

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 adopsi 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, silica, 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.

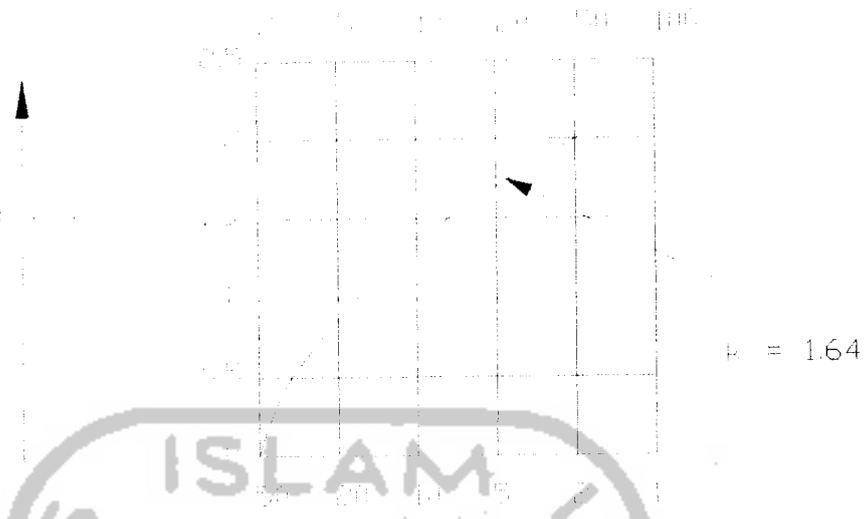
Urutan langkah perencanaan menurut ACI (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) adalah sebagai berikut :

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 halusnya (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 m³ berdasarkan ukuran maksimum agregat dan MHB (m³)

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, kg/cm^2

P = beban maksimum, kg

A = luas penampang benda uji, cm^2