

PENGARUH PEMBERIAN BAHAN TAMBAH KATALIS BEKAS (*SPENT CATALYST*) DAN *FILLER SLAG* TERHADAP CAMPURAN BETON SEMEN UNTUK PERKERASAN JALAN

Leksminingsih

Puslitbang Jalan dan Jembatan, Jln. A.H.Nasution No.264 Bandung

RINGKASAN

Penggunaan bahan lokal/buangan telah banyak dilakukan, tetapi masih dalam taraf penelitian apakah bahan lokal/buangan tersebut layak digunakan dalam pembuatan campuran beton semen, masih harus dikaji lebih dalam lagi. Di Indonesia banyak terdapat bahan lokal/ buangan baik yang dapat langsung digunakan dalam campuran beton semen, sebagai contoh: slag, abu terbang (fly-ash), atau melalui proses agar dapat digunakan di dalam campuran beton semen, sebagai contoh limbah katalis bekas.

Kegiatan penelitian adalah untuk memanfaatkan bahan buangan Residium Catalytic Cracking (RCC) atau katalis bekas (spent catalyst) sebagai mineral admixture di dalam campuran beton semen, disamping itu katalis juga mempunyai sifat pozolan yang akan menaikkan kinerja campuran beton. Katalis bekas merupakan limbah dari pengolahan minyak di Balongan, Indramayu, Jawa Barat. Bahan lokal lainnya yang digunakan pada campuran beton semen adalah slag yang merupakan produk samping pabrik baja PT Krakatau Steel di Cilegon, Propinsi Banten.

Penelitian telah dilakukan, dengan penambahan 10% katalis bekas dan 10% filler slag terhadap campuran beton semen standar, setelah umur perawatan 28 hari, hasil tidak memenuhi persyaratan beton semen untuk perkerasan jalan, pengujian kuat tekan campuran beton semen kurang dari 30 MPa (Spek Umum Bidang Jalan dan Jembatan .2005.Seksi 5.1)

Berat isi setelah umur perawatan 28 hari, campuran beton semen dengan penambahan 10% katalis bekas dan 10% filler slag, mempunyai berat isi lebih dari $2,200 \text{ kg/dm}^3$ (persyaratan antara $2,200 \text{ kg/dm}^3$ sampai $2,500 \text{ kg/dm}^3$). Pada penambahan 20% katalis bekas dan 20% filler slag, pada umur perawatan 28 hari mempunyai kuat tekan lebih dari 30 Mpa. Tetapi dengan penambahan 1,5% superplastizier kuat tekan menjadi lebih rendah dari 30 MPa.

Penelitian dilanjutkan dengan memperpanjang umur perawatan menjadi 56 hari, kuat tekan dari semua campuran naik antara 40 MPa sampai 50 MPa. Sebagai kesimpulan, filler slag dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton semen, karena dapat menaikkan kuat tekan lebih tinggi dari campuran beton standar.

Kata kunci : Katalis bekas , filler slag, campuran beton semen, kuat tekan, berat isi

SUMMARY

Local/waste materials have commonly been used, however, they are now being evaluated and need further research to find out that they are really suitable for cement mixing. In Indonesia there are local and waste materials that can be either directly used in cement mixing such as slag, fly ash or processed in order to be used in cement mixing like spent catalyst.

The purpose of the research is to utilise waste material, spent catalyst as a mineral admixture in cement mixing and to improve its performance, since the catalyst has a Pozzolan characteristic. Residium Catalytic Cracking (RCC) or spent catalyst is a waste material from oil refinery in Balongan, Indramayu, West Java. Another material used in cement mixing is slag, as a local material or by product from steel manufacture PT Krakatau Steel in Cilegon, Province of Banten.

Experiments were done by adding 10% spent catalyst and 10% filler slag to the standard cement mixing, after 28 days the result has not complied to the specification for road pavement, it had compressive strength less than 30 Mpa. (Section 5.1. General Specification for Road and Bridge, 2005)

The density after curing 28 days, cement mixing used 10% of spent catalyst and 10% of filler slag, had density more than 2,200 kg/dm³ (the specification between 2,200 kg/dm³ to 2,500 kg/dm³)

The addition of 20% spent catalyst and 20% of filler slag, has compressive strength increased more than 30 Mpa after curing 28 days. However, by adding 1,5% superplastizier to the mixed the compressive strength decreased less than 30 MPa. Research is continued by extending curing period up to 56 days, compressive strength of all mixes increased sharply between 40 MPa to 50 MPa. It was concluded that filler slag can be used as an additive in cement mixing, since it has a compressive strength higher than the standard cement mixing.

Keywords: Spent catalyst, filler slag, Cement mixing, compressive strength, density

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Agregat slag sebagai bahan buangan dari pabrik baja PT Krakatau Steel. Cilegon memenuhi persyaratan agregat standar sehingga dapat digunakan sebagai agregat alternatif, disamping agregat slag kasar, juga agregat slag halus dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk menaikkan kinerja campuran beton semen untuk perkerasan jalan.

Penelitian bahan buangan lainnya yang dapat dimanfaatkan untuk menaikkan kinerja campuran beton semen adalah *Residium Catalityc Cracking* (RCC) atau katalis bekas (*spent catalyst*). Katalis bekas merupakan limbah dari proses penyulingan minyak bumi dari Pertamina, Balongan, Indramayu, Jawa Barat. Katalis bekas terdiri dari unsur silika dan alumina yang berdasarkan penelitian sebelumnya dikategorikan sebagai bahan pozolan buatan.

Sebagai salah satu faktor penting di dalam pelaksanaan pembangunan jalan adalah dapat dipergunakannya material setempat yang memenuhi

persyaratan teknis sehingga lebih ekonomis untuk dipergunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

Untuk campuran beton semen, dengan penambahan 10% katalis mendapatkan kuat tekan 19 MPa, pada penambahan 10% slag mendapatkan kuat tekan 22,2 MPa pada umur perawatan 28 hari, dibawah persyaratan perkerasan beton semen 30 Mpa.

Pemberian 20% katalis dan 20% slag pada campuran beton, dengan perpanjangan umur perawatan menjadi 56 hari, kenaikan kuat tekan pada penambahan 20% katalis menjadi 47 Mpa dan 20% slag menjadi 52 Mpa. Untuk menambah kuat tekan campuran beton semen dengan penambahan bahan *superplastizier* juga dilakukan di laboratorium.

2. Tujuan

Penggunaan bahan buangan/lokal sebagai bahan tambah dalam upaya untuk memanfaatkan bahan buangan/lokal tersebut di dalam meningkatkan kinerja campuran beton semen untuk perkerasan jalan.

KAJIAN PUSTAKA

Bahan Slag

Pada penelitian ini digunakan slag baja yang dihasilkan PT Krakatau Steel, Cilegon, sebagian besar slag terdiri dari senyawa kapur, magnesium, besi dan mangan. Slag mempunyai permukaan yang kasar yang disebabkan oleh terperangkapnya gas pada slag panas selama proses pendinginan. Lubang-lubang gas tidak saling berhubungan, jadi tidak bersifat porous. Kekasaran ini terlihat sampai dengan butiran yang kecil, sifat ini sangat baik untuk perkerasan jalan karena tidak mempunyai sifat licin pada permukaan perkerasan.

Cara mendapatkan slag, setelah dituang dari dapur listrik (*electric arc furnace*) limbah baja dalam keadaan cair dan panas dipindah dengan *slag pot carrier* ke *pits* atau penimbunan untuk pendinginan. Setelah dingin dan mengeras, maka diangkut dan dimasukkan ke dalam processing plant (secara mekanis) dengan ban berjalan slag dibawa ke pemecah slag, setelah dipecah slag melalui beberapa bidang magnetis yang memisahkan pecahan yang masih mengandung baja dan yang tidak mengandung baja lagi. slag yang tidak

mengandung baja disaring melalui beberapa saringan sehingga menjadi batuan slag menurut ukuran yang diperdagangkan. Slag baja memberikan ikatan yang stabil untuk perkerasan jalan, dapat memberikan daya adhesi yang tinggi, karena slag melalui proses pemanasan yang tinggi sampai 1600 °C, slag baja tahan terhadap perubahan temperatur, terhadap sifat basah dan kering dan terhadap pelapukan yang disebabkan oleh bahan organik (PT Purna Baja Heket, 2000).

Pada tahun 2000, kurang lebih 3,1 juta ton slag dari besi dan baja diproduksi di Australia dan New Zealand, pusat regional terbesar adalah di Port Kembla dan Whyalla untuk *Blast Furnace Iron Slag* (BFS) dan *Steel Furnace Slag* (SFS), sedangkan *Electric Furnace Slag* (EAFS) diproduksi dalam jumlah kecil di Melbourne, Sydney dan New Castle.

Dari 3,1 juta ton produksi slag, 75% digunakan secara efektif setelah diproduksi menjadi *Blast Furnace Slag* (BFS), *Granulated Slag*, *Blast Oxygen Slag* (BOS) dan *Electric Arc Furnace Slag* (EAFS). Penggunaan slag meningkat secara tajam pada penggunaan sebagai bahan konstruksi jalan. Produksi slag yang dihasilkan di Australia telah mempunyai kualitas yang seragam

dan memenuhi standar ISO 9000. Beberapa jenis slag serta kegunaannya antara lain : BFS digunakan untuk agregat campuran semen, bahan stabilisasi tanah dan pondasi, BOS untuk bahan lapis pondasi, agregat penutup, agregat campuran beraspal dan EAFS untuk campuran beraspal, lapis pondasi dan timbunan. (Australian Slag Association (ASA), 2002)

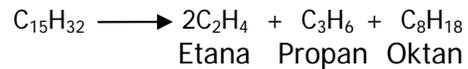
Bahan Katalis bekas

Katalis bekas (*spent Catalyst*), merupakan limbah dari pengilangan minyak bumi di Balongan, Indramayu, Jawa Barat. berupa bahan halus yang lolos saringan no.50 (0,3mm).

Ada dua jenis katalis yang digunakan di dalam proses pengilangan minyak bumi sehingga terbentuk katalis bekas ini, yaitu *Catalytic cracking* dan *Thermal cracking* semuanya ini digunakan pada industri petrokimia. *Cracking* adalah istilah yang diberikan pada pemecahan molekul hidrokarbon yang panjang menjadi molekul yang lebih kecil terutama pada produk minyak, juga menghasilkan bagian besar dari alkana dan aromatik hidrokarbon seperti premium. Proses ini dicapai dengan menggunakan tekanan dan

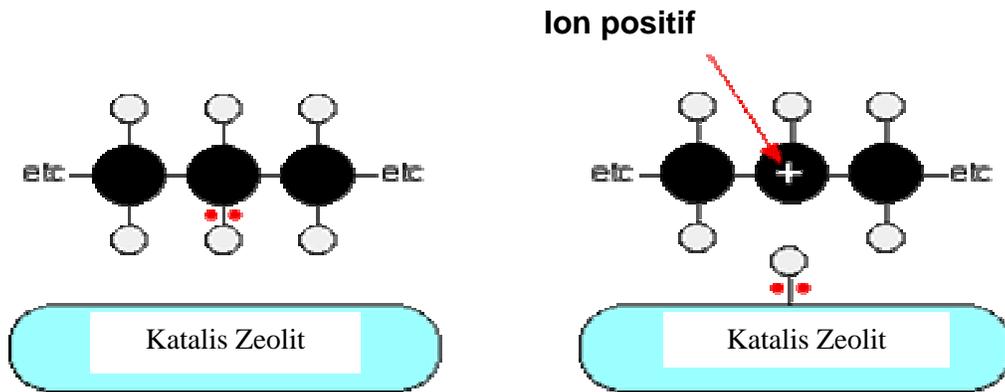
temperatur yang tinggi dimana untuk proses ini digunakan katalis. Bentuk molekul hidrokarbon yang besar terdapat pada fraksi *naphtha* atau fraksi oil gas dari distilasi minyak mentah (*crude oil*).

Pemecahan hidrokarbon $C_{15}H_{32}$ dapat sebagai :



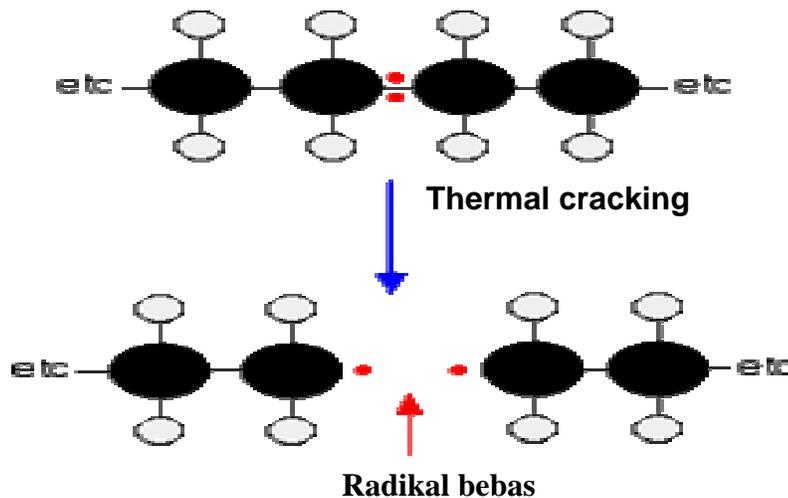
Etana dan Propan adalah bahan untuk pembuatan plastik atau produk kimia organik. Oktan adalah molekul yang berada dalam produk *petroleum (gasoline)*

Pada proses modern, penggunaan bahan sebagai katalis adalah *Zeolite*, yang terdiri dari sebagian besar aluminium, silikon dan atom oksigen yang bermuatan negatif, yang mengikat atom bermuatan positif seperti ion Na, zeolite digunakan sebagai pertukaran ion (*ion exchange*). Alkana bereaksi dengan katalis pada temperatur 500°C dan rata-rata pada tekanan rendah. Atom karbon dengan muatan positif disebut *carbonium ion (carbocation)*, seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Zeolit digunakan untuk *Catalytic Cracking*

Untuk proses *Thermal cracking* zeolit digunakan untuk memecah rantai hidrokarbon pada temperatur 450°C sampai 750°C dan tekanan sampai 70 atm. Hidrokarbon yang dihasilkan mempunyai dua rantai alkana yang besar. Karbon-karbon putus menjadi *single elektron* yang disebut radikal bebas, (*Cracking Alkanes, thermal and catalyst, 2006*) seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemecahan rantai hidrokarbon oleh proses *thermal cracking*

Unit *residual catalytic cracking (RCC)* adalah salah satu unit operasi utama yang dimiliki UP VI Pertamina selain *crude destilizing unit (CDU)*, *atmospheric residual hydro de metallyzation (ARHDM)* dan unit-unit operasi lainnya seperti *Hydro treating Sulfur plant* serta Merichem Unit. Keberadaan unit RCC mempunyai nilai kemampuan ekonomis yang strategis, atas kemampuannya menghasilkan produk penghasil terbesar dari proses perengkahan residu menjadi produk-produk unggulan LPG, Propylen, Gasoline, LCO dan DCO. Karena setiap jenis katalis memiliki sifat-sifat fisis, kimia dan aktifitas tertentu maka jenis katalis dipilih tergantung pada karakteristiknya. (Buletin Pertamina, 2006).

Hasil analisa bahan buangan *Residium Catalityc Cracking (RCC)* atau disebut katalis bekas mempunyai unsur utama berupa $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 89,2 % dan mempunyai kehalusan semen, pemanfaatan limbah ini selain dapat memberikan dampak positif terhadap sifat beton, juga dapat memberikan nilai tambah serta memecahkan masalah lingkungan. (Lasino,dkk ,2003).

Bahan slag dan katalis bebas B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Untuk bahan slag, menurut The Federal Register Vol 45, No 98 tahun 1980, telah dilakukan pengujian terhadap slag dengan *Environment Protection Act (EPA) Standard method*, yang menyatakan bahan slag tidak berbahaya dengan catatan 1), tidak mudah terbakar 2), mempunyai PH dibawah persyaratan PH 12 (slag mempunyai PH 7,9) yang dikategorikan sebagai bahan yang bersifat korosif, 3). Tidak bersifat reaktif dan bersifat racun (*toxin*) yaitu mengandung sianida atau sulfida yang menghasilkan bahan yang bersifat racun, dimana cairan pencuci dari slag (*leachate*) adalah 100 kali dibawah standar air minum (persyaratan racun adalah 10 kali standar air minum) (National Slag Association,1980).

Emisi yang keluar dari dapur listrik adalah debu (*dust*) dan *sludge* dimana persyaratan debu yang berbahaya adalah bila mengandung chromium, timbal dan cadmium.

Untuk bahan katalis, menurut PP No.85 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah B3, bila terdapat kandungan Nikel dan Chromium, dilakukan proses pencucian yang dilakukan dengan

cara: perolehan kembali (*recovery*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*), pemanfaatan limbah katalis pada campuran beton semen telah mendapat persetujuan dari UP VI Pertamina, Balongan bekerja sama dengan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal).

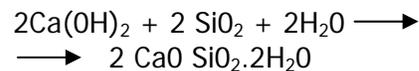
Penggunaan slag dan katalis pada campuran beton

Katalis bekas dan slag mengandung alumina dan silika yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen, adanya ikatan kimia yang menyebabkan terbentuknya senyawa baru yang dinamakan kalsium mono silikat $\text{CaO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, senyawa ini menyebabkan beton

lebih padat (*impermeable*) dan lebih kuat serta tahan terhadap sulfat.

Katalis bekas dan slag dapat juga sebagai mineral *admixture* pada pembuatan beton berkekuatan tinggi. Suatu bahan bersifat pozzolan apabila mengandung jumlah $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ minimum 70% (ASTM C 618)

Reaksi Pozolan sebagai berikut :



pengujian kimia dari bahan slag dan katalis pada tabel 1. dibawah ini;

Tabel 1.
Sifat kimia slag dan katalis bekas (*spent Catalyst*)

No.	Unsur	Slag*	Katalis bekas**	Satuan
1	SiO_2	18,66	47,13	%
2	Al_2O_3	10,40	45,34	%
3	Fe_2O_3	13,35	0,61	%
4	Ca O	27,36	0,16	%
5	Mg O	4,6	0,26	%
6	SO_3	<0,1	-	%
7	PH	7,9	4,29	-

* diambil dari Sydney Steel Corporation (Sysco),2004)

** diambil dari Aceng.Subagya,2004

Campuran beton semen

Beton mutu normal, menurut *American Concrete Institute (ACI) Committee 221 4R-93* (1996) adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan kurang dari 41 Mpa, sedangkan menurut SNI 03-2834-2000, beton normal adalah yang mempunyai berat isi antara 2,200 sampai 2,500 kg/dm³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah. Pembuatan beton normal maupun mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah (*admixture*) tertentu dalam proporsi campuran beton, bahan tambah yang biasa digunakan seperti *superplastisizer*, *silika fume*, *mikro silika*, polimer, dsb. Pemberian bahan tambah dengan maksud untuk mengubah, memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan yang diinginkan.

Pemberian bahan *superplastizier* adalah untuk menaikkan workability oleh karena faktor air semen yang kecil. Apabila faktor air semen telah mencapai 0,5 pemberian *superplastizier* akan menyebabkan campuran tidak homogen cenderung terjadinya segregasi yang akan mengurangi kekuatan beton semen.

Bahan tambah berupa slag dan katalis merupakan bahan

tambah yang bersifat sementious dan pozolan. Bahan tambah ini bereaksi dengan Ca(OH)₂ atau kapur dengan bantuan air membentuk CSH (Kalsium Silikat Hidrat) sehingga mengurangi kandungan Ca(OH)₂ pada beton dan meningkatkan kepadatan beton. Reaksi ini cenderung berlangsung lambat, bahan tambah akan mengalami hidrasi dengan bantuan semen portland dan sangat reaktif, penggunaan bahan tambah dapat memperbaiki sifat-sifat mekanik beton.

Prosentase penambahan dari beberapa bahan tambah terhadap semen adalah: natural pozolan sebanyak 10 sampai 20%, Slag sampai dengan 20%. Pengujian yang dilakukan pada penelitian adalah uji kuat tekan beton, kuat tekan merupakan gambaran dari mutu atau kualitas beton, karena biasanya kenaikan nilai kuat tekan beton akan diikuti oleh perbaikan sifat beton lainnya. Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.

Rumusnya sebagai berikut :

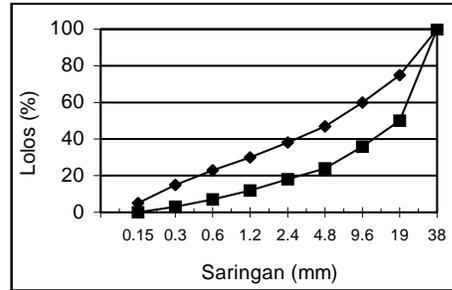
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dengan pengertian :
 $f'c$ = kuat tekan beton (10 kg/cm² ; Mpa; N/mm)
 P = beban maksimum dalam N atau kg
 A = luas permukaan benda uji (cm²)

Persyaratan agregat gabungan menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.
 Persyaratan agregat gabungan

No.Saringan (mm)	Ukuran agregat maksimum 40 mm
38 (1 1/2")	100
19 (3/4")	50 - 75
9,6 (3/8")	36 - 60
4,8 (No.4)	24 - 47
2,4 (No.8)	18 - 38
1,2 (No.16)	12 - 30
0,6 (No.30)	7 - 23
0,3 (No.50)	3 - 15
0,15 (No.100)	4 - 5

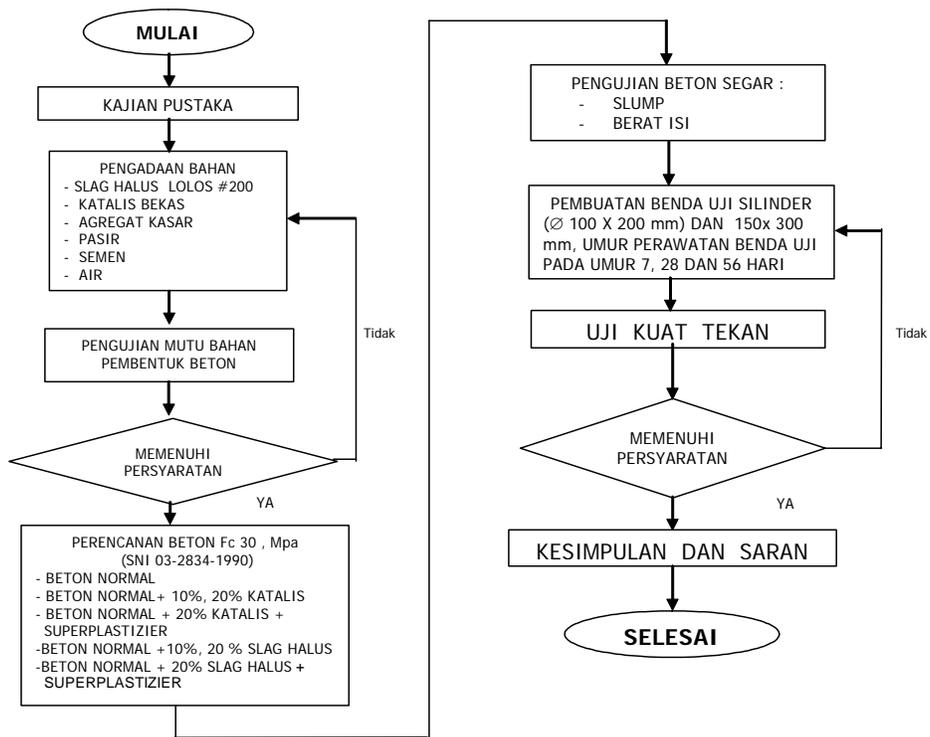


Gambar 3. Gradasi standard campuran beton semen

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium. Metode dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan tambah slag dan katalis yang digunakan di dalam campuran beton semen.

Tahapan dari penelitian diuraikan dalam skema penelitian, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir campuran beton semen

HASIL PENGUJIAN

Pengujian mutu agregat

Meliputi : agregat ex Lagadar, Pasir ex Galunggung, Slag dan Katalis bekas, hasil seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Hasil pengujian mutu agregat

No	Pengujian	Agregat kasar	Pasir	Slag	Katalis
1	Berat jenis				
	- Bulk	2,60	2,57		
	- SSD	2,73	2,67	3,278	2,491
	- Apparent	2,55	2,51		
2	Penyerapan,%	1,87	2,46		
3	Berat isi,kg/l				
	- lepas	1,30	1,34		
	- padat	1,38	1,56		
4	Kadar air,%				
	- agregat halus	-	5,23		
	- agregat kasar	6,23	-		
5	Kotoran organik	-	no.2		
6	Keausan dengan mesin Los Angeles,%	20,16	-		
9	Analisa saringan, % lolos:				
	1 ½ "	100			
	¾ "	91,91			
	½ "	48,15			
	3/8"	12,62			
	No.4		100		
	No.8		92,31		
	No.16		76,31		
	No.30		56,99		
	No.50		36,44		100
	No.100		18,26		-
	No 200		6,77	100	86,87

Pengujian mutu campuran beton semen

Meliputi pengujian: Kuat tekan campuran beton standar, 10% dan 20% katalis, 10% dan 20% slag, 20% katalis + 1,5% superplastizier (sp), 20% slag + 1,5 % superplastizier (sp).

Tabel 4.
Pengujian kuat tekan campuran beton

No	Benda Uji	Rata-rata kuat tekan beton (Mpa))			
		Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari	Umur 56 hari
Silinder ukuran Ø 150mm, tg 300 mm					
1	Standar	12,6	18,2	23,9	-
2	+10 % Katalis	7,8	13,8	19	-
3	+ 10 % Slag	13	17,6	22,2	-
Silinder ukuran Ø 100mm, tg 200mm					
1	Standar	8,9	14,6	20,4	-
2	+ 10% Katalis	8,9	15	15	-
3	+ 10% Slag	8,8	17,2	21,2	-
4	Standar	-	24	32	44
5	+ 20% Katalis	-	26	35	47
6	+ 20% Slag	-	29	39	52
7	+ 20 % katalis + 1,5% sp	-	22	29,3	38
8	+ 20% Slag + 1,5% sp	-	24,4	32,5	44

Dengan faktor air semen 0,5, yaitu hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen pada benda uji berbentuk silinder ukuran Ø 150 mm dan tinggi 300 mm dan silinder ukuran Ø 100 mm dan tinggi 200 mm, dengan penggunaan semen tipe 1 menurut SNI 03-2834-2000, kuat tekan pada umur 3 hari minimum 19 Mpa. Pada umur 7 hari minimum 27 Mpa dan pada umur 28 hari minimum 37 Mpa. Dengan perhitungan $1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2$

Tabel 5.
Pengujian berat isi campuran beton

No	Benda Uji	Berat isi (kg/dm ³)			
		Umur 3 hari	Umur 7 hari	Umur 28 hari	Umur 56 hari
Silinder ukuran Ø 150mm, tg 300 mm					
1	Standar	2,259	2,263	2,267	-
2	10 % Katalis	2,262	2,264	2,268	-
3	10 % Slag	2,253	2,254	2,258	-
Silinder ukuran Ø 100mm, tg200 mm					
1	standar	2,264	2,269	2,274	-
2	10% Katalis	2,217	2,230	2,242	-
3	10% Slag	2,243	2,259	2,274	-
4	standar	-	2,410	2,420	2,400
5	+ 20% katalis	-	2,400	2,430	2,370
6	+ 20% Slag	-	2,430	2,420	2,390
7	+20% Katalis+ 1,5% SP	-	2,360	2,360	2,350
8	+ 20% Slag + 1,5 % SP	-	2,350	2,360	2,380



Gambar 5. Perawatan benda uji silinder dan pengujian kuat tekan

Pembahasan

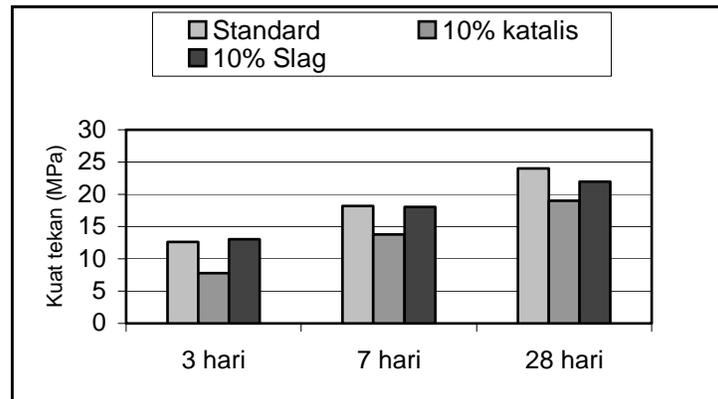
Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur perawatan 3, 7 dan 28 hari (SNI 03-1974-1990). Pengujian kuat tekan pada benda uji silinder ukuran \varnothing 150mm dan tinggi 300 mm memperlihatkan pada penambahan 10% katalis mempunyai kuat tekan terendah. Pada umur perawatan 28 hari, beton standar dengan penambahan 10% katalis dan dengan penambahan 10% slag tidak mencapai persyaratan beton untuk perkerasan jalan kurang dari 30 Mpa, seperti terlihat pada Gambar 6.

Pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100 mm dan tinggi 200 mm, pada umur perawatan 28

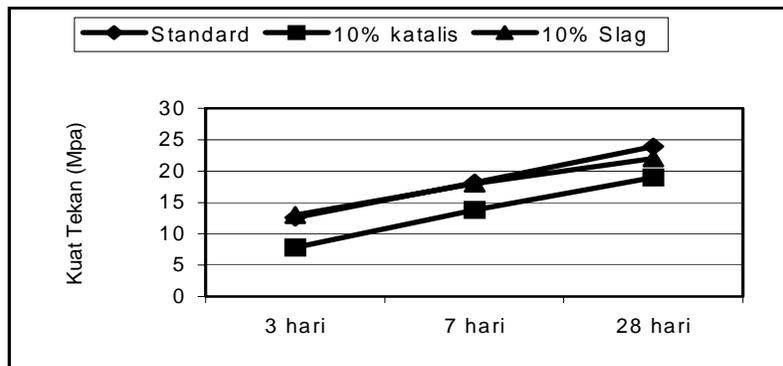
hari, beton standar dengan penambahan 10% katalis dan dengan penambahan 10% slag, kuat tekan lebih rendah daripada benda uji ukuran \varnothing 150mm dan tinggi 300 mm.

Berat isi pada penambahan 10% katalis dan penambahan 10% slag, memenuhi persyaratan antara $2,200 \text{ kg/dm}^3$ sampai $2,500 \text{ kg/dm}^3$, seperti terlihat pada Gambar 7.

Proporsi campuran dalam beton terdiri dari: semen 356 kg, air 185 kg, agregat pasir 791,55 kg dan agregat kasar 967,45 kg sehingga berat campuran per benda uji adalah 2300 kg, slump 30mm.



Gambar 6. kuat tekan benda uji silinder ukuran \varnothing 150mm dan tinggi 300 mm



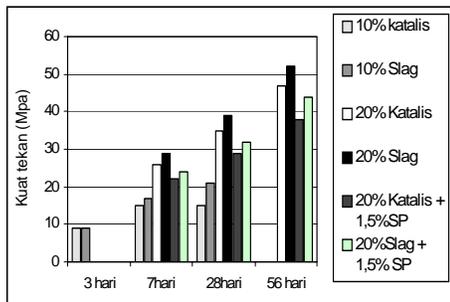
Gambar 7. Berat isi pada benda uji silinder ukuran \varnothing 150 mm dan tinggi 300 mm

Pada penambahan 20% slag dan 20% katalis dengan benda uji silinder ukuran \varnothing 100 mm dan tinggi 200 mm, pengujian kuat tekan pada umur perawatan 7 hari, masih dibawah persyaratan, hanya campuran dengan 20% slag mempunyai kuat tekan 29 MPa, lebih tinggi dari persyaratan SNI 03-2834-2000 yaitu 27 Mpa.

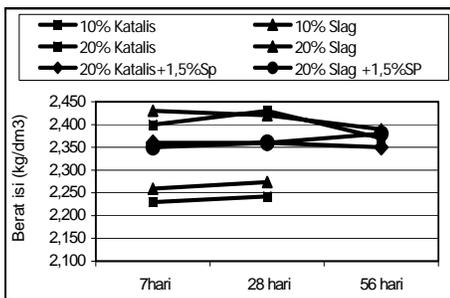
Pengujian kuat tekan umur 28 hari, memperlihatkan pada penambahan 20% katalis mencapai kuat tekan 35 Mpa. dan dengan penambahan 20% slag mempunyai kuat tekan 39 Mpa, lebih tinggi dari persyaratan 37 Mpa.

Pada umur 28 hari, beton standar dengan penambahan 20% katalis dan penambahan 20% slag telah mencapai persyaratan beton untuk perkerasan jalan di atas 30 Mpa. Pada umur perawatan 56 hari, beton standar dengan penambahan 20% katalis dan penambahan 20% slag telah mencapai lebih tinggi dari persyaratan yaitu di atas 40 MPa.

Terjadi penurunan kuat tekan pada penambahan 1,5 % *Superplastizier* terhadap 20% katalis lebih rendah dari 30 Mpa, seperti terlohat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kuat tekan benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm



Gambar 9. Berat isi pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm

Berat isi beton pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm pada penambahan 10% katalis dan penambahan 10% slag mempunyai berat isi lebih rendah daripada penambahan 20% katalis dan penambahan 20% slag, tetapi masih memenuhi persyaratan berat isi 2,200 kg/dm³ sampai dengan 2,500 kg/dm³. Berat isi optimum didapat pada umur perawatan 28 hari, dan pada umur

perawatan 56 hari rata-rata berat ini mengalami penurunan, seperti terlihat pada Gambar 9.

Dengan slump menurut SNI 03-2834-2000, slump dari 60 mm - 180 mm, slump tersebut harus dipertahankan dalam batas toleransi \pm 20 mm dari slump optimum.

Slump benda uji untuk beton standar 92mm, 20% slag 80mm, 20% katalis 78mm, 20% slag + 1,5% SP 130mm dan 20% katalis + 1,5 % SP 150mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pengujian campuran beton semen dilakukan pada beton standar dengan penambahan 10% katalis bekas dan penambahan 10% slag, pada benda uji silinder ukuran \varnothing 150mm dan tinggi 300mm pada umur perawatan 28 hari, kuat tekan campuran beton untuk perkerasan jalan sebesar 30 Mpa tidak tercapai. Pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm kuat tekan sampai dengan umur perawatan 28 hari masih rendah di bawah persyaratan, untuk menambah kuat tekan campuran beton semen perlu persentase bahan tambah dinaikkan.

Berat isi pada benda uji silinder ukuran \varnothing 150mm dan tinggi 300mm memenuhi persyaratan lebih dari 2,200 kg/dm³, begitu pula pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm memenuhi persyaratan berat isi campuran beton semen dari 2,200 kg/dm³ sampai 2,500 kg/dm³.

2. Pada penambahan 20% katalis bekas dan penambahan 20% slag terhadap campuran beton standar, pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm terjadi kenaikan kuat tekan pada umur perawatan 28 hari mencapai lebih dari persyaratan beton semen untuk perkerasan jalan, lebih besar dari 30 Mpa, begitu pula yang terjadi pada umur perawatan 56 hari, kuat tekan telah melampaui persyaratan, rata-rata di atas 40 Mpa. Berat isi pada benda uji silinder ukuran \varnothing 100mm dan tinggi 200mm pada umur perawatan 28 hari rata-rata 2,400 kg/dm³, pada umur perawatan 56 hari rata-rata berat isi campuran beton turun, jadi berat isi yang optimum pada umur perawatan 28 hari.
3. Dengan penambahan 20% katalis + 1,5 % superplastizier

dan juga pada penambahan 20% slag + 1,5 % superplastizier, pada umur perawatan 7, 28 dan 56 hari terjadi penurunan kuat tekan terhadap benda uji tanpa penambahan superplastizier.

Berat isi juga mengalami penurunan pada umur perawatan 7, 28 dan 56 hari, lebih rendah daripada benda uji dengan penambahan 20% katalis bekas dan penambahan 20% slag.

Saran

Untuk campuran beton semen dengan penambahan 20 % katalis bekas dan penambahan 20% slag telah memenuhi persyaratan kuat tekan campuran beton untuk perkerasan jalan pada umur perawatan 28 hari. Sehingga perlu dipertimbangkan untuk umur perawatan lebih dari 28 hari, karena kuat tekan akan bertambah melampaui persyaratan. Penambahan superplastizier tidak diperlukan lagi, karena terjadi penurunan kuat tekan dan berat isi dari campuran beton. Fungsi dari superplastizier adalah untuk menaikkan workability dari campuran beton oleh karena faktor air semen yang rendah, bila faktor air semen telah mencapai lebih dari 0,5 pemberian

superplastizier akan mengurangi kekuatan beton semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aceng Subagja, 2004, *Pengaruh limbah katalis RFCC terhadap sifat-sifat beton*, Politeknik Bandung.
- Anonimous, *Cracking Alkanes, thermal and catalytic*, By Internet.
- Australian Slag Association (ASA), 2002, *A guide the use of iron and steel slag in road, Wollongong*, Australia.
- Bambang Suroyo, 2003, *Penggunaan agregat halus slag untuk meningkatkan mutu beton*, Thesis S 1, S T Mandala, Bandung.
- Edw.C.Levy.Co, 2005, *Slag, Aggregates, Asphalt, Steel mill Services*.
- Lasino, Aan Sugiarto, Sutisna, Rusyana, 2003, *Penelitian pengaruh penambahan Residium Catalytic Cracking (RCC) terhadap sifat-sifat beton keras*, Jurnal Penelitian Pemukiman, Bandung.
- National Slag Association (NSA), 2004, *Steel slag, Material description*, United States, Arlington, Virginia 23314.
- 2004, *Slag division, General Information on slag production and slag products*, USA.
- 1980, *Iron and Steel Slags, non hazards*, MF 194-5 , USA.
- 1980, *Use of Slag, A Direct Benefit to our environment*, by Vijay K Yoshi and Richard M Arenicz.
- Slag Cement Association (SCA), 2004, *Does Slag Cement change the hardened properties of concrete*.
- Sydney Steel Corporation (Sysco), 2004, *Slag Division, Analysis and chemical*.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2000, *Tata-cara pembuatan rencana campuran beton normal*, SNI 03-2834-2000, hal 29 – 33.
- 1990, *Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder*, SNI 03-1974-1990, hal 10.
- www.pertamina.com, 2003, *Buletin Pertamina*.