipil, fakultas teknik sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Benda uji yang direncanakan sebanyak 50 silinder beton, dan 15 buah balok.

Pada pelaksanaan penelitian ini menggunakan agregat kasar berupa agregat batu pecah dan agregat halus dengan terlebih dahulu mengayak agregat tersebut agar memenuhi susunan gradasi yang baik.

Pelaksanaan yang akan diuraikan dalam bab ini meliputi persiapan bahan, persiapan alat, penentuan proporsi campuran dan pembuatan, proses pengujian benda uji serta hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk table.

#### **5.2 Persiapan Bahan**

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah semen Portland, agregat halus, agregat kasar, air dan katalis.

##### **5.2.1 Semen**

Semen sebagai bahan pengikat adukan beton menggunakan semen Portland tipe I merk Nusantara, produksi pabrik semen Nusantara, Cilacap. Pengamatan

dilakukan secara isual terhadap kemasan kantong 40 kg, tretutup rapat, dan butiranya halus serta tidak terjadi penggumpalan, bj semen 3,15 gr/cm<sup>3</sup>.

### **5.2.2 Agregat halus**

Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam dengan data sebagai berikut :

Asal pasir :Lab UII

Bj pasir :2,31gr/cm<sup>3</sup>

MHB pasir :2,47

### **5.2.3 Agregat kasar**

Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil :

Asal Kerikil :Lab BKT UII

Bj Kerikil :3,69gr/cm<sup>3</sup>

### **5.2.4 Air**

Air yang digunakan adalah air yang diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Yogyakarta. Pengamatan dilakukan secara visual, yaitu jernih dan tidak berbau.

### **5.2.5 Katalis**

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah berupa katalis yang berasal dari

## 5.3 Pelaksanaan penelitian

### 5.3.1 Proses Pembuatan benda uji

Perencanaan adukan beton menggunakan metode ACI dapat dilihat pada lampiran 6 . Pembuatan benda uji dilakukan/dikerjakan dengan langkah-langkah sebagai berikut .

1. Melakukan penimbangan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil dan katalis sesuai dengan kebutuhan rencana campuran adukan beton.
2. Memasukkan semen, pasir, kerikil, air serta katalis sedikit demi sedikit kedalam molen, dilanjutkan dengan menghidupkan mesin pengaduk beton.
3. Pada saat molen berputar diusahakan selalu dalam keadaan miring sekitar  $45^{\circ}$ , agar terjadi adukan beton yang merata.
4. Setelah adukan beton terlihat merata, katalis dimasukkan kedalam campuran.
5. Setelah katalis tercampur rata, adukan beton dituang secukupnya dan dilakukan pengujian slump dengan menggunakan kerucut Abraham.
6. Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai untuk mencetak benda uji dengan terlebih dahulu diolesi dengan oil.
7. Mengeluarkan adukan beton dari molen, dan ditampung dalam talam.
8. Memasukkan adukan beton kedalam cetakan dengan memakai cetok, dilakukan sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk agar tidak keropos.
9. Adukan yang telah dicetak diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan dibiarkan selama 24jam.
10. Cetakan boleh dibuka, dengan memberi kode/keterangan pada beton.



### **5.3.2 Proses Pengujian**

Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari

#### **1. Pengujian Kuat Desak Beton**

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder 15cm dan tinggi 30 cm. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- a. mencatat benda uji yaitu diameter dan tingginya.
- b. Menimbang benda uji
- c. Meletakkan benda uji diatas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur
- d. Mencatat beban maksimum yang terjadi, pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran

#### **1 Pengujian Kuat tarik Beton**

Pelaksanaan pengujian kuat tarik beton pada silinder dilakukan sebagai berikut :

- a. mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya
- b. menimbang benda uji
- c. meletakkan benda uji dengan posisi rebah. pada mesin penguji desak lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur
- d. mencatat beban maksimum yang terjadi, pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran

### **3. Pengujian Kuat lentur**

Pelaksanaan pengujian kuat lentur beton pada balok dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. benda uji yang digunakan adalah balok dengan ukuran 10x 10 x 40 cm yang telah dicatat dimensinya seperti panjang, lebar, tinggi
- b. memberi tanda dengan spidol pada benda uji titik-titik untuk pembebanan, titik-titik untuk perletakan tumpuan, dan titik-titik untuk meletakkan dial
- c. meletakkan benda uji pada tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan diatas mesin penguji kuat lentur, kemudian mesin dihidupkan dan pembebanan ditingkatkan secara berangsur-angsur
- d. pembebanan maksimum pada benda uji dicatat sesuai skala petunjuk pada mesin uji
- e. penurunan balok pada setiap penambahan beban dicatat berdasarkan hasil pada dial. Jumlah dial yang dipakai sebanyak 3 buah diletakkan di tengah-tengah bagian bawah balok dan pada jarak 20 cm dari tengah bentangan
- f. setiap keretakan pada balok akibat pembebanan ditandai dan dicatat bebannya

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN

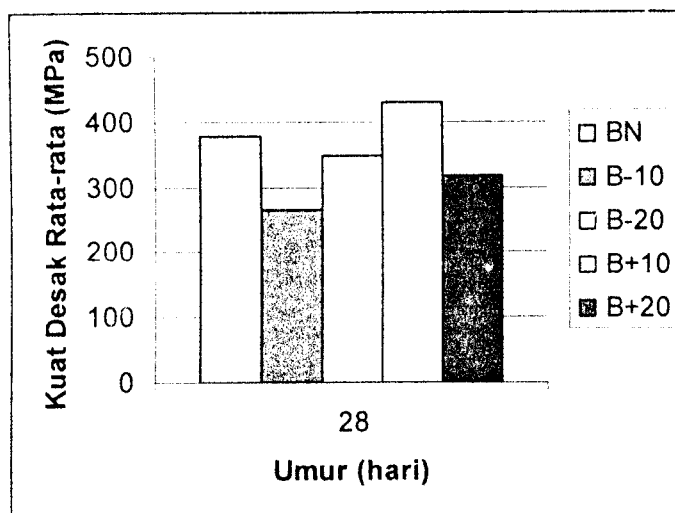
#### 6.1 Hasil Pengujian kuat desak beton

Hasil pengujian kuat desak beton dengan silinder dalam berbagai variasi dengan umur 28 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

no/kode benda uji	Slump (cm)	diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat volume (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat desak rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
1 BN		15	30	13,1		774.6	447.0502	431.0903
2 BN		15	30,1	12,9		797.8	460.4397	
3 BN		15	30	13		632.3	364.9236	
4 BN		14,9	29,9	13,1		680.2	397.8555	
5 BN		14,9	29,9	13,1		829.5	485.1826	
1 B+10		14,8	29,9	12,8		578.4	342.8996	376.7248
2 B+10		15	30	13		587.6	339.1262	
3 B+10		14,8	30	12,9		748.8	443.9190	
4 B+10		14,8	30	12,8		699.2	414.5141	
5 B+10		15	29,9	12,8		594.6	343.1655	
1 B+20		14,9	30	12,9		617.0	360.8892	347.7799
2 B+20		14,8	29,8	12,6		463.1	274.5444	
3 B+20		14,8	30	12,7		627.2	371.8295	
4 B+20		15	29,8	12,8		621.4	358.6328	
5 B+20		15	30	12,8		646.3	373.0035	
1 B-10		14,8	29,9	12,8		529.3	313.7905	263.9091
2 B-10		15	29,8	13		432.7	249.7271	
3 B-10		14,9	29,8	12,6		477.9	279.5283	
4 B-10		14,8	30	12,7		399.4	233.6129	
5 B-10		15	30	12,9		409.7	242.8867	

1 B-20		14,9	30,1	13,1		534.6	312.6927	
2 B-20		14,8	29,8	12,8		541.4	320.9645	
3 B-20		14,7	29,9	12,8		495.2	297.5830	
4 B-20		14,8	29,8	12,8		556.5	329.9164	
5 B-20		15	30	12,8		552.5	318.8680	316.0049

Dari gambar 6.1 dapat dilihat diagram batang hasil dari pengujian pada beton umur 28 hari dapat dilihat untuk beton normal mempunyai kuat desak rata-rata sebesar 431.0903 kg/cm<sup>2</sup>, BSd+10 dengan kuat desak rata-rata 376.7248 kg/cm<sup>2</sup>, BSd+20 dengan kuat desak rata-rata 347.7799 kg/cm<sup>2</sup>, BSd-10 dengan kuat desak rata-rata 263.9091 kg/cm<sup>2</sup>, BSd-20 dengan kuat desak rata-rata 316.0049 kg/cm<sup>2</sup>. Prosentase peningkatan kuat desak rata-rata terbesar dengan nilai prosentase (%) tertinggi pada BSdn.

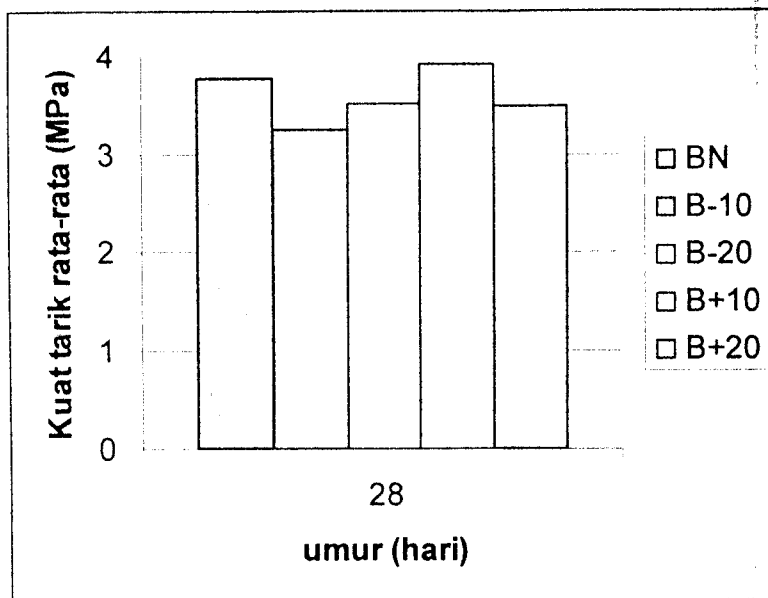


3.2 Hasil Pengujian kuat tarik beton (Spliting test)

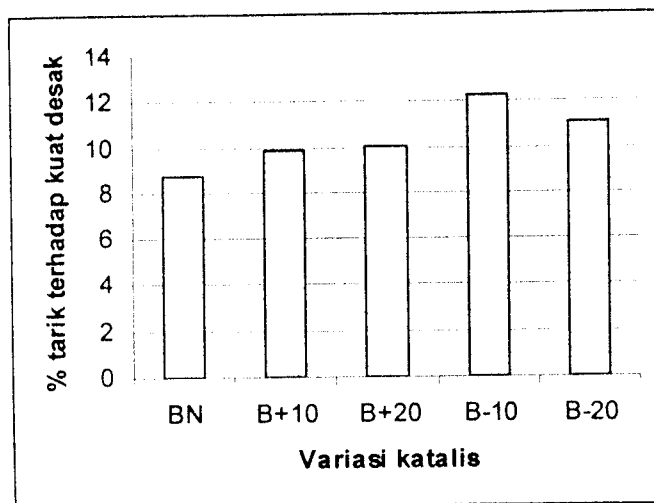
Hasil pengujian kuat tarik beton dengan silinder pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

No. Pengujian	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat volume (kg/cm <sup>3</sup> )	Beban (KN)	Kuat tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tarik rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
1 B-10	14.8	14.8	13		269.1	269.1	37.7201
2 B-10	15	15	13		219.5	219.5	
3 B-10	15	15	13.2		257.2	257.2	
4 B-10	15	15	13		267.4	267.4	
5 B-10	15	15	13.4		289.6	289.6	
1 B-19	14.9	14.9	13		235.1	235.1	37.212
2 B-19	15	15	13		303.4	303.4	
3 B-19	15	15	12.8		271.3	271.3	
4 B-19	15	15	13.1		283.6	283.6	
5 B-19	14.9	14.9	12.9		193.4	193.4	
1 B-20	15	30.1	12.9		226.7	226.7	34.8961
2 B-20	15	29.9	12.9		290.1	290.1	
3 B-20	15	29.8	12.9		183.6	183.6	
4 B-20	14.9	30.2	13		274.9	274.9	
5 B-20	14.9	29.9	13		230.3	230.3	
1 B-10	14.9	30	12.8		239.0	239.0	32.4844
2 B-10	15	29.8	12.6		217.6	217.6	
3 B-10	14.9	30	12.9		220.7	220.7	
4 B-10	14.8	29.9	12.7		201.7	251.7	
5 B-10	14.9	30	12.6		190.8	190.8	
1 B-20	14.9	29.9	12.9		245.2	245.2	35.1316
2 B-20	15	30	12.9		235.6	235.6	
3 B-20	14.9	29.9	13		245.7	245.7	
4 B-20	14.9	30	12.8		258.7	258.7	
5 B-20	14.8	29.9	12.8		223.9	223.9	

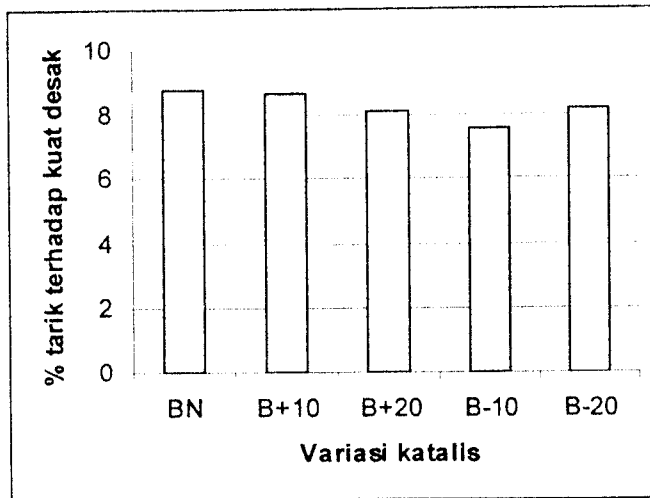
Dari gambar 6.2 dapat dilihat diagram batang hasil dari pengujian pada beton umur 28 hari dapat dilihat untuk beton normal mempunyai kuat tarik rata-rata sebesar 37.7201 kg/cm<sup>2</sup>, BSd+10 dengan kuat tarik rata-rata 37.212 kg/cm<sup>2</sup>, BSd+20 dengan kuat tarik rata-rata 34.8961 kg/cm<sup>2</sup>, BSd-10 dengan kuat tarik rata-rata 32.4844 kg/cm<sup>2</sup>, BSd-20 dengan kuat tarik rata-rata 35.1316 kg/cm<sup>2</sup>. Prosentase peningkatan kuat tarik rata-rata terbesar dengan nilai prosentase (%) tertinggi pada BSdn.



Untuk mengetahui besar prosentase kuat tarik terhadap kuat desak dapat dilihat pada gambar 6.4 dan 6.5 di bawah ini.



Dari gambar 6.4 di dapat prosentase kenaikan kuat tarik terhadap kuat desak beton, nilai banding BNst terhadap BNsd sebesar 8,749 %, BSt+10/BSd+10 sebesar 9,877 %, BSt+20/BSd+20 sebesar 10,033 %, BSt-10/BSd-10 sebesar 12,3089 %, BSt-20/BSd-20 sebesar 11,1174 %. Dari uraian diatas dapat dilihat bahwa BSn mempunyai nilai lebih rendah, karena kenaikankuat tarik beton terjadi seiring dengan peningkatan kuat desak beton yang besar



Dari gambar 6.5 dapat dilihat peningkatan kuat tarik terhadap kuat desak beton dengan nilai banding terhadap beton normal. BNst terhadap BNsd sebesar 8,749 %, BSt+10/BNsd 8,632 %, BSt+20/BNsd 8,094 %, BSt-10/BNsd 7,5354 %, BSt-20/BNsd 8,1494 %

### 6.3 Pengujian lentur balok

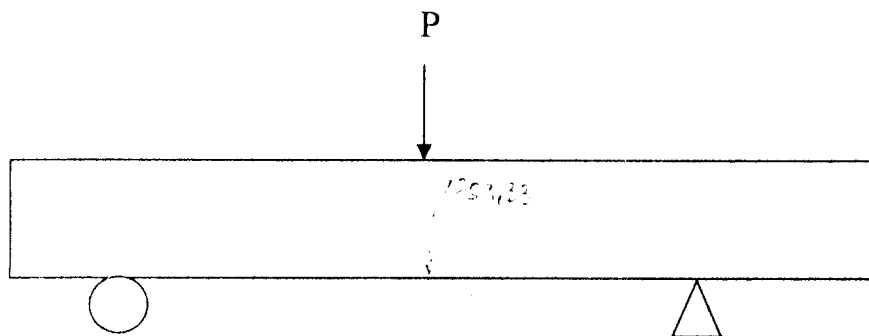
Hasil pengujian lentur balok dapat dilihat pada tabel dibawah ini

NO	Kode Benda uji	Maximum
		Beban (kg)
1	BLN	1145
2	BLN	1105
3	BLN	910
1	BL+10	1560
2	BL+10	1115
3	BL+10	1210



1	BL+20	925
2	BL+20	1340
3	BL+20	1160
1	BL-10	1405
2	BL-10	900
3	BL-10	1435
1	BL-20	945
2	BL-20	850
3	BL-20	920

Pelaksanaan uji lentur dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Pada balok beton dengan katalis tersebut dikerjakan dengan pembebanan 1 titik.

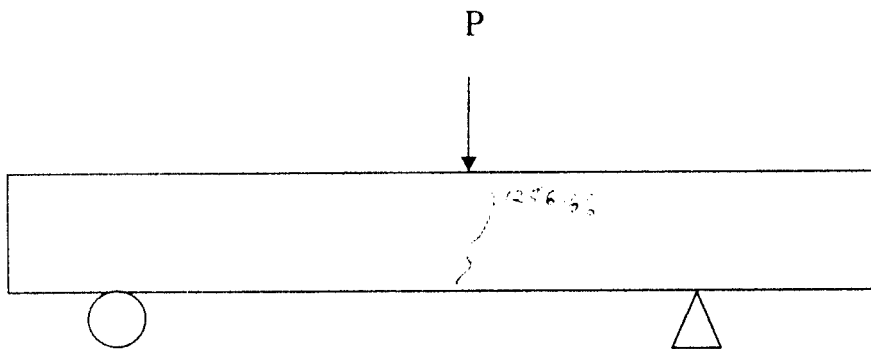


Gambar 6.6 Pola reta BLN

Balok BLN mengalami retak dan mencapai beban maksimal rata-rata sebesar 1053,33

Balok BL-10 mengalami retak dan mencapai beban maksimal rata-rata sebesar

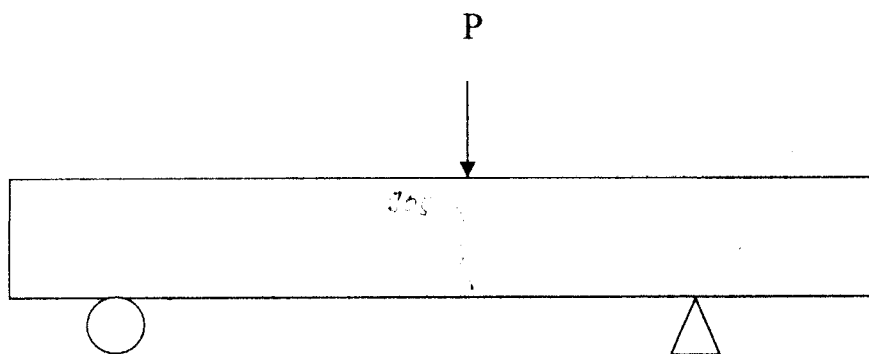
1246,666 kg



Gambar 6.8 Pola retak BL-10

Balok BL-20 mengalami retak dan mencapai beban maksimal rata-rata sebesar

905 kg

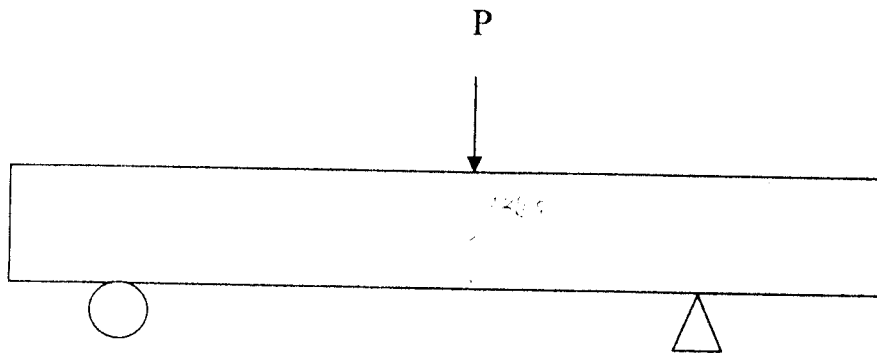


Gambar 6.8 Pola retak BL-20



Balok BL+10 mengalami retak dan mencapai beban maksimal rata-rata sebesar

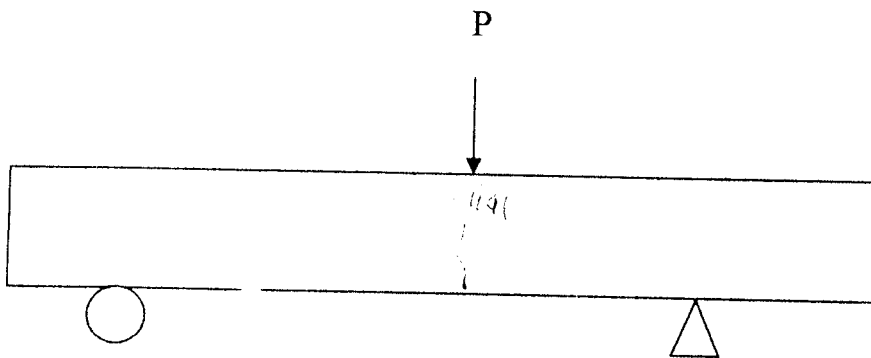
1295 kg



Gambar 7.2 Pola retak BL+10

Balok BL+20 mengalami retak dan mencapai beban maksimal rata-rata sebesar

1141 kg



Gambar 7.3 Pola retak BL+20

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa beton dengan katalis mampu menahan beban lentur lebih besar dari pada beton biasa. Hal ini disebabkan katalis mampu mengikat agregat dan mampu menahan terpisahnya agregat, sehingga memperlambat terjadinya retak awal dan menambah kekuatan beban maksimum.

## BABVII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang betom dengan penambahan katalis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Pengujian awal pada kuat desak silender terjadi penurunan kuat rata-rata beton pada BSd+10 sebesar 12,642 %, sedangkan untuk BSd+20 sebesar 19,3251 %, BSd-10 sebesar 38,79 %, dan BSd-20 sebesar 26 697 % terhadap beton normal, pada pengujian kuat tarik terjadi penurunan pada BSt+10 sebesar 1,346 %, sedangkan untuk BSt+20 sebesar 7,486 %, BSt-10 sebesar 13,884 %, dan BSt-20 sebesar 6,863 % terhadap beton normal (periksa gambar 6.1 dan 6.3).
2. Dari pengujian kuat lentur beton didapat bahwa beton dengan penambahan katalis terjadi retak lebih cepat pada pembebanan yang lebih besar di bandingkan dengan beton tanpa katalis. Hal ini ditunjukkan pada balok tanpa katalis

#### 7.2 Saran

Dari pengalaman selama melaksanakan penelitian di laboratorium dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

1. Dalam pengujian lebih lanjut perlu diperhatikan variasi katalis karena berpengaruh pada kuat desak dan kuat tarik betonya .
2. Perlu di teliti sampai berapa lama ketahanan katalis terhadap perubahan cuaca dan suhu karena kondisi alam.
3. Perlu diteliti lebih lanjut penggunaan bahan alam lainnya yang ada disekitar .

## DAFTAR PUSTAKA

1. ACI COMMITTEE 544, 1982
2. Anonim 1991, Peraturan Pemerintah No.18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun. Sekretariat Bapedal. Jakarta
3. Anonim, 1982 Persyaratan Umum Bahan Umum Di Indonesia (PUBI 1982)  
Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya.  
DDirektorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, Indonesia.
- 4 Heinz Frick dan Ch. Koesmartadi, 1999. Ilmu Bahan Bangunan, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- 5 Kardiyono, Tjokrodimulyo, 1992, Bahan Bangunan, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- 6 Murdock dan Braok, 1994 "Bahan Dan Praktek Beton" Penerbit Erlangga. Jakarta.

# LAMPIRAN





**HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR**

Pengirim : .....  
 Di terima tanggal : .....  
 Pasir asal : .....  
 Keperluan : .....

Peng  
 Di t  
 Pasi  
 Kep

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	595,17	.....	.....
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	478 500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	109,5	.....	.....
Berat piknometer berisi air, gram (B)	811	.....	.....
Berat jenis curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... (1) $Bk / ( B + 500 - Et )$	.....	.....	.....
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm <sup>3</sup> ..... (2) 2,34 $500 / ( B + 500 - Bt )$	.....	.....	.....
Berat jenis semu ..... (3) $Bk / ( B + k - Bt )$	.....	.....	.....
Penyerapan air ..... (4) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100 \%$	.....	.....	.....

Keterangan :

500 - Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan : .....

Yogyakarta, .....

Di sya Di syahkan

Dikerjakan oleh .....

### Perhitungan Rencana Adukan Beton Dengan Metode ACI

Data-data : -  $f'c = 25 \text{ MPa}$

-Ukuran maksimal kerikil = 20 mm

-MHB pasir = 2,47

-Berat jenis pasir (SSD) = 2,31

-Berat jenis kerikil (SSD) = 3,69

-Berat volume kerikil (SSD) =  $1,467 \text{ gr/cm}^3 = 1,467 \text{ t/m}^3$

-Berat jenis semen =  $3,15 \text{ t/m}^3$

Volume 1 benda uji =  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times t = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3$

Volume 50 benda uji =  $50 \times 0,0053 = 0,265 \text{ m}^3$

1) Menghitung kuat desak rata-rata :

Volume pekerjaan total =  $0,265 < 1000 \text{ m}^3 \rightarrow$  volume pekerjaan kecil mutu pelaksanaan baik

Berdasarkan Table 3.11.1 diperoleh nilai  $S_d = 80 \text{ kg/cm}^2$ , maka

$$f'c = 1,25 \times S_d$$

$$= 1,25 \times 80 = 100 \text{ kg/cm}^2 = 0,34 \text{ MPa}$$

Berd.

Maka kuat desak rata-rata :  $f'_{cr} = f'_c + m$

3.6

$$= 250 + 98,40$$

Dida

$$= 348,4 \text{ kg/cm}^2 = 34,84 \text{ MPa}$$

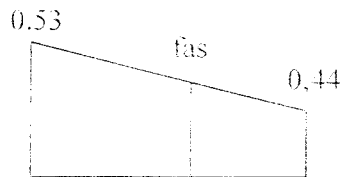
- t

2) Menetapkan factor air semen (fas)

5) f

Berdasarkan tabel 3.2, untuk  $f'_{cr} = 34,84 \text{ MPa}$  dengan interpolasi diperoleh

Bera



6) f

mm

28      34,84      35

0,

$$f_{as} = \frac{6,84(0,44) + (0,16)(0,53)}{6,84 + 0,16} = \frac{3,0944}{7} = 0,4421$$

2.

Dari Tabel 3.3 di dapat fas = 0,60

• nilai fas dipakai = 0,4421

$V_k =$

3) Nilai slump

- vol

Dari Tabel 3.4 didapat slump = 7,5 - 15 cm

- per

• Volume air yang diperlukan per  $m^3$  beton

7) volume absolut air,  $V_a = 0,203 \text{ m}^3$

$$\text{volume absolut semen, } V_s = \frac{W_s}{B_j} = \frac{0,4592}{3,15} = 0,1458 \text{ m}^3$$

$$\text{volume absolut kerikil, } V_k = \frac{W_k}{B_j} = \frac{0,9433}{3,69} = 0,2556 \text{ m}^3$$

volume absolute udara,  $V_u = 0,02 \text{ m}^3$

$$\text{volume absolut pasir, } V_p = 1 - (V_a + V_s + V_k + V_u)$$

$$= 1 - (0,203 + 0,1458 + 0,2556 + 0,02)$$

$$= 0,3756 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir (} W_p \text{)} = V_p \times B_j = 0,3756 \times 2,31$$

$$= 0,8676 \text{ t} = 867,6 \text{ kg}$$

8) Kebutuhan material dalam  $1 \text{ m}^3$  beton :

- semen = 459,2 kg

- pasir = 867,6 kg

- kerikil = 943,3 kg

- air = 203 lt

Kontrol terhadap berat jenis beton per  $\text{m}^3$  beton :

$$\text{Berat beton} = W_a + W_s + W_p + W_k$$

$$= 1,203 + 0,459 + 0,8676 + 0,9433$$

$$= 3,4729 \text{ t. (berat normal } 2,3 - 2,4 \text{ t/m}^3) \rightarrow \text{benar}$$

9) Kebutuhan material benda uji

$$\text{Volume benda uji total} = 0,265 \text{ m}^3$$

Perkiraan kehilangan material saat pembuatan benda uji 20 %. maka kebutuhan :

$$\text{- semen} = 0,265 \times 1,2 \times 459,2 = 146,0256 \text{ kg}$$

$$\text{- pasir} = 0,265 \times 1,2 \times 867,6 = 266,5267 \text{ kg}$$

$$\text{- kerikil} = 0,265 \times 1,2 \times 943,3 = 299,9694 \text{ kg}$$

$$\text{- air} = 0,265 \times 1,2 \times 203 = 64,554 \text{ kg}$$

10) Kebutuhan material dalam tiap cetakan silinder beton dengan perkiraan

kehilangan material selama pembuatan sebesar 20 %

$$\text{Volume silinder} = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$\text{- semen} = 0,0053 \times 1,2 \times 459,2 = 2,9205 \text{ kg}$$

$$\text{- pasir} = 0,0053 \times 1,2 \times 867,6 = 5,5179 \text{ kg}$$

$$\text{- kerikil} = 0,0053 \times 1,2 \times 943,3 = 5,9993 \text{ kg}$$

Tabel

Tabel 3 Faktor Air Semen maksimum

Beton didalam ruangan bangunan :	
a. Keadaan keliling non-korosif	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	0.52
Beton diluar bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0.52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air	
a. Air tawar	0.57
b. Air laut	0.52

Sumber : Kardiono (1992)

- menentukan nilai *slump* dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya (lihat Tabel 4 dan 5)

Tabel 4 Nilai *slump*

Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tak bertulang, kaisan, dan struktur bawah tanah	9.0	2.5
Plat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan missal	7.5	2.5

Sumber : Kardiono (1992)