

FT.EKS.01/SKRIPSI/12/2009



UNIVERSITAS INDONESIA

**PELAT TROTOAR UTILITAS
SEBAGAI JALUR PEDESTRIAN BERBAHAN BETON
PRECAST DENGAN MENGGUNAKAN *HIGH STRENGTH
SELF COMPACTING CONCRETE***

SKRIPSI

DJODI NOOR ARYAN

06 06 04 141 5

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

DEPOK

2009

PERNYATAAN KEASLIAN SEMINAR SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seminar skripsi dengan judul :

HIGH STRENGTH SELF COMPACTIBLE CONCRETE
SEBAGAI BAHAN BETON PRECAST PELAT TROTOAR UTILITAS
UNTUK SALURAN INSTALASI BAWAH TANAH

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari seminar skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 4 Januari 2011

Penyusun

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan tugas penulisan seminar skripsi dengan judul

***HIGH STRENGTH SELF COMPACTIBLE CONCRETE* SEBAGAI BAHAN BETON PRECAST PELAT TROTOAR UTILITAS UNTUK SALURAN INSTALASI BAWAH TANAH**

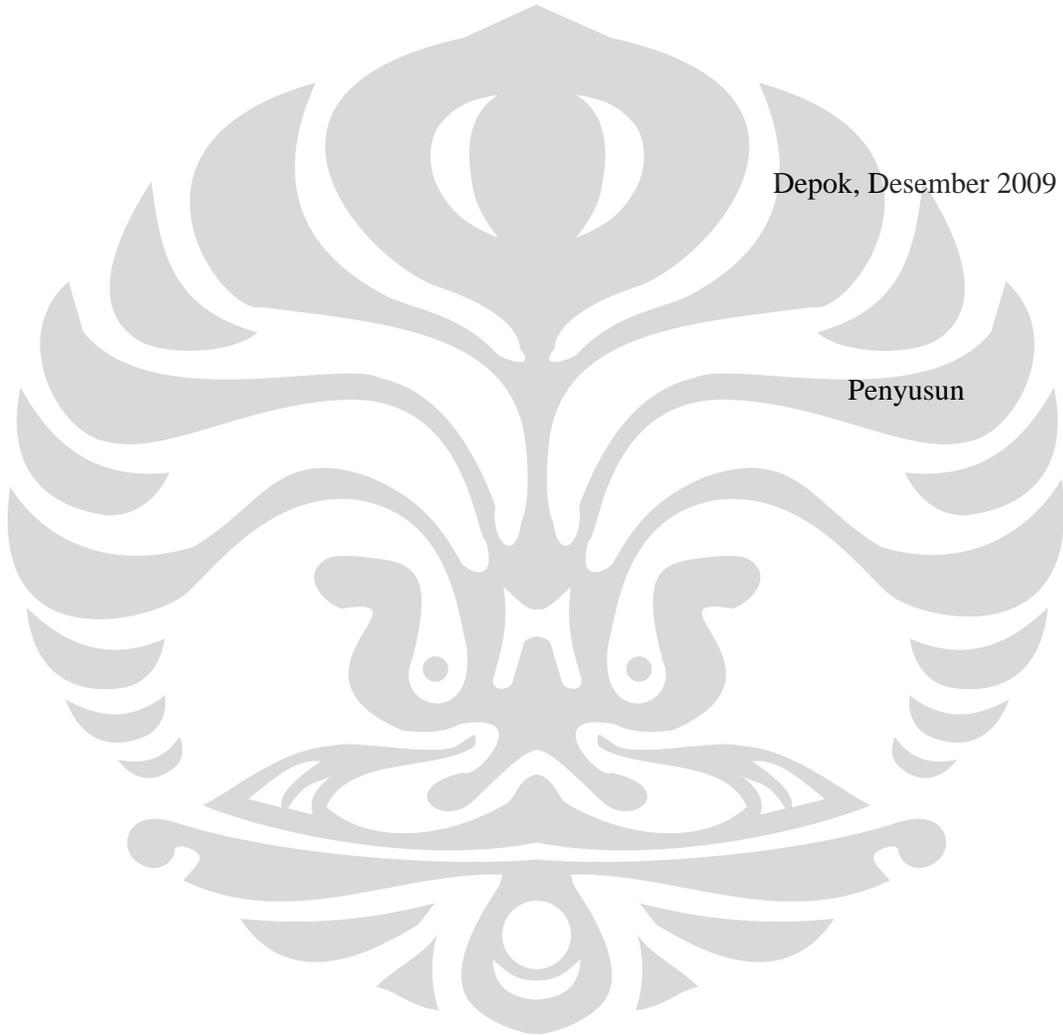
Penyusun menyadari bahwa penulisan seminar skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan YME, yang selalu memberikan taufik dan hidayah-Nya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
3. Bapak Ir. Jachrizal Sumabrata, PhD, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Madsuri, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ibu Dr. Ir. Elly Tjahjono selaku Dosen Penguji.
6. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya yang tidak ternilai.
7. Kedua Orang Tua, Kakak-kakak dan, Adik yang telah memberikan dukungan moril dan materil tanpa lelah.
8. Annissa, seseorang yang selama ini telah mencurahkan kasih sayangnya.
9. Seluruh Staf Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan akademik.
10. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Ekstensi 2006 Universitas Indonesia yang telah memberikan doa, semangat, bantuan saat dalam keadaan senang dan susah.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat ditulis, terima kasih telah membantu baik langsung maupun tidak langsung sehingga selesai seminar skripsi ini.

Akhirnya, dengan selesainya penulisan naskah skripsi ini, penyusun berharap semoga penulisan naskah seminar skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi semua pembaca pada umumnya. Semoga Tuhan YME memberikan selalu kasih dan karunia-Nya kepada kita semua. Amin.

Depok, Desember 2009

Penyusun



ABSTRAK

Nama : Djodi Noor Aryan

Program Studi : Teknik Sipil

Judul : Trotoar Utilitas Sebagai Jalur Pedestrian Berbahan Beton Precast Dengan Menggunakan *High Strength Self Compactible Concrete*

Trotoar (pedestrian Street) adalah suatu sarana berupa lajur bagi pejalan kaki yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan dalam berjalan di jalur lalu lintas. Selain memberikan kenyamanan bagi pejalan kaki, di beberapa wilayah, trotoar dapat juga berfungsi sebagai lapisan penutup berupa perkerasan dalam melindungi box utilitas yang berada di bawah tanah seperti jaringan kabel dan instalasi air bersih.

Trotoar utilitas yang direncanakan dalam laporan ini adalah trotoar utilitas yang terbuat dari campuran beton yang pada bagian bawahnya merupakan box utilitas untuk saluran air maupun untuk prasarana lainnya dan pada bagian atasnya merupakan jalur bagi pedestrian.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan konsep desain trotoar yang terintegrasi dengan kebutuhan pengembangan jaringan utilitas melalui penyediaan bagian bawah yang dapat berguna sebagai saluran instalasi lain, seperti instalasi kabel maupun saluran drainase. Sehingga dapat memberi nilai tambah dari trotoar tersebut baik dari segi fungsi, kenyamanan, dan keamanan bagi pejalan kaki.

Kata kunci :

Trotoar, Box Utilitas, Jaringan Utilitas, Saluran Instalasi

ABSTRAC

Name : Djodi Noor Aryan

Study Program : Civil Engineering

Tittle : Trotoar Util For Underground Installation Channel Get Precast Concrete material By use of *High Strengh Self Compactible Concrete*.

Pavement (*pedestrian Street*) are a medium as column for pedestrian one functions to give convenience in walking at traffic band. Besides give convenience for pedestrian, at severally territorial, pavement can also function as coat of shell as ossify in protects box utility that lies subterranean as network of cable and fresh water installation.

Pavement is utility that is plotted in this reporting is pavement brand utility that made from concrete mixture that at down section it constitutes box utility for aqueduct and also for prasarana another and at up section it constitute band for pedestrian.

This research is done to get pavement design concept that integrated with networks developmental requirement utility via penyediaan underside who can behoof as channel of other installation, as installation of cable and also drainage channel. So gets to value added give of that pavement is good of function facet, convenience, and security for pedestrian.

Key word :

Pavement, Box Is Utility, Utility Network, Installation Channel.

DAFTAR ISI

ABSTRAK

i

PERNYATAAN KEASLIAN SEMINAR SKRIPSI

iii

DAFTAR ISI

iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 .Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Pedestrian	5
2.1.1 Definisi jalur pedestrian	5
2.1.2 Asal – usul	6
2.1.3 Fungsi jalur pedestrian	6
2.1.4 Kebutuhan pedestrian	7
2.1.5 Kondisi Trotoar di Beberapa Negara Tetangga	9
2.1.6 Faktor lingkungan	11
2.2 Beton	12
2.2.1 Karakteristik beton	12
2.2.2 Keleccakan (Workability)	13
2.2.3 Kekedapan air (Permeability)	14
2.2.4 Tahan lama (Durability)	15
2.2.5Plasticizer/Superplasticizer	15
2.3 SelfCompactingConcrete	16
2.3.1 Pengertian	16

2.3.2 Manfaat SCC	19
2.3.3 Mekanisme konsolidasi sendiri dari scc	19
2.3.4 Efek segregasi dan bleeding	20
2.3.5 Slump test dan slumpflow test	21
2.3.6 Manfaat workabilitas	21
2.3.7 Manfaat waktu ikat	23
2.3.8 Faktor air semen	24
2.3.9 Efek penggunaan Superplasticizer pada Workabilitas Beton	24
2.4 Pelat Trotoar Utilitas	24
2.4.1 Pengertian	24
2.4.2 Perhitungan struktur trotuil	25
2.4.3 Gambar trotuil	25
2.4.4 Penentuan dimensi	27
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Trotoar	28
3.2 Pengujian agregat	32
3.2.1 Agregat kasar	32
3.2.1.1 Berat jenis dan penyerapan air	32
3.2.1.2 Berat isi agregat	34
3.2.1.3 Analisa ayak	35
3.2.1.4 Kadar air	36
3.2.1.5 Kekerasan agregat kasar	37
3.2.1.6 Kadar Lumpur Lolos Saringan No. 200	38
3.2.2 Agregat halus	39
3.2.2.1 Berat jenis dan penyerapan air	39
3.2.2.2 Berat isi Agregat	42
3.2.2.3 Analisa ayak	43
3.2.2.4 Kadar air	44
3.2.2.5 Kadar Lumpur Lolos Saringan No. 200	45
3.3 Mix Design	46

3.4 Pengujian Beton Segar	48
3.4.1 Slump test	48
3.4.2 Berat isi beton	49
3.4.3 Waktu Ikat dengan cara penetrasi	50
3.5 Pengujian Beton Kaku	52
3.5.1 Kuat tekan beton	52
3.5.2 Kuat lentur beton	53
BAB IV PERHITUNGAN DIMENSI	
4.1 Penjelasan Bentuk	56
4.2 Perhitungan Struktur	56
4.2.1 Pelat tipe satu (Pelat tanpa kaki)	56
4.2.2 Pelat tipe dua (Pelat kaki satu)	59
4.2.3 Pelat tipe tiga (Pelat kaki dua)	63

DAFTARPUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suatu jalur dapat diakui sebagai suatu jalan apabila telah dilalui lebih dari sekali, karena jalan adalah suatu institusi sosial yang dapat terwujud setelah ada pengakuan atau penerimaan dari masyarakat. Salah satu bentuk jalur pedestrian adalah trotoar yang berarti, suatu area atau jalur yang hanya dapat ditempuh oleh pejalan kaki, berada di ruang terbuka, dan terletak disisi jalan kendaraan. Trotoar inilah yang dimaksud dalam pembahasan selanjutnya.

Apabila di suatu daerah ingin diadakan suatu instalasi bawah tanah. Maka dibuatlah suatu galian yang berguna untuk instalasi tersebut, kemudian diurug kembali. Dan apabila terdapat penambahan instalasi tersebut, maka pekerjaan galian dan urugan kembali dilakukan. Sungguh sesuatu yang dapat merusak pemandangan dan lalu lintas di daerah sekitar. Bayangkan bila ada sesuatu fasilitas yang dapat mengurangi dampak negative dari pekerjaan-pekerjaan diatas.

Peneliti berusaha mengungkapkan konsep desain trotoar utilitas, yaitu suatu pelat beton dengan mutu tinggi yaitu $f'c$ 30 MPa dengan ketebalan hanya 6 cm dengan berbagai bentuk yaitu dengan bentuk pelat tanpa kaki, pelat dengan satu kaki, dan pelat dengan dua kaki yang pada bagian bawahnya dapat berguna juga sebagai saluran instalasi yang berfungsi juga menjadi trotoar bagi pedestrian, sehingga dapat memberi nilai tambah dari trotoar tersebut baik dari fungsi, kenyamanan, maupun keamanan baik bagi pedestrian maupun *instaltion user*.

Pelat trotoar utilitas ini di buat precast dengan panjang setengah meter lari, ini dimaksudkan agar mudah dalam pengerjaan dan pemasangannya yang hanya menggunakan tenaga manusia, sehingga tidak perlu adanya alat berat pemasangannya.

1.2 Permasalahan

1. Dapatkah trotoar yang akan kita buat ini akan memberikan nilai tambah pada penggunaannya sebagai prasarana jalan dan juga instalasi bawah tanah.
2. Bagaimana model dan dimensi pelat yang kita buat seefektif mungkin berdasarkan biaya, mutu, dan waktu pengerjaannya.

1.3 Pembatasan Masalah

Mengingat keterbatasan akan waktu, bahan, peralatan, serta dana maka kami perlu membatasi masalah yang kami bahas yaitu adalah mendesain dimensi pelat beton dengan mutu $f'c$ 30 MPa seefektif mungkin. Pada pengujian benda uji silinder akan dilakukan uji tekan sedangkan untuk uji lentur pada pelat beton sehingga mendapatkan kekuatan dari trotoar yang kita buat.

Trotoar yang kami buat ada beberapa tipe yaitu pelat tanpa kaki, pelat dengan kaki satu, dan pelat dengan kaki dua yang nanti akan digunakan berdasarkan fungsinya masing-masing dengan beban hidup 500 kg/cm^2 .

1.4 Tujuan Penulisan

Untuk menambah fungsi trotoar sebagai fasilitas pedestrian, dan juga sebagai jalur instalasi bawah tanah. Dengan kita membuat pelat trotoar utilitas ini, maka sama dengan menginvestasikan suatu prasarana

yang dapat digunakan dengan cara menjual atau menyewakan jalur instalasi tersebut oleh user.

Memodelkan bentuk pelat dengan tiga model diharapkan memberikan alternatif kepada penggunanya yang disesuaikan dengan kegunaannya agar dapat lebih mudah dalam penginstalan di bawah tanah.

1.5 Metode Penulisan

Dalam penulisan laporan seminar skripsi ini kami menggunakan metode sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi literatur adalah metode dalam pengambilan keputusan dan pengumpulan data berdasarkan buku-buku atau artikel-artikel yang memberikan gambaran secara umum terhadap masalah diatas.

b. Studi Laboratorium

Studi laboratorium adalah sebuah metode dalam pengumpulan data berdasarkan pengujian terhadap benda uji di laboratorium untuk mendapatkan hasil yang dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan seminar sekripsi ini disusun dalam bab-bab sehingga pembaca bisa memahami isi dari laporan tugas akhir ini. Secara garis besar laporan seminar sekripsi ini disusun sebagai berikut :

• BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

- **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini berisi mengenai dasar-dasar teori yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas dan dilengkapi dengan sumber, metode, serta rumus-rumus yang digunakan untuk mendesain pelat trotoar tersebut.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metode dan proses pengujian pelat beton dengan tiga variasi sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan dari laboratorium.

- **BAB IV PERHITUNGAN DIMENSI**

Bab ini berisi perhitungan data yang diperoleh dari hasil perhitungan manual dan juga hasil pengujian pelat beton tersebut di laboratorium,

- **BAB V DATA DAN ANALISA**

Bab ini berisi perhitungan struktur dimensi pelat trotoar yang terbuat dari beton $f'c$ 30 MPa. Pelat yang akan dibuat ini memiliki tiga bentuk variasi.

- **BAB VI PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian kesimpulan dan saran mengenai hasil pengujian penulis lakukan di laboratorium.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pedestrian

2.1.1 Definisi Jalur Pedestrian

Pengertian jalur pedestrian atau tepatnya pedestrian path, adalah gabungan dari dua kata dasar, yaitu path dan pedestrian yang mempunyai kesatuan arti yaitu suatu jalur berupa jalan (dari jalan setapak sampai jalan berstruktur seperti trotoar), yang diperuntukan untuk pejalan kaki. Sedangkan definisi jalur itu sendiri menurut Kevin Lynch adalah suatu jalur yang berkemungkinan besar dilalui oleh para peninjau¹. Berdasarkan opini dan pengertian tersebut, maka dapat digunakan suatu definisi yang lebih deskriptif (mencakup penjelasan tentang bentuk fisik, fungsi dan subjek pelaku) tentang jalur pedestrian, yaitu jalur untuk manusia berpindah dengan melangkah kakunya secara datar pada permukaan yang berlapis keras untuk mencapai kesuatu tujuan

Suatu jalur dapat diakui sebagai suatu jalan apabila telah dilalui lebih dari sekali, karena jalan adalah suatu institusi social yang dapat terwujud setelah ada pengakuan atau penerimaan dari masyarakat. Salah satu bentuk jalur pedestrian adalah trotoar yang berarti, suatu area atau jalur yang hanya ditempuh oleh pejalan kaki, berada di ruang terbuka, dan terletak disisi jalan kendaraan. Trotoat inilah yang dimaksud dalam pembahasan selanjutnya.

¹ "the channel a long which the observer customarily, occasionally, or potentially moves." Kevin Lynch, *The Image of The City* (The M.I.T Press, Cambridge, massachusetts, 1974), hal 47

2.1.2 Asal – Usul

Awal dari wujud fisik jalur pedestrian dengan penambahan jalan lantai oleh manusia dengan menggunakan tumpukan-tumpukan batu, ranting patah atau suatu tanda yang diukir di batang pohon.

Di Indonesia sendiri, hakekat suatu jalur pedestrian adalah jalur tersingkat yang dapat ditempuh oleh kaki untuk mencapai tempat tujuannya tanpa mempedulikan kepemilikan lahan yang dilalui, karena masyarakat pemakai mempunyai persamaan pendapat bahwa ruang terbuka yang ada di anggap milik bersama. Dan ini masih berlaku sekarang di kampung atau desa pedalaman berupa jalan-jalan kecil yang tidak teratur. Contohnya juga kota-kota besar, pemukimannya memungkinkan ruang terbuka dimanfaatkan sebagai jalur pedestrian menembus lahan masyarakat.

Secara fisik, jalur pedestrian berkembang setelah terciptanya sarana perpindahan lainnya, seperti kereta kuda, lalu kendaraan bermotor, yang perlu perbedaan atau pemisahan jalur untuk menghindari konflik, terutama di kota besar seperti di Jakarta. Tetapi sampai saat ini belum ada peraturan khusus dari pemda DKI mengenai standar bahu jalur pedestrian.

2.1.3 Fungsi Jalur Pedestrian

Secara keseluruhan, menurut Joseph Rykwert jalan adalah institusi atau wadah pergerakan manusia yang mempunyai konsep dasar sebagai tempat beraktifitas bersama³.

Sejalan dengan perkembangan secara transportasi, unsur jalan ditambah dengan adanya jalur pedestrian tidak jauh berbeda dari fungsi jalan. Fungsi jalan secara tradisional adalah lalu lintas, pertukaran barang, interaksi social dan komunikasi⁴.

³ Rykwert, 'The Street : The Use of Its History', dalam *On Street* (ed. Stanford Anderson), Hal. 15-16

⁴ Spiro Kostof, *Op.Cit.*, hal. 189

Dan fungsi ini berkembang menjadi sarana penunjang segala aktivitas berjalan kaki, baik perseorangan (menonton, berlalu, melihat, dilihat, menyendiri, atau berkelana). Secara keseluruhan fungsi utama jalur pedestrian adalah tempat beraktivitas, termasuk bersantai⁵, dan sebagai tempat mewadahi system jaringan utilitas.

Sedangkan bentuk fisik dan dimensi jalur pedestrian berbeda berdasarkan jenis jalan yang dilengkapinya dan fungsinya seperti jalan untuk ditinggali, untuk berbelanja, untuk bekerja untuk berjalan untuk bersantai atau untuk beraktifitas dan kombinasi aktifitas lainnya⁶.

2.1.4 Kebutuhan Pedestrian

2.1.4.1 Kebutuhan Trotoar

Perancangan trotoar yang baik penting untuk para pejalan kaki dan sangat penting untuk penyandang cacat. Trotoar harus mempunyai lebar efektif yang cukup, bebas dari kegunaan tiang-tiang dan fasilitas penunjang, tersedianya jalur untuk volume rencana pejalan kaki.

Selain membutuhkan ruang gerak, pejalan kakipun membutuhkan sesuatu yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman tanpa banyak gangguan yang menghalanginya. Rasa aman berarti terlindung dari kecelakaan yang terutama disebabkan oleh kendaraan bermotor maupun kondisi trotoar yang sangat buruk (berlubang) yang bisa mengakibatkan kecelakaan bagi pejalan. Rasa nyaman dalam berjalan adalah terbebas dari gangguan-gangguan yang dapat mengurangi kesenangan dan kelancaran pejalan bergerak. Jika mungkin trotoar harus disanggah dari pergerakan kendaraan oleh tanaman on street parking. Pohon-pohon antara jalur pejalan kaki dan lalu lintas dapat menjadi penghalang dari teriknya matahari.

⁵ Allan B. Jacobs, Op. Cit., hal. 3-5

⁶ Allan B. Jacobs, Op. Cit., hal. 10

Ciri khas lain dapat berupa bangku taman untuk istirahat, penerangan untuk berjalan di malam hari dan lain tergantung pada lokasi trotoar dan lingkungan sekitarnya. Trotoar yang tidak terputus (kontinu) dan landai akan memberi rasa nyaman, juga kebebasan bergerak yang mereka butuhkan tidak dihalangi atau diambil oleh halangan-halangan dan fasilitas penunjang.

Trotoar yang baik dan terjaga merangsang orang untuk berjalan dan sangat penting untuk orang tua dan penyandang cacat, yang saling bermasalah dengan tangga, pelapis permukaan yang jelek dan rumput hias.

2.1.4.2 Kebutuhan Fasilitas Penunjang (Street Furniture)

Pejalan membutuhkan fasilitas penunjang yang memudahkan mereka melakukan perjalanan sebagaimana kebutuhan-kebutuhan lainnya. Fasilitas penunjang pejalan kaki adalah halte yaitu untuk menaikan dan menurunkan penumpang khususnya dari kendaraan umum, tempat sampah dan lampu penerangan dan rambu-rambu untuk pejalan kaki.

Tabel 1: Dimensi Fasilitas Penunjang

Fasilitas Penunjang	Dimensi (m)
Jarak tiang dari tepi jalur lalu -lintas	0,6
Jarak tiang lampu lalu-lintas*	0,9 – 1,2
Hydrant*	0,76 – 0,9
Bangku*	1,5
Tinggi tiang lampu	5
Tinggi rambu (bagian bawah)	1,75 – 2,65

*Sumber Highway Capacity Manual, 1983

2.1.5 Kondisi Trotoar di Beberapa Negara Tetangga

2.1.5.1 Kondisi trotoar di Singapura

Kondisi tersebut jauh berbeda dengan di negara tetangga. Sebut saja di Singapura dan Kuala Lumpur, Malaysia. Di sana pejalan kaki sangat dimanjakan. Pengelola kedua kota tersebut agaknya mengerti kebutuhan warga. Di Singapura, di kawasan Orchard Road misalnya, pejalan kaki merasa aman yang membuat warganya tidak keberatan untuk jalan kaki, meski suhu udara tidak beda jauh dengan di Jakarta. Di Kuala Lumpur, trotoar bagi pejalan kaki bahkan dibuat atapnya sehingga ketika hujan, pejalan kaki terhindar dari basah kuyup. Kenyamanan dan keamanan pun terjamin. Sehingga berjalan malam hari pun di kedua kota tersebut relatif tidak melahirkan kecemasan. Lampu penerangan dibuat cukup banyak. Polisi pun selalu berpatroli dalam hitungan menit dan tiap jam. Contoh terdekat dengan Batam adalah Singapura. Di negara Singa itu, pemerintah membangun trotoar antara enam sampai sepuluh meter, sebagaimana tampak di Orchard Road. Lebarnya trotoar di Orchard (dilengkapi tempat duduk dan pohon-pohon rindang, dan kembang), memberi Singapura panggung dunia. inilah yang membuat ada sesuatu yang dapat dilihat di negara kota itu. Pelancong yang ke Singapura merasa belum datang ke Singapura jika belum ke sana. Agak sulit membayangkan Singapura tanpa kawasan Orchard Road dan trotoar rindang itu.



Gambar 1: Trotoar di Orchard Road

2.1.5.2 Kondisi trotoar di Malaysia

Bintang Walk adalah lokasi yang menyenangkan bagi pejalan kaki di Kuala Lumpur, ibu kota Malaysia. Bintang Walk boleh dikatakan mirip dengan kawasan Orchard Road di Singapura atau kawasan Ginza di Jepang, Champ Elysees di Paris, ataupun Knightsbridge di London. Sebuah tempat entertainment, shopping, dan dining. Di kawasan Bintang Walk, orang bisa berjalan kaki tanpa takut disenggol kendaraan karena lebar trotoar sekitar tiga meter. Orang bisa sekadar minum kopi di kafe di tepi trotoar sambil ngobrol santai. Kawasan ini merupakan jantung Kota Kuala Lumpur, mulai dari Jalan Bukit Bintang hingga ke Jalan Sultan Ismail dan Jalan Imbi. Pemerintah Malaysia agaknya menyadari betul ketika mulai membangun trotoar Bintang Walk tiga tahun silam. "Kami butuh sebuah kawasan yang punya identitas. Sebuah kawasan yang dikitari pusat perbelanjaan dan hotel berbintang," kata Deputy Direktur Divisi Promosi Internasional Badan Pariwisata Malaysia Nor Adnan Sulaiman di Kuala Lumpur, pekan lalu. Trotoar di kawasan Bintang Walk dibangun untuk memperkuat kawasan niaga Bukit Bintang (BB) yang sudah ada lebih dulu. Di kawasan BB cukup banyak terdapat pusat perbelanjaan dan hotel berbintang. Sebut saja pusat perbelanjaan Lot 10 yang trendi, Starhill yang prestisius, juga Low Yat, KL Plaza, BB Plaza, sampai Imbi Plaza. Juga hotel-hotel berbintang mulai dari

Hotel Federal, hotel bersejarah karena di sanalah perayaan kemerdekaan Malaysia 31 Agustus 1957 diadakan, sampai hotel-hotel mewah: JW Marriott, Ritz-Carlton, Westin, sampai Regent.



Gambar 2: Trotoar di Bintang Walk

2.1.6 Faktor Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang harus dipertimbangkan dalam perancangan fasilitas pejalan kaki, yaitu:

1. Keamanan : Terlindung atau tersedia pemisah pejalan kaki dari konflik kendaraan, secara horisontal adanya tempat teduh untuk berjalan dan daerah bebas kendaraan, dan secara vertikal adanya underpass atau flyover.
2. Keselamatan : Termasuk penerangan cahaya, garis pandang terbuka (tidak terlalu sempit), terlindung dari kemungkinan terjadinya kejahatan (misalnya: karena gelap di malam hari)
3. Kenyamanan : Adanya pelindung dari teriknya matahari dan cuaca buruk, tersedianya tempat istirahat atau bangku, menyusuri deretan lahan komersial dan paving yang bagus, jalur pejalan yang menghubungkan atas bangunan di atas

ketinggian tertentu, dan fasilitas-fasilitas kenyamanan pejalan kaki lainnya. Jalur pejalan kaki juga nyaman bagi penyandang cacat.

4. Menyenangkan : Jalur pejalan kaki mempunyai jarak tempuh yang terpendek, langsung tidak berputar. Perataan yang baik, ada ramp untuk trotoar, penunjukan arah dan tanda, peta dan bentuk fasilitas lainnya yang membuat pejalan kaki mudah dan sederhana.
5. Ekonomi : Berhubungan dengan penggunaan biaya atau meminimalkan *travel delay* dan ketidak menyenangkan, dan juga nilai pinjaman jual perkembangan yang di pengaruhi oleh lingkungan pejalan kaki.

2.2 Beton

2.2.1 Karakteristik Beton

Beton adalah material konstruksi yang kuat, yang dihasilkan dengan mencampur bahan dasar semen, agregat dan air serta boleh juga dengan menambah bahan tambah (admixture). Beton terkenal dengan kuat tekannya, keawetan dan kemudahan dalam pengerjaannya serta dapat dibentuk sesuai dengan desain atau rancangannya. Beton memiliki sifat-sifat tertentu yaitu :

- 1) Sifat dalam keadaan beton segar
 - Kelecekan (Workability)
 - (Slump)
- 2) Sifat dalam keadaan beton keras
 - Kekuatan (Kuat tekan, tarik, geser)
 - Modulus Elastisitas
 - Penyusutan Kering dan Rambatan
 - Sifat Fisik (Sifat awet, kedap air, daya tahan terhadap kikisan, daya penutupan retak rambut)
 - Waktu ikat
 - Tahan lama (Durability)

Dalam prakteknya, kita tidak membutuhkan semua sifat dari beton bernilai maksimal. Semua tergantung dari fungsi dari beton itu sendiri, bangunan dan korelasinya terhadap biaya. Karena itu sifat-sifat yang dimiliki beton inilah yang merupakan hal-hal yang membuat beton masih menjadi material yang paling sering digunakan dalam pekerjaan konstruksi.

2.2.2 Keleccakan (Workability)

Kata workability atau keleccakan dipakai untuk menggambarkan kemudahan beton untuk dapat dikerjakan dalam hal pembentukan, pemadatan dan transportasi. Newman menambahkan bahwa rumusan workability sekurang-kurangnya harus memiliki tiga sifat, yaitu :

1. Kompaktibility

Kemudahan beton untuk dapat dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat dihilangkan.

2. Stabilitas

Kemampuan beton untuk tetap sebagai masa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi segregasi.

3. Mobilitas

Kemampuan dimana beton dapat mudah mengalir ke dalam cetakan disekitar tulangan.

Pengetesan-pengetesan yang dilakukan dalam mengukur keleccakan antara lain Slump Test, Compacting Test, Remolding Test dan lain-lain. Dan yang paling sering digunakan di Indonesia adalah Slump Test.

Keleccakan (Workability) beton dipengaruhi oleh banyak hal, yaitu :

- Komposisi beton
- Konsistensi normal semen
- Admixture yang digunakan
- Mobilitas, setelah aliran dimulai

- Kohesi atau perlawanan terhadap pemisahan bahan-bahan
- Banyaknya air yang digunakan dalam campuran beton
- Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus

2.2.2.1 Slump

Slump merupakan besarnya nilai keruntuhan beton secara vertical yang diakibatkan karena beton belum memiliki batas yield stress yang cukup untuk menahan berat sendiri karena ikatan antar pertikelnya masih lemah sehingga tidak mampu untuk mempertahankan ikatan semulanya. Nilai dapat menggambarkan tingkat kelecakan dari beton tersebut. Beton segar seiring dengan pertambahan waktu akan mengalami kehilangan slump dan akan berakhir pada nilai slump nol secara otomatis juga kehilangan kelecakannya (*loss workability*). Nilai slump ini dapat hilang karena pertambahan waktu pada selang waktu tertentu. Hilangnya slump disebabkan karena terjadinya proses pengikatan pada beton yang semakin kuat. Untuk mempertahankan nilai slump agar tidak cepat hilang maka digunakan bahan tambah seperti *retarder* yang fungsinya untuk control setting dan menambah kelecakan beton segar dalam mempertahankan kelecakannya.

2.2.3 Kekedapan Air (Permeability)

Beton cenderung berisi rongga. Ada rongga yang terjadi akibat evaporasi air dan rongga langsung pada saat pekerjaan. Sisa air pada proses hidrolisis setelah menguap akan menyisakan ruang kosong pada beton. Keberadaan pori-pori menyebabkan porositas pada beton. Rembesan cairan mungkin terjadi melalui keberadaan pori-pori ini. Kejadian rembesan dapat menyebabkan kerusakan pada beton.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekedapan air :

- Mutu dan porositas dari agregat
- Gradasi agregat. Gradasi agregat yang baik memudahkan pekerjaan pembuatan beton dan penyebaran material pada ruang dengan lebih baik.
- Umur. Kekedapan beton berkurang dengan perkembangan umur
- Perawatan (Curing and Maintenance)

2.2.4 Tahan Lama (Durability)

Sifat daya tahan beton merupakan sifat dimana beton harus tahan terhadap pengaruh luar selama pelayanan. Sifat dari daya tahan beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, diantaranya :

- Tahan terhadap pengaruh cuaca
Pengaruh yang dimaksud adalah pengaruh cuaca panas dan dingin atau basah dan kering serta polusi udara, akan menimbulkan perubahan warna dan kerusakan – kerusakan lainnya pada permukaan beton.
- Tahan terhadap pengaruh kimia
Daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut, rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri dan air limbahnya, buangan air kotor kota dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- Tahan terhadap erosi
Erosi ini disebabkan oleh gerakan air yang mengalir dengan cepat, seperti arus sungai, hempasan gelombang laut dan sebagainya.

2.2.5 Plasticizer/Superplasticizer

Kegunaan superplasticizer (HRWRA) ataupun plasticizer (WRA) pada beton dapat mengurangi penggunaan air, tanpa harus kehilangan kelecakannya. Tetapi penggunaan HRWRA dan WRA ini harus hati-hati, baik dari segi dosis maupun dari segi waktu. Karena akibat penggunaan HRWRA/WRA campuran beton sangat

dipengaruhi oleh variable waktu. Superplasticizer dapat mengatasi dampak buruk dari bentuk agregat yang buruk dan juga gradasi agregat yang buruk.

Penggunaan superplasticizer pada SCC sangat lazim digunakan. Bahan dan jenis superplasticizer beragam sesuai dengan penelitian dan manufaktur dari industri pembuatnya.

Adapun keuntungan dari penggunaan superplasticizer ini antara lain :

- Menambah kekuatan tekan (compressive Strength)
- Menambah kekuatan flexural
- Modulus elastisitas tinggi
- Permeabilitas yang rendah
- Meningkatkan durability
- Meningkatkan kelecakan beton segar

Cara kerja superplasticizer untuk meningkatkan kelecakan adalah dengan menurunkan yield-value fresh concrete dan plastisitas. Akibatnya beton segar sulit menahan beratnya sendiri. Pada kondisi ini kita akan mendapatkan nilai slump yang tinggi.

Ada empat macam atau kelompok superplasticizer yaitu :

1. Sulfonated melamine formaldehyde condensates (MSF)
2. Sulfonated naphthalene formaldehyde condensates (NSF)
3. Modified Lignosulfates
4. Carboxyl acrylic ester copolymer

2.3 Self Compacting Concrete (SCC)

2.3.1 Pengertian

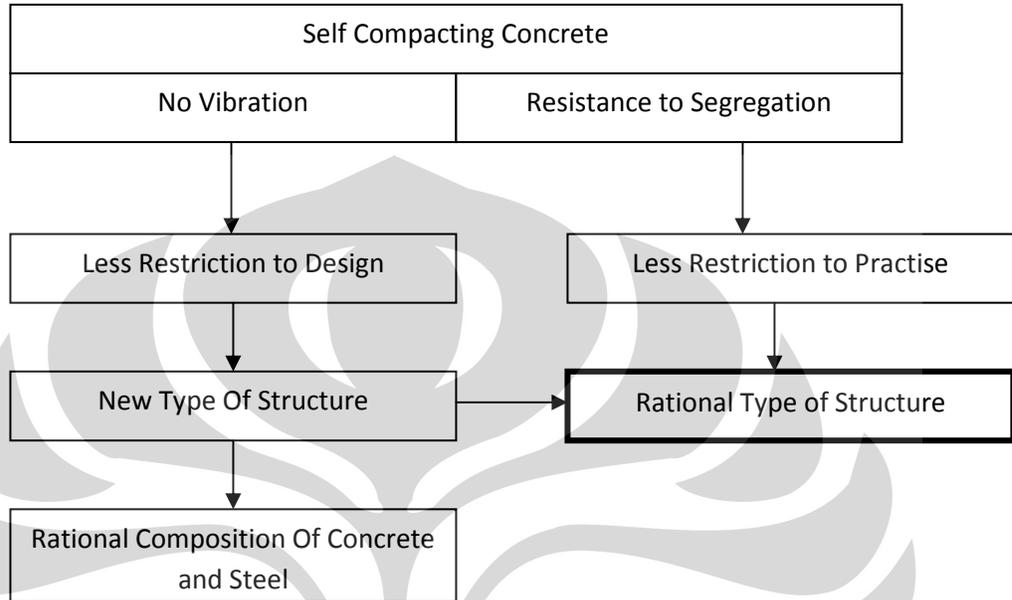
Self-Compacting Concrete adalah beton performance tinggi yang dapat mengalami konsolidasi dengan sendirinya (memadat sendiri) tanpa bantuan alat pemadat seperti penggetar atau sejenisnya. Dengan kemampuan berkonsolidasi

sendiri SCC juga mampu menjangkau ruang yang banyak tulangnya atau ruang-ruang sempit dan jauh. Homogenitas beton lebih mungkin terjadi pada SCC akibat reduksi factor pengerjaan casting beton.

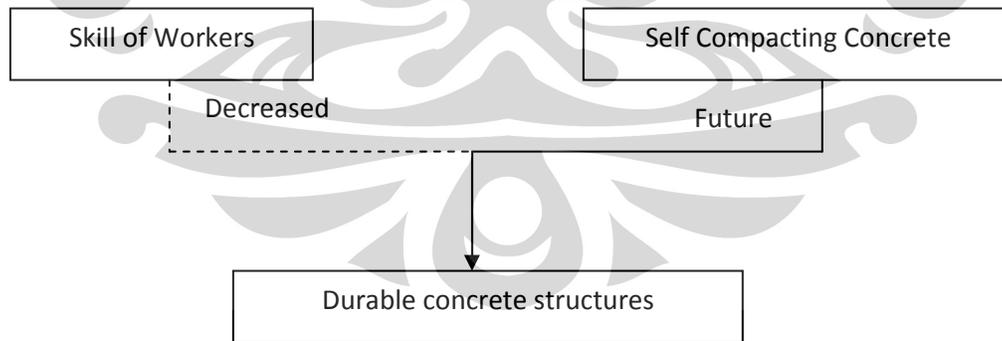
Alasan menggunakan High Strength Self-Compacting Concrete ini dikarena bentuk pelat yang relative tipis yaitu 6cm dan memiliki ruang yang sangat minim dikarenakan adanya pemasangan tulangan dua lapis didalamnya, maka HSSCC digunakan untuk salah satu metode penggunaan beton yang mutu tinggi yang dapat memadat sendiri dengan rata tanpa alat bantu pematat.

Untuk beton biasa, kita akan membutuhkan ketrampilan khusus untuk melakukan proses pemadatan beton dengan baik. Pelaksanaan pemadatan mungkin tidak merata, memakan waktu yang lebih lama, bahkan kadang sukar dilakukan terutama bila struktur yang dibuat melengkung seperti jembatan-jembatan model arch (busur). Pemadatan dengan vibrator ini berarti biaya dan berhadapan dengan peluang kesalahan pengerjaan, memakan banyak waktu dan tenaga. Kualitas pekerja akan mempengaruhi kualitas dan kekuatan beton. Kehadiran SCC diharapkan mampu menjawab tantangan ini. Bagaimana caranya, akan kita uraikan pada bagian selanjutnya.

Kontrol yang diperlukan dalam penggunaan SCC dilapangan hanyalah penangganan campuran yang tepat. Begitu campuran beton jadi, maka pekerjaan itu relative memiliki variasi hasil yang kecil, Karena factor yang harus diperhatikan dalam penentuan campuran ditentukan terlebih dahulu. Seperti : cara penyaluran pasta beton ke cetakan, apakah dipompa atau diangkut dengan roda/pita berjalan. Perlu diperhatikan pula kandungan udara yang diperlukan, viskositas dan kohesif pasta beton.



Gambar 3: Bagan Sistem baru dalam Pendisainan dengan menggunakan SCC (oleh Ozawa)



Gambar 4: Bagan Kebutuhan akan Self-Compacting Concrete

Dipandang dari segi keuntungan ekonomi beton SCC dikembangkan disebabkan oleh beberapa faktor-faktor, yaitu :

- Kegiatan konstruksi tercepat
- Mengurangi jumlah pekerja
- Finishing permukaan yang lebih baik
- Mudah dikerjakan

2.3.2 Manfaat SCC

Manfaat SCC yang sangat dirasakan bila pekerjaan beton bersifat masal. Beberapa laporan menyebutkan penggunaan SCC untuk pembuatan angkur jembatan, pembuatan dam, pekerjaan subbase precast terowongan dan lain sebagainya. Penerapan penggunaan metode SCC ditahap pabrik untuk mengerjakan beton-beton precast juga mengalami peningkatan.

2.3.3 Mekanisme Konsolidasi Sendiri dari SCC

Metode pemadatan yang dikembangkan dalam SCC bukan hanya untuk menghasilkan beton yang padat tetapi juga untuk mencegah terjadinya segregasi agregat dan mortar pada saat pasta mengalir dari titik yang banyak tulangan.

Untuk mendapatkan kondisi SCC pada campuran beton, agregat harus terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar dan semen menjadi material utama yang akan menahan tegangan. Agregat halus berfungsi mengisi celah-celah yang tidak terisi oleh agregat kasar. Agregat halus akan menyalurkan gaya dalam juga. Untuk mendapatkan SCC, maka jumlah agregat kasar harus dikurangi bila dibandingkan dengan jumlah agregat kasar pada beton normal. Sebaliknya jumlah agregat halus pada beton SCC menjadi bertambah. Penambahan kandungan agregat halus berfungsi agar beton SCC itu dapat mengalir dengan baik dan karena ukurannya yang kecil maka agregat halus ini diharapkan akan selalu mengisi ruang-ruang yang

kosong selama pengecoran. Maka dibutuhkan juga sifat kekentalan beton untuk mendukung pergerakan agregat ini.

Kekentalan ini mempunyai sifat mengalir tetapi memiliki sifat padat (tidak encer) yang baik (kohesif), penambahan air akan memberikan mobilitas pada pasta beton. Artinya meningkatkan flowability. Namun penggunaan air ini dapat meningkatkan potensi terjadinya segregasi. Dan apabila beton sudah mengering ruang yang dulunya terisi oleh air yang berlebihan tersebut akan menjadi pori-pori sehingga beton tidak lagi memiliki kepejalan. Bila distribusi partikel agregat kita baik, maka sifat mengalir pasta beton lebih bisa dipertahankan. Saat ukuran besar tertahan, maka ukuran kecil akan tetap mengalir mengisi celah-celah yang ada. Energi yang berasal dari alat-alat pemadatan atau alat-2 penggetar dapat memberikan energi yang mengakibatkan segregasi pada saat pengecoran. Ilustrasinya dapat dilihat dari gambar *Ukuran Agregat mempengaruhi passing ability*, dimana bila agregat yang terdesak diantara pembesian atau diantara kerapatan partikel disekitarnya malah akan bergerak akibat getaran yg terjadi dan akibat reaksi balik pembesian yang rapat yang seolah memuntahkan partikel-2 yg mencoba melewati celah-2 sempit. Dari uraian diatas, untuk memperoleh flowability beton SCC maka digunakan perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar yang baik, serta pengurangan jumlah air. Namun pengurangan jumlah air menyebabkan Workabilitynya rendah. Untuk mengatasi ini dapat digunakan admixture yang berfungsi meningkatkan plastisitas pasta beton. Admixture ini adalah Adva Superplasticizer (High Range Water Reducing Admixture) dan Retarder.

2.3.4 Efek segregasi dan bleeding

Segregasi dapat dikarenakan campuran beton yang encer (mudah mengalir). Bis juga karena adanya getaran yang dihasilkan vibrator, yang mengakibatkan terjadinya pengelompokan material-material yang sejenis. Penggunaan air untuk menghasilkan beton yang flowable berpotensi besar mengalami segregasi, apalagi

jika pelaksanaan pekerjaan beton menggunakan pompa. Efek buruk dari segregasi ini adalah beton yang tidak homogen. Sehingga kekuatan beton yang rendah, dan durabilitasnya rendah akibat porositasnya yang tinggi. Bleeding dapat terjadi diakibatkan air yang berlebihan. Air ini naik kepermukaan beton. Pada bagian pembesian horizontal ier yang berlebihan akan terperangkap pada sisi bawah besi horizontal. Menyebabkan formasi yang lemah. Dipermukaan beton, akibat bleeding, beton akan lebih lambat mengalami proses setting. Akibat bleeding pada permukaan beton ini, terjadilah yang disebut laitance, yaitu lapisan yang hanya tersusun oleh air dan semen. Bahaya retak rambut pada permukaan ini, yang dapat mengkontaminasi material dalam beton setelah struktur dibebani beban layan.

2.3.5 Slump test dan slump flow test

Uji slump test yang dilakukan menggunakan standard ASTM C 143. peralatan dalam uji slump adalah kerucut terpotong (cone), kedua ujungnya terbuka (tanpa penutup), di isikan campuran beton dan diletakan pada permukaan bidang datar. Kemudian cone diangkat dengan cepat. Tinggi penurunan adalah nilai slump sedangkan diameter akhir puncak pasta adalah nilai slump flow test. Uji slump banyak dilakukan karena mudah nya. Variable yang teruji pada uji ini adalah tegangan. Pasta hanya akan bergerak bila tegangan lelehnya dibawah berat pasta. Sehingga nilai uji slump berkaitan dengan kekuatan (tegangan) eton. Variasi nilai uji slump dipengaruhi oleh proposi campuran beton.

2.3.6 Manfaat workabilitas

Workabilitas adalah sifat kemudahan campuran beton untuk digunakan dalam kegiatan konstruksi. Termasuk didalamnya pengangkutan dan pencetakan. Untuk beton normal termasuk dalam hal pemadatan. Seiring dengan perkembangan sentuhan arsitektur dan pemahaman stuktur yang lebih baik., sering kita jumpai bentuk-bentuk struktur yang melengkung, dimana bentuk kelengkungannya menyebabkan sulitnya penggunaan alat vibrator. Inilah salah satu wilayah dari pendefinisian workabilitas

itu. Kemudahan pengerjaan, pencetakan. Campuran beton harus kohesif agar terhindar dari kemungkinan keropos, water gain(berkumpulnya air dibawah partikel agregat akibat bleeding) dan campuran harus terhindar dari kesukaran akibat segregasi. Untuk mengukur workabilitas ini, salah satu variable yang menentukan adalah pengujian nilai slump. Dimana nilai slump erat kaitannya dengan rasio jumlah air dan semen (nilai w/c) yang digunakan. Untuk beton normal, pengaruh nilai slump pada table berikut ini sebagai gambaran awal hubungannya terhadap workabilitas sebagai berikut :

Table 2. workabilitas dan nilai slump beton normal

Tingkat Workabilitas	Slump (mm)
Sangat rendah	0 – 25
Rendah sampai sedang	25 – 50
Sedang sampai tinggi	50 - 100
tinggi	100 - 175

Pengujian workability yang akan dilakukan menggunakan ASTM sebagai standar. Yaitu ASTM C-143-30A. Dengan apparatus silinder terpancung, dengan diameter atas 10 cm,diameter bawah 20 cm, ketinggian 30 cm.

Sebagai referensi, hajime menyarankan pula beton SCC yang baik agar memiliki slump antara 200mm hingga 250 mm. dan untuk nilai slump flow, disarankan antara 550 mm-700 mm. Namun banyak referensi yang menyebutkan merencanakan nilai slumpnya loss (ketinggian campuran yang tersisa relative kira-kira sebesar ukuran agregat maksimumnya).

2.3.7 Manfaat waktu ikat

Waktu ikat adalah waktu yang dibutuhkan melakukan proses hidrolisis, dimana hingga satu waktu tertentu, beton tersebut sudah memiliki kekuatan tertentu pula. ASTM menetapkan bahwa waktu yang dibutuhkan beton agar memiliki kuat desak 500 Psi disebut sebagai Initial Setting Time. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pasta beton memiliki kekuatan desak 4000 psi disebut sebagai Final Setting Time. Tujuan pengukuran waktu adalah mengidentifikasi waktu yang tersedia untuk beton dalam melakukan mekanisme konsolidasinya. Jika waktu ikat terlalu cepat, maka proses konsolidasi mungkin tidak maksimal. Apalagi bila beton yang kita gunakan adalah beton ready-mix. Sehingga antara tempat pencampuran beton hingga tempat dimana kegiatan konstruksi dilakukan saja sudah membutuhkan waktu. Secara mikrostruktur, waktu ikat juga erat kaitannya dengan kemungkinan timbulnya **cold Joint**, dimana kehadiran cold joint akan mengganggu proses penyebaran pasta betonitu. Cold joint akan terjadi bila setting time terlalu cepat dan proses pengecoran lama, akibat volume pengecoran yang besar (mass concrete). Seperti teruraikan sebelumnya, penggunaan vibrator dapat menambah waktu dari proses pengecoran. Yang artinya menambah pula cold joint yang terjadi. Namun waktu ikat tidak boleh terlalu lama, untuk menghindari terjadinya bleeding atau pun pemisahan zat-zat cair dari pasta beton, menghindari settlement dan menghindari penumpukan material-material yang memiliki berat jenis yang sama.

Beberapa referensi menyebutkan bahwa, waktu ikat yang dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan kenyataan dilapangan adalah 4-5 jam initial setting time. Salah satu problemanya adalah untuk mendapatkan angka ini (beton biasanya mempunyai initial setting time 2-3 jam) beton itu sendiri jangan terlalu encer karena dapat mempersulit pengangkutannya dengan kendaraan mobil. Supaya terhindar dari kemungkinan keluarnya beton daro kendaraan mixing, maka waktu ikat jangan dikaitkan dengan penambahan air, tetapi lebih kepada admixture yang sering disebut sebagai **Retarder**.

2.3.8 Faktor air semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara kadar air dan semen. Perbandingan ini sering dinyatakan dalam berat. Bila faktor air semen berdasarkan volume maka harus disebutkan dengan jelas bahwa rasio tersebut berdasarkan volume. Atau bila faktor air semen berdasarkan berat maka harus disebutkan juga dengan jelas bahwa rasio tersebut berdasarkan berat.

Perubahan nilai faktor air semen pada komposisi beton sering dikaitkan dengan penurunan rasio faktor air semen menambahkan kekuatan tekan beton. Faktor air semen yang rendah maka workability menjadi rendah pula. Hal ini mengakibatkan beton sukar dikerjakan. Pada SCC, kedua hal ini dapat diantisipasi. Penggunaan faktor air semen yang rendah dimaksudkan untuk meningkatkan kekuatan. Penggunaan admixture diperlukan untuk meningkatkan workabilitynya.

2.3.9 Efek penggunaan Superplasticizer pada Workabilitas Beton

Pada beton SCC bahan admixture superplasticizer lazim digunakan untuk mendapatkan efek plastis karena perbandingan air-semen yang rendah. Agar terjadi konsolidasi yang baik maka pada beton SCC diusahakan terjadi drop slump yang besar atau memiliki fluidity yang besar pada batas tertentu.

Penggunaan superplasticizer pada beton SCC akan mempengaruhi slump loss (loss workability). Dengan rasio air-semen yang rendah maka diperlukan dosis yang efektif untuk mencapai slump loss yang efektif juga, sehingga diperoleh workabilitas beton SCC yang baik.

2.4 Pelat Trotoar Utilitas

2.4.1 Pengertian

Trotoar utilitas (Trotoar) adalah pelat beton dengan mutu tinggi yaitu $f'c$ 30 MPa yang pada bagian atasnya berfungsi sebagai trotoar bagi pedestrian dan bagian bawahnya memiliki fungsi sebagai jalur jaringan instalasi kabel. Trotoar ini memiliki bentuk tiga macam, yaitu pelat tanpa kaki, pelat satu kaki, dan pelat dua kaki.

2.4.2 Perhitungan struktur trotuil

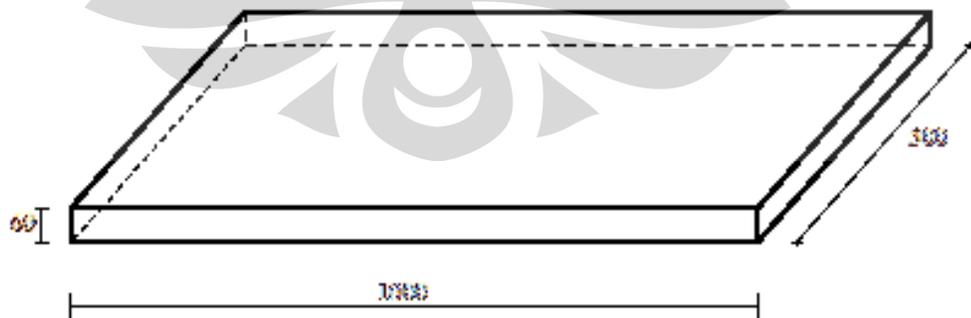
- Menentukan mutu baja (F_y) dan mutu beton (f'_c) yang akan digunakan dalam mendisain pelat trotuil
- Menghitung beban-beban yang terjadi pada pelat trotuil tersebut, yaitu *dead load* (W_{dl}), *Live Load* (W_{ll}), Dan Berat Ultimit (W_u)
- Menentukan tebal efektif pelat, yaitu $d = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset$
- Mencari momen maksimum yang terjadi akibat beban-beban yang ada
- Mencari luas tulangan yang dibutuhkan, yaitu :

$$M_n = A_s \times F_y \times \left(d - \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f'_c \times b} \right), \text{ dan didapatkan nilai } A_s \text{ yang dibutuhkan}$$

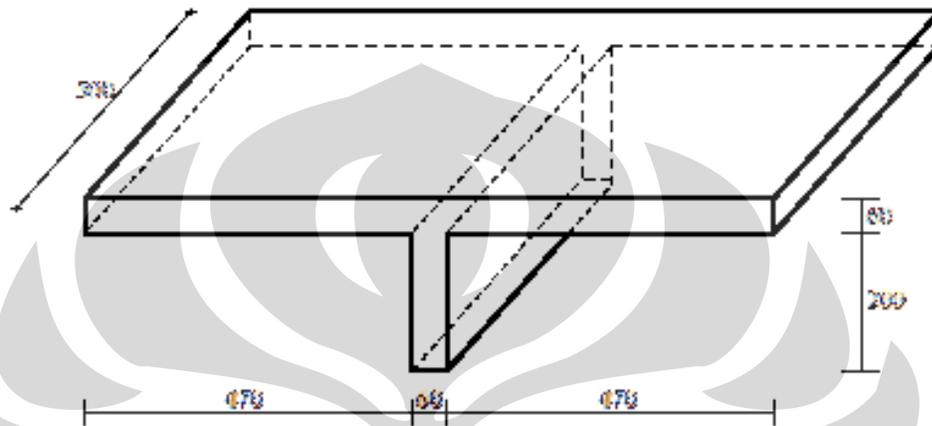
- Mengecek rasio ρ tulangan dengan persamaan, $\rho = \frac{A_s}{b \times d}$
- Membandingkan ρ dari persamaan di atas dengan nilai ρ_{\min} , dan ρ_{\max} . apabila $\rho < \rho_{\min}$, maka yang digunakan adalah ρ_{\min} maka didapatkan $A_{s_{\min}}$ dan apabila $\rho > \rho_{\max}$ maka digunakan tulangan rangkap.

2.4.3 Gambar Trotuil

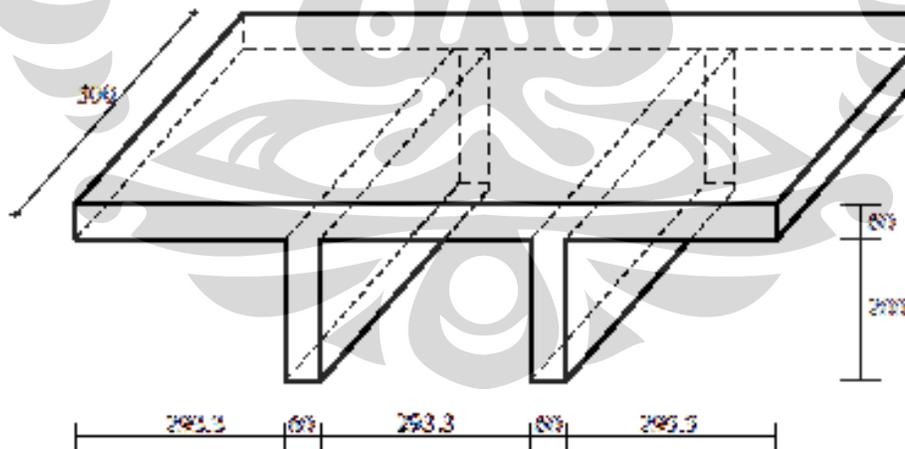
- Pelat trotuil tanpa kaki



b) Pelat trotuil dengan satu kaki



c) Pelat trotuil dengan dua kaki



2.4.4 Penentuan bentuk dan dimensi

Trotoar ini akan dibuat tiga variasi berbeda yaitu yang pertama adalah pelat tanpa kaki yaitu bertujuan untuk penutup saluran drainase atau dapat juga sebagai penutup instalasi bawah tanah. Bentuk pelat yang kedua adalah pelat satu kaki yaitu bertujuan untuk jalur instalasi bawah tanah dengan partisi berupa kaki pelat sehingga pengguna/*user* dapat memisahkan antara jalur instalasi satu dengan instalasi yang lainnya. Dan bentuk pelat yang ketiga adalah pelat dua kaki dengan dimensi tebal pelat dan tebal semua kakinya 6 cm, bertujuan sama dengan pelat yang berkaki satu, hanya bedannya pada pelat ini lebih banyak ruang pemisahan ditujukan untuk pengguna/*user* yang ingin menggunakannya untuk lebih banyak jalur instalasinya, dimana dibuat tipis karena agar ringan dan mudah dalam pemasangan di lapangan yaitu hanya dengan menggunakan tenaga manusia saja tanpa alat berat dan juga ditinjau dari segi ekonomi trotoar ini relatif ekonomis karena memiliki dimensi yang tipis. Untuk mengimbangi tipisnya pelat trotoar ini, maka digunakan mutu beton tinggi yaitu $f'c$ 30 MPa sedangkan mutu baja Fy 400 MPa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Trotoar

Teknologi yang terdapat pada *trotoar* saat ini belum dapat memfasilitasi kebutuhan akan fungsi *trotoar* yang maksimal seperti kerataan permukaan *trotoar*, fungsi penanaman utilitas yang baik, dan masalah-masalah lainnya. Tidak adanya metode pemasangan dan pengadaan *trotoar* yang terstandar merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi saat ini. Hal ini juga dapat menyebabkan ketidakseragaman material dalam pembuatan maupun pemasangan *trotoar* sebagai prasarana umum, selain itu terpenuhinya kebutuhan estetis yang tampak dari *trotoar* yang merupakan prasarana umum.

Pengembangan daerah sejalan dengan kebutuhan pengembangan utilitas seperti jaringan listrik, jaringan telepon, pipa air bersih dan pengembangan jaringan informasi. Umumnya apabila di suatu daerah mengembangkan instalasi bawah tanah. Dilakukan melalui penggalian untuk pemasangan instalasi dan kemudian diurug kembali. Sehingga apabila ingin melakukan penambahan instalasi, maka dilakukan pekerjaan galian dan urugan kembali.

Membuat trotoar dengan *High Strength Self Compactable Concrete* sebagai bahan beton precast trotoar utilitas untuk infrastruktur pejalan kaki, yang juga dapat menambah fungsi sebagai instalasi kabel maupun saluran drainase bawah tanah, sehingga kinerja dari trotoar dapat digunakan semaksimal mungkin bukan hanya untuk berjalan kaki saja.

Permasalahan yang akan dibahas melalui pengujian beton dengan campuran semen Portland, pasir, batu split, air, dan additive *adva* untuk mendapatkan dimensi trotoar dan utilitas yang optimal dilakukan melalui:

- Pembuatan variasi dimensi plat lantai trotoar utilitas
- Pengujian dilakukan dengan batasan:
 - 1) Pengujian dilakukan pada plat beton yang dicetak dengan berpatokan pada mutu beton yang diuji pada cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm, dan tinggi 30 cm pada nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 28 hari
 - 2) Jumlah pelat trotoar yang dicetak 9 buah, dengan variasi:
 - a) Pelat trotoar tanpa kaki
 - b) Pelat trotoar dengan satu kaki
 - c) Pelat trotoar dengan dua kaki

Penelitian ini menekankan pada disain dimensi *trotoar* yang akan digunakan, dengan batasan-batasan dalam ruang lingkup karakteristik material yang direncanakan untuk memenuhi kriteria sebagai berikut:

- 1 Kuat tekan beton karakteristik
- 2 Material beton
- 3 Bentuk dan dimensi rencana trotoar
- 4 Penekanan dan reduksi anggaran biaya melalui efisiensi

Bentuk *trotoar* yang diteliti adalah trotoar ini mempunyai rongga utilitas yang terdapat dibawah pelat tumpu. Rongga ini dilengkapi dinding sebagai pemisah antara jaringan instalasi yang satu dengan yang lainnya. Selain itu, dinding juga dapat berfungsi untuk menumpu pelat tumpu, sehingga dimungkinkan pengurangan tulangan pada pelat tumpu, sehingga dapat mengurangi massa beton dan dapat mereduksi biaya produksi. Lantai trotoar dapat dengan mudah dibuka maupun ditutup, karena hanya diletakan diatas dinding penumpu. Ilustrasi lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1:

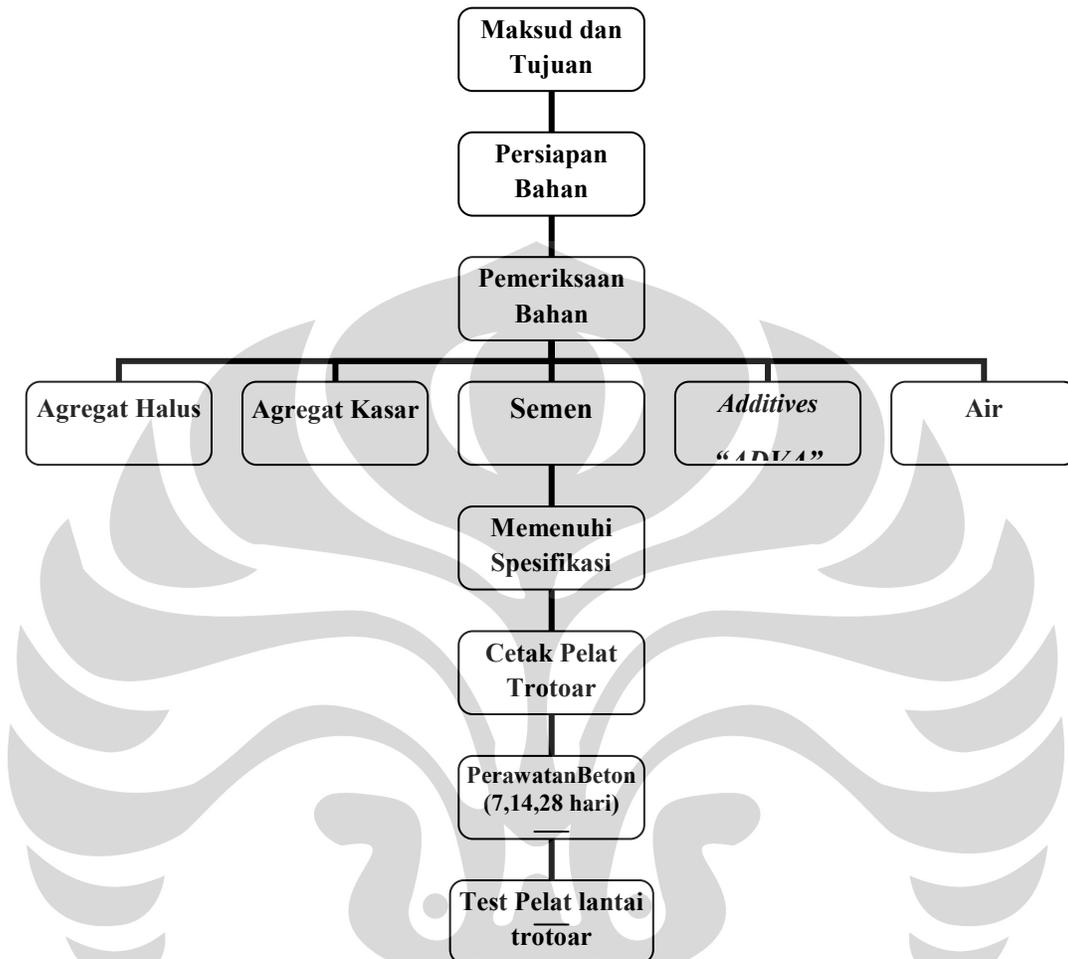
Metode penelitian terbagi dalam tahap perencanaan disain dimensi dan tahap pengujian dimensi.

Tahap perencanaan disain dimensi dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Metode Penelitian Lantai Trotoar dan Kotak utilitas

Sedangkan metode pengambilan data dilakukan melalui pembuatan benda uji di Laboratorium Bahan Departemen Teknik Sipil FTUI seperti dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Metode Pengujian lantai trotoar

Dalam penelitian ini akan dipelajari karakteristik agregat kasar buatan. Untuk mengetahui karakteristik dari agregat kasar buatan tersebut maka dilakukan pemeriksaan terhadap mutu dan syarat dari agregat kasar buatan, dengan berdasarkan pada standard yang telah ditetapkan. Setelah mengetahui karakteristik agregat kasar buatan tersebut maka dilanjutkan dengan membuat rancang campur beton guna mengetahui pengaruh agregat kasar buatan tersebut terhadap sifat-sifat mekanis beton ringan yang

dihasilkan, metode rancang campur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, standar nasional Indonesia (SNI 03-3449-2002).

Untuk membuat rancang campur metode SNI 03-3449-2002 ini diperlukan data dari hasil pengujian benda uji silinder. Benda uji silinder yang berasal beton ini akan digunakan untuk mengetahui kuat hancur agregat (f'_{cA}), dengan melakukan uji tekan terhadap sampel silinder tsb, kemudian data kuat hancur agregat ini akan diperoleh dengan membuat regresi linear dari data benda uji silinder hasil pengujian lab.

3.2 Pegujian Agregat

3.2.1 Agregat Kasar

3.2.1.1 Berat jenis dan penyerapan air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air ini sesuai dengan SK SNI M-09-1989 F. Sedangkan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat kasar.

- Alat :
 1. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm / 2,36 mm dengan kapasitas 5 kg
 2. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk sesuai dengan pengujian
 3. Timbangan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang
 4. Oven
 5. Alat pemisah contoh
 6. Saringan 4 mm
- Bahan :

Agregat kasar 5 kg.
- Prosedur
 1. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.

2. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering), untuk butir yang kasar pengeringan harus dengan satu persatu.
3. Timbang benda uji dalam keadaan jenuh (BJ).
4. Letakkan benda uji di dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (BA).
5. Masukkan benda uji ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
6. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu sampai tiga jam, kemudian timbang (BK)

- Perhitungan

$$1. \text{ Berat Jenis} = \frac{\text{BK}}{\text{BJ} - \text{BK}}$$

$$2. \text{ Berat Jenis SSD} = \frac{\text{BJ}}{\text{BJ} - \text{BA}}$$

$$3. \text{ Berat Jenis Semu} = \frac{\text{BK}}{\text{BK} - \text{BA}}$$

$$4. \text{ Penyerapan Air} = \frac{\text{BJ} - \text{BK}}{\text{BK}} \times 100 \%$$

3.2.1.2. Berat isi Agregat

Pengujian berat isi dengan SNI 03-4804-1998. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi lepas dan berat isi padat agregat kasar.

- Alat :
 - 1) Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
 - 2) Talam dengan kapasitas besar (pan)
 - 3) Tongkat pemadat diameter 15 mm panjang \pm 60 cm
 - 4) Mistar perata
 - 5) Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder
- Bahan :

Benda uji adalah agregat yang telah dioven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- Prosedur
 - a. Berat Isi Lepas
 - 1) Timbang silinder dan catatlah beratnya (W1)
 - 2) Masukkan benda uji dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau skop sampai penuh.
 - 3) Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - 4) Timbang dan catatlah berat wadah serta isinya (W2)
 - 5) Hitung berat benda ($W3 = W2 - W1$)
 - b. Berat Isi Padat
 - 1) Timbang silinder dan catatlah beratnya (W1)
 - 2) Isi silinder atau wadah dengan benda uji dalam tiga lapisan yang sama tebal. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukkan secara merata. Pada tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
 - 3) Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
 - 4) Timbang dan catatlah berat wadah serta benda uji (W2)
 - 5) Hitung berat benda ($W3 = W2 - W1$)
- Perhitungan

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W3}{V} \text{ kg / liter}$$

V = Isi wadah atau silinder

Dapat dicari dengan menimbang air yang mengisi silinder tersebut sampai penuh.

3.2.1.3. Analisa ayak

Pengujian analisa ayak sesuai dengan SNI 03-1968-1990. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan pembegian butir atau gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

- Alat :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
- 2) Satu set saringan
- 3) Oven untuk memanasi bahan
- 4) Alat pemisah contoh
- 5) Mesin getar saringan
- 6) Talam
- 7) Kuas, sikat halus, sikat kuningan
- 8) Sendok dan alat-alat lainnya

- Prosedur

- 1) Benda uji dikeringkan didalam oven sampai berat tetap.
- 2) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar di tempatkan paling atas. Saringan diguncangkan dengan mesin.
- 3) Timbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing ayakan.

- Perhitungan

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan dengan berat total benda uji.

3.2.1.4.Kadar air

Pengujian kadar air sesuai dengan SNI 03-1971-1990. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

- Alat :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
- 2) Oven
- 3) Talam dari logam tahan karat

- Bahan :

Bahan yang digunakan adalah benda uji berupa koreksi yang diambil dari lapangan.

- Prosedur

1. Ambil agregat kasar yang akan diuji dari lapangan dan taruh pada wadah.
2. Timbang dan catat berat agregat kasar beserta wadah (W1).
3. Masukkan agregat kasar dan pan kedalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C sampai didapat yang tetap.
4. Setelah kering, timbang dan catat agregat kasar yang diuji beserta wadah (W2).

- Perhitungan

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \%$$

3.2.1.5.Kekerasan Agregat Kasar

Pengujian kekerasan agregat kasar sesuai dengan SII 0087-75. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kekerasan dari agregat kasar, apakah agregat tersebut cocok untuk digunakan untuk beton.

- Alat :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Oven pengering
- 3) Ayakan standar 14 mm, 10 mm, 2,38 mm
- 4) Bejana tekan lengkap
- 5) Mesin tekan

- Bahan :

Agregat yang akan diuji dalam keadaan jenuh kering permukaan atau dalam keadaan kering yaitu dengan mengeringkan terlebih dahulu dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.

- Prosedur

- 1) Saring agregat kasar dengan susunan ayakan 14 mm dan 10 mm.
- 2) Timbang berat bejana beserta alasnya (W_1) gram.
- 3) Masukkan agregat dengan fraksi 10 – 14 mm ke dalam bejana setinggi 10 cm dalam tiga lapisan yang masing-masing lapisan dipadatkan 25 kali dengan batang baja. Tinggi jatuh dari batang baja tersebut adalah 50 mm diatas permukaan agregat.
- 4) Ratakan permukaan agregat.
- 5) Timbang bejana dengan agregat (W_2) gram
- 6) Hitung berat benda uji ($A = W_2 - W_1$)
- 7) Letakkan stempel penekan diatas benda uji.
- 8) Tekan stempel dengan beban 400 kN yang dicapai dalam waktu 10 menit.
- 9) Hentikan penekanan dan keluarkan benda uji dari dalam bejana.

- 10) Saring benda uji yang telah ditekan dengan saringan 2,36 mm.
- 11) Timbang berat benda uji yang tertahan diatas ayakan 2,36 mm (B gram).
- 12) Hitung prosentase benda uji yang tembus lubang ayakan 2,36 mm sampai satu desimal.

- Perhitungan

$$\text{Keausan} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat benda uji

B = Berat benda uji yang tertahan

3.2.1.6. Kadar Lumpur Lolos Saringan No. 200

Pengujian kadar Lumpur sesuai dengan SNI 03-4142-1996. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan No. 200 dengan cara pencucian.

- Alat :

- 1) Saringan No 16 dan No 200
- 2) Tempat pencucian kapasitas besar
- 3) Oven pemanas
- 4) Timbangan
- 5) Talam untuk mengeringkan contoh/pan

- Bahan :

Benda uji berupa agregat kasar seberat 100 gram dari lapangan yang telah dioven atau dikeringkan.

- Prosedur

- 1) Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan seberat 100 gram (W1).

- 2) Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- 3) Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No. 16 dan No. 200 (0.18 dan 0.075 mm). Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat kasar tidak ikut tertuang.
- 4) Masukkan air pencucian baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
- 5) Selain cara diatas, perhitungan kadar Lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200 (0.18 dan 0.075 mm). Kemudian ini benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
- 6) Semua bahan yang tertahan diatas saringan no. 16 dan no. 200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 7) Setelah kering timbang dan catatlah beratkan (W2)

- Perhitungan

$$\text{Jumlah bahan yang lolos saringan No. 200} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

3.2.2 Agregat Halus

3.2.2.1. Berat jenis dan penyerapan air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air ini sesuai dengan SNI 03–1970–1990. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis dan prosentase air yang dapat diserap oleh agregat halus.

- Alat :

- 1) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm dengan kapasitas 5 kg.

- 2) Wadah air dengan kapasitas dan bentuk sesuai bentuk pengujian.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram kapasitas 5 kg yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- 4) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- 5) Alat pemisah contoh.
- 6) Saringan 4 mm.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah agregat yang tertahan saringan 4 mm yang diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kurang lebih 5 kg.

- Bahan :

Benda uji adalah agregat yang lewat ayakan 4 mm.

- Prosedur

- 1) Keringkan benda uji di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
- 2) Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat didalam talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji atau jika keadaan diluar tidak memungkinkan, maka pengeringan dapat dilakukan dengan memanaskannya di atas kompor (“digoreng”). Lakukan peneringan sampai tercapai jenuh permukaan kering (jpk/ssd).
- 3) Periksa keadaan ssd dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung dalam tiga bagian, padatkan sebanyak 8x, 8x dan 9x. lalu angkat kerucut terpancung. Keadaan ssd tercapai bila tinggi benda uji tetap, tetapi lereng masih dalam keadaan tercetak.
- 4) Setelah tercapai keadaan ssd, ambil benda uji sebanyak ± 500 gr (B ssd) masukkan ke dalam picknometer. masukkan air suling sebanyak 90 % dari

isi picknometer (dari tanda batas), putar sambil diguncang-guncang agar gelembung udara yang tersekat didalamnya dapat keluar.

- 5) Rendam picknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25⁰ C.
- 6) Tambahkan air sampai batas tertentu.
- 7) Timbang picknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0.1 gr (BT).
- 8) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5)⁰C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
- 9) Setelah benda uji dingin lalu timbang (BK).
- 10) Tentukan berat picknometer berisi air penuh (B) dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25⁰C.

- Perhitungan

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{BK}}{\text{B} + \text{Bssd} - \text{BT}}$$

$$\text{Berat ssd} = \frac{\text{Bssd}}{\text{B} + \text{Bssd} - \text{BT}}$$

$$\text{BJ semu} = \frac{\text{BK}}{\text{B} + \text{BK} - \text{BT}}$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{\text{Bssd} - \text{BK}}{\text{BK}} \times 100 \%$$

3.2.2.2. Berat isi Agregat

Pengujian berat isi agregat ini sesuai dengan SNI 03-4804-1998. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat isi lepas dan berat isi padat pada agregat halus.

- Alat :

- 1) Timbangan
- 2) Talam dengan kapasitas besar (pan)
- 3) Tongkat pemadat
- 4) Mistar perata
- 5) Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder

- Bahan :

Benda uji adalah agregat yang telah dioven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.

- Prosedur

- a. Berat Isi Lepas

- 1) Timbang silinder dan catatlah beratnya (W_1)
- 2) Masukkan benda uji dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butir, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau skop sampai penuh.
- 3) Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- 4) Timbang dan catatlah berat wadah serta isinya (W_2)
- 5) Hitung berat benda ($W_3 = W_2 - W_1$)

- b. Berat Isi Padat

- 1) Timbang silinder dan catatlah beratnya (W_1)
- 2) Isi silinder atau wadah dengan benda uji dalam tiga lapisan yang sama tebal. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukkan secara merata. Pada tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.

- 3) Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
- 4) Timbang dan catatlah berat wadah serta benda uji (W2)
- 5) Hitung berat benda ($W3 = W2 - W1$)

- Perhitungan

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W3}{V} \text{ kg / liter}$$

V = Isi wadah atau silinder

Dapat dicari dengan menimbang air yang mengisi silinder tersebut sampai penuh.

Berat air = isi wadah

3.2.2.3. Analisa ayak

Pengujian analisa ayak ini sesuai dengan SNI 03-1968-1990. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat dengan menggunakan saringan.

- Alat :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
- 2) Satu set saringan
- 3) Oven untuk memanasi bahan
- 4) Alat pemisah contoh
- 5) Mesin getar saringan
- 6) Talam
- 7) Kuas, sikat halus, sikat kuningan
- 8) Sendok dan alat-alat lainnya

- Prosedur

- 1) Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

2) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar di tempatkan paling atas. Saringan diguncangkan dengan tangan atau mesin pengguncang selama 10-15 menit.

3) Timbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing ayakan.

- Perhitungan

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan dengan berat total benda uji.

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ tertahan komulatif diatas ayakan } 0.15 \text{ mm}}{100}$$

3.2.2.4 Kadar air

Pengujian kadar air ini sesuai ini sesuai dengan SNI 03-1971-1990.

Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar air yang terdapat dalam agregat dengan cara pengeringan.

- Alat :

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
2. Oven
3. Talam dari logam tahan karat

- Bahan :

Benda uji berupa pasir

- Prosedur

- 1) Ambil agregat kasar yang akan diuji dari lapangan dan taruh pada wadah.
- 2) Timbang dan catat berat agregat kasar beserta wadah (W1).
- 3) Masukkan agregat kasar dan pan kedalam oven dengan suhu (110 +/- 5)° C sampai didapat berat yang tetap.
- 4) Setelah kering, timbang dan catat berat agregat kasar yang diuji beserta wadah (W2).

- Perhitungan

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100 \%$$

- Perhitungan

Benda uji dinyatakan mengandung zat organik jika setelah 24 jam warnanya lebih tua dari warna standard (coklat tua).

3.2.2.5 Kadar Lumpur Lolos Saringan No. 200

Pangujian kadar lumpur ini sesuai dengan SNI 03-4142-1996. Sedangkan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200 mesh dengan cara pencucian.

- Alat :

- 1) Saringan No 16 dan No 200
- 2) Tempat pencucian kapasitas besar
- 3) Oven pemanas
- 4) Timbangan
- 5) Talam untuk mengeringkan contoh/pan

- Bahan :

Benda uji berupa agregat yang telah dioven atau dikeringkan.

- Prosedur

- 1) Ambil benda uji /agregat halus dari lapangan seberat 100 gram (W1).
- 2) Masukkan benda uji ke dalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- 3) Guncang-guncangkan wadah (diaduk-aduk) dan tuangkan air cucian ke dalam susunan saringan no. 16 dan no. 200 (0,18 dan 0,075 mm). Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan kasar tidak ikut tertuang.

- 4) Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
- 5) Selain cara diatas perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no. 16 dan no. 200 (1,18 dan 0,075 mm). Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
- 6) Semua bahan yang tertahan diatas saringan no. 16 dan no. 200 kembalikan ke dalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu (100 +/- 5)° C.
- 7) Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W2).

- Perhitungan

$$\text{Jumlah bahan yang lolos saringan No. 200} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

3.3 Mix Design

Prosedur dalam membuat mix design atau rancangan campuran beton :

- 1) Tentukan besarnya kuat tekan karakteristik beton yang di inginkan pada umur x hari, biasanya pada umur 28 harin dan berapa persen kuat tekan beton yang dibuat tidak memenuhi syarat kuat tekan karakteristik yang ditentukan dan beberapa nilai konstanta (k), dimana harga k merupakan penurunan dari distribusi normal gauss.
- 2) Rencanakan deviasi standar dengan mencari keterangan mengenai besarnya deviasi standar untuk rancangan beton itu dari data terdahulu, pengalaman atau taksiran.
- 3) Tentukan nilai margin dengan mengalikan deviasi standar dengan nilai konstanta (k = 1.64)
- 4) Hitung kuat tekan rata-rata yang diinginkan dengan menjumlahkan kuat tekan karakteristik dengan nilai margin.
- 5) Tentukan jenis / type semen yang digunakan.

- 6) Tentukan pula agregat kasar agregat halus yang digunakan.
- 7) Tentukan faktor air semen
- 8) Tentukan besarnya slump beton segar. Dengan mengetahui besar butir maksimum agregat kasar dan nilai slump, akan didapat besarnya kadar air bebas.
- 9) Tentukan jumlah semen dengan cara membagi kadar air bebas dengan fas.
- 10) Untuk mendapatkan persen agregat halus, dibutuhkan data susunan butir agregat halus masuk zona berapa dan besar butir agregat maksimum. Dengan menggunakan grafik 10-12, jumlah persen agregat halus dapat diketahui.
- 11) Tentukan berat jenis agregat kering muka, yaitu dengan menjumlahkan persen agregat kasar dengan persen agregat halus yang masing-masing sudah dikalikan dengan berat jenisnya.
- 12) Tentukan berat jenis relatif beton
- 13) Tentukan kadar agregat gabungan (kasar dan halus) dengan mengurangi berat jenis relatif beton dengan jumlah semen dan jumlah kadar air bebas.
- 14) Tentukan kadar agregat halus dengan mengalikan persen agregat halus dengan kadar agregat gabungan.
- 15) Tentukan pula kadar agregat kasar dengan mengurangi kadar agregat gabungan dengan kadar agregat halus.
- 16) Dari data-data yang telah dihitung akan didapat kebutuhan bahan untuk membuat beton dalam tiap m^3 beton.
- 17) Apabila agregat halus dan kasar mempunyai perbedaan antara penyerapan dan kadar air, maka kebutuhan agregat kasar dan halus serta air perlu dikoreksi.

3.4 Pegujian Beton Segar

3.4.1 Slump Test

Pada pengujian ini parameter yang digunakan untuk membuat campuran (mix Design) yaitu menggunakan standar ACI 211.1-91. Dimana prosedur perancangan campurannya, sebagai berikut :

1. Menentukan slump dan kebutuhan kekuatan beton.
2. Memilih ukuran maksimum dari agregat.
3. Estimasi air campuran dapat diperoleh dari tabel 3.5.1 dengan ketentuan *non air-entrained concrete*.

Slump, mm	Water, kg/m ³ Of Concrete For Indicated Nominal Maximum Sizes Of Aggregate							
	9.5 mm* (0.375 in.)	12.5 mm* (0.5 in.)	19 mm* (0.75 in.)	25 mm* (1 in.)	37.5 mm* (1.5 in.)	50 mm† (2 in.)	75 mm†† (3 in.)	100 mm†† (4 in.)
Non-Air-Entrained Concrete								
25 - 50 (1 - 2)	207 (350)	199 (335)	190 (315)	179 (300)	166 (275)	154 (260)	130 (220)	113 (190)
75 - 100 (3 - 4)	228 (385)	216 (365)	205 (340)	193 (325)	181 (300)	169 (285)	145 (245)	124 (210)
150 - 175 (6 - 7)	243 (410)	228 (385)	216 (360)	202 (340)	190 (315)	178 (300)	160 (270)	-
Approximate Amount Of Entrapped Air In Non-Air-Entrained Concrete (percent)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-Entrained Concrete								
25 - 50 (1 - 2)	181 (305)	175 (295)	168 (280)	160 (270)	148 (250)	142 (240)	122 (205)	107 (180)
75 - 100 (3 - 4)	202 (340)	193 (325)	184 (305)	175 (295)	165 (275)	157 (265)	133 (225)	119 (200)

150 - 175 (6 - 7)	216 (365)	205 (345)	197 (325)	184 (310)	174 (290)	166 (280)	154 (260)	-
Recommended Average§ Total Air Content, Percent For Level Of Exposure								
Mild Exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***††	1.0***††
Moderate Exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***††	3.0***††
Extreme Exposure ††	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***††	4.0***††

Tabel 3.5.1 Jumlah Air yang dibutuhkan dalam Mix Design dengan Metode ACI 211.1-91

4. Rasio air semen (w/c) diperoleh dari tabel 3.5.2 dengan ketentuan awal tanpa/ *non air entrained concrete*.

Compressive Strength at 28-Days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-Air-Entrained Concrete	Air-Entrained Concrete
40	0.42	-
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Tabel 3.5.2 Hubungan antara Kuat Tekan dengan Water Cement Ratio (w/c) dengan Metode ACI 211.1-91

5. Menghitung kadar material semen.

Berat material semen yang dibutuhkan, diperoleh dengan membagi jumlah air campuran dengan rasio w/c .

6. Menentukan jumlah agregat kasar.

Volume agregat kasar diperoleh dari tabel 3.5.3 dengan diketahui ukuran agregat dan modulus kehalusan agregat halus. Dari nilai volume agregat kasar yang didapat maka untuk menentukan jumlah agregat kasar dengan mengalikan volume agregat kasar dengan berat agregat kasar yang diperoleh dari pengujian berat isi agregat.

Nominal Maximum Aggregate Size	Volume Of Dry-rodded Coarse Aggregate* per unit volume of concret for different fineness moduli† of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 mm (0.375 inches)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 mm (0.5 inches)	0.59	0.57	0.55	0.53
19 mm (0.75 inches)	0.66	0.64	0.62	0.60
25 mm (1 inches)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 mm (1.5 inches)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 mm (2 inches)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 mm (3 inches)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 mm (4 inches)	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabel 3.5.3 Volume Agregat Kasar per unit dari volume beton dengan Metode ACI
211.1-91

7. Menentukan jumlah agregat halus.

Jumlahkan semua kebutuhan material yang telah diperoleh (air, semen, agregat kasar), kemudian tentukan berat beton segar dari tabel 3.5.4.

Jumlah agregat halus yang dibutuhkan, diperoleh dari pengurangan hasil berat beton segar dikurang jumlah semua kebutuhan yang telah diperoleh.

Nominal Maximum Size Of Aggregate	First estimate of concrete unit mass, kg/m ³ *	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
9.5 mm (0.375 inches)	2280	2200
12.5 mm (0.5 inches)	2310	2230
19 mm (0.75 inches)	2345	2275
25 mm (1 inches)	2380	2290
37.5 mm (1.5 inches)	2410	2350
50 mm (2 inches)	2445	2345
75 mm (3 inches)	2490	2405
150 mm (4 inches)	2530	2435

Tabel 3.5.4 Massa beton segar dengan Metode ACI 211.1-91

8. Menentukan jumlah Fly Ash

Jumlah fly ash yang dibutuhkan, diperoleh dengan mengalikan persentase kebutuhan fly ash yang akan digunakan dengan jumlah material semen. Untuk rasio air semen (w/c) yang telah diperoleh menjadi rasio air cementitious ($w/(c+p)$), maka jumlah semen yang dibutuhkan menjadi jumlah semen awal dikurang jumlah fly ash.

9. Trial pendahuluan

Untuk setiap percobaan pencampuran yang telah dilakukan pada langkah-langkah sebelumnya, trial pendahuluan harus dilakukan untuk mendapatkan nilai workability dari campuran yang dibuat. Berat dari pasir, agregat kasar, dan air harus disesuaikan dengan kondisi kelembaban dari agregat yang akan digunakan.

10. Merancang proporsi campuran percobaan.

a. Inisial Slump

Jika inisial slump dari percobaan campuran yang dilakukan tidak dalam range yang diinginkan, air campuran harus diatur. Berat dari material semen di dalam campuran harus diatur untuk mempertahankan $w/c + p$ yang diinginkan. S/A harus diatur untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dari beton.

b. Nilai dosis HRWR

Jika HRWR digunakan, nilai dosis yang berbeda harus dicoba untuk mendapatkan efek dari kekuatan dan workability dari campuran beton. Nilai dosis yang lebih tinggi dari yang direkomendasikan oleh perusahaan admixture dapat ditoleransikan tanpa segregasi.

c. Kadar agregat kasar.

Jika campuran percobaan beton telah diatur untuk mendapatkan slump yang diinginkan, dan agregat kasar dapat juga ditentukan jika campuran terlalu keras untuk penempatan dilapangan atau persyaratan finishing. Dan jika dibutuhkan kadar agregat kasar dapat diturunkan dan kadar pasir diatur untuk memastikan hasil yang tepat. Tetapi hal tersebut dapat menambah kebutuhan air dari campuran dan meningkatkan kebutuhan kandungan material semen untuk menjaga $w/c + p$ yang ditetapkan. Lebih lanjut penurunan kandungan agregat kasar

• mungkin menghasilkan modulus elastisitas dari kekerasan beton yang lebih kecil.

d. Memilih proporsi campuran yang optimum.

3.5.1. Perhitungan Campuran

Dengan menggunakan metode standar ACI 211.1-91. Dapat dilihat contoh perhitungan Mix designnya sebagai berikut :

- Kuat Tekan Rencana = 300 Kg/cm²
- Nilai Slump Flow Rencana = 60 mm
- Maksimum Agregat Kasar = 20 mm
- Berat isi Agregat Kasar = 1422,78 Kg/m³
- Sg (Berat Jenis) Semen = 3,15
- Sg (Berat Jenis) Agregat Halus = 2,48
- Sg (Berat Jenis) Agregat Kasar = 2,50
- Fineness Modulus Agregat = 2,69

Maka perhitungan perencanaan campuran yang akan digunakan yaitu :

1. Estimasi air campuran yang akan digunakan diperoleh dari tabel 3.5 dengan data nilai slump yang direncanakan dan agregat maksimum yang digunakan, maka didapat jumlah air campuran yang digunakan yaitu 188,17 kg/m³.
2. Rasio air semen diperoleh dari tabel 3.6 dengan kuat tekan rencana 300 kg/cm², maka nilai w/c (Faktor Air Semen) yaitu 0,54.
3. Perhitungan jumlah semen yang digunakan = $\frac{188,17}{0,54} = 348,46 \text{ kg/m}^3$.

4. Untuk mengetahui jumlah agregat kasar memerlukan tabel 3.7 untuk mendapatkan volume agregat kasar dengan data agregat maksimum yang digunakan dan modulus kehalusan agregat. Nilai volume agregat kasar yaitu 0,639 jadi jumlah agregat kasar yang dibutuhkan = $0,639 \times 1422,78 = 909,156 \text{ kg/m}^3$.
5. Kebutuhan berat beton segar diperoleh dari tabel 3.8 dengan data ukuran maksimum agregat sehingga diperoleh berat beton segar yaitu $2355,833 \text{ kg/m}^3$.
6. Maka jumlah agregat halus = $2355,833 - (188,17 + 348,46 + 909,156) \text{ kg/m}^3 = 910,047 \text{ kg/m}^3$.
7. Jumlah fly ash yang dibutuhkan sebesar 15% dari berat semen = $348,46 \times 0,15 = 52,269 \text{ kg/m}^3$. Maka jumlah semen yang dibutuhkan = $348,46 - 52,269 = 296,191 \text{ kg/m}^3$.
8. Untuk persentase bahan tambah (*ADVA superplasticizers*) yang digunakan yaitu 1% dari berat cementitious = $348,46 \text{ ml/m}^3$

Massa per m^3 material yang dibutuhkan untuk beton :

- Air = $188,17 \text{ Kg/m}^3$
- Semen = $348,46 \text{ Kg/m}^3$
- Agregate Kasar = $909,156 \text{ Kg/m}^3$
- Agregate Halus = $910,047 \text{ Kg/m}^3$

Jumlah Kebutuhan 1 m ³ Material		Jumlah Kebutuhan 37,11 Liter Material	
Air	188,17 Kg/m ³	Air	6,98 Kg/m ³
Semen	348,46 Kg/m ³	Semen	12,93 Kg/m ³
Aggregate Kasar	909,156 Kg/m ³	Aggregate Kasar	33,74 Kg/m ³
Aggregate Halus	910,047 Kg/m ³	Aggregate Halus	33,77 Kg/m ³
Kebutuhan Persentase Adva 181 per 1 m ³		Kebutuhan Persentase Adva 181 per 1 m ³	
ADVA 181 (1 %)	348,46 ml	ADVA 181 (1 %)	129,30 ml

Tabel 3.5.5 Jumlah Kebutuhan Material Per 1 m³ dan 37,11 Liter untuk Pengecoran.

3.5.2. Komposisi Campuran SCC

Sesuai tujuan penelitian untuk mendapatkan kadar komposisi campuran dengan penggunaan Adva 181 yang optimum adalah 1% dengan design strength yaitu 400 Kg/cm² tercapai pada mix design A-1.0.

No	Kode Mixing	Slump	Slump Flow
		Average (cm)	
1	A - 0.0	3,45	
2	A - 1.0	-	70,5
3	A - 1.2	-	72
4	A - 1.4	-	76



Gambar 3.5.2 Grafik Kuat Tekan Gabungan

Dari gambar diatas yang merupakan grafik hubungan antara kuat tekan dengan umur beton untuk berbagai kadar admixture, dapat dilihat trend kenaikan kuat tekan beton dari umur 1 hari hingga 28 hari, dan untuk kadar Adva 1% memiliki nilai kuat tekan yang paling optimum.¹

¹ Hasil Pengujian Proporsi Campuran Self Compacting Concrete. Nourma Yunita.

BAB IV

PERHITUNGAN DIMENSI PELAT TROTUIL

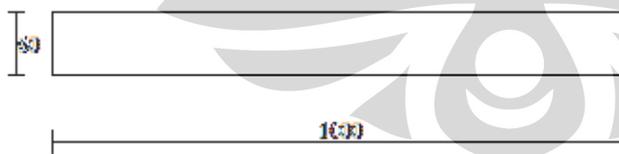
4.1 Penjelasan Bentuk

Pelat yang dibuat adalah pelat yang memiliki tiga macam bentuk, berfungsi sama hanya saja penambahan kaki digunakan selain untuk tumpuan juga sebagai pembatas atau partisi saluran instalasi di bawahnya. Sesuai dengan perencanaan, instalasi di bawah trotuil ini akan di gunakan oleh beberapa pengguna.

Sebagai tiga alternatif bentuk yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna, pelat ini memiliki juga tiga tipe perhitungan. Berikut ini akan dijelaskan perhitungan pelat trotuil.

4.2 Perhitungan Struktur

4.2.1 Pelat Tipe I (Pelat Tanpa Kaki)



- Direncanakan :
Pelat datar tanpa kaki

$$F_y = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

Pembebanan :



- 1) Tentukan tebal pelat

Tebal pelat rencana 6 cm = 60 mm

- 2) Hitung beban-beban yang terjadi

$Wdl = b \times B_j$ beton bertulang

$$= 0,5 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3$$

$$= 12 \text{ kN/m}^2 = 12 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$Wll = 500 \text{ kg/m}^2 = 5 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$Wu = (1,2 \times Wdl) + (1,6 \times Wll)$$

$$= (1,2 \times 12 \times 10^{-3}) + (1,6 \times 5 \times 10^{-3})$$

$$= 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$qu = 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2 \times 500 \text{ mm}$$

$$= 11,4 \text{ N/mm}$$

- 3) Tebal efektif :

$$d = 60 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 6 \text{ mm}\right)$$

$$= 47 \text{ mm}$$

- 4) Tentukan momen yang menentukan

Untuk pelat di tumpu bebas

$$Mu = 1/8 * qu * L^2$$

$$= 1/8 * 11,4 * 1000^2$$

$$= 1,4 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Momen jepit tak terduga

$$\begin{aligned} Mu &= 1/24 * qu * L^2 \\ &= 1/24 * 11,4 * 1000^2 \\ &= 466666,67 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

5) Momen lapangan

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{1,4 \times 10^6}{500 * 47^2} = 1,27 \text{ N/mm}^2 = 1270 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \rho * 0,8 * Fy \left(1 - 0,588 \rho * \frac{Fy}{fc} \right)$$

$$1,27 = \rho * 0,8 * 240 \left(1 - 0,588 \rho * \frac{240}{30} \right)$$

$$1,27 = 192 \rho * 903,168 \rho^2$$

$$\rho = 0,0068$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$As_l = \rho * b * d$$

$$= 0,0068 * 500 * 47$$

$$= 159,8 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan Tulangan :

$$N\emptyset_6 = \frac{159,8}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 5,65 \approx 6 \text{ buah } \emptyset_6 : As = 169,56 \text{ mm}^2$$

Momen jepit tak terduga

$$\frac{M_u}{bd^2} = \frac{466666,67}{500 * 47^2} = 0,4225 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M_u}{bd^2} = \rho * 0,8 * F_y \left(1 - 0,588 \rho * \frac{F_y}{f_c} \right)$$

$$0,4225 = 192 \rho * 903,168 \rho^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$$\rho_{\min} > \rho$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d$$

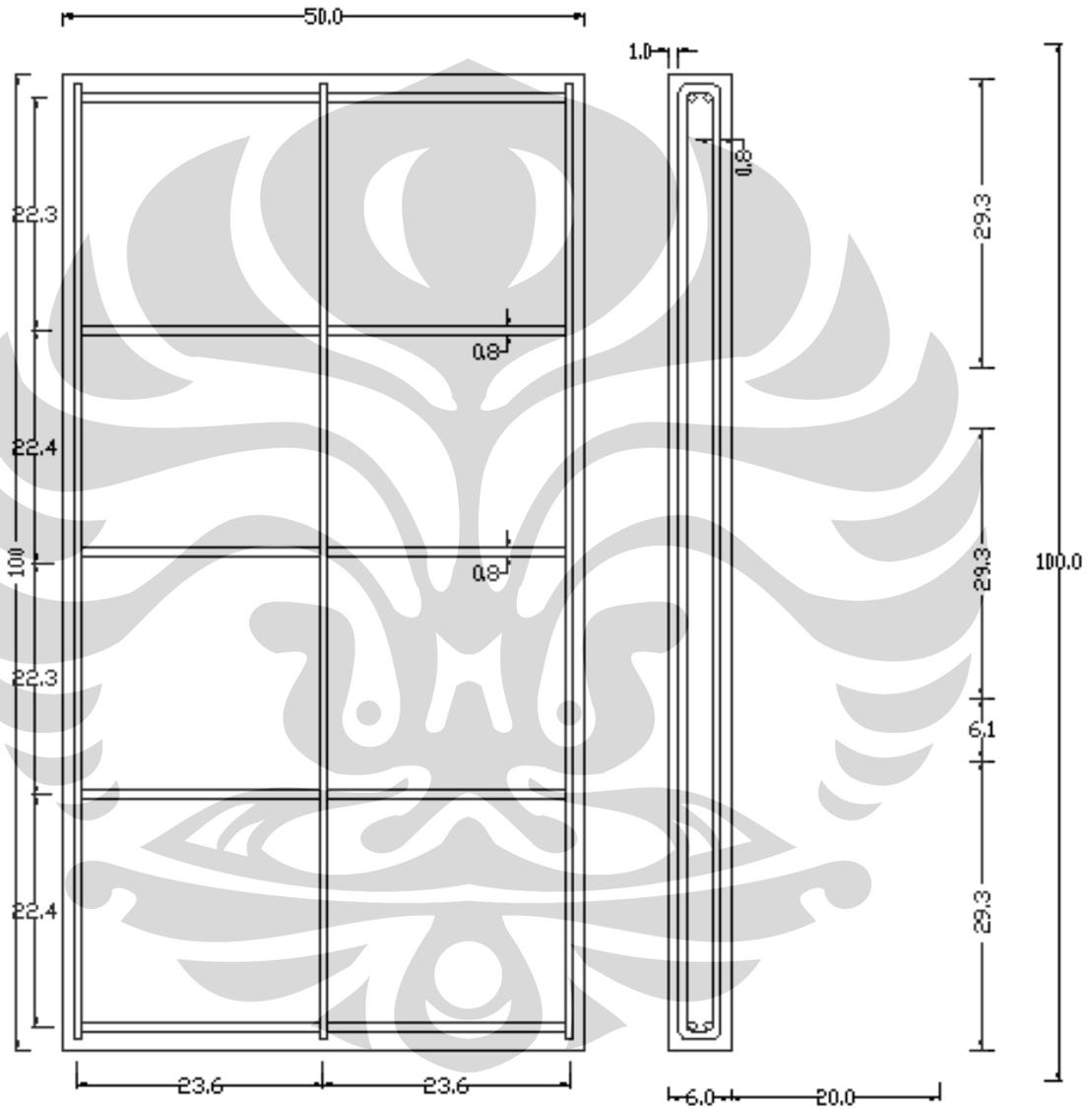
$$= 0,0058 * 500 * 47$$

$$= 136,3 \text{ mm}^2$$

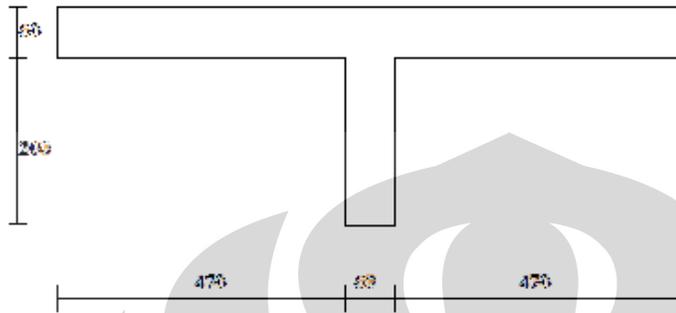
Kebutuhan Tulangan :

$$N_{\emptyset_6} = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \approx 5 \text{ buah } \emptyset_6 : A_s = 141,3 \text{ mm}^2$$

Gambar Penulangan Pelat Trotoar Utilitas Satu Kaki



4.2.2 Pelat Tipe Dua (Pelat Kaki Satu)



• Direncanakan :
Pelat datar dengan satu kaki

$$F_y = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

• Pembebanan :



1) Tentukan tebal pelat

$$\text{Tebal pelat rencana } 6 \text{ cm} = 60 \text{ mm}$$

2) Hitung beban-beban yang terjadi

$$W_{dl} = b \times B_j \text{ beton bertulang}$$

$$= 0,5 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3$$

$$= 12 \text{ kN/m}^2 = 12 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$W_{ll} = 500 \text{ kg/m}^2 = 5 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$W_u = (1,2 \times W_{dl}) + (1,6 \times W_{ll})$$

$$= (1,2 \times 12 \times 10^{-3}) + (1,6 \times 5 \times 10^{-3})$$

$$= 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$q_u = 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2 \times 500 \text{ mm}$$

$$= 11,2 \text{ N/mm}$$

3) Tebal efektif :

$$d = 60 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 6 \text{ mm}\right)$$

$$= 47 \text{ mm}$$

4) Tentukan momen yang menentukan

$$M_a = M_c = 1/24 * q_u * L^2$$

$$= 1/24 * 11,2 * (500)^2$$

$$= 116666,67 \text{ Nmm}$$

$$M_{\text{lapp AB}} = M_{\text{lapp BC}} = 1/11 * 11,2 * (500)^2$$

$$= 254545,45 \text{ Nmm}$$

$$M_B = 1/9 * q_u * L^2$$

$$= 1/9 * 11,2 * (500)^2$$

$$= 31111,11 \text{ N/mm}$$

5) Momen jepit tak terduga ; $M_A = M_C = 116666,67 \text{ Nmm}$

$$\frac{M_u}{bd^2} = \frac{116666,67}{500 * 47^2} = 0,1056 \text{ N/mm}^2 = 105,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{M_u}{bd^2} = \rho * 0,8 * F_y \left(1 - 0,588 \rho * \frac{F_y}{f_c} \right)$$

$$0,1056 = 192 \rho - 903,168$$

$$\rho = 0,00055$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$\begin{aligned} A_{S_{\min}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0058 \times 500 \times 47 \\ &= 136,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen lapangan $M_{\text{lap AB}} = M_{\text{lap BC}}$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{254545,45}{500 \times 47^2} = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \rho \times 0,8 \times F_y \left(1 - 0,588 \rho \times \frac{F_y}{f_c} \right)$$

$$0,23 = 192\rho - 903,168\rho^2$$

$$\rho = 0,0012$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$\begin{aligned} A_{S_{\min}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0058 \times 500 \times 47 \\ &= 136,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen Tumpuan; $M_B = 311111,11 \text{ Nmm}$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{311111,11}{500 * 47^2} = 0,282 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \rho * 0,8 * Fy \left(1 - 0,588 \rho * \frac{Fy}{fc} \right)$$

$$0,282 = 192\rho - 903,168$$

$$\rho = 0,00148$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{s_{\min}}$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d$$

$$= 0,0058 * 500 * 47$$

$$= 136,3 \text{ mm}^2$$

6) Pilih Tulangan

Momen jepit tak terduga

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

$$\phi_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \infty 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Momen Lapangan (Bentang)

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

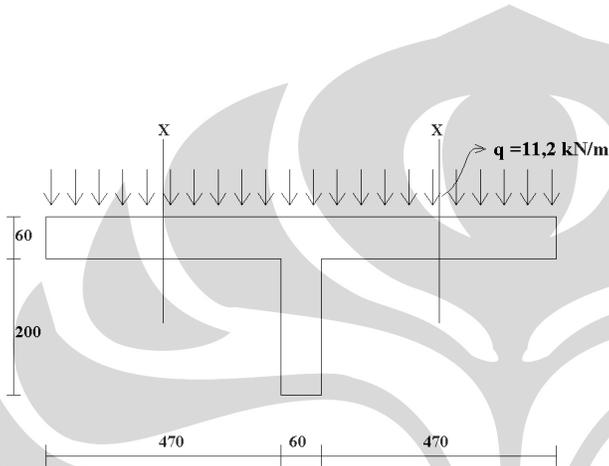
$$\phi_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \infty 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Momen Tumpuan

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \approx 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Bentang dan pembebanan awal plat trotuil satu kaki



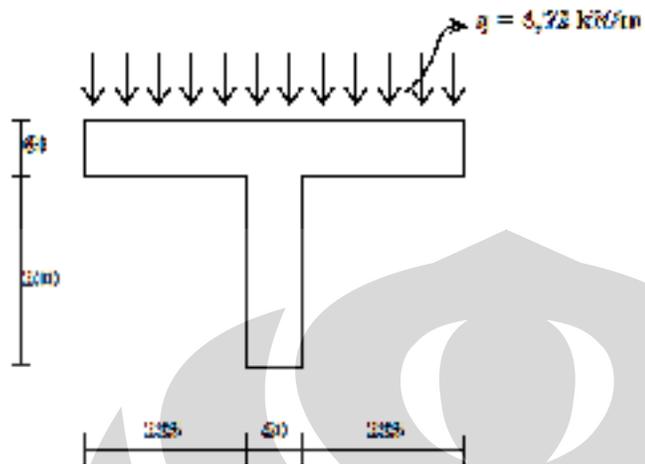
Bentang dan pembebanan setelah pelat trotuil satu kaki mengalami pendistribusian terhadap perletakkannya, dipotong dengan jarak X-X :

$$P_o = q_u \times l$$

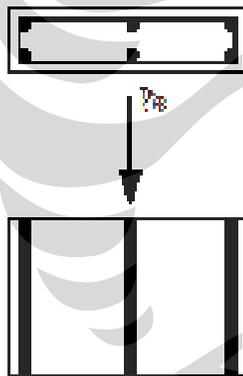
$$= 11,2 \text{ N/mm} \times 530 \text{ mm}$$

$$= 5936 \text{ N}$$

$$= 5,836 \text{ kN}$$



Pembebanan yang diterima oleh kolom pendek :



Diketahui :

$$A_g = 500 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} = 30.000 \text{ mm}^2$$

$$A_s = (0,25 \times 3,14 \times 6^2) \times 6 = 169,56 \text{ mm}^2$$

Ditanya :

P_u ...?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} C &= 0,85 \times f'_c \times (A_g - A_s) \\ &= 0,85 \times 30 \times (30000 - 169,56) \\ &= 760676,22 \text{ N} \end{aligned}$$

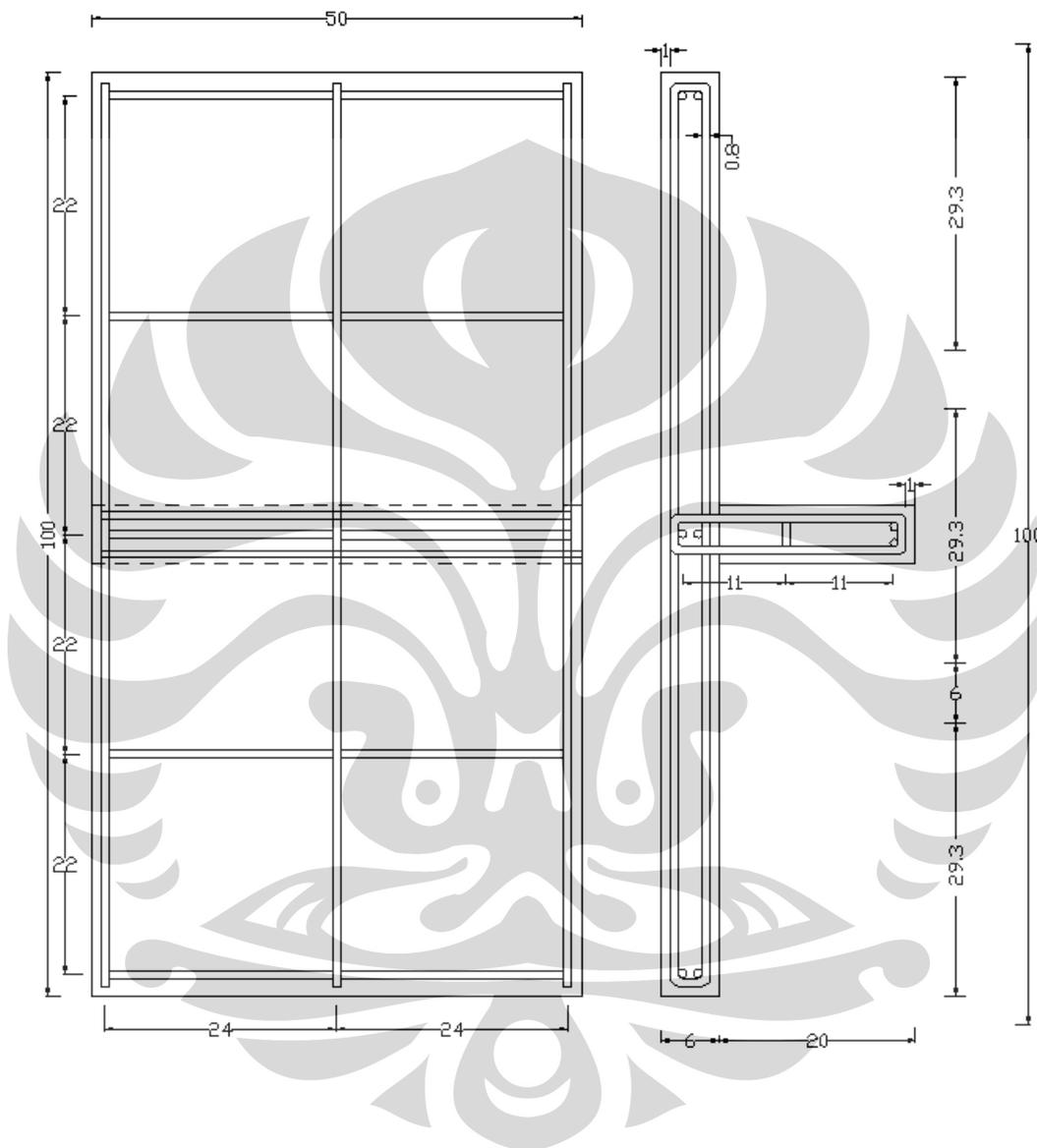
$$\begin{aligned} C_{s_1} &= F_y \times A_{s_1} \\ &= 400 \times 2 (0,25 \times 3,14 \times 6^2) \\ &= 22608 \text{ N} \end{aligned}$$

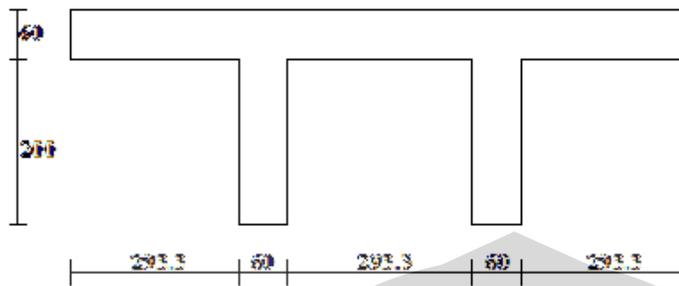
$$\begin{aligned} C_{s_2} &= F_y \times A_{s_2} \\ &= 400 \times 2 (0,25 \times 3,14 \times 6^2) \\ &= 22608 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_n &= C + C_{s_1} + C_{s_2} \\ &= 760676,22 \text{ N} + 22608 \text{ N} + 22608 \text{ N} \\ &= 805,892 \text{ Kn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u &= 0,65 \times 805,892 \text{ kN} \\ &= 523,829 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$P_u > P_o \dots 523,829 \text{ kN} > 5,836 \text{ kN (OK!)}$$

Gambar Penulangan Pelat Trotoar Utilitas Satu Kaki**4.2.3 Pelat Tipe Tiga (Pelat Kaki Dua)**

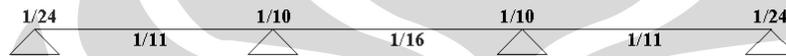


- Direncanakan :
Pelat datar dengan dua kaki

$$F_y = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

Pembebanan :



1) Tentukan tebal pelat

Tebal pelat rencana 6 cm = 60 mm

2) Hitung beban-beban yang terjadi

$W_{dl} = b \times B_j$ beton bertulang

$$= 0,5 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3$$

$$= 12 \text{ kN/m}^2 = 12 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$W_{ll} = 500 \text{ kg/m}^2 = 5 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$W_u = (1,2 \times W_{dl}) + (1,6 \times W_{ll})$$

$$= (1,2 \times 12 \times 10^{-3}) + (1,6 \times 5 \times 10^{-3})$$

$$= 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$q_u = 22,4 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2 \times 500 \text{ mm}$$

$$= 11,2 \text{ N/mm}$$

3) Tebal efektif :

$$\begin{aligned} d &= 60\text{mm} - 10\text{mm} - \left(\frac{1}{2} \times 6\text{mm}\right) \\ &= 47 \text{ mm} \end{aligned}$$

4) Tentukan momen yang menentukan

$$\begin{aligned} M_A = M_D &= 1/24 * q_u * L^2 \\ &= 1/24 * 11,2 * (333,3)^2 \\ &= 51748,2 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_B = M_C &= 1/10 * 11,2 * (333,3)^2 \\ &= 124195,7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{AB} = M_{CD} &= 1/11 * q_u * L^2 \\ &= 1/9 * 11,2 * (333,3)^2 \\ &= 112905,16 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{BC} &= 1/16 * q_u * L^2 \\ &= 1/16 * 11,2 * (333,3)^2 \\ &= 77622,3 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

5) Momen jepit tak terduga ; $M_A = M_D = 51748,2 \text{ Nmm}$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{51748,2}{500 * 47^2} = 0,04685 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \rho * 0,8 * F_y \left(1 - 0,588 \rho * \frac{F_y}{f_c} \right)$$

$$0,04685 = 192 \rho - 903,168$$

$$\rho = 0,00024$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$\begin{aligned} A_{S_{\min}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0058 * 500 * 47 \\ &= 136,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen lapangan $M_{\text{lap AB}} = M_{\text{lap CD}} = 112905,16 \text{ N/mm}$

$$\frac{M_u}{bd^2} = \frac{112905,16}{500 * 47^2} = 0,10222 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M_u}{bd^2} = \rho * 0,8 * F_y \left(1 - 0,588 \rho * \frac{F_y}{f_c} \right)$$

$$0,10222 = 192 \rho - 903,168 \rho^2$$

$$\rho = 0,000534$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$\begin{aligned} A_{S_{\min}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0058 * 500 * 47 \\ &= 136,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen Lapangan ; $M_B = 77622,3 \text{ Nmm}$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{77622,3}{500 * 47^2} = 0,07027 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \rho * 0,8 * Fy \left(1 - 0,588 \rho * \frac{Fy}{fc} \right)$$

$$0,07027 = 192\rho - 903,168\rho^2$$

$$\rho = 0,000367$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$A_{S_{\min}} = \rho_{\min} * b * d$$

$$= 0,0058 * 500 * 47$$

$$= 136,3 \text{ mm}^2$$

Momen Tumpuan $M_B = M_C = 124195,7$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{124195,7}{500 * 47^2} = 0,1124 \text{ N/mm}^2$$

$$0,1124 = 192\rho - 903,168 \rho^2$$

$$\rho = 0,000587$$

$$\rho_{\min} = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,0244$$

$\rho < \rho_{\min}$Dunakan ρ_{\min} untuk mencari $A_{S_{\min}}$

$$A_{S_{\min}} = \rho_{\min} * b * d$$

$$= 0,0058 * 500 * 47$$

$$= 136,3 \text{ mm}^2$$

6) Pilih Tulangan

Momen jepit tak terduga

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

$$\phi_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \infty 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Momen Lapangan (Bentang)

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

$$\phi_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \infty 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Tulangan Pembagi

$$A_s = 54 \text{ mm}^2$$

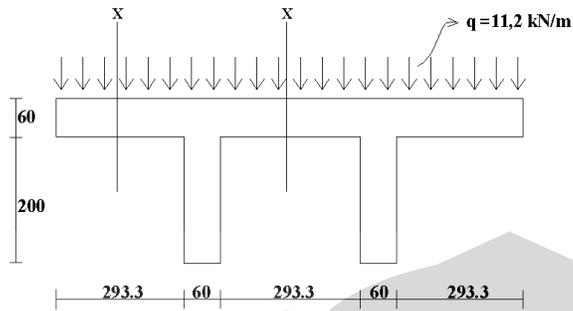
$$\phi_6 = \frac{54}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 1,9 \text{ bh} \infty 2 \text{ bh} = 113,04 \text{ mm}^2$$

Momen Tumpuan

$$A_{s_{\min}} = 136,3 \text{ mm}^2$$

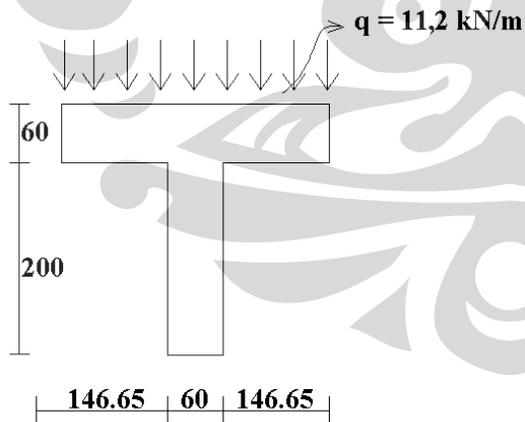
$$\phi_6 = \frac{136,3}{0,25 * 3,14 * 6^2} = 4,82 \text{ bh} \infty 5 \text{ bh} = 141,3 \text{ mm}^2$$

Bentang dan pembebanan awal plat trotuil satu kaki

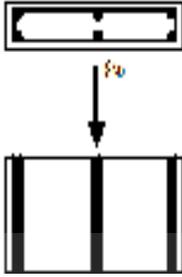


Bentang dan pembebanan setelah pelat trotuil satu kaki mengalami pendistribusian terhadap perletakkannya, dipotong dengan jarak X-X :

$$\begin{aligned}
 P_o &= q_u \times l \\
 &= 11,2 \text{ N/mm} \times 353,3 \text{ mm} \\
 &= 3956,96 \text{ N} \\
 &= 3,957 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Pembebanan yang diterima oleh kolom pendek :



Diketahui :

$$A_g = 500 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} = 30000 \text{ mm}^2$$

$$A_s = (0,25 \times 3,14 \times 6^2) \times 6 = 169,56 \text{ mm}^2$$

Ditanya :

Pu...?

Penyelesaian :

$$C = 0,85 \times f'_c \times (A_g - A_s)$$

$$= 0,85 \times 30 \times (30000 - 169,56)$$

$$= 760676,22 \text{ N}$$

$$C_{s1} = F_y \times A_{s1}$$

$$= 240 \times 2 (0,25 \times 3,14 \times 6^2)$$

$$= 13564,8 \text{ N}$$

$$C_{s2} = F_y \times A_{s2}$$

$$= 240 \times 2 (0,25 \times 3,14 \times 6^2)$$

$$= 13564,8 \text{ N}$$

$$P_n = C + C_{s1} + C_{s2}$$

$$= 760676,22 \text{ N} + 13564,8 \text{ N} + 13564,8 \text{ N}$$

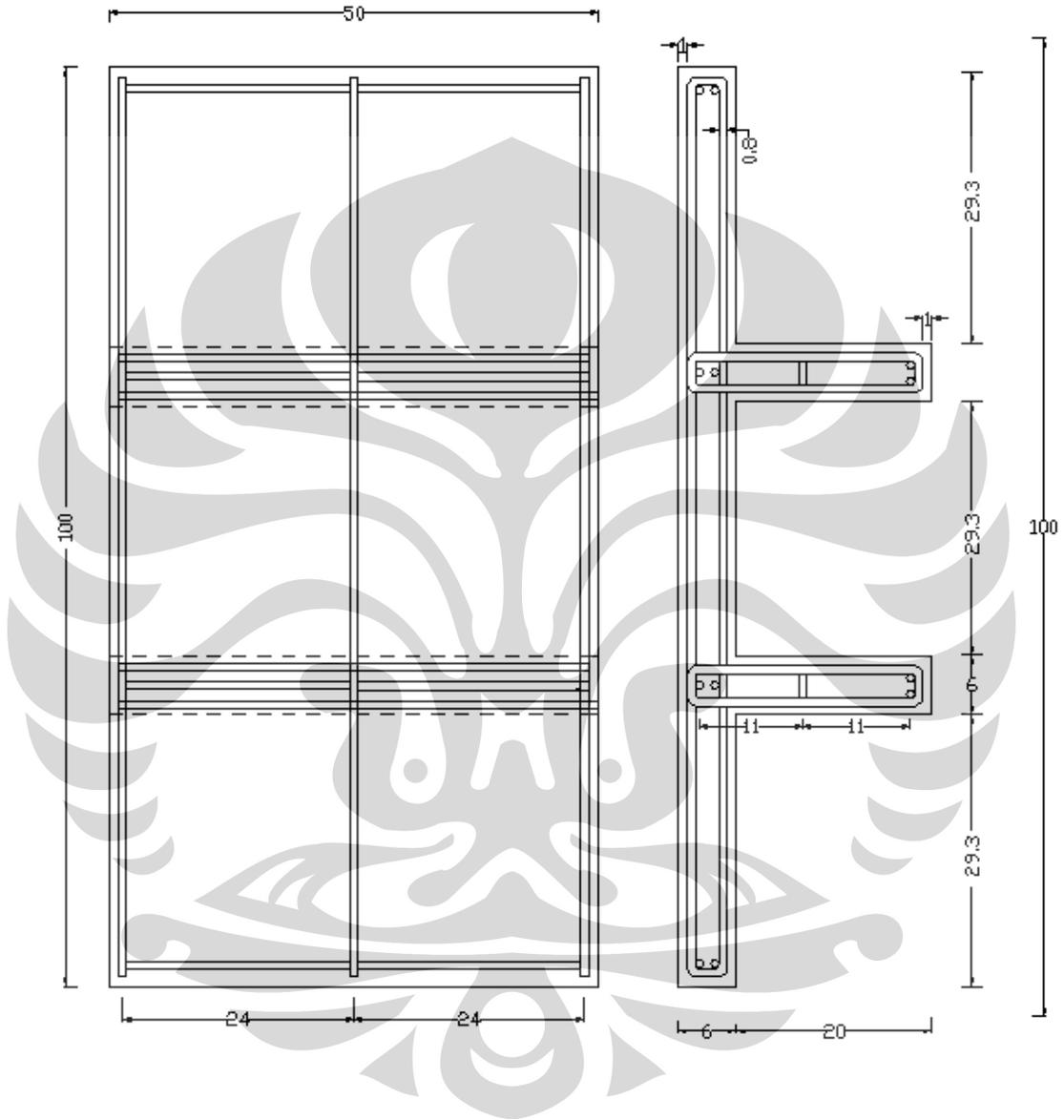
$$= 787,806 \text{ kN}$$

$$P_u = 0,65 \times 787,806 \text{ kN}$$

$$= 512,05 \text{ kN}$$

$$P_u > P_o \dots 512,05 \text{ kN} > 3,957 \text{ kN} \text{ (OK!)}$$

Gambar Penulangan Pelat Trotoar Utilitas Dua Kaki



BAB V

HASIL PENGUJIAN

5.1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan teknologi dalam bidang industri konstruksi, konstruksi beton pun mengalami kemajuan dimana pada saat ini banyak bangunan menggunakan beton yang bervariasi mulai dari mutu beton sedang sampai dengan beton mutu tinggi. Dengan adanya kemajuan tersebut sehingga kita dituntut untuk dapat merancang perbandingan campuran lebih tepat sesuai dengan teori perancangan proporsi campuran beton.

5.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a. Faktor air semen
- b. Umur beton
- c. Jenis semen
- d. Jumlah semen
- e. Sifat agregat

5.3 Prosedur Perancangan

Pengujian terhadap material beton ini untuk mengetahui sifat-sifat dari material tersebut dan untuk menentukan apakah material tersebut memenuhi persyaratan sebagai material pembentuk beton.

Jenis pengujian material beton yang dibutuhkan sesuai dengan rancangan proporsi campuran beton :

a. Pasir

1. Uji Specific Gravity dan Absorption
2. Uji kadar Lumpur
3. Uji kandungan zat organik
4. Analisa saringan dan modulus kehalusan

b. Agregat kasar

1. Uji Specific Gravity dan Absorption
2. Analisa saringan
3. Kadar air

c. Semen

Untuk semen tidak perlu ada pengujian, cukup dengan data yang diperoleh dari pabrik.

5.4 Rencana Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran; diameter 15 cm dan tingginya 30 cm untuk mix disain dan kubus 15 cm x 15 cm. Kebutuhan benda uji yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebanyak 6 buah benda uji silinder dan 4 buah untuk kubus, dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 5.5.1 Kebutuhan Benda Uji

Jenis Benda Uji (cm)	Umur Waktu Pengujian (hari)		Jumlah Total	Jenis Test
	7	28		
Slinder 15 x 15 x 30	3	3	6	Kuat Tekan

Jenis Benda Uji (cm)	Umur Waktu Pengujian (hari)		Jumlah Total	Jenis Test
	7	28		
Kubus	2	2	4	Kuat Tekan

Kebutuhan Beton :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 buah silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \times 30 = 5301,4376 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,0053014376 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

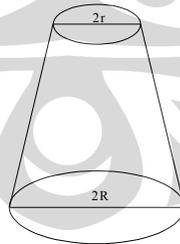
$$\text{Volume 6 buah benda uji} = 0,0053014376 \times 6 = 0,031809 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 buah kubus} &= 15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,003375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume 4 buah benda uji} = 0,003375 \times 4 = 0,0135$$

Uji slump flow dilakukan sebanyak 1 kali maka :

$$\text{Volume 1 buah alat slump flow} = \left(\frac{1}{3} \times \pi \times t \right) \times (r^2 + R^2 + rR)$$



Dimana :

r : jari jari bidang atas = $12,5/2 \text{ cm} = 6,25 \text{ cm}$

R : jari jari bidang alas = $20/2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 buah alat slump flow} &= \left(\frac{1}{3} \times \pi \times 20 \right) \times (6,25^2 + 10^2 + (6,25 \times 10)) \\ &= 4221,51 \text{ cm}^3 \sim 0,00422151 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume untuk 1 kali uji slump flow} = 0,00422151 \times 1 = 0,00422151 \text{ m}^3$$

Hasil pengujian yang didapat meliputi :

- 1). Hasil pengujian agregat
 - Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan agregat halus
 - Pengujian kadar air agregat kasar
 - Pengujian berat agregat halus
 - Pengujian kadar lumpur agregat halus
 - Pengujian kadar organik agregat halus
 - Pengujian Analisa Ayak agregat kasar dan agregat halus
- 2). Hasil pengujian sifat fisis beton segar
 - Pengujian slump flow
- 3). Hasil pengujian sifat mekanis beton keras
 - Pengujian kuat tekan beton pada umur 7, dan 14 hari (silinder).
 - Pengujian kuat tekan beton pada umur 7, dan 28 hari (kubus).
 - Pengujian loading test (box utilitas).

5.5 Pengujian Bahan Beton

Berdasarkan pengujian laboratorium terhadap material agregat kasar dan agregat halus diperoleh hasil dan disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.5.1 Hasil pengujian agregat halus.

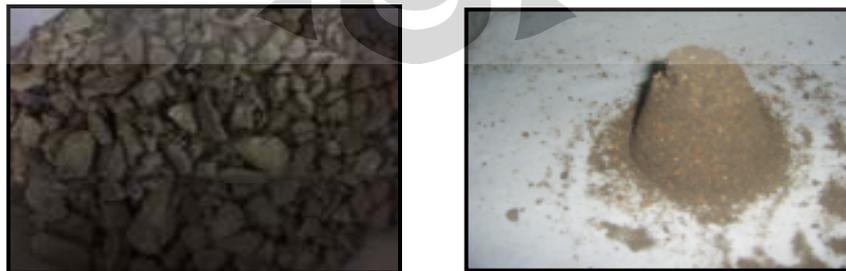
Jenis	Pengujian	Hasil	Satuan
Agregate Halus	Specific Gravity (SSD)	2,480	g/liter
	Absorption	4,063	%
	Unit Weigth	1,444	g/liter
	Void in Agregate	42,850	%
	Fine Modulus (FM)	2,690	
	Kadar Lumpur	2,110	%
	Kadar Organik	No. 3	Standart

Tabel 5.5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar.

Jenis	Pengujian	Hasil	Satuan
Agregate Kasar	Specific Gravity (SSD)	2,565	g/liter
	Absorption	2,49	%
	Unit Weigth	1422,78	Kg/m ³
	Kadar Air	2,20	%

5.5.1 Kebutuhan Bahan

Pada saat akan mempersiapkan kebutuhan bahan, bahan yang akan digunakan harus dalam keadaan *Saturated Surface Dry* (SSD) baik agregat kasar maupun untuk agregat halus. Dibawah ini diperlihatkan keadaan agregat kasar maupun agregat halus dalam keadaan *Saturated Surface Dry* (SSD).



Gambar 5.5 Kondisi Agregat Kasar dan Halus Keadaan SSD

Komposisi bahan-bahan campuran yang digunakan dalam pembuatan benda uji setiap desain box utilitas adalah sebagai berikut :

Tabel 5.5.3 Kebutuhan Bahan Untuk Pelat Beton Tanpa Kaki.

Pelat Beton Tanpa Kaki vol. 0,03 m³					
Bahan	Volume	Satuan	Banyak Benda	Volume	Satuan
Air	5,70	<i>liter</i>	x 3	17,10	<i>liter</i>
Semen	10,08	<i>kg</i>		30,24	<i>kg</i>
Agregat Halus	21,63	<i>kg</i>		64,89	<i>kg</i>
Agregat Kasar	34,59	<i>kg</i>		103,77	<i>kg</i>
Adva	100,8	<i>ml</i>		302,4	<i>ml</i>

Tabel 5.5.4 Kebutuhan Bahan Untuk Pelat Beton Kaki Satu

Pelat Beton Kaki Satu vol. 0,036m³					
Bahan	Volume	Satuan	Banyak Benda	Volume	Satuan
Air	6,84	<i>liter</i>	x 3	20,52	<i>liter</i>
Semen	12,10	<i>kg</i>		36,30	<i>kg</i>
Agregat Halus	25,96	<i>kg</i>		77,87	<i>kg</i>
Agregat Kasar	41,51	<i>kg</i>		124,52	<i>kg</i>
Adva	121,0	<i>ml</i>		306,65	<i>ml</i>

Tabel 5.5.5 Kebutuhan Bahan Untuk Pelat Beton Kaki Dua.

Pelat Beton Kaki Satu dengan vol. 0,042					
Bahan	Volume	Satuan	Banyak Benda	Volume	Satuan
Air	7,98	<i>liter</i>	x 3	23,94	<i>liter</i>
Semen	14,11	<i>kg</i>		42,34	<i>kg</i>
Agregat Halus	30,28	<i>kg</i>		90,85	<i>kg</i>
Agregat Kasar	48,43	<i>kg</i>		145,29	<i>kg</i>
Adva	141,1	<i>ml</i>		423,30	<i>ml</i>

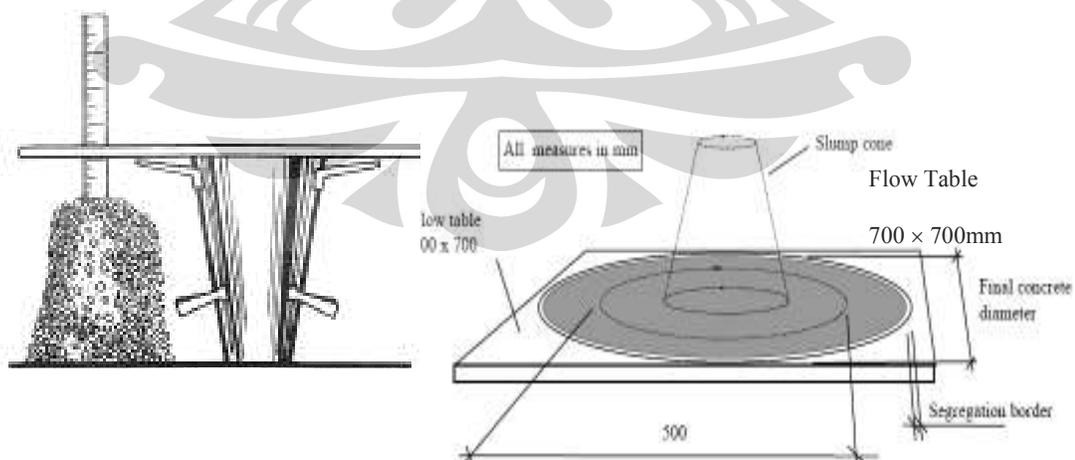
Tabel 5.5.6 Total Kebutuhan Bahan Beton.

<i>Total Kebutuhan Bahan Box Utilitas vol. 0,108 m³</i>		
Bahan	Volume	Satuan
Air	61,56	<i>liter</i>
Semen	108,88	<i>kg</i>
Agregat Halus	233,61	<i>kg</i>
Agregat Kasar	373,58	<i>kg</i>
Adva	1032,35	<i>ml</i>

5.6. PENGUJIAN BETON SEGAR

5.6.1 Pengujian Slump Flow Test

Besaran slump flow diperoleh secara langsung ketika proses pengadukan selesai dilaksanakan. Pengukuran dengan slump flow ini bertujuan untuk mengukur tingkat kelecakan campuran beton segar yang menggambarkan tingkat kemudahan pekerjaannya (*workability*). Semakin tinggi nilai slump flow berarti semakin tinggi tingkat kemudahan pengerjaannya, dan menunjukkan semakin banyaknya jumlah air yang diperlukan, dimana hal ini menghasilkan kuat tekan beton yang semakin rendah.



Gambar 5.7 Alat Slump Test dan Slump Flow



Gambar 5.8 Slump Flow Test

Tabel 5.6.1 Data Hasil Uji Slump Flow Berdasarkan Tinggi Benda Uji.

Tinggi Box Utilitas		Slump Flow (cm)
Pelat tapa kaki		63,35
Pelat kaki satu		64,75
Pelat kaki dua		64,35

5.7 Pengujian Beton Keras

5.7.1 Pengujian Kekuatan Tekan

Pengujian kekuatan tekan ini dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari (silinder), umur 7 hari, 28 hari (kubus) dan loading test. Banyaknya sampel pada umur 7 dan 14 hari sebanyak 3 buah, umur 7 dan 28 hari pengujian adalah 2 buah dan untuk loading test sebanyak 1 buah, kecuali untuk tinggi 20 cm = 3 buah benda uji box, dengan beban loading 250 kg – 500 kg (max).



Gambar 5.8 Alat & Pengujian Kekuatan Tekan

Tabel 5.7.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder

No.	Benda Uji	Beban rata-rata (kg)		Tegangan rata-rata (kg./cm ²)	
		7 (hari)	14 (hari)	7 (hari)	14 (hari)
1	Silinder	46666,67	46000	264,08	260,31

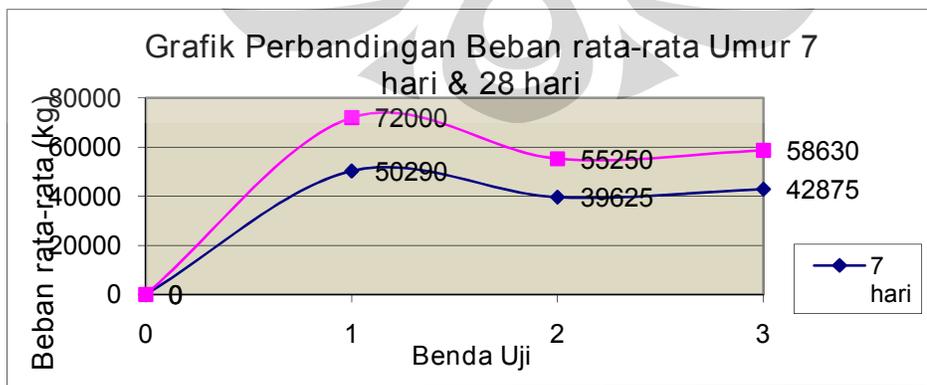
Dari data yang diperoleh dari hasil pengujian dibuat grafik yang hubungan antara umur dengan Tegangan yang digambarkan seperti dibawah ini :



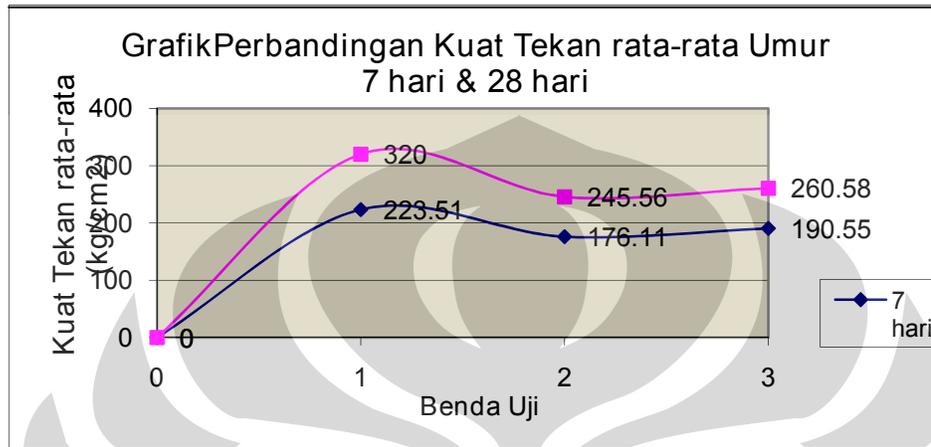
Grafik Hubungan Antara Umur Dengan Tegangan

Tabel 5.7.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kubus

No.	Benda Uji	Beban Rata-rata (kg)		Tegangan Rata-rata (kg/cm ²)		
		7 (hari)	28 (hari)	7 (hari)	28 (hari)	
1	KL-I	1)	50290	72000	223,51	320
2	KL-II	2)	39625	55250	176,11	245,56
3	KL-III	3)	42875	58630	190,55	260,58
4	KL-I		50290	72000	223,51	320
5	KL-I		50290	72000	223,51	320



Grafik Perbandingan Beban Rata-rata Umur 7 hari & 28 hari



Grafik Perbandingan Tegangan Rata-rata Umur 7 hari & 28 hari

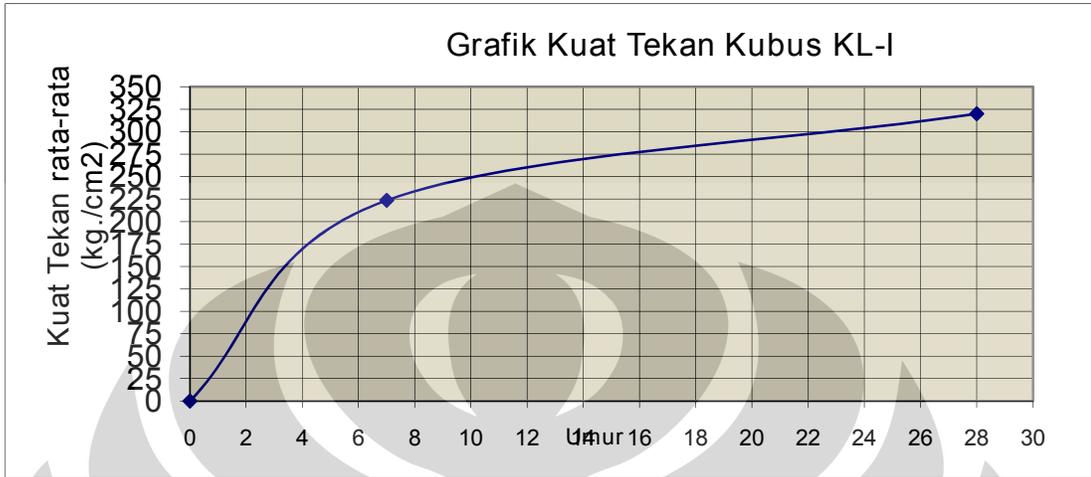
Tabel 5.7.3 Persentase Hasil Pengujian Kekuatan Terhadap umur 28 hari (kubus).

No.	Benda Uji	% Kuat Tekan rata-rata terhadap Umur 28 hari	
		7 (hari)	28 (hari)
1	KL-I	69%	100%
2	KL-II	71%	100%
3	KL-III	73%	100%
4	KL-I	69%	100%
5	KL-I	69%	100%

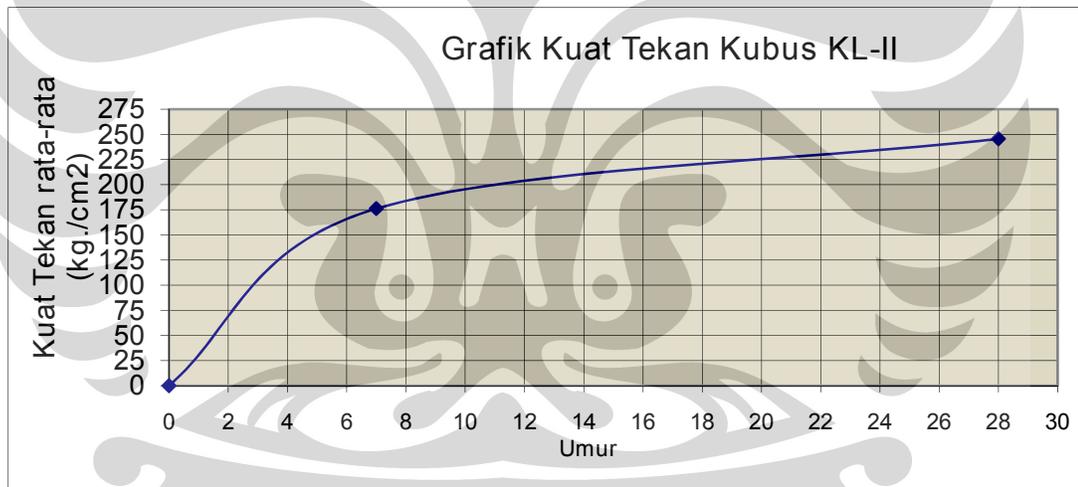
Dari data yang dihasilkan dari pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini kemudian disajikan dalam bentuk grafik – grafik diantaranya :

- a) Grafik Hubungan antara kuat tekan dengan umur dari masing-masing benda uji.
- b) Grafik hubungan antara % kuat tekan dengan umur 7 hari terhadap umur 28 hari

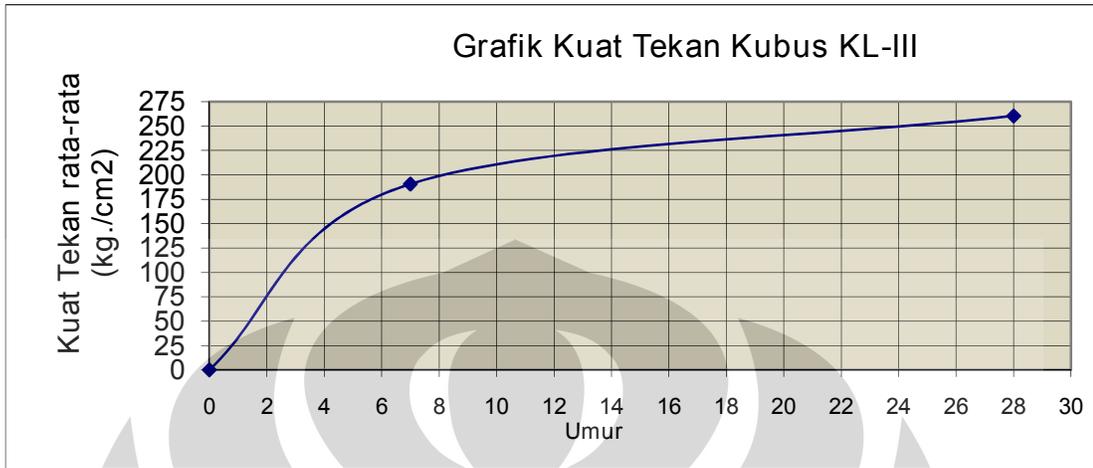
a) Grafik Hubungan antara kuat tekan dengan umur dari masing-masing benda uji.



Grafik hubungan kuat tekan kubus KL-I

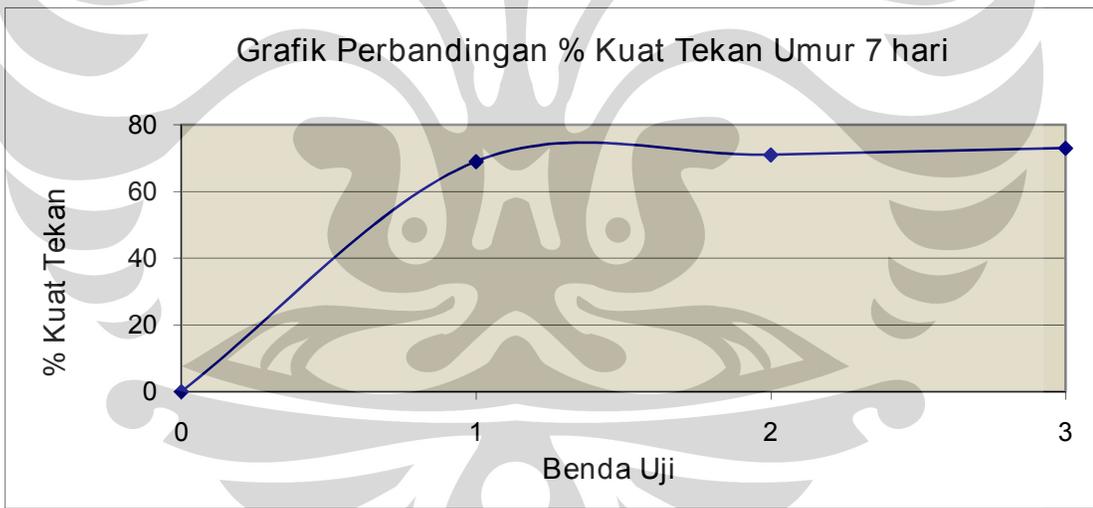


Grafik hubungan kuat tekan kubus KL-II



Grafik hubungan kuat tekan kubus KL-III

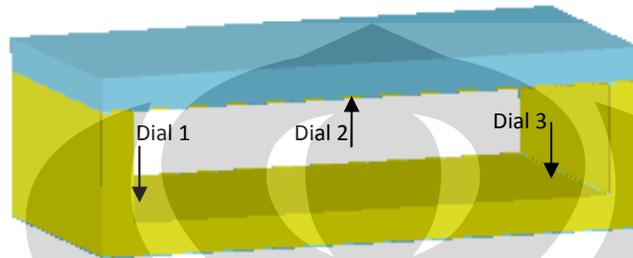
b) Grafik hubungan antara % kuat tekan dengan umur 7 hari terhadap umur 28 hari



Grafik Hubungan % Kuat Tekan Umur 7 hari Terhadap Umur 28 hari

5.8 Hasil Pengujian Loading Test

5.8.1 Pengujian Loading Test Box Utilitas tinggi 20 cm dengan Pelat atas Tanpa Kaki



- Posisi Pemasangan Dial Loading
- Hasil Loading Test

FORM LOADING TEST

Dimensi Benda Uji : Box Utilitas tinggi 20 cm dengan plat atas tanpa kaki

Waktu Mulai (W.L.B)	% Beban	Beban (kg)	Durasi (menit)	Pembacaan Dial						Ket
				Dial 1		Dial 2		Dial 3		
				Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	
0.00	0	0	0	4.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	
17.08	25	125	0	4.00	0.00	5.02	0.05	0.00	0.00	
			30	4.00		5.05		0.00		
			60	4.00		5.05		0.00		
			0	4.00		5.04		0.00		
18.08	0	0	30	4.00	0.00	5.03	0.02	0.00	0.00	
			60	4.00		5.02		0.00		
19.08	25	125	0	4.01	0.02	5.03	0.06	0.00	0.03	
			30	4.02		5.05		0.02		
			60	4.02		5.06		0.03		
			0	4.02		5.05		0.02		
20.08	0	0	30	4.01	0.01	5.03	0.03	0.01	0.01	
			60	4.01		5.03		0.01		
21.06	25	125	0	4.02	0.03	5.05	0.07	0.02	0.03	
			30	4.03		5.07		0.03		
			60	4.03		5.07		0.03		
			0	4.03		5.08		0.05		
22.07	50	250	30	4.04	0.04	5.09	0.09	0.05	0.06	
			60	4.04		5.09		0.06		
	25	125	0	4.03	0.03	5.09	0.08	0.05	0.04	

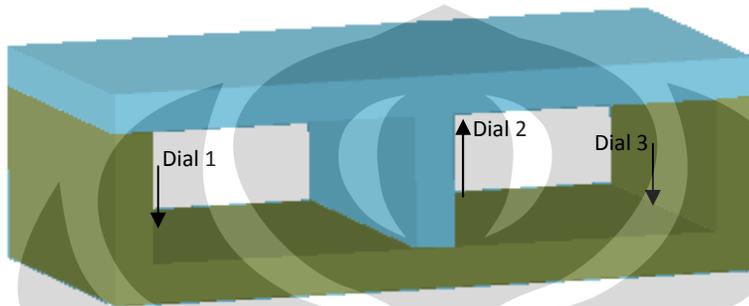
23.05			30	4.03		5.08		0.04		
			60	4.03		5.08		0.04		
24.08	0	0	0	4.03	0.02	5.06	0.05	0.03	0.02	
			30	4.02		5.05		0.03		
			60	4.02		5.05		0.02		
1.06	25	125	0	4.03	0.04	5.06	0.08	0.02	0.04	
			30	4.04		5.08		0.03		
			60	4.04		5.08		0.04		
2.07	50	250	0	4.04	0.05	5.09	0.10	0.06	0.06	
			30	4.05		5.10		0.06		
			60	4.05		5.10		0.06		
3.07	25	125	0	4.04	0.04	5.09	0.08	0.05	0.04	
			30	4.04		5.08		0.04		
			60	4.04		5.08		0.04		
4.08	0	0	0	4.03	0.03	5.06	0.05	0.03	0.02	
			30	4.03		5.05		0.02		
			60	4.03		5.05		0.02		
5.08	25	125	0	4.05	0.06	5.07	0.08	0.03	0.05	
			30	4.06		5.08		0.05		
			60	4.06		5.08		0.05		
6.08	50	250	0	4.06	0.07	5.09	0.11	0.06	0.07	
			30	4.07		5.11		0.07		
			60	4.07		5.11		0.07		
7.08	75	375	0	4.08	0.08	5.14	0.16	0.08	0.08	
			30	4.08		5.16		0.08		
			60	4.08		5.16		0.08		
8.05	50	250	0	4.07	0.07	5.14	0.12	0.07	0.06	
			30	4.07		5.12		0.06		
			60	4.07		5.12		0.06		
9.06	25	125	0	4.06	0.05	5.10	0.09	0.05	0.05	
			30	4.05		5.09		0.05		
			60	4.05		5.09		0.05		
10.09	0	0	0	4.04	0.04	5.07	0.06	0.04	0.03	
			30	4.04		5.06		0.04		
			60	4.04		5.06		0.03		
11.08	25	125	0	4.05	0.06	5.07	0.09	0.03	0.05	
			30	4.06		5.09		0.04		
			60	4.06		5.09		0.05		
12.07	50	250	0	4.07	0.08	5.11	0.12	0.07	0.08	
			30	4.08		5.12		0.07		
			60	4.08		5.12		0.08		
13.05	75	375	0	4.09	0.09	5.15	0.16	0.08	0.09	
			30	4.09		5.15		0.09		
			60	4.09		5.16		0.09		

14.07	50	250	0	4.08	0.07	5.15	0.13	0.08	0.06	
			30	4.08		5.14		0.06		
			60	4.07		5.13		0.06		
15.04	25	125	0	4.07	0.06	5.11	0.10	0.05	0.04	
			30	4.06		5.10		0.05		
			60	4.06		5.10		0.04		
16.08	0	0	0	4.05	0.05	5.08	0.07	0.04	0.04	
			30	4.05		5.07		0.04		
			60	4.05		5.07		0.04		
17.09	25	125	0	4.06	0.07	5.09	0.10	0.05	0.06	
			30	4.07		5.10		0.05		
			60	4.07		5.10		0.06		
18.08	50	250	0	4.08	0.09	5.12	0.13	0.07	0.08	
			30	4.09		5.13		0.08		
			60	4.09		5.13		0.08		
19.08	75	375	0	4.09	0.10	5.16	0.18	0.09	0.10	
			30	4.10		5.16		0.10		
			60	4.10		5.18		0.10		
20.07	100	500	0	4.10	0.14	5.20	0.33	0.11	0.15	
			30	4.12		5.23		0.11		
			60	4.12		5.26		0.12		
			120	4.14		5.23		0.13		
			180	4.14		5.33		0.15		
23.07	75	375	0	4.11	0.10	5.25	0.18	0.14	0.13	
			30	4.10		5.21		0.13		
			60	4.10		5.18		0.13		
24.06	50	250	0	4.09	0.08	5.15	0.13	0.12	0.11	
			30	4.08		5.13		0.12		
			60	4.08		5.13		0.11		
1.09	25	125	0	4.07	0.06	5.11	0.10	0.11	0.10	
			30	4.07		5.10		0.10		
			60	4.06		5.10		0.10		
2.08	0	0	0	4.06	0.06	5.09	0.08	0.09	0.07	
			30	4.06		5.09		0.07		
			60	4.06		5.08		0.07		
			120	4.06		5.08		0.07		

Loading Test dilakukan tanggal 19 Mei 2009

5.8.2 Pengujian Loading Test Box Utilitas tinggi 20 cm dengan Pelat atas Satu Kaki

- Posisi Pemasangan Dial Loading



- Hasil Loading Test

FORM LOADING TEST

Dimensi Benda Uji : Box Utilitas tinggi 20 cm dengan plat atas satu kaki

Waktu Mulai (W.L.B)	% Beban	Beban (kg)	Durasi (menit)	Pembacaan Dial						Ket
				Dial 1		Dial 2		Dial 3		
				Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	
0.00	0	0	0	6.00	0.00	4.00	0.00	7.00	0.00	
6.00	25	125	0	6.01	0.01	4.00	0.02	7.04	0.05	
			30	6.01		4.01		7.05		
7.01	0	0	60	6.01	0.01	4.02	0.01	7.05	0.03	
			0	6.01		4.01		7.04		
8.00	25	125	30	6.01	0.05	4.01	0.03	7.04	0.05	
			60	6.01		4.02		7.03		
9.00	0	0	0	6.04	0.01	4.02	0.01	7.03	0.03	
			30	6.05		4.03		7.04		
10.00	25	125	60	6.03	0.05	4.03	0.04	7.03	0.05	
			0	6.03		4.01		7.04		
11.00	50	250	30	6.05	0.07	4.03	0.05	7.03	0.07	
			0	6.06		4.04		7.06		
				6.07		4.04		7.06		

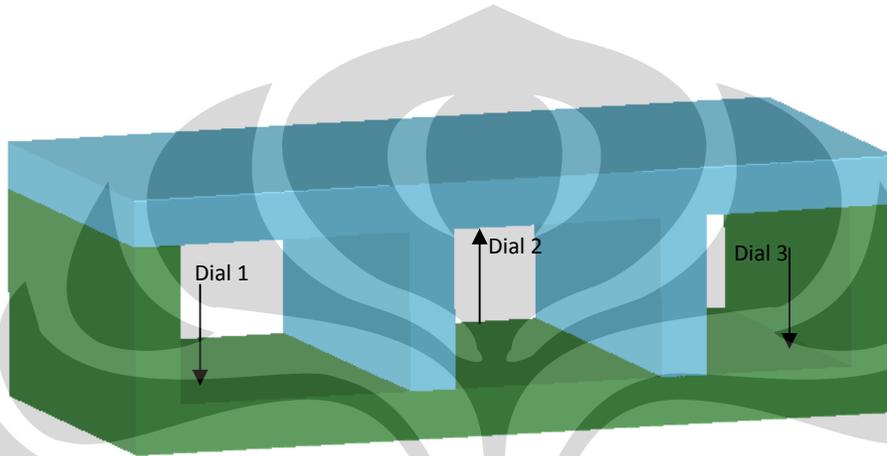
			60	6.07		4.05		7.07		
12.00	25	125	0	6.06	0.05	4.04	0.03	7.05	0.04	
			30	6.06		4.04		7.04		
			60	6.05		4.03		7.04		
13.01	0	0	0	6.04	0.03	4.03	0.02	7.04	0.03	
			30	6.03		4.02		7.03		
			60	6.03		4.02		7.03		
14.00	25	125	0	6.03	0.06	4.02	0.03	7.04	0.05	
			30	6.05		4.03		7.05		
			60	6.06		4.03		7.05		
15.01	50	250	0	6.06	0.08	4.04	0.06	7.06	0.07	
			30	6.07		4.05		7.07		
			60	6.08		4.06		7.07		
16.02	25	125	0	6.06	0.05	4.06	0.05	7.07	0.06	
			30	6.05		4.05		7.06		
			60	6.05		4.05		7.06		
17.00	0	0	0	6.05	0.03	4.04	0.03	7.06	0.05	
			30	6.04		4.03		7.05		
			60	6.03		4.03		7.05		
18.01	25	125	0	6.05	0.06	4.04	0.05	7.06	0.07	
			30	6.06		4.05		7.06		
			60	6.06		4.05		7.07		
19.01	50	250	0	6.06	0.07	4.05	0.06	7.07	0.08	
			30	6.07		4.06		7.07		
			60	6.07		4.06		7.08		
20.00	75	375	0	6.07	0.08	4.05	0.07	7.08	0.09	
			30	6.08		4.06		7.08		
			60	6.08		4.07		7.09		
21.02	50	250	0	6.07	0.06	4.06	0.05	7.08	0.08	
			30	6.07		4.05		7.08		
			60	6.06		4.05		7.08		
22.01	25	125	0	6.05	0.03	4.04	0.03	7.07	0.06	
			30	6.05		4.04		7.07		
			60	6.03		4.03		7.06		
23.00	0	0	0	6.03	0.03	4.03	0.03	7.06	0.05	
			30	6.03		4.03		7.05		
			60	6.03		4.03		7.05		
24.01	25	125	0	6.03	0.04	4.03	0.04	7.03	0.06	
			30	6.04		4.03		7.04		
			60	6.04		4.04		7.06		
1.01	50	250	0	6.06	0.07	4.03	0.04	7.06	0.07	
			30	6.06		4.04		7.06		
			60	6.07		4.04		7.07		
2.00	75	375	0	6.07	0.09	4.05	0.06	7.07	0.10	
			30	6.09		4.06		7.09		

			60	6.09		4.06		7.10		
3.00	50	250	0	6.07	0.06	4.06	0.05	7.09	0.08	
			30	6.07		4.05		7.08		
			60	6.06		4.05		7.08		
4.01	25	125	0	6.05	0.04	4.04	0.04	7.08	0.07	
			30	6.04		4.04		7.08		
			60	6.04		4.04		7.07		
5.00	0	0	0	6.04	0.04	4.03	0.03	7.06	0.05	
			30	6.04		4.03		7.06		
			60	6.04		4.03		7.05		
6.02	25	125	0	6.05	0.06	4.02	0.03	7.04	0.05	
			30	6.05		4.03		7.04		
			60	6.06		4.03		7.05		
7.01	50	250	0	6.06	0.07	4.03	0.05	7.06	0.07	
			30	6.07		4.04		7.07		
			60	6.07		4.05		7.07		
8.01	75	375	0	6.07	0.10	4.05	0.06	7.08	0.10	
			30	6.09		4.06		7.10		
			60	6.10		4.06		7.10		
9.00	100	500	0	6.10	0.14	4.06	0.08	7.13	0.15	
			30	6.10		4.07		7.14		
			60	6.11		4.07		7.14		
			120	6.12		4.08		7.15		
			180	6.14		4.08		7.15		
12.02	75	375	0	6.13	0.11	4.08	0.07	7.13	0.12	
			30	6.11		4.07		7.13		
			60	6.11		4.07		7.12		
13.01	50	250	0	6.10	0.09	4.07	0.06	7.11	0.10	
			30	6.09		4.06		7.11		
			60	6.09		4.06		7.10		
14.00	25	125	0	6.08	0.07	4.06	0.05	7.09	0.08	
			30	6.08		4.05		7.08		
			60	6.07		4.05		7.08		
15.03	0	0	0	6.06	0.05	4.04	0.04	7.08	0.07	
			30	6.05		4.04		7.07		
			60	6.05		4.04		7.07		
			120	6.05		4.04		7.07		

Loading Test dilakukan tanggal 5 Juni 2009

5.8.3 Hasil Pengujian Loading Test Box Utilitas tinggi 20 cm dengan Pelat atas Dua Kaki

- Posisi Pemasangan Dial Loading



- Hasil Loading Test

FORM LOADING TEST

Dimensi Benda Uji : Box Utilitas tinggi 20 cm dengan plat atas dua kaki

Waktu Mulai (W.I.B)	% Beban	Beban (kg)	Durasi (menit)	Pembacaan Dial						Ket
				Dial - I		Dial - II		Dial - III		
				Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	Pembacaan	Δ	
0.00	0	0	0	3.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	
17.08	25	125	0	3.00		1.00		2.00		0.00
			30	3.01	0.01	1.00	0.01	2.00		
18.08	0	0	60	3.01		1.01		2.00		
			0	3.01		1.01		2.00		
19.08	25	125	30	3.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	
			60	3.00		1.00		2.00		
20.08	0	0	0	3.00		1.01		2.02		
			30	3.02	0.02	1.02	0.02	2.02	0.02	
21.06	25	125	60	3.02		1.02		2.02		
			0	3.02		1.02		2.00		
21.06	25	125	30	3.01	0.01	1.01	0.01	2.00	0.00	
			60	3.01		1.01		2.00		
21.06	25	125	0	3.02		1.02		2.02		
			30	3.03	0.03	1.03	0.03	2.03	0.03	
21.06	25	125	60	3.03		1.03		2.03		

22.07	50	250	0	3.04	0.05	1.04	0.05	2.04	0.05	
			30	3.05		1.05		2.05		
			60	3.05		1.05		2.05		
23.06	25	125	0	3.04	0.03	1.04	0.03	2.04	0.03	
			30	3.03		1.04		2.04		
			60	3.03		1.03		2.03		
24.08	0	0	0	3.02	0.02	1.03	0.02	2.03	0.02	
			30	3.02		1.02		2.02		
			60	3.02		1.02		2.02		
1.06	25	125	0	3.03	0.04	1.02	0.03	2.03	0.04	
			30	3.04		1.03		2.04		
			60	3.04		1.03		2.04		
2.07	50	250	0	3.05	0.05	1.04	0.05	2.05	0.05	
			30	3.05		1.04		2.05		
			60	3.05		1.05		2.05		
3.06	25	125	0	3.04	0.03	1.04	0.03	2.04	0.03	
			30	3.04		1.04		2.03		
			60	3.03		1.03		2.03		
4.08	0	0	0	3.03	0.02	1.03	0.02	2.02	0.02	
			30	3.02		1.02		2.02		
			60	3.02		1.02		2.02		
5.08	25	125	0	3.04	0.05	1.03	0.04	2.04	0.05	
			30	3.05		1.04		2.05		
			60	3.05		1.04		2.05		
6.06	50	250	0	3.06	0.07	1.05	0.05	2.06	0.06	
			30	3.06		1.05		2.06		
			60	3.07		1.05		2.06		
7.08	75	375	0	3.08	0.08	1.06	0.07	2.07	0.08	
			30	3.08		1.07		2.08		
			60	3.08		1.07		2.08		
8.06	50	250	0	3.07	0.07	1.06	0.05	2.07	0.06	
			30	3.07		1.06		2.07		
			60	3.07		1.05		2.06		
9.06	25	125	0	3.05	0.04	1.04	0.04	2.05	0.04	
			30	3.04		1.04		2.05		
			60	3.04		1.04		2.04		
10.09	0	0	0	3.03	0.03	1.04	0.03	2.04	0.03	
			30	3.03		1.03		2.03		
			60	3.03		1.03		2.03		
11.06	25	125	0	3.04	0.05	1.03	0.04	2.04	0.06	
			30	3.05		1.04		2.06		
			60	3.05		1.04		2.06		
12.07	50	250	0	3.07	0.08	1.05	0.06	2.07	0.08	
			30	3.07		1.06		2.07		
			60	3.08		1.06		2.08		

13.05	75	375	0	3.08	0.09	1.07	0.08	2.09	0.09
			30	3.09		1.07		2.09	
			60	3.09		1.08		2.09	
14.07	50	250	0	3.08	0.07	1.07	0.06	2.08	0.07
			30	3.08		1.07		2.08	
			60	3.07		1.06		2.07	
15.04	25	125	0	3.06	0.05	1.05	0.04	2.06	0.05
			30	3.05		1.05		2.05	
			60	3.05		1.04		2.05	
16.08	0	0	0	3.04	0.04	1.03	0.03	2.05	0.04
			30	3.04		1.03		2.04	
			60	3.04		1.03		2.04	
17.09	25	125	0	3.05	0.06	1.04	0.05	2.04	0.05
			30	3.06		1.05		2.05	
			60	3.06		1.05		2.05	
18.08	50	250	0	3.07	0.08	1.06	0.07	2.06	0.07
			30	3.08		1.07		2.07	
			60	3.08		1.07		2.07	
19.08	75	375	0	3.09	0.09	1.09	0.10	2.08	0.09
			30	3.09		1.09		2.09	
			60	3.09		1.10		2.09	
20.06	100	500	0	3.09	0.12	1.11	0.13	2.10	0.11
			30	3.10		1.12		2.10	
			60	3.11		1.13		2.11	
			120	3.12		1.13		2.11	
23.07	75	375	0	3.11	0.10	1.12	0.11	2.10	0.09
			30	3.10		1.11		2.10	
			60	3.10		1.11		2.09	
24.06	50	250	0	3.09	0.08	1.10	0.09	2.08	0.07
			30	3.08		1.09		2.08	
			60	3.08		1.09		2.07	
1.09	25	125	0	3.07	0.06	1.08	0.07	2.07	0.06
			30	3.07		1.08		2.06	
			60	3.06		1.07		2.06	
2.06	0	0	0	3.06	0.05	1.06	0.06	2.05	0.05
			30	3.05		1.06		2.05	
			60	3.05		1.06		2.05	
			120	3.05		1.06		2.05	

Loading Test dilakukan tanggal 19 Mei 2009

BAB VI

ANALISA HASIL PENGUJIAN

6.1 Analisa Slump Flow

Semakin besar kadar adva yang digunakan maka semakin besar pula slump flow yang didapatkan, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

No.	Kode Benda Uji	Slump Flow	Jumlah Air (liter)	Jumlah ADVA (mililiter)
1	Pelat tanpa kaki	65,25	5,70	100,8
2	Pelat dengan kaki satu	64	6,84	121,0

Untuk pengecoran tanggal 21 Februari 2009

No.	Kode Benda Uji	Slump Flow	Jumlah Air (liter)	Jumlah ADVA (mililiter)
1	Pelat dengan kaki dua	63,10	7,98	141,10

Untuk pengecoran tanggal 10 Maret 2009

- Untuk pengecoran I tanggal 21-2-2009, slump flow yang dicapai 65,25 cm
- Untuk pengecoran II tanggal 21-2-2009, slump flow yang dicapai 64 cm
- Untuk pengecoran tanggal 10-3-2009, slump flow yang dicapai 63,1 cm

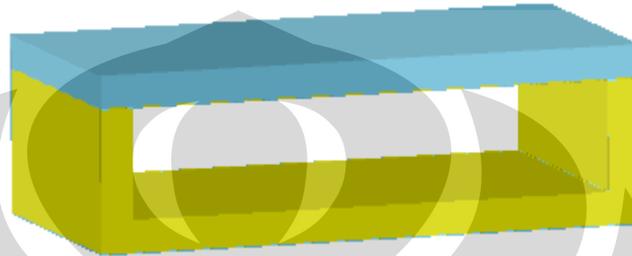
Batas terkecil untuk slump flow adalah 60 cm, maka untuk semua pengecoran diatas slump flow memenuhi standart.

6.2 Analisa Hasil Loading Test

Loading test yang dilakukan meliputi 3 buah benda uji berupa pelat utilitas dimana proses pembebanan yang direncanakan yaitu sebesar 250 kg dan pembebanan maksimal sebesar 500 kg. Pengujian dilakukan dengan 2 kali

tahap siklus, berikut hasil loading test untuk beban 250 kg dan 500 kg dari masing-masing benda uji :

6.2.1 Box Utilitas tinggi 20 cm (Tipe I) dengan Pelat atas tanpa kaki

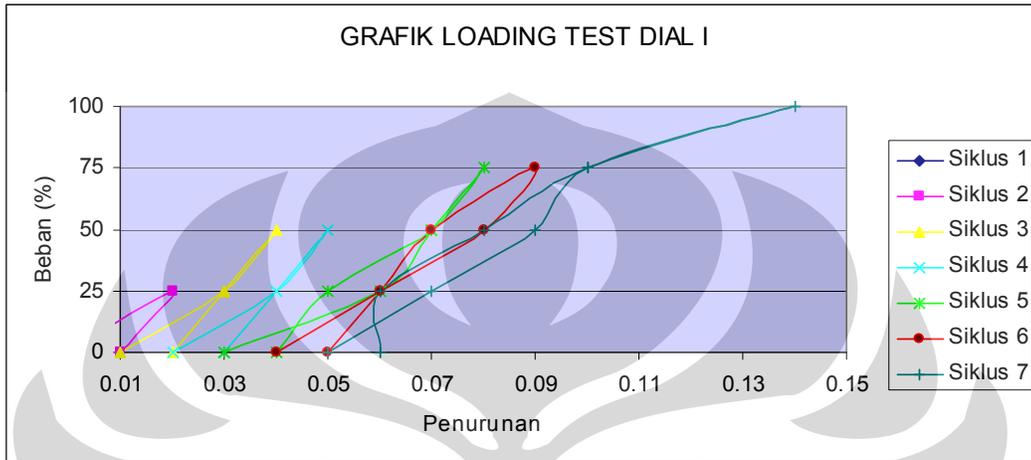


Dial I			Dial II			Dial III		
siklus	beban	'	Siklus	beban	'	siklus	beban	'
1	0	0	1	0	0	1	0	0
	25	0		25	0.05		25	0
	0	0		0	0.02		0	0
2	0	0	2	0	0.02	2	0	0
	25	0.02		25	0.06		25	0.03
	0	0.01		0	0.03		0	0.01
3	0	0.01	3	0	0.03	3	0	0.01
	25	0.03		25	0.07		25	0.03
	50	0.04		50	0.09		50	0.06
	25	0.03		25	0.08		25	0.04
	0	0.02		0	0.05		0	0.02
4	0	0.02	4	0	0.05	4	0	0.02
	25	0.04		25	0.08		25	0.04
	50	0.05		50	0.10		50	0.06
	25	0.04		25	0.08		25	0.04
	0	0.03		0	0.05		0	0.02
5	0	0.03	5	0	0.05	5	0	0.02
	25	0.06		25	0.08		25	0.05

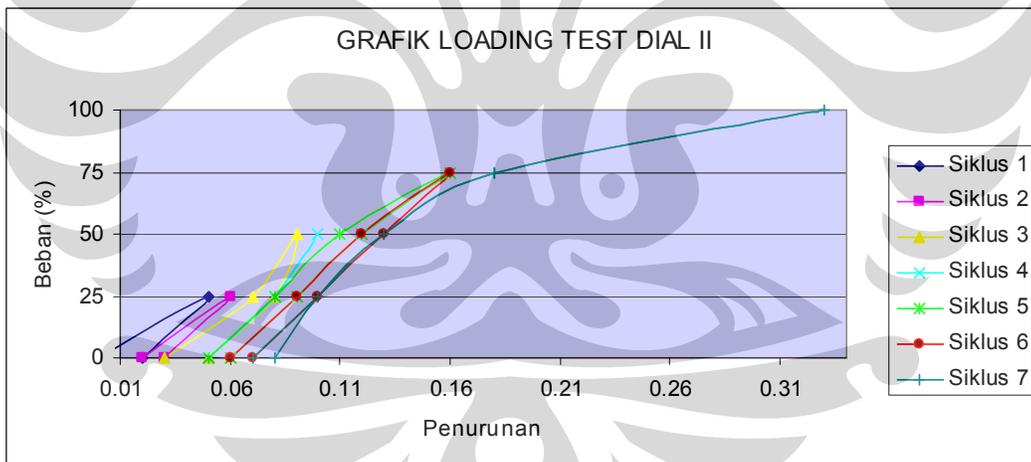
	50	0.07		50	0.11		50	0.07
	75	0.08		75	0.16		75	0.08
	50	0.07		50	0.12		50	0.06
	25	0.05		25	0.09		25	0.05
	0	0.04		0	0.06		0	0.03
	0	0.04		0	0.06		0	0.03
	25	0.06		25	0.09		25	0.05
6	50	0.08	6	50	0.12	6	50	0.08
	75	0.09		75	0.16		75	0.09
	50	0.07		50	0.13		50	0.06
	25	0.06		25	0.10		25	0.04
	0	0.05		0	0.07		0	0.04
	0	0.05		0	0.07		0	0.04
	25	0.07		25	0.1		25	0.06
	50	0.09		50	0.13		50	0.08
7	75	0.10	7	75	0.18	7	75	0.10
	100	0.14		100	0.33		100	0.15
	75	0.10		75	0.18		75	0.13
	50	0.08		50	0.13		50	0.11
	25	0.06		25	0.10		25	0.10
	0	0.06		0	0.08		0	0.07

Dari data pengujian loading test yang dilakukan untuk box dan pelat utilitas atas tanpa kaki, lendutan terbesar terjadi pada dial II yaitu sebesar 0,33 mm dengan beban maksimum 500 kg dari beban yang direncanakan (250 kg). Tidak ada retak dari hasil pengujian tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa box utilitas mampu menahan beban hingga sebesar 500 kg.

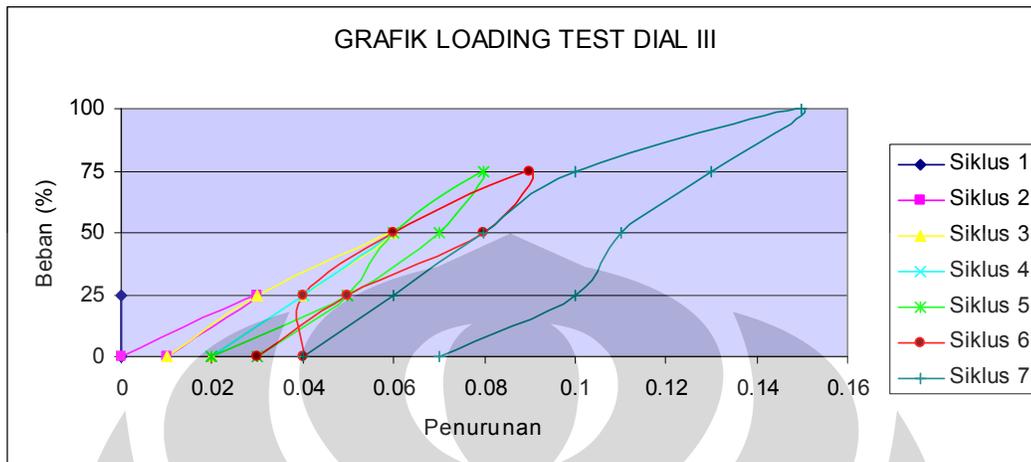
- Hubungan grafik antara persentase beban (*kg*) dengan lendutan yang terjadi (*mm*).



Grafik Siklus Loading Pada Dial I



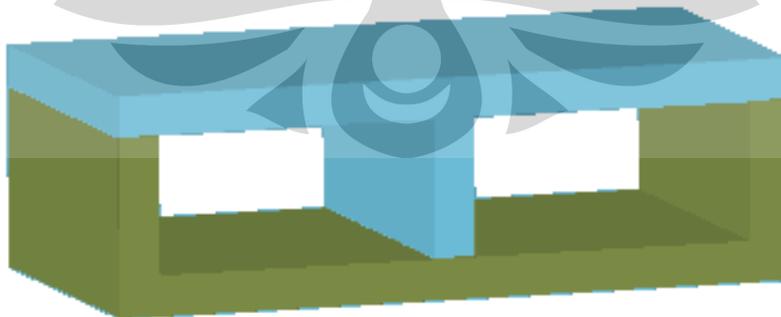
Grafik Siklus Loading Pada Dial II



Grafik Siklus Loading Pada Dial III

Dari analisa ketiga grafik diatas, bahwa pada dial I, II dan III. Dimana lendutan maksimum yang terjadi kecil walaupun berat akibat momen yang besar akibat bentang yang paling panjang dibanding bentuk pelat yang lainnya dan terlihat tanpa adanya retakan walaupun tidak kembali pada keadaan semula. Maka pelat ini terbukti mampu menahan beban hingga dua kali beban rencana, yang semula 500 kg/m^2 menjadi 1000 kg/m^2 .

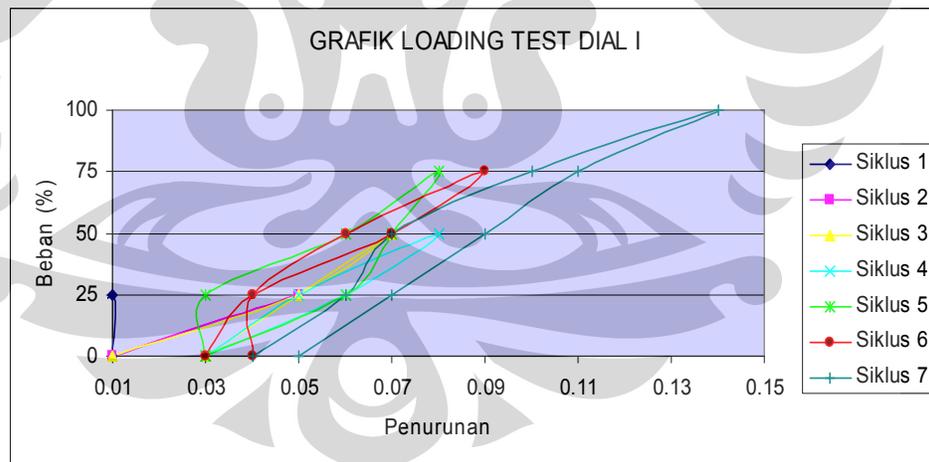
6.2.2 Box Utilitas tinggi 20 cm (Tipe I) dengan Pelat atas Satu kaki



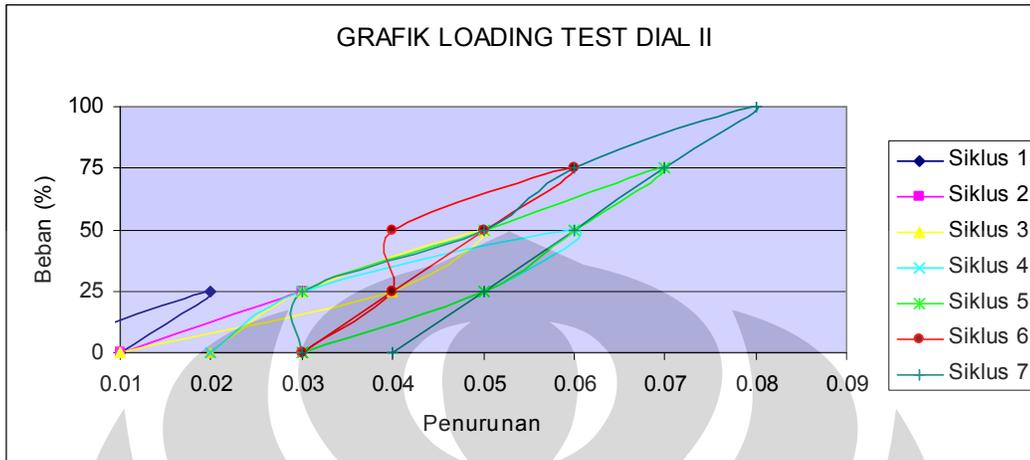
Dial I			Dial II			Dial III		
siklus	beban	'	siklus	beban	'	siklus	beban	'
1	0	0	1	0	0	1	0	0
	25	0.01		25	0.02		25	0.05
	0	0.01		0	0.01		0	0.03
2	0	0.01	2	0	0.01	2	0	0.03
	25	0.05		25	0.03		25	0.05
	0	0.01		0	0.01		0	0.03
3	0	0.01	3	0	0.01	3	0	0.03
	25	0.05		25	0.04		25	0.05
	50	0.07		50	0.05		50	0.07
	25	0.05		25	0.03		25	0.04
	0	0.03		0	0.02		0	0.03
4	0	0.03	4	0	0.02	4	0	0.03
	25	0.06		25	0.03		25	0.05
	50	0.08		50	0.06		50	0.07
	25	0.05		25	0.05		25	0.06
	0	0.03		0	0.03		0	0.05
5	0	0.03	5	0	0.03	5	0	0.05
	25	0.06		25	0.05		25	0.07
	50	0.07		50	0.06		50	0.08
	75	0.08		75	0.07		75	0.09
	50	0.06		50	0.05		50	0.08
	25	0.03		25	0.03		25	0.06
	0	0.03		0	0.03		0	0.05
6	0	0.03	6	0	0.03	6	0	0.05
	25	0.04		25	0.04		25	0.06
	50	0.07		50	0.04		50	0.07
	75	0.09		75	0.06		75	0.10
	50	0.06		50	0.05		50	0.08
	25	0.04		25	0.04		25	0.07

	0	0.04		0	0.03		0	0.05
	0	0.04		0	0.03		0	0.05
	25	0.06		25	0.03		25	0.05
	50	0.07		50	0.05		50	0.07
	75	0.1		75	0.06		75	0.10
7	100	0.14	7	100	0.08	7	100	0.15
	75	0.11		75	0.07		75	0.12
	50	0.09		50	0.06		50	0.10
	25	0.07		25	0.05		25	0.08
	0	0.05		0	0.04		0	0.07

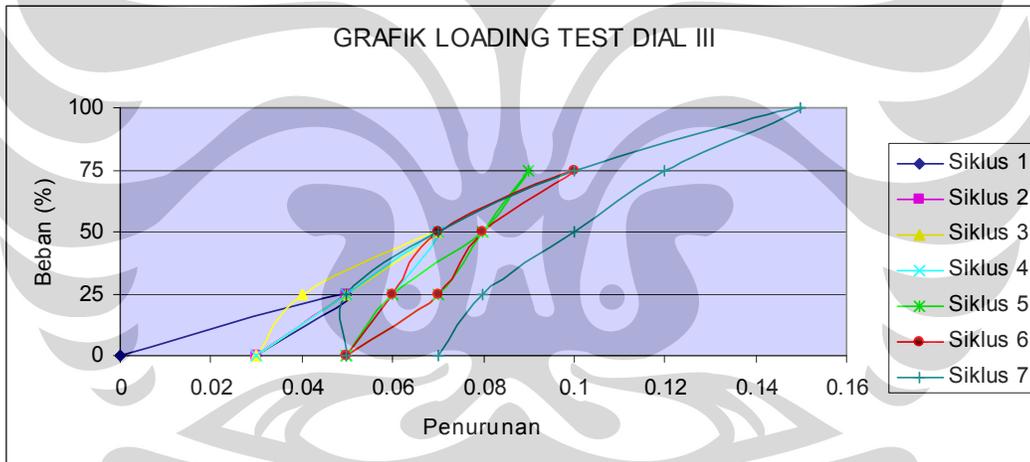
Dari data pengujian loading test yang dilakukan untuk box dengan pelat utilitas satu kaki, lendutan terbesar terjadi pada dial II yaitu sebesar 0,08 mm dengan beban maksimum 500 kg dari beban yang direncanakan (250 kg). Tidak ada retak dari hasil pengujian tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa box utilitas mampu menahan beban hingga sebesar 500 kg.



Grafik Siklus Loading Pada Dial I



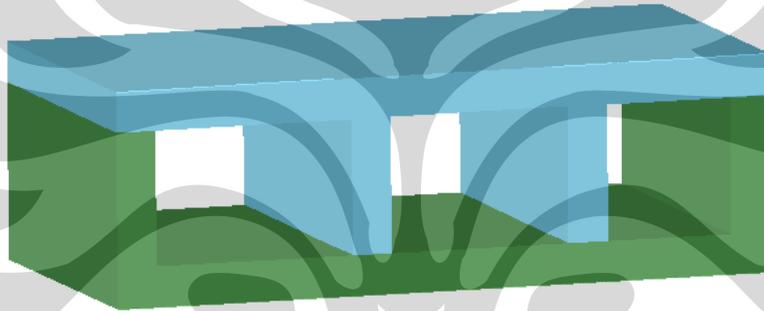
Grafik Siklus Loading Pada Dial II



Grafik Siklus Loading Pada Dial III

Dari analisa ketiga grafik diatas, bahwa pada dial I, II dan III. Dimana lendutan maksimum yang terjadi relatif kecil dan terlihat tanpa adanya retakan walaupun tidak kembali pada keadaan semula. Maka pelat ini terbukti mampu menahan beban hingga dua kali beban rencana, yang semula 500 kg/m² menjadi 1000 kg/m².

6.2.3 Box Utilitas tinggi 20 cm (Tipe I) dengan Pelat atas Dua Kaki



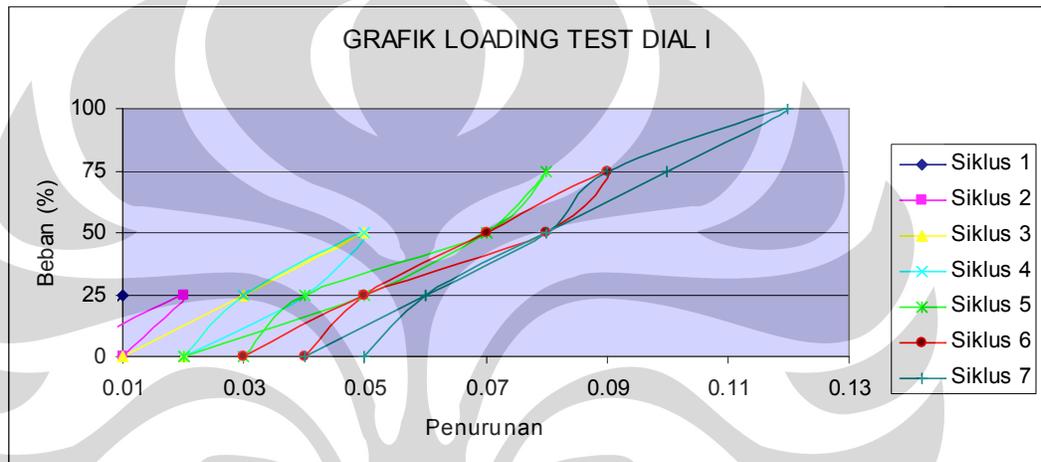
Dial I			Dial II			Dial III		
siklus	beban	'	siklus	beban	'	siklus	beban	'
1	0	0	1	0	0	1	0	0
	25	0.01		25	0.01		25	0
	0	0		0	0		0	0
2	0	0	2	0	0	2	0	0
	25	0.02		25	0.02		25	0.02
	0	0.01		0	0.01		0	0
3	0	0.01	3	0	0.01	3	0	0
	25	0.03		25	0.03		25	0.03
	50	0.05		50	0.05		50	0.05
	25	0.03		25	0.03		25	0.03
	0	0.02		0	0.02		0	0.02

	0	0.02		0	0.02		0	0.02
	25	0.04		25	0.03		25	0.04
4	50	0.05	4	50	0.05	4	50	0.05
	25	0.03		25	0.03		25	0.03
	0	0.02		0	0.02		0	0.02
	0	0.02		0	0.02		0	0.02
	25	0.05		25	0.04		25	0.05
	50	0.07		50	0.05		50	0.06
5	75	0.08	5	75	0.07	5	75	0.08
	50	0.07		50	0.05		50	0.06
	25	0.04		25	0.04		25	0.04
	0	0.03		0	0.03		0	0.03
	0	0.03		0	0.03		0	0.03
	25	0.05		25	0.04		25	0.06
	50	0.08		50	0.06		50	0.08
6	75	0.09	6	75	0.08	6	75	0.09
	50	0.07		50	0.06		50	0.07
	25	0.05		25	0.04		25	0.05
	0	0.04		0	0.03		0	0.04
	0	0.04		0	0.03		0	0.04
	25	0.06		25	0.05		25	0.05
	50	0.08		50	0.07		50	0.07
	75	0.09		75	0.10		75	0.09
7	100	0.12	7	100	0.13	7	100	0.11
	75	0.10		75	0.11		75	0.09
	50	0.08		50	0.09		50	0.07
	25	0.06		25	0.07		25	0.06
	0	0.05		0	0.06		0	0.05

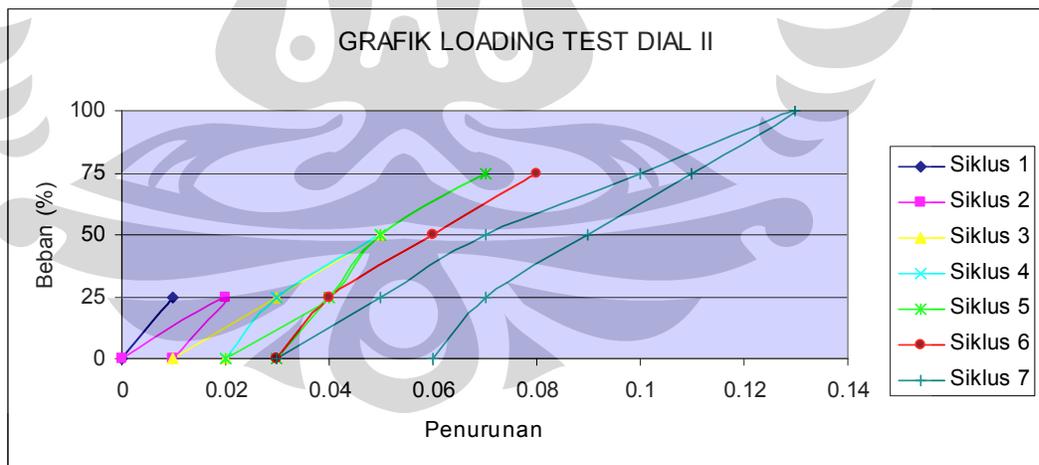
Dari data pengujian loading test yang dilakukan untuk box utilitas tinggi 20 cm dengan pelat atas dua kaki, lendutan terbesar terjadi pada dial II yaitu sebesar 0,13 mm dengan beban maksimum 500 kg dari beban yang

direncanakan (250 kg). Tidak ada retak dari hasil pengujian tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa box utilitas mampu menahan beban hingga sebesar 500 kg.

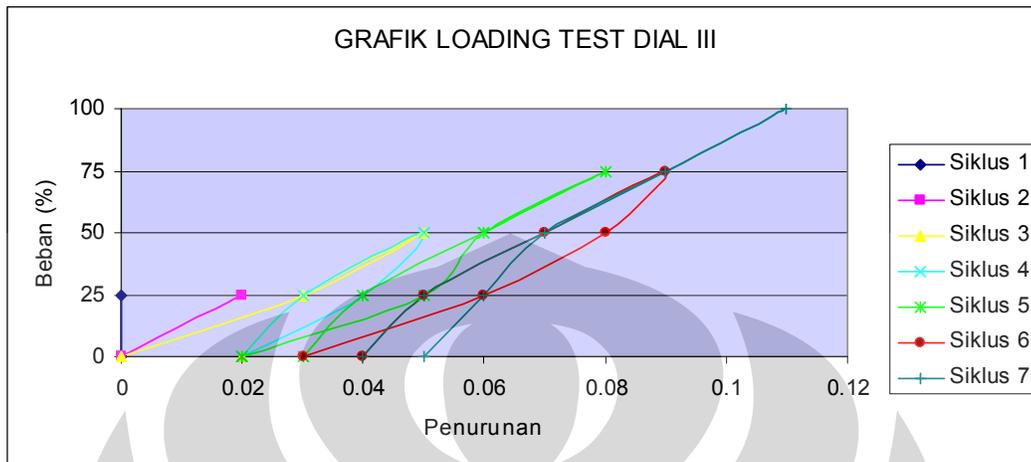
- Hubungan grafik antara persentase beban (kg) dengan lendutan yang terjadi (mm).



Grafik Siklus Loading Pada Dial I



Grafik Siklus Loading Pada Dial II



Grafik Siklus Loading Pada Dial III

Dari analisa ketiga grafik diatas, bahwa pada dial I, II dan III. Dimana lendutan maksimum yang terjadi paling kecil bila dibandingkan bentuk yang lainnya. Dikarenakan beban akibat momen maksimum yang di tahan relatif paling kecil, dan pada pelat ini terlihat tanpa adanya retakan walaupun tidak kembali pada keadaan semula. Maka pelat ini terbukti mampu menahan beban hingga dua kali beban rencana, yang semula 500 kg/m^2 menjadi 1000 kg/m^2 .

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Bahwa pelat ini dapat memberikan nilai tambah kepada penggunanya dikarenakan bentuk yang memiliki alternatif tiga macam ini dapat dengan kuat menahan beban hingga 1000 kg/m^2 , yaitu dua kali beban rencana yang berawal 500 kg/m^2 dengan mengalami deformasi yang sangat kecil. Bertujuan untuk menghindari kondisi ekstrim.
- Dimensi yang tipis ada memang cukup efektif dan ringan bila dikerjakan dengan tenaga manusia dan waktu pengerjaannyapun relatif mudah. Dikarenakan bentuknya yang tipis dan beban yang harus ditanggung cukup besar, maka peneliti menyiasatinya dengan penggunaan beton HSSCC, yang kalau kita lihat dari sisi biaya ini cukup mahal di karenakan adanya penggunaan tulangan dua lapis dan bahan tambah ADVA.

7.2 Saran

Untuk memberikan saran bagi peneliti-peneliti yang lain ada beberapa hal yang perlu menjadi perhatian yaitu :

- Pelat yang peneliti buat ini sangat kuat dalam ketahanannya menerima beban sampai dapat menahan beban sampai dua kali beban rencananya yaitu 500 kg/m^2 . Bila ada yang ingin meneliti lebih lanjut, maka saya memberikan saran untuk dapat menurunkan mutu betonnya agar dapat menahan beban rencananya.
- Bentuk dan dimensi pelat dapat dicari alternatif lain agar dapat menambah varian dari pelat trotoar utilitas ini. Dengan penggunaan metode, mutu beton, dan jumlah tulangan yang berbeda. Dikarenakan pada penelitian ini dinilai tidak efektif dari segi biaya.