



MAJALAH SIVITAS AKADEMIKA
GEMA TEKNOLOGI

FAKULTAS NON GELAR TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

ISSN : 0852 - 0232
No. 14 - OKTOBER 1995

- Pelindung : Dekan FNGT UNDIP
Penasehat : Pembantu Dekan I, II dan III FNGT UNDIP
Staf Ahli : Ketua-ketua Jurusan di FNGT UNDIP
Pimpinan Umum : Ir. Syeh Qomar
Pimpinan Redaksi : Drs Heru Winarno
Redaktur Pelaksana : Drs Eko Ariyanto
Eko Julianto, S.H.
Dewan Redaksi : Dipl. Ing. Arch. Paul H Pandelaki
Ir. Soedijono AM
Ir. Yuswar Lutan
Ir. Bambang Pramudono, MS
Ir. Sukanto Jatmiko
Ir. Sutaryanto
Ir. Sukartinah, SU
Drs. Boedijono
Dra. Rospita Samosir
Ir. Margaretha TS, MS
Ir. Bambang Sri Waluyo
Sekretaris Redaksi : Drs. Sutrisno
Ir. Rahmat
Ilustrator/Artistik : Drs. Wiji Mangestiyono
Sirkulasi/Distribusi : Ir. Wahyudi
Bendahara : Ir. Wahyuningsih
Tata Usaha : Prpto Partodidjojo
Drs. Parwito
Slamet
Setiyono

Alamat Redaksi
FNGT - UNDIP Jl. Pedalangan, Tembalang Semarang Selatan

DAFTAR ISI

SUSUNAN PENGURUS	i
DAFTAR ISI	iii
PENGANTAR REDAKSI	
1. SISTIM PELUMAS DAN KEKEDAPAN POROS BALING-BALING	3
Sukanto Jatmiko	
2. PENDINGAN MOTOR.....	11
Indartono	
3. PENYEBARAN POLUTAN DALAM AIR TANAH	23
Dwi Handayani	
4. PENDAYA GUNAAN TENAGA AIR	33
Syeh Qomar	
5. PENGARUH PENGGUNAAN GARAM NaCl TERHADAP UMUR SIMPAN PINDANG BANDENG	43
Laila Faizah	
6. PEMILIHAN POMPA AIR UNTUK RUMAH TINGGAL	53
Ireng Sigit Atmanto	
7. QUALITY QONTROL PADA PEKERJAAN BETON	63
Boedijono	
8. SISTEM TELEPON BERGERAK	73
Subali	
9. PROYEKSI KATODA PADA PLTU.....	86
Wahyuningsih	
10.SISTEM HIDRAN SEBAGAI SARANA PENANGGULANGAN BAHAYA KEBAKARAN	95
Juli Mriharjono	
11. STUDI MODEL GORESAN PILAR JEMPATAN	103
Waluyono	
12. PENGARUH SAMBARAN PETIR TERHADAP SISTEM JARINGAN PENYALUR TENAGA LISTRIK	113
Moediyono	

QUALITY QONTROL PADA PEKERJAAN BETON

Oleh : Boedijono

PENDAHULUAN

Pengendalian mutu (quality qontrol) adalah merupakan sub bagian dari manajemen yang fungsinya antara lain sebagai pengawasan dalam pelaksanaan suatu konstruksi bangunan.

Seperti diketahui dalam proyek-proyek besar biasanya melibatkan pihak-pihak yang terkait yakni pemilik bangunan, pelaksana, perencana dan atau pengawas, dimana masing-masing pihak mempunyai hak dan kewajiban yang diatur sesuai dengan perjanjian yang disepakati.

Pada umumnya kegagalan pekerjaan beton membutuhkan biaya yang tidak kecil untuk perbaikan bila dibandingkan dengan kobstruksi lain yang tidak menggunakan beton. Sebagai contoh perbaikan kegagalan pekerjaan jalan perkerasan flexible (aspal), akan lebih mudah dibandingkan dengan kegagalan pekerjaan jalan dengan perkerasan kaku (beton). Berpijak dari kenyataan diatas, maka pengendalian mutu sebelum, selama dan sesudah pelaksanaan pembetonaan harus dilakukan sebaik-baiknya sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan untuk masing-masing jenis konstruksi. Acuan yang mengikat untuk seluruh pekerjaan beton adalah Peraturan Beton Indonesia tahun 1971 N-2, dan yang saat ini dalam proses pemasyarakatan adalah SNI-3 tahun 1991 yang merupakan Peraturan Beton terbaru.

PERSOALAN UMUM BANGUNAN BETON

Permasalahan beton sebagai bahan konstruksi tidak terlepas dari persoalan-persoalan yang dihadapi sehingga memerlukan penanggulangan. Persoalan umum yang dihadapi terutama menyangkut retakan dan penyimpangan mutu. Namun dengan mengingat sifat-sifat beton yang keras dan tegar, menyebabkan penanggulangan secara represif mengandung konsekuensi waktu, tenaga, peralatan serta biaya yang relatif besar.

Pengenalan persoalan umum bangunan beton ini dimaksudkan untuk memberi informasi bagi pihak-pihak yang berhubungan dengan ini, dengan harapan dapat mencegah kegagalan konstruksi atau kerusakan bangunan beton.

Retakan

Retakan yang terjadi pada bangunan beton pada umumnya dapat berupa :

Penyusutan Plastis (Plastic Shrinkage)

Pada umumnya pola retakan berbentuk map atau acak. Retakan ini dapat mencapai kedalaman yang kritis atau bahkan sampai setebal plat (slab). Penyebab utama dari kasus ini adalah mengeringnya beton yang terlalu cepat akibat perawatan tidak sempurna. Pencegahan dapat dilakukan dengan menutupi beton basah menggunakan lapisan khusus (misal dengan karung goni yang selalu dibasahi air). Atau dengan tindakan lain agar sinar matahari tidak langsung mengena permukaan beton basah itu.

Penyusutan Kering (Drying Shrinkage).

Penyusutan kering dapat berlanjut dalam jangka waktu yang pendek dan dalam jangka waktu yang panjang. Retakan yang terjadi akibat penyusutan kering ini terjadi antara 5-10 hari setelah

pegecoran. Retakan dapat mencapai kedalaman kritis dan berlanjut. Penyusutan jangka panjang terjadi setelah beberapa bulan, dan biasanya diasosiasikan dengan perencanaan (design).

Pada bangunan yang tipis dan panjang pengaruh ini mendapat perhatian khusus, terlebih lagi pada bangunan yang mengalami berbagai variasi kondisi lingkungan (panas dan dingin). Penyebab utama dari kasus ini adalah pengertian dalam perencanaan, tahap-tahap pelaksanaan dan posisi joint yang kurang tepat. Selain itu karena jangka waktu pengecoran terlalu lama, pengaruh material dan juga karena perataan beton yang tidak memadai.

Retakan Akibat Panas (Thermal Shrinkage)

Pada konstruksi yang relatif tebal seperti pondasi, retakan terjadi setiap saat. Sedangkan pada konstruksi yang tipis seperti slab dan dinding umumnya akibat pengaruh suhu yang relatif rendah dan kecepatan angin tinggi. Hal ini dipengaruhi juga oleh turunnya suhu beton terlampaui cepat atau tingginya panas permukaan beton padat. Penyebab utama terjadinya retakan adalah terjadinya perbedaan waktu yang mencolok antara permukaan dan bagian dalam beton. Faktor lain yang ikut mempengaruhi adalah karena distribusi baja tulangan yang tidak memadai (tidak merata). Perawatan yang memadai dapat mencegah pengaruh kerusakan pada beton akibat turunnya suhu secara drastis ataupun hilangnya kadar air beton basah.

Penurunan Plastis (Plastic Settlement)

Penurunan plastis dapat terjadi pada slab atau beam disekitar permukaan beton diatas baja tulangan. Retakan akibat pengaruh ini sering terjadi pula pada peralihan ketebalan. Pola retakan memanjang menyusuri permukaan beton diatas baja tulangan. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya retakan akibat penurunan plastis adalah :

- Meringusnya beton terlalu cepat.
- Adukan beton terlalu encer.
- Adukan beton terlalu banyak mengandung pasir.
- Selimut beton (concrete cover = beton decking) diatas baja tulangan kurang tebal.
- Pemadatan beton kurang memadai.
- Pemasangan baja kurang merata.

Pergerakan (Movement)

Retakan terdapat pada bagian bawah konstruksi kolom dan dinding. Hal ini disebabkan karena kurang vertikalnya kolom dan dinding itu. Selain itu adanya perubahan posisi setelah beton mengeras. Oleh karena itu pengecekan harus lebih cermat, agar apabila posisinya perlu disempurnakan dapat dilakukan perbaikan dini sebelum beton mengeras.

Penyimpangan Mutu

Penyimpangan mutu menghasilkan kekuatan beton kubus rendah, yang apabila tidak sesuai dengan mix design akibatnya akan cukup fatal.

Hal ini dapat terjadi karena :

- Adukan beton terlalu encer.
- Pembuatan kubus tidak memenuhi syarat.
- Cara pengujian yang tidak teliti.

Sarang Rongga

Pada umumnya terdapat di bagian sambungan atau di sudut-sudut. Akibat dari adanya sarang rongga adalah permukaan baja yang tidak sepenuhnya diselimuti beton.

Penyebab utama terjadinya sarang rongga adalah :

1. Karena pemadatan yang tidak sempurna.
2. Tidak homogenya mortel beton.
3. Kondisi cetakan (bekisting) yang tidak rapat.
4. Gradasi agregat kasar yang terlalu besar sehingga tidak dapat melewati jarak antara tulangan.

PROSES PENGENDALIAN MUTU BETON

Pengendalian mutu beton bermaksud untuk menghindari kegagalan konstruksi yang terjadi akibat menyimpang dari peraturan yang berlaku. Seperti dimaklumi bahwa perbaikan dari kegagalan konstruksi beton membutuhkan waktu dan biaya yang tidak kecil. Oleh karena itu semua pihak yang terlibat dalam pekerjaan beton ini harus bertanggung jawab bersama-sama terhadap mutu beton yang akan dihasilkan. Program pengendalian mutu, harus memperlihatkan bahwa kontraktor penghasil beton dan pemasok bahan dasar bertanggung jawab terhadap mutu bahan/pekerjaan yang dihasilkan dan pemilik bangunan menentukan atas penerimaan atau penolakan bahan/hasil pekerjaan. dengan demikian kontraktor, penghasil beton dan pemasok bahan dasar harus mengambil contoh dan menguji bahan yang bersangkutan dalam rangka mengendalikan mutu pekerjaan dan bahan yang digunakan, sehingga kedua hal tersebut berada dalam batas-batas yang disyaratkan dan menghasilkan beton dengan mutu seragam.

Proses pengendalian mutu beton merupakan kegiatan yang terus menerus dan berkesinambungan. Pengendalian mutu beton ini dilakukan sebelum, selama dan sesudah pembetonan (pengecoran beton), yang sistematikanya diuraikan berikut ini.

Pengawasan Terhadap Bahan Dasar Beton

Beton adalah batu buatan yang komposisinya terdiri dari portland cement dicampur dengan agregat dan air dengan perbandingan yang teratur. Agregat dalam campuran beton adalah pasir (disebut juga agregat halus) dan kerikil atau kericak (disebut juga agregat kasar). Masing-masing komponen harus memenuhi syarat sesuai dengan standard yang berlaku.

Syarat-syarat Portland Cement

Secara umum portland cement harus memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan dalam NI-8 (Peraturan Portland Cement Indonesia 1972).

Syarat-syarat Agregat

Agregat adalah butir-butir mineral yang apabila dicampur dengan portland cement dan air akan menghasilkan beton.

Maksud penggunaan agregat adalah :

- Menghemat penggunaan portland cement.
- Meningkatkan kuat tekan beton.
- Mengurangi penyusutan beton.

Syarat-syarat agregat halus

- a. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam keras dan bersifat kekal.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering).
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung zat organik terhadap banyak yang harus dibuktikan

- dengan percobaan warna abram harder.
- d. Agregat halus terdiri butir-butir beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan ISO, harus memenuhi syarat sebagai berikut :
- sisa diatas ayakan 4 mm minimum 2% berat.
 - sisa diatas ayakan 1 mm minimum 10% berat.
 - sisa diatas ayakan 0,25 mm, berkisar antara 80-95%.

Syarat-syarat agregat kasar

- a. Agregat terdiri dari butir-butir yang keras, tidak berpori dan bersifat kekal.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%.
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
- d. Gradasi agregat harus memenuhi syarat-syarat ISO, dan diperkirakan dapat melewati jarak antara tulangan.

Syarat-syarat menurut susunan ayakan ISO

- sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0%.
- sisa diatas ayakan 4 mm, berkisar 90-95%.

Mix Design

Yang dimaksudkan dengan mix design adalah perencanaan perbandingan adukan beton. Bila akan membuat beton dengan mutu tertentu, harus dipertimbangkan :

- a. Tujuan konstruksi yang akan dibuat.
- b. Alat-alat untuk pelaksanaan pembetonan.
- c. Mutu bahan yang tersedia.
- d. Tenaga pelaksana yang ada dan dibutuhkan.

Di dalam perencanaan perbandingan adukan beton, harus mengetahui kekentalan beton (konstruksi). Kekentalan adukan beton harus disesuaikan dengan cara pengangkutan, cara pemadatan, jenis konstruksi yang bersangkutan dan kerapatan tulangan. Kekentalan tersebut bergantung pada berbagai hal, antara lain jumlah dan jenis semen, jenis dan susunan agregat penggunaan bahan-bahan pembantu.

Untuk mengetahui kekentalan beton dan agar supaya mempunyai sifat dapat dikerjakan (workability), dalam mix design ini harus dilakukan trial yang berulang-ulang sehingga nantinya didapatkan nilai faktor air semen. Nilai faktor air semen (f.a.s.) adalah perbandingan antara berat air seluruhnya (termasuk yang terkandung dalam agregat) dan berat semen yang digunakan dalam adonan beton.

Dengan beberapa kali trial, maka dalam beberapa komposisi campuran portland cement, agregat dan air nantinya akan diuji melalui kubus beton yang pada akhirnya didapatkan suatu mutu beton. Dari hasil trial-trial ini selanjutnya nanti digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan pembetonan.

Pengendalian mutu pada saat pembetonan

Pengendalian mutu dalam pelaksanaan pembetonan, setelah mutu bahan dan komposisi campuran dikendalikan, adalah mencakup sejak persiapan, pelaksanaan hingga masa selesai dan struktur dapat digunakan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah seperti yang diuraikan berikut ini :

Persiapan Pembetonan

Pelaksanaan pembetonan dapat dimulai setelah :

- a. Bahan dasar tersedia minimal 110% dari jumlah kebutuhan yang direncanakan dan berkualitas sesuai dengan contoh yang dijadikan dasar perencanaan.
- b. Jumlah dan kondisi alat cukup dan ditambah dengan cadangan yang disesuaikan dengan kualitas beton yang direncanakan.
- c. Takaran telah dikalibrasi berdasarkan keadaan bahan, terutama agregat halus yang relatif sensitif terhadap kandungan air.
- d. Jumlah dan kemampuan tenaga telah sesuai dengan jumlah peralatan, jenis serta volume campuran yang akan dihasilkan dan waktu pelaksanaan yang direncanakan.
- e. Dimensi tulangan dan tebal selimut beton telah sesuai dengan gambaran rencana.
- f. Dimensi, kekuatan, stabilitas, acuan (bekisting) memenuhi syarat untuk menahan tekanan beton basah.
- g. Lokasi pembetonan terlindung dari pengaruh cuaca langsung untuk mencegah penguapan akibat suhu tinggi serta pengaruh air hujan.

Pencampuran beton

Penakaran bahan dasar campuran harus memenuhi ketelitian 1% untuk semen, 2% untuk agregat dan 3% untuk bahan tambahan. Bahan beton ditakar berdasarkan berat kecuali air dan bahan tambah dapat ditakar berdasarkan volume. Pencampuran harus dilakukan dengan alat pencampur mekanis, kecuali untuk keadaan darurat.

Lama pencampuran berkisar 1 - 3 menit dengan kecepatan + 20 rpm, dihitung setelah semua bahan campuran dimasukkan sampai hasil adukan homogen. Modifikasi campuran di lapangan berupa kebutuhan penambahan air untuk meningkatkan konsistensi campuran harus selalu dibarengi dengan penambahan semen setara dengan faktor air semen ayng telah ditentukan.

Pengangkutan dan penempatan campuran beton

Pengangkutan campuran beton dari mixer ke lokasi pembetonan perlu disesuaikan dengan sifat beton dan jenis konstruksi. Beberapa hal, penting yang mungkin terjadi pada proses pengangkutan, harus dihindari adalah :

- Terjadinya segregasi.
- Kehilangan pasta dan air.
- Pengurangan tingkat kemudahan pengerjaan.

Pengecoran harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Penempatan alat pencampur beton harus sedekat mungkin pada lokasi yang akan dicor.
- Pembetonan harus dilakukan secara bertahap, tumpang tindih dan agar dihindari sambungan dingin.
- Pada pengecoran yang sulit (acuan sempit dan tinggi), capuran harus dituang melalui
- Bila pekerjaan pembetonan tidak selesai, maka pembetonan harus dihentikan pada tempat-tempat yang tidak membahayakan kontruksi sesuai dengan petunjuk ahli.
- Bila beton telah mengeras, pembetonan baru dapat dilaksanakan setelah permukaan beton lama dikasarkan dan dibersihkan dengan air dan sikat kawat.

Kompaksi campuran beton

Konsistensi campuran beton sangat mempengaruhi kepadatan beton disamping cara pemadatan yang diterapkan. Pemadatan bertujuan untuk memeperkecil rongga udara emiminal mungkin agar dalam campuran terjadi ikatan yang baik antara campuran beton dengan baja tulangan. Alat yang digunakan dalam pemadatan adalah alat penggetar mekanis (vibrator).

Dalam pelaksanaan pemadatan harap diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Penggetaran dilaksanakan secukupnya dengan cara mengamati secara visual permukaan beton yang dipadatkan, untuk menghindari segregasi akibat getaran yang berlebihan.
- Internal vibrator dimasukkan secara vertikal, untuk kondisi tertentu diijinkan kemiringan sampai 45
- Hindari gerakan menggeser dan usahakan tangkai pemadat tidak menyentuh tulangan maupun acuan.
- Jangkauan titik pemadatan dengan internal vibrator harus saling tumpang tindih agar hasil pemadatan merata.
- Tangkai internal vibrator harus mencapai lapisan sebelumnya yang masih plastis.

Pengawasan beton setelah pengecoran

Tujuan utama perawatan setelah pengecoran, adalah untuk mencegah penguapan air pada permukaan beton yang terbuka dan mencegah hilangnya air beton. Dengan perawatan ini akan dapat dicegah perubahan suhu yang mendadak. Selain itu mencegah timbulnya retak plastis akibat tegangan tarik beton yang terjadi beberapa jam setelah pembetonan selesai.

Perawatan Beton

Adapun cara pelaksanaan perawatan beton secara umum adalah sebagai berikut :

- Melindungi permukaan beton agar tidak terkena pengaruh dari luar secara langsung seperti sinar matahari, suhu, angin dengan memberi lapisan pelindung. Lapisan dpat berupa karung goi yang dibasahi, fog spraying, atau cat membran.
- Pada 3 hari pertama setelah pengecoran selasai proses pengerasan beton tidak boleh diganggu oleh getaran-getaran dan tumbuhan. Tidak diperkenankan pula membebani beton yang belum cukup mengeras.
- Cetakan tidak boleh dibuka pada saat suhu beton mencapai puncak.

Pekerjaan akhir beton

Penyelesaian akhir dilaksanakan setelah acuan dibuka sebagai berikut :

- Lubang-lubang bekas penguat/pengikat acuan harus diisi dengan mortar dan kelebihan mortar pengisi harus dibersihkan.
- Lubang-lubang udara harus diisi dengan mortar.
- Daerah cacat permukaan beton harus dipahat sampai kedalaman 2,5 cm sampai beton utuh, untuk selanjutnya diplester lagi.
- Tulangan yang menonjol dipotong kemudian kemudian ditutup dengan mortar.

Pembebanan Struktur Beton

Pembebanan struktur beton dimulai sejak pembongkaran acuan berupa beban berat sendiri hingga pengfungsian struktur sesuai peruntukannya. Untuk kolom, acuan dapat dibongkar paling cepat 3 hari, sedangkan untuk lantai dan balok paling cepat 3 minggu.

Penggunaan struktur minimal telah berumur 28 hari, kecuali untuk hal-hal khusus yang direncanakan secara khusus pula.

BENDA UJI

Benda uji dibuat untuk keperluan avaluasi mutu beton dan mutu pelaksanaan, yang diperoleh selama pelaksanaan secara acak. Hasil pengerjaan benda uji menunjukkan pencapaian mutu pelaksanaan. Benda uji yang salah tentu saja akan memberikan hasil evaluasi yang salah pula.

Ukuran dan Pembuatan Benda Uji

Pada umumnya berupa kubus dengan sisi-sisinya berukuran 15 cm. Pengambilan benda uji dilaksanakan sesuai dengan PBI - 1971 NI-2.

a. Untuk jumlah kubikasi kurang dari 60 m³.

- Jumlah benda uji dilakukan sebanyak 1 buah setiap $x/20$ m³ beton, dimana :

$$x = \text{jumlah kubikasi beton.}$$

- Misalnya kubikasi beton 40 m³.

Pengambilan benda uji sebanyak 1 buah setiap $x/20 = 40/20 = 2$ m³ beton.

b. Untuk jumlah kubikasi beton 60 m³, pengambilan benda uji dilakukan setiap 3 m³ beton, kemudian pengambilan benda uji dilanjutkan 1 buah setiap 5 m³ beton.

Sehingga jumlah benda uji diambil sebanyak $60/3 + y-60/5$ dimana $y = \text{jumlah kubikasi beton.}$

- Misalnya kubikasi beton 100 m³.

Jumlah benda uji diambil sebanyak : $60/3 + 100-60/5 = 28$ buah.

Pengujian benda uji

Benda uji yang diperoleh dari hasil pelaksanaan diuji pada umur 28 hari. Bila dibutuhkan pengujian pada umur bukan 28 hari, berdasarkan pertimbangan teknis, maka jumlah benda uji ditambah sesuai dengan frekwensi pengujian yang dikehendaki pada setiap pengambilan sampel. Kuat tekan benda uji diperoleh dari angka beban yang dicapai hingga benda uji hancur, dibagi luas permukaan benda uji.

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan beton adalah,

$$1. \sigma_{bm}' = \frac{\sum_{1}^N \sigma_{b'}}{N}$$

$$2. S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^N (b' - \sigma_{bm}')^2}{N - 1}}$$

$$3. \sigma_{b'k} = \sigma_{b'm} - 1,64 s$$

dimana

N = jumlah seluruh nilai hasil pemeriksaan benda uji.

$\bar{\sigma}'_b$ = kekuatan tekan beton rata-rata dalam kg/cm^2 .

σ'_b = kekuatan tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji dalam kg/cm^2 .

S = deviasi standard dalam kg/cm^2 .

Pengujian langsung pada struktur beton

Pengujian langsung terhadap struktur beton hanya dilaksanakan apabila benda uji yang diperiksa meragukan dan diduga tidak mewakili. Pengujian ini terdiri dari dua macam yaitu pengujian yang tidak merusak dan pengujian yang merusak tubuh beton.

Sistem pengujian tanpa merusak yang paling lazim digunakan adalah Palu Beton dengan angka pantul sebagai hasil uji yang kemudian dikorelasikan terhadap kuat tekan.

Pengujian langsung yang merusak bagian konstruksi hanya dilaksanakan atas persetujuan semua pihak yang terkait. Biasanya berupa pemboran inti (bukan pada bagian utama struktur) dan berumur lebih dari 28 hari. Nilai yang diperoleh dalam pengujian ini cukup representatif dibandingkan dengan pengujian tanpa merusak.

Dalam hal istimewa dimana seluruh upaya pengujian tetap meragukan hasilnya, maka berdasarkan alasan teknis, pengujian pembebanan penuh dapat dilaksanakan atas pengawasan tenaga ahli yang ditunjuk oleh pemilik pekerjaan.

Pengecekan silang

Dalam pelaksanaan sering terdapat hasil tes benda uji yang meragukan dan keadaan demikian memerlukan pengecekan silang meliputi hal-hal sebagai berikut

- Prosedur pembuatan benda uji (ketepatan dimensi cetakan benda uji, sampling dan kompaksi) perawatan (perubahan suhu, penguapan), pengujian (ketepatan dan alinemen mesin tekan) benda uji kubus/silinder/balok.
- Ketepatan komposisi campuran.
- Kemungkinan penambahan air campuran selama pelaksanaan.
- Pengaruh cuaca di lapangan.
- Pengaruh cara dan waktu transportasi campuran beton ke lokasi pengecoran.
- Volume dan bagian beton struktur yang diragukan dalam mutu.

Setelah diadakan evaluasi pengecekan diatas, dapat ditentukan kebenaran hasil test benda uji serta cara pengambilan yang sesuai sebagai berikut :

1. Bila hasil contoh mewakili tetapi kekuatan lebih kecil dari kuat tekan rencana :
 - Adakan perbaikan komposisi dan mutu campuran beton berupa perbaikan kualitas bahan dasar campuran dan memodifikasi jumlah semen untuk kuat tekan target dan penyesuaian komposisi.
 - Lakukan pemeriksaan visual pada bagian sarang rongga dan pemeriksaan tidak merusak untuk melokalisasi bagian yang lemah.
 - Diperiksa apakah bagian yang lemah merupakan struktur utama atau sekunder.

Perhitungkan kembali struktur secara keseluruhan, berdasarkan kuat tekan aktual, bila kurang memenuhi maka dipertimbangkan perbaikan/perkuatan struktur.
2. Bila hasil tidak mewakili :
 - Adakan perbaikan cara pembuatan, perawatan dan pengujian benda uji.
 - Periksa secara visual dan tidak merusak terhadap struktur.

PENUTUP

Beton sebagai bahan konstruksi harus meemnuhi syarat berupa kekuatan, kemudahan pengerjaan, keawetan, dan ekonomis dari segi pembiayaannya.

Kegagalan pekerjaan beton membutuhkan biaya yang tidak ringan untuk perbaikannya. Oleh karena itu pengendalian mutu perlu diperketat untuk mencegah kegagalan tersebut.

Pengendalian mutu beton dilaksanakan sejak awal dari sebelum pembetonan, selama dan sesudahnya.

Semua pihak yang terkait dengan pelaksanaan konstruksi beton ikut bertanggung jawab atas mutu dan pekejaan beton.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Antono, 1971, *Konstruksi Beton Lanjutan*, FT, Gama, Yogyakarta.
2. A. C. Edwards, *The Use of Accelerative Strenght, Test for Site Control of Concrete*, TRRL Report LR 505.
3. Concrete Construction Publication Inc., 1975, *Concrete Construction*, April, vol. 20. NR 4.
4. Dunham W., 1953, *The Theory and Practice of Reinforce Concrete*, McGraw Hill.
5. Dewan Normalisasi Indonesia, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*, NI-2.
6. Puslitbang Jalan, 1984, *Buku Petunjuk Pelaksanaan Beton*, Dep. P.U., Jakarta.
7. _____, 1987, *Buku Pedoman Pengendalian Mutu Beton*, Dep. P. U., Jakarta.
8. Rooseno, 1971, *Beton Bertulang*, PT. Pembangunan, Jakarta.
9. Sutami, 1971, *Konstruksi Beton Indonesia*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
10. Wiratman Wangsadinata, 1972, *Evaluasi Secara Statistik Hasil-hasil Pemeriksaan Keteguhan dan Kualifikasi Beton sehubungan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, LPMB, Bandung.
11. _____, 1975, *Perhitungan Lentur dengan Cara "n"*, LPMB, Bandung.
12. _____, 1980, *Teori Kekuatan Batas*, LPMB, Bandung.

Penulis
 Staf Pengajar T. Sipil
 FNGT - UNDIP