

EVALUASI MUTU BETON DARI BERBAGAI READY MIX PADA GEDUNG PARKIR YOGYAKARTA INTERNATIONAL AIRPORT

Oleh : Nurokhman¹, Indra Suharyanto¹, Umi Rochmawati²,

E-mail : nurokhman.jogja@mail.com; indrasuharyanto@gmail.com; umie.rachma@gmail.com

Abstrak. Gedung Parkir Bandara Yogyakarta International Airways didesain tinggi 15,2 m dengan modul portal luas 104 m x 264 m bertingkat 3 lantai dengan beton bertulang dengan mutu beton f_c' 35 MPa. Pekerjaan beton dalam proyek konstruksi merupakan pekerjaan yang relatif kompleks mulai dari pencampuran, pembuatan cetakan, pembuatan perancah, pencampuran adukan beton, pencoran, perawatan, hingga pembongkaran bekesting. Karena pekerjaan yang besar dan luas dengan pertimbangan produktivitas batching plan beton, maka dalam pekerjaan beton dilakukan dengan beberapa sumber ready mix concrete antara lain mix dari PT. PP URBAN, PT. ADP, PT. SIB, PT. WASKITA, PT. WIKA, PT. DGT, PT. PRESISI, dan PT. SKS Dengan beragam sumber ready mix tersebut tentu ada pengaruh dalam hasil mutu betonnya dan dalam spesifikasi disebutkan pengujian di lapangan kuat tekan beton untuk umur 7 dan 28 hari dengan standar deviasi dengan margin antara 2,5 MPa sampai 8,5 MPa. Berdasarkan hasil kajian pengendalian pekerjaan pengendalian mutu beton pada proyek Gedung Parkir Yogyakarta International Airways dapat disimpulkan secara umum pengujian kuat tekan beton umur 3 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 49,76 – 59,86% dan bahkan untuk beton pada konstruksi kolom tercapai 65,42% yang sudah melampaui target konversi PBI sebesar 40%. Hasil dari pengujian kuat tekan bor pile pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 43,31 MPa (123,74%), kuat tekan beton pile cap rata-rata 40,29 MPa (115,11%), konstruksi kolom rata-rata 38,66 MPa (110,46%), konstruksi pelat rata-rata 39,13 MPa (111,79%) dan konstruksi Dinding Penahan Tanah baik pada level ground maupun upper tanah rata-rata 38,70 MPa (110,57%). Sesuai target pengendalian mutu beton di lapangan harus ditambahkan margin minimal 2,5 MPa sehingga target minimal kuat tekan menjadi $35 + 2,5$ (37,5 MPa) sehingga beberapa hasil kuat tekan yang masih diantara 35 – 37,5 MPa belum memadai yang jumlahnya relative kecil dari jumlah pengujian yang ada. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 38,66 – 40,29 MPa (110,66 – 115,11 %) walaupun ada beberapa sampel yang masih dibawah target pengendalian kuat tekan lapangan setelah ditambah margin 2,5 MPa (37 MPa).

Kata-kata Kunci: Pengendalian mutu, beton, kuat tekan, Gedung Parkir Yogyakarta International Airways

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu pendukung layanan bandara adalah ruang parkir yang harus dipertimbangkan volume dan area yang tersedia. Perkembangan pemikiran efisiensi dan efektifitas manajemen parkir saat ini telah banyak digunakan parkir bertingkat dengan penyediaan gedung khusus parkir. Gedung Parkir Bandara Yogyakarta International Airways didesain tinggi 15,2 m dengan modul portal luas 104 m x 264 m bertingkat 3 lantai dengan struktur beton bertulang dengan mutu beton f_c' 35 MPa.

¹⁾ adalah Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

²⁾ adalah Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Dalam pelaksanaan proyek pekerjaan beton menjadi hal penting yang harus dikendalikan karena terkait dengan masalah umur beton yang akan berpengaruh pada durasi proyek secara keseluruhan, masalah penjadwalan pihak Concrete Ready Mix yang jika pada saat pelaksanaan berbarengan dengan jadwal proyek lain dengan keterbatasan produksi dan alat berat truk concrete mixer harus dijadwalkan jauh hari sebelumnya. Untuk memperoleh hasil pekerjaan struktur yang sesuai mutu dengan spesifikasi yang disyaratkan maka setiap tahap dilakukan monitoring meliputi pemilihan bahan, pencampuran, pengujian, penuangan, dan perawatan. Dalam Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) disebutkan bahan penyusun beton dari semen, pasir, kerikil, air dan bahan tambah dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari dan mutu baja. Karena pekerjaan beton dipengaruhi oleh unsur bahan susun beton, tenaga, alat dan proses pembuatannya maka perlu dilakukan pengendalian secara bertahap, tahap trial mix design concrete, tahap pencampuran, tahap penuangan, tahap pemadatan dan tahap perawatan. Pekerjaan struktur beton di Proyek Pembangunan Parkir Bandara YIA bertingkat 3 lantai dan lantai atap sangat ketat dalam pengawasan (quality control) dengan melibatkan pengawas beberapa pengawas dan tim teknis yang ditunjuk. Sebagai pengelola PT. Angkasa Pura, perencana PT. PP KSO dan Pelaksanan PT. Tata Guna Patria yang telah berpengalaman tentunya diharapkan pekerjaan struktur beton sebagai struktur utama Gedung Parkir YIA akan memadai hasilnya.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam studi ini akan dianalisis kualitas beton sebagaimana spesifikasi yang telah dituangkan dalam RKS (2019) mutu beton f_c 35 MPa. Karena pekerjaan yang besar dan luas dengan pertimbangan produktivitas batching plan beton, maka dalam pekerjaan beton dilakukan dengan beberapa sumber ready mix concrete antara lain mix dari PT. PP URBAN, PT. ADP, PT. SIB, PT. WASKITA, PT. WIKA, PT. DGT, PT. PRESISI, dan PT. SKS Dengan beragam sumber ready mix tersebut tentu ada pengaruh dalam hasil mutu betonnya. Dalam spesifikasi tersebut telah diuraikan pengiriman specimen dan hasil mulai dari bahan susun, mix design, hingga kuat tekan beton minimal umur 7 hari dan 28 hari dengan mempertimbangkan margin standar deviasi rencana (S_f) antara 2,5 - 8,5 MPa.

1.3. Tujuan

Penelitian mengenai evaluasi mutu beton pada pekerjaan struktur Gedung parkir Bandara YIA ini bertujuan antara lain:

1. Mengetahui spesifikasi beton dan proses pekerjaan beton sebagaimana dituangkan dalam Rencana kerja dan Syarat-syarat.
2. Menganalisis hasil pengujian beton secara laboratorium pada umur yang telah ditentukan.
3. Menganalisis kesesuaian hasil pengujian berdasarkan acuan spesifikasi yang ditentukan..

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Secara umum beton merupakan bahan olahan dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002). Menurut Nugraha, Paul (2007) Penambahan bahan tambah digunakan untuk mengubah sifat beton tertentu seperti meningkatkan percepatan waktu pengerasan atau meningkatkan kuat tekan. Karena beton merupakan bahan olahan maka karakteristiknya tergantung pada sifat property bahan susun, cara proporsi campuran, metode pengadukan, penuangan, pemadatan, perawatan dan pengujian kuat tekan/lenturnya. Dengan demikian tujuan konstruksi agar memiliki kekuatan (*strength*) dan daya tahan (*durability*) terpenuhi.

2.2. Pengendalian Mutu Beton

Pekerjaan beton bertulang merupakan pekerjaan yang dipengaruhi oleh banyak factor mulai dari kualitas bahan susun, campuran beton, pengecoran, pengadukan, perawatan, dan pembongkaran bekesting. Selain itu pekerjaan ini dipengaruhi oleh peralatan dan tenaga, sehingga walaupun menurut perhitungannya tampaknya beton yang dibuat sudah ideal dapat memenuhi persyaratan tetapi di lapangan selama pekerjaan berlangsung bisa terdapat kendala, oleh karenanya harus dilakukan pengendalian kualitas terhadap mutu dari pekerjaan beton.

Dalam *quality control* mutu beton sangat penting untuk pengaturan kesiapan kerja seperti pengiriman contoh bahan dan sifat properti atau spesifikasinya. Dalam rancangan campuran (*mix design*) beton di laboratorium pada umur beton 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil kuat tekan lapangan dari spesimen harus dipertimbangkan dengan menambahkan margin deviasi standar sebesar 2,5 - 8,5 Mpa .

Sebelum dilakukan penuangan adukan beton di lapangan harus dikontrol tingkat kelecakannya melalui uji *slump* sebagai parameter tingkat kemudahan diaduk, dituang, dipadatkan dan dirawat. Jika terpenuhi nilai slump maka dilakukan pengambilan spesimen untuk pengujian kuat tekan umur yang ditentukan minimal 3 unit setiap pengujian untuk diambil rata-ratanya. Jika pengujian belum umur 28 hari maka perhitungan kuat tekan dikonversikan.

2.3. Sifat-Sifat Beton

- 1) **Sifat Workability.** Sifat workability menunjukkan tingkat kemudahan adukan beton untuk dikerjakan, dituangkan dan dipadatkan yang dapat diketahui dari pengujian slump. Nilai kelecakan (*slump*) berpengaruh pada kekuatan (*strength*) dan keawetan (*durability*).
- 2) **Sifat Segregasi.** Sifat ini sering terjadi akibat ketidakseragaman campuran sehingga terjadinya pemisahan butiran agregat menurun dengan pasta semen pada saat proses pengangkutan, pengecoran atau pemadatan. Untuk menghindari segregasi perlu mengubah susunan gradasi sgregat, kadar semen, dan kecepatan pemutaran mesin pengaduk.
- 3) **Sifat Durabilitas.** Sifat durabilitas sebagai parameter utama kuat tekan beton melalui uji tekan beton dengan mesin tekan atau hammer tes. Karena parameter ini dipengaruhi dari proses awal property bahan susun, propors campuran, pengadukan, penuangan dan pemadatan maka bisa terjadi deviasi anatar hasil uji tekan silinder beton di laboratorium dan uji beton keras di lapangan dengan hammer tes.

2.4. Pengujian Beton

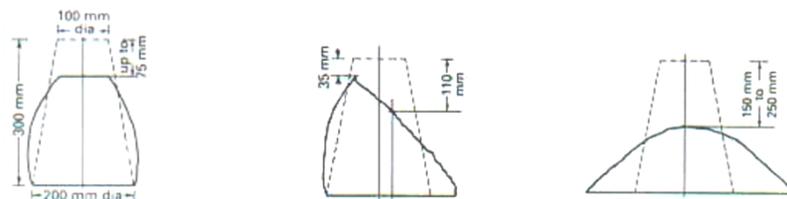
2.4.1. Pengujian Slump

Slump beton atau *Concrete Slump Test* adalah untuk mengukur tingkat kekentalan adukan beton guna mengetahui kemudahan dikerjakan atau workability. Pengujian slump beton diambil sesuai ketentuan yang telah dituangkan dalam spesifikasi teknis missal setiap 5 m3 beton segar atau setiap 1 truck mixer dengan batasan besaran nilai slump maksimum sebagai berikut :

Tabel 2.1. Tabel Uji Nilai Slump (SNI 7656-2012)

Konstruksi Beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Pondasi beton bertulang (bore pile)	7,50	2,50
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah	7,50	2,50
Kolom bangunan, Balok dan dinding bertulang	10,00	2,50
Perkerasan dan Plat Lantai	7,50	2,50
Beton massa	5,00	2,50

Ada 3 bentuk slump, yaitu :



(a). tipikal slump benar (b). tipikal slump geser (c). tipikal slump runtuh

Gambar 2.1 Tipe bentuk slump

Alat yang digunakan untuk pemeriksaan nilai *slump* antara lain kerucut Abrams dengan diameter bawah 20cm, atas 10cm dan tinggi 30cm.

2.4.2. Pengujian Tekan Beton

Pengujian tekan beton bertujuan untuk mengetahui mutu beton karena kelebihan beton pada kuat tekannya yang telah direncanakan berdasarkan perhitungan. Kuat tekan beton adalah besarnya kemampuan beton untuk menerima gaya tekan (aksial) persatuan luas. Kuat tekan beton dapat diuji dengan cara memberi beban tekan terhadap benda uji silinder secara bertahap, sampai benda uji mengalami keruntuhan (Hasanr dkk, 2013). Kuat tekan beton dihitung dengan rumus :

$$f_c' = P/A \dots\dots\dots (1)$$

dimana f_c' = kuat tekan (MPa);
 P = gaya tekan (N), dan
 A = luas tampang benda uji (mm^2).

Pada proyek Gedung Parkir YIA mutu beton ditetapkan $f_c'=35$ MPa pada umur 28 hari. Untuk pengujian pengecoran dilapangan perlu diberikan margin tambahan 2,5 -8,5 MPa sebagai akibat perawatan yang tidak sama dengan pengujian laboratorium. Pembuatan silinder beton ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk sample untuk pengujian kuat tekan. Silinder beton harus dirawat dan diuji kuat tekan pada laboratorium beton atau dilapangan sesuai kondisi curing dan yang disetujui sesuai SNI 2847-2013. Jumlah spesiment benda uji kuat tekan dari setiap mutu beton minimal 3 benda uji untuk setiap umur pengujian umur 3, 7, 14 dan 28 hari dari pengecoran maksimal 110 m3 beton, atau tidak kurang dari

Kuat tekan beton yang dihasilkan dari umur beton selain 28 hari perlu dilakukan konversi seperti yang ditentukan PBI 1971 dengan faktor yang ditetapkan seperti pada table.

Tabel 2.2. Konversi umur kekuatan beton

Sifat beton	Umur beton (hari)						
	3	7	14	21	28	90	365
Beton menggunakan semen Portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Beton menggunakan semen Portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Proyek Pembangunan Infrastruktur Bandara Baru di Kulonprogo Kulonprogo, DI Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 dan 2021 dengan owner PT. Angkasa Pura Airport. Lokasi pekerjaan Gedung Parkir dengan luas 169.100 m² ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.

3.2. Data Penelitian

Dalam penelitian digunakan data primer dan data sekunder. Data primer diambil berdasarkan hasil survey ke lokasi untuk memastikan mengetahui lokasi kegiatan. Data sekunder diambil dari rekanan konsultan berupa dokumen proyek seperti gambar pelaksanaan, Rencana Kerja dan Spesifikasi (RKS), laporan pengujian, dan data sekunder dari referensi peraturan dan jurnal ilmiah sebelumnya.

Data umum Pekerjaan Gedung Parkir Bandara Yogyakarta International Airport (YIA) Pemilik (owner) PT. Angkasa Pura Airports, Konsultan MK PT. Tata Guna Patria KSO PT. Ciriajasa Bluevision TGP dan Kontraktor PT. Pembangunan Perumahan (PP) KSO. Data yang diperlukan dalam evaluasi ini adalah Perencanaan pelaksanaan (asbuild drawing), Data Quality (pengujian), Data Job Mix Design (JMD), dan Rencana Kerja dan Spesifikasi (RKS)

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Ready Mix Beton

Dalam pelaksanaan beton digunakan 8 sumber pabrikasi concrete ready mix untuk pekerjaan bore pile, pile cap, tie beam, balok, kolom, ram, plat lantai dan pelat yaitu PT. PP URBAN, PT. SCG, PT. WASKITA, PT. SIB, PT. SKS, PT. PRESISI, PT. DGT, dan PT. ADP

4.2. Pengujian Slump beton

Sebelum campuran adukan beton dituang ketempat penuangan adukan beton atau pekerjaan pengecoran dilakukan, pihak kontraktor dan pengawas melakukan pengecekan terhadap kondisi atau kelecekan campuran beton dengan melakukan pemeriksaan nilai slump, dengan tujuan untuk mengetahui kelecekan dari campuran adukan beton segar, yang dilakukan terhadap beton segar yang mewakili campuran adukan beton. Adapun nilai slump yang digunakan tergantung untuk pekerjaan balok, kolom, plat lantai dan plat atap.

4.3. Pengujian Slump Bore Pile

Berdasarkan hasil pengukuran slum setiap mixer truck sebelum dituangkan untuk konstruksi bore pile nilai slump 15,5-18 cm atau rata-rata 16,28 cm. Nilai standar uji nilai slump berdasarkan RKS (2019) yaitu 16±2 cm. Nilai slump konstruksi bore pile yang hasilnya 16 cm

antara lain dari PT. PP URBAN dan PT. SKS, Nilai slump yang paling tinggi dari PT. SCG sebesar 18 cm sedangkan slump paling rendah dari PT. Waskita sebesar 15,5 cm. Nilai slump tersebut cukup baik dengan pertimbangan kemudahan dialirkan melalalui selang pompa beton.

Untuk konstruksi pile cap nilai slump 15,5-18 cm atau rata-rata 13,75 cm. Nilai standar uji nilai slump berdasarkan RKS (2019) yaitu 14 ± 2 cm. Nilai slump konstruksi pile cap yang hasilnya 14 - 16 cm antara lain dari PT. PP URBAN, PT. SKS, PT. SIB, dan PT. PP URBAN,. Nilai slump yang paling tinggi dari PT. PP URBAN sebesar 16 cm sedangkan slump paling rendah dari PT. SKS sebesar 12,0 cm. Untuk konstruksi balok dan Tie Beam nilai slump 12 cm antara lain dari PT. PRESISI dan PT. SKS. Sampel dari Batching plan lain nilai slump sama yaitu 12 cm seperti dari PT. PP URBAN, PT. SIB, PT. ADP, PT. SCG. Secara umum slump untuk balok sesuai perencanaan. Untuk konstruksi kolom dan kolom pedestal nilai slump 12-13 cm antara lain dari dari PT. PP URBAN, PT. SIB, PT. ADP, PT. SCG, dan PT. WASKITA. Secara umum slump untuk balok sesuai perencanaan nilai slump berdasarkan RKS (2019) yaitu 12 ± 2 cm. Untuk konstruksi half plat, plat, dan ramp nilai slump 12-13 cm antara lain dari dari PT. SIB, PT. ADP, PT. SCG, PT. WIKA dan PT. WASKITA, sedangkan dari PT. PP URBAN nilai slump 17 cm . Pada kondisi slump melebihi ketentuan maka opsi hasil kuat tekan tetap harus memenuhi syarat. Secara umum slump untuk konstruksi half plat, plat, dan ramp sesuai perencanaan nilai slump berdasarkan RKS (2019) yaitu 12 ± 2 cm. Untuk konstruksi pondasi DPT nilai slump 12 cm antara lain dari dari PT. SIB, PT. ADP, PT. SCG, PT. PP URBAN, PT. WIKA dan PT. WASKITA. Secara umum slump untuk konstruksi pondasi DPT sesuai perencanaan nilai slump berdasarkan RKS (2019) yaitu 12 ± 2 cm.

4.4. Pembuatan Benda Uji Silinder Beton

Sebelum pekerjaan penuangan adukan beton atau pengecoran dilakukan, pihak kontraktor selalu mengambil contoh dari campuran adukan beton segar yang akan dipakai untuk pengecoran. Dimana contoh tersebut merupakan benda uji yang akan digunakan untuk mengetahui mutu beton yang digunakan untuk pengecoran

- a. Tujuan dari pengambilan contoh beton segar adalah untuk mendapatkan contoh beton segar yang dapat mewakili seluruh adukan beton.
- b. Cara pengambilan contoh beton segar

Contoh beton segar diambil tiap 5 m³, dan dilakukan pada awal pekerjaan penuangan adukan beton. Kemudian contoh beton segar tersebut dibawa ketempat pengujian beton segar atau tempat pembuatan benda uji, kemudian contoh beton segar tersebut diaduk dengan sekop sampai mendapatkan keseragaman adukan. Setelah adukan beton segar seragam maka contoh tersebut digunakan untuk pemeriksaan nilai slump, dan dijadikan benda uji. Pengambilan contoh adukan beton segar dilakukan setiap 15 menit, karena waktu yang diperlukan untuk mengeluarkan campuran adukan beton segar dari mixer truck dengan kapasitas 5 sampai 6 m³ kurang lebih 13 sampai 15 menit.

4.5. Penuangan Adukan Beton

Penuangan adukan beton dapat dilakukan setelah mendapat ijin dari Konsultan Pengawas. Ijin tersebut dikeluarkan setelah konsultan pengawas memeriksa kondisi lapangan dan kondisi tenaga kerja. Penuangan adukan beton kedalam lubang, dimana terdapat muka air tanah yang cukup tinggi, maka air tanah itu tersebut dipompa dahulu keluar hingga kering. Setelah itu dilakukan penuangan adukan beton melalui corong (tremie pipe) secara terus menerus sambil menjaga agar ujung corong selalu berada dalam beton.

Penuangan adukan beton untuk kolom pelat pada proyek ini dilakukan dengan cara readymix pump concrete dengan dbantu menggunakan concrete pump. Jika penuangan adukan beton dengan cara manual dan lokasi pekerjaan dilantai satu atau lebih maka campuran adukan beton segar tersebut diangkut dengan menggunakan crane dan untuk mengantar kelokasi pengecoran dengan menggunakan talang. Agar tinggi jatuh cor tidak terlalu

tinggi, maka digunakan talang yang dimasukan kedalam kolom tersebut. Dan jika penuangan adukan beton dengan menggunakan concrete pump maka tinggi jatuh cor dapat mencapai 1,5 m sedangkan untuk kolom yang tingginya melebihi 4m, penuangannya dilakukan secara bertahap, yaitu setiap 1,5m dan cara penuangan melalui lubang yang dibuat pada bekesting yang berukuran $\pm 20 \times 20$ cm² yang terletak pada ketinggian 1,5 m. Dan pematatannya melalui lubang tersebut yang dikontrol dari atas.

Untuk mendapatkan beton yang padat dengan penyebaran agregat yang merata sepanjang kolom, maka dilakukan pemadatan dengan menggunakan alat penggetar (vibrator). Pematatannya dilakukan tiap lapis demi lapis, yaitu setelah kedalaman adukan beton bertambah ± 50 cm dan dilakukan sampai air dari campuran adukan beton naik $\pm 0.5\%$ dari jumlah air pada campuran adukan beton. Penuangan adukan beton dihentikan ± 60 cm dibawah balok untuk memberi tempat pada tulangan balok, disamping itu agar pertemuan antara balok, plat dan kolom menjadi satu kesatuan yang monolit. Cor beton dari mixer truck dituangkan ke bucket yang kemudian diangkut melalui crane yang sudah dipasang pada sisi luar lokasi denah.

Tie bean dilakukan cor secara setelah selesai pengecoran pile cap. Balok, ram dan pelat dilakukan pengecoran secara monolit atau bersama-sama setiap lantai. Namun karena volumenta luas dan ada zona-zona tertentu untuk kepentingan pekerjaan lain sehingga pengecoran dilakukan secara bertahap. Untuk pekerjaan ini dilakukan sejak pagi hingga malam sehingga diperlukan persiapan yang matang seperti lampu penerangan, pompa beton, vibrator dan tenaga yang cukup.

4.6. Perawatan Beton

Perawatan beton diperlukan untuk mencegah pengeringan dan penguapan yang dapat menyebabkan retak-retak, dan jika hasil dari pekerjaan penuangan adukan beton ada yang tidak sesuai dengan dengan persyaratan maka diadakan perbaikan. Pada proyek Gedung Parkir YIA, perawatan sampel silinder beton beton dilakukan dengan cara direndam dalam air, sementara kondisi ril di lapangan struktur beton dirawat dengan melindungi permukaan struktur beton baru dari teriknya panas matahari.

Pelaksanaan curing/perawatan beton dilakukan segera sehabis beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan beton yang terbuka) atau sehabis pembukaan cetakan/acuan/bekisting, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diharapkan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam adonan beton. Lamanya curing sekitar 7 hari berturut – turut mulai hari kedua sehabis pengecoran. Metode Curing yang dilakukan dengan membran sebagai perawatan beton agar tidak terjadi penguapan air. Setelah beton mengeras dalam waktu 4 jam, kemudian dilakukan menutupan plastic/membran dan disirami. Perawatan dengan menggunakan membran sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton (rigid pavement).

4.7. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 3 hari

Pengujian sampel beton silinder sesuai RKS (2019) dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Namun untuk menjamin informasi pengambilan keputusan lebih cepat dilakukan pula pengujian umur 3 hari. Setiap blok dilakukan dengan sumber Ready Mix Concrete yang berbeda agar pelaksanaan cepat. Sebelum Pengujian kuat tekan dilakukan caping agar permukaan area yang mendapat beban rata. Dalam pembahasian ini akan dianalisis hanya umur 3 hari dan 28 hari.

Hasil dari pengujian kuat tekan beton bore pile pada umur 3 hari ternyata sangat tinggi yaitu untuk kondisi direndam sesuai kaidah pengujian SNI besarnya rata-rata 20,95 MPa (59,86%). Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 3 hari yang tercapai 59,86% telah melampau syarat spesifikasi RKS yaitu 40%. Secara umum semua sumber ready mix hasilnya sudah

melampau 40% dengan kondisi hasil tersebut maka campuran komposisi bahan susun direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Pengujian kuat tekan beton pile cap pada umur 3 hari ternyata sangat tinggi yaitu untuk kondisi direndam sesuai kaidah pengujian SNI besarnya rata-rata 22,90 MPa (65,42%). Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 3 hari yang tercapai 65,42% telah melampau syarat spesifikasi RKS yaitu 40% bahkan menyamai konversi umur 7 hari (65%). Secara umum semua sumber ready mix hasil kuat tekan beton pada pie cap umur 3 hari sudah melebihi target konversi bahkan pada melampau 7 hari (65%) dengan kondisi hasil tersebut maka campuran komposisi bahan susun direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Pengujian kuat tekan beton kolom pada umur 3 hari ternyata sangat tinggi yaitu untuk kondisi direndam sesuai kaidah pengujian SNI besarnya rata-rata 18,60 MPa (53,13%). Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 3 hari yang tercapai 53,13% telah melampau syarat spesifikasi RKS yaitu 40%. Secara umum semua sumber ready mix hasil kuat tekan beton pada pie cap umur 3 hari sudah 40%) dengan kondisi hasil tersebut maka pekerjaan beton direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Hasil dari pengujian kuat tekan pelat, ram dan tangga pada umur 3 hari tercapai rata-rata 19,190 MPa (54,83%). Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 3 hari yang tercapai 54,83% telah melampau syarat spesifikasi RKS yaitu 40%. Secara umum semua sumber ready mix hasil kuat tekan beton pada pie cap umur 3 hari sudah 40%) dengan kondisi hasil tersebut maka pekerjaan beton direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Dinding Penahan Tanah baik pada level ground maupun upper tanah hasil dari pengujian kuat tekan pada umur 3 hari tercapai rata-rata 17,42 MPa (49,76%). Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 3 hari yang tercapai 49,76% telah melampau syarat spesifikasi RKS yaitu 40%. Secara umum semua sumber ready mix hasil kuat tekan beton pada pie cap umur 3 hari sudah 40%) dengan kondisi hasil tersebut maka pekerjaan beton direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Tabel 4.1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 3 hari

No	Work Type	Age (day)	Kuat Tekan rata (Mpa)	%	Konversi umur 28 hari (%)	Keterangan
1	Bor Pile	3	20,95	59,86	40	OK
2	Pile Cap	3	22,90	65,42	40	OK
3	Kolom	3	18,60	53,13	40	OK
4	Pelat	3	19,19	54,83	40	OK
5	Dinding	3	17,42	49,76	40	OK

Secara umum pengujian kuat tekan beton umur 3 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 49,76 – 59,86% dan bahkan untuk beton pada konstruksi kolom tercapai 65,42% yang sudah melampau target konversi PBI sebesar 40%.

4.8. Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Beton secara spesifik memiliki kuat tekan 100% pada umur 28 hari. Dalam pembahasan ini akan dianalisis hanya umur 3 hari dan 28 hari.

Hasil dari pengujian kuat tekan beton bore pile pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 43,31 MPa (123,74%). Dalam RKS (2019) disebutkan pengendalian di lapangan dihitung dengan penambahan margin 2,5 – 8,5 MPa sehingga batas minimum target

kuat tekan umur 28 hari adalah 37 MPa. Dengan dasar ini maka dari sampel yang diteliti terdapat hasil yang belum memenuhi target pengendalian lapangan dengan sumber ready mix dari PT. SCG dengan hasil kuat tekan 36,26 MPa < 37 MPa. Jika hasil tersebut dikonversikan ke umur 28 hari pada kuat tekan 100% sesuai dengan PBI 1971, maka hasilnya umur 28 hari yang tercapai rata-rata 123% telah melampaui syarat spesifikasi RKS dan dengan kondisi hasil tersebut maka struktur beton disimpulkan sudah memadai.

Hasil dari pengujian kuat tekan beton pile cap pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 40,29 MPa (115,11%). Dalam RKS (2019) disebutkan pengendalian di lapangan dihitung dengan penambahan margin 2,5 – 8,5 MPa sehingga batas minimum target kuat tekan umur 28 hari adalah 37 MPa. Dengan dasar ini maka dari sampel yang diteliti terdapat hasil yang belum memenuhi target pengendalian lapangan dengan sumber ready mix dari PT. SIB dengan hasil kuat tekan 36,77 MPa < 37 MPa dan sumber ready mix dari PT. SKS ada yang 35,47 MPa < 37 MPa. Secara umum pengujian beton umur 20 hari struktur pile cap tercapai rata-rata 115,11% telah melampaui syarat spesifikasi RKS dan dengan kondisi hasil tersebut maka struktur beton disimpulkan sudah memadai.

Hasil dari pengujian kuat tekan beton kolom pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 38,66 MPa (110,46%). Dalam RKS (2019) disebutkan pengendalian di lapangan dihitung dengan penambahan margin 2,5 – 8,5 MPa sehingga batas minimum target kuat tekan umur 28 hari adalah 37 MPa. Dengan dasar ini maka dari sampel yang diteliti terdapat hasil yang belum memenuhi target pengendalian lapangan dengan sumber ready mix dari PT. SIB dengan hasil kuat tekan 34,67 MPa (99,07%) < 37 MPa. Demikian pula pada ready mix dari PT. SKS, PT. DGT, PT. PRESISIS, PT. WASKITA masih terdapat hasil pengujian kuat tekan di bawah 37 MPa. Secara umum pengujian beton umur 20 hari struktur kolom tercapai rata-rata 110,46% telah melampaui syarat spesifikasi RKS dan dengan kondisi hasil tersebut maka struktur beton disimpulkan sudah memadai.

Hasil dari pengujian kuat tekan beton pelat untuk konstruksi pelat pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 39,13 MPa (111,79%). Dalam RKS (2019) disebutkan pengendalian di lapangan dihitung dengan penambahan margin 2,5 – 8,5 MPa sehingga batas minimum target kuat tekan umur 28 hari adalah 37 MPa. Dengan dasar ini maka dari sampel yang diteliti terdapat hasil yang belum memenuhi target pengendalian lapangan dengan sumber ready mix dari PT. SKS masih terdapat sampel dengan hasil kuat tekan 35,18 – 36,88 MPa (100,53 – 105,37%) < 37 MPa. Demikian pula pada ready mix dari PT. ADP, PT. SIB, PT. URBAN, PT. WIKA, PT. DGT, PT. PRESISI masih terdapat hasil pengujian kuat tekan di bawah 37 MPa. Secara umum pengujian beton umur 20 hari struktur pelat tercapai rata-rata 111,79% telah melampaui syarat spesifikasi RKS dan dengan kondisi hasil tersebut maka struktur beton disimpulkan sudah memadai. Dinding Penahan Tanah baik pada level ground maupun upper tanah hasil dari pengujian kuat tekan pada umur 28 hari tercapai rata-rata 38,70 MPa (110,57%). Secara umum pengujian beton umur 20 hari struktur dinding penahan tanah tercapai rata-rata 111,79% telah melampaui syarat spesifikasi RKS dan dengan kondisi hasil tersebut maka struktur beton disimpulkan sudah memadai. pekerjaan beton direkomendasikan untuk bisa diteruskan dilaksanakan.

Tabel 4.2. Hasil Uji Kuat Tekan Bore Pile Umur 28 hari

No	Work Type	Age (day)	Kuat Tekan (Mpa)	%	Spesifikasi Fc (MPa)	Keterangan
1	Bore Pile	28	43,31	123,74	37,5	OK
2	Pile Cap	28	40,29	115,11	37,5	OK
3	Kolom	28	38,66	110,46	37,5	OK
4	Ramp dan Pelat	28	39,13	111,79	37,5	OK
5	Dinding	28	38,70	110,57	37,5	OK

Secara umum pengujian kuat tekan beton umur 28 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 38,66 – 40,29 MPa (110,66 – 115,11 %) walaupun ada beberapa sampel yang masih dibawah target pengendalian kuat tekan lapangan setelah ditambah margin 2,5 MPa (37 MPa).

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian pengendalian pekerjaan pengendalian mutu beton pada proyek Gedung Parkir Yogyakarta International Airways dapat disimpulkan secara umum pengujian kuat tekan beton umur 3 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 49,76 – 59,86% dan bahkan untuk beton pada konstruksi kolom tercapai 65,42% yang sudah melampau target konversi PBI sebesar 40%. Hasil dari pengujian kuat tekan bor pile pada umur 28 hari tercapai rata-rata SNI besarnya rata-rata 43,31 MPa (123,74%)., kuat tekan beton pile cap rata-rata 40,29 MPa (115,11%), konstruksi kolom rata-rata 38,66 MPa (110,46%), konstruksi pelat rata-rata 39,13 MPa (111,79%) dan konstruksi Dinding Penahan Tanah baik pada level ground maupun upper tanah rata-rata 38,70 MPa (110,57%). Sesuai target pengendalian mutu beton di lapangan harus ditambahkan margin minimal 2,5 MPa sehingga target minimal kuat tekan menjadi 35 + 2,5 (37,5 MPa) sehingga beberapa hasil kuat tekan yang masih diantara 35 – 37,5 MPa belum memadai yang jumlahnya relative kecil dari jumlah pengujian yang ada. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari untuk konstruksi bore pile, pile cap, pelat, ram, tangga telah tercapai 38,66 – 40,29 MPa (110,66 – 115,11 %) walaupun ada beberapa sampel yang masih dibawah target pengendalian kuat tekan lapangan setelah ditambah margin 2,5 MPa (37 MPa).

5.2. Saran-saran

Dalam pengendalian mutu beton di lapangan perlu memperhatikan batas margin yang harus ditambahkan sebagai target pencapaian kuat tekan minimal. Perlu ada pertimbangan nilai slump jika pipa beton terlalu panjang yang dapat menghambat kelancaran aliran cor beton. Selain itu perlu ada pemastian kesepakatan jumlah benda uji tekan beton yang efektif dengan tetap mendasarkan batas minimal jumlah benda uji yang disyaratkan daman SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 1999, *Form Work For Concrete*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Atmajaya Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo. K.,1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo. K, 1996, *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Rencana Kerja dan Syarat-syarat, 2019, *Pembangunan Gedung Parkir Yogyakarta International Airways*, Yogyakarta.
- _____, 2020, *Laporan Pengujian Quality Control Pembangunan Gedung Parkir Yogyakarta International Airways*, Yogyakarta.
- _____, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia* Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Rektoriat Jendral Cipta Karya.
- _____, 1982, *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, Rektoriat Jenderal Cipta Karya.
- _____, 2013, *SNI 2847-2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional, Jakarta

- _____, 2015, SNI 1729-2015, Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 2012, SNI 7656-2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 1991, SNI 03-2458-1991, Metode Pengujian dan Pengambilan Contoh untuk Campuran Beton Segar, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 1998, SNI 03-4810-1998, Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji di Lapangan, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 1990, SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847 : 2013, Badan Standar Nasional, Jakarta
- _____, 1982, Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PBUI – 1982).