

**ANALISIS PERBANDINGAN KUAT BETON  
DENGAN MENGGUNAKAN ADUKAN MANUAL,  
SEMI DAN *READY MIX***

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**RINI MALAU  
188110163**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/11/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/11/23

**ANALISIS PERBANDINGAN KUAT BETON DENGAN  
MENGUNAKAN ADUKAN MANUAL,  
SEMI DAN *READY MIX***

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**Oleh:**

**RINI MALAU  
188110163**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

### HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Kuat Beton Dengan Menggunakan  
Adukan Manual, Semi dan *Ready Mix*  
Nama : Rini Malau  
NPM : 188110163  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:  
Komisi Pembimbing

  
Ir. H. Irwan, M.T  
Pembimbing

  
Dr. Ratu Adh Sulih, S.Kom., M.Kom  
Dekan

  
Rika Liripita Wulandari, S.T., M.T  
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 18 Agustus 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 18 Agustus 2023



188110163

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rini Malau  
NPM : 188110163  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Perbandingan Kuat Beton Dengan Menggunakan Adukan Manual, Semi dan *Ready Mix*. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 18 Agustus 2023  
Yang menyatakan



(Rini Malau)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Paraduan pada tanggal 19 Mei 2000 dari Ayah Parsaoran Malau dan Ibu Piliana Simbolon. Penulis merupakan putri ke 3 dari 6 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Pangururan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Supermarket Irian Tembung Percut Sei Tuan.



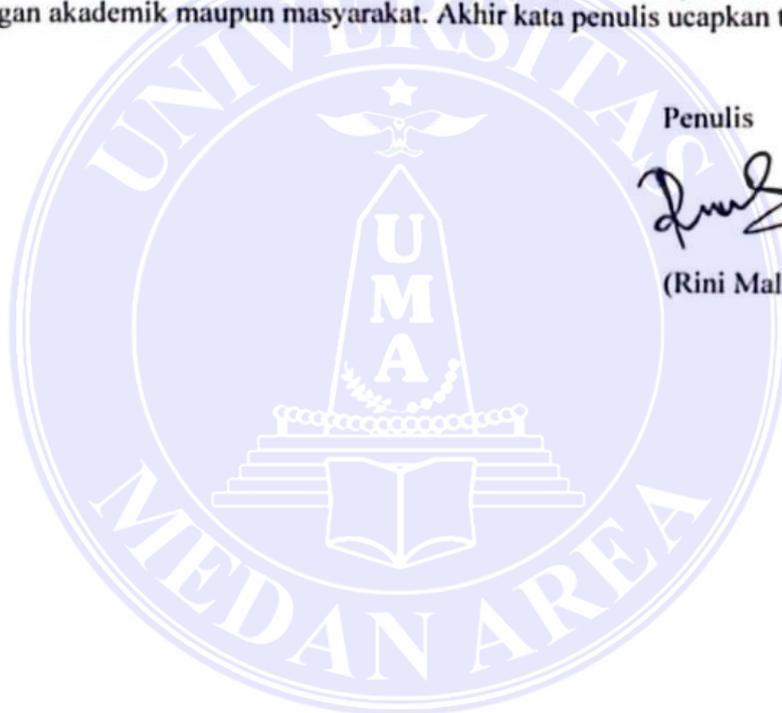
## KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Beton Dengan Menggunakan Adukan Manual, Semi dan *Ready Mix*. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir.H.Irwan M.T, selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Bang Winarko Malau dan William Lumbanraja yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu (Bapak Parsaoran Malau dan Ibu Piliانا Simbolon) serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



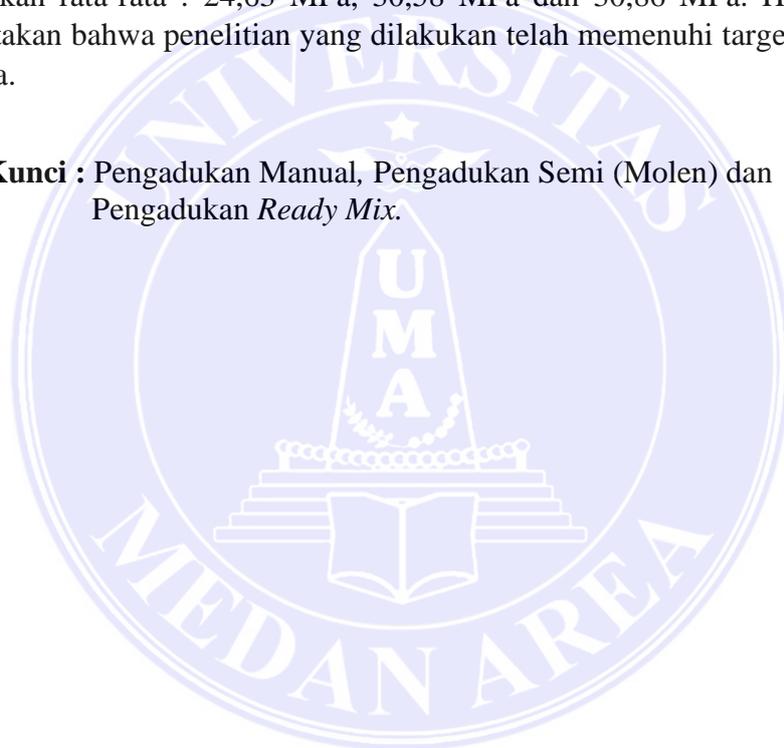
(Rini Malau)



## ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi sekarang ini pekerjaan beton banyak digunakan dalam pembangunan proyek konstruksi. Sifat beton berubah karena sifat semen, agregat, dan air, maupun perbandingan campurannya. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton memiliki berbagai beberapa cara pengadukan seperti pengadukan beton dengan manual, semi (molen) dan *ready mix*. Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat benda uji dengan tiga cara pengadukan yang berbeda dengan kuat tekan beton rencana  $f'c$  20 Mpa. Ketiga pengadukan ini digunakan dalam tergantung dari kondisi pekerjaan beton beserta memiliki kegunaan masing-masing. Berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan, hasil pengujian dengan cara pengadukan Manual, Molen dan *Ready Mix* dengan kuat tekan rata-rata : 24,63 MPa, 30,58 MPa dan 30,86 MPa. Hasil penelitian menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan telah memenuhi target estimasi  $f_c = 20$  MPa.

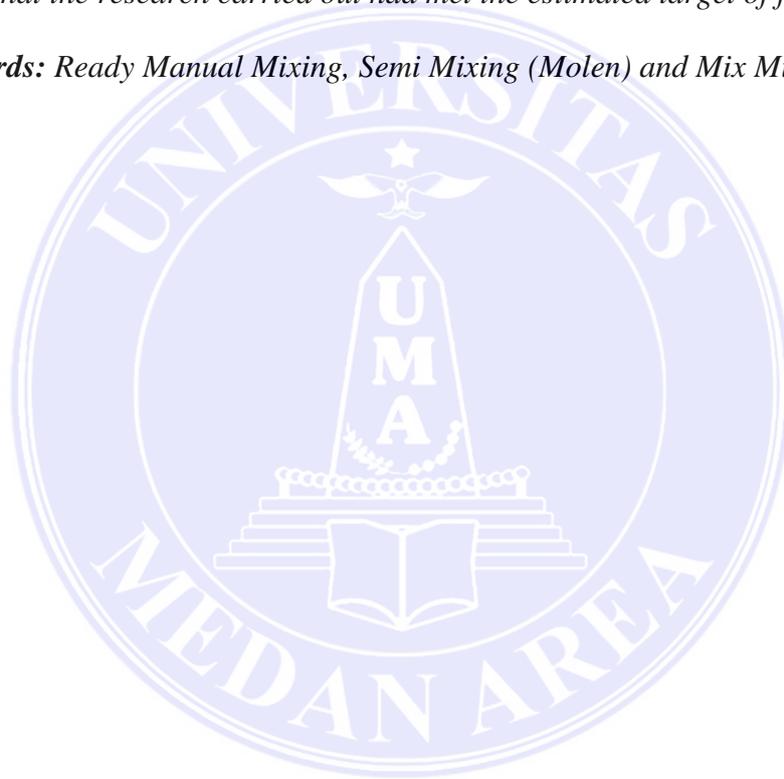
**Kata Kunci :** Pengadukan Manual, Pengadukan Semi (Molen) dan Pengadukan *Ready Mix*.



## ABSTRACT

*In today's world of construction, concrete is widely used in construction projects. The properties of concrete change due to the properties of cement, aggregate and water, as well as the mixture ratio. In carrying out concrete work, there are various mixing methods such as manual, semi (molten) and ready mix concrete mixing. This research was carried out by making test objects with three different mixing methods with a planned concrete compressive strength  $f'c$  of 20 Mpa. The third is mixing. This is used depending on the conditions of the concrete work and has its own uses. Based on the test results, data analysis and discussion, a conclusion can be drawn, the test results using manual mixing, Molen and Ready Mix with an average compressive strength: 24, 63 Mpa, 30.58 Mpa and 30.86 Mpa. The research results stated that the research carried out had met the estimated target of  $f_c = 20$  Mpa.*

**Keywords:** *Ready Manual Mixing, Semi Mixing (Molen) and Mix Mixing.*



## DAFTAR ISI

	Halaman
COVER .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vi
KATA PENGHANTAR .....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu .....	3
2.2 Pengertian Beton .....	5
2.3 Kuat Tekan Beton .....	9
2.3.1 Pengertian Kuat Tekan Beton.....	9
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton .....	10
2.4 Cara Pengadukan Beton .....	12
2.4.1 Pengadukan Manual.....	12
2.4.2 Pengadukan Dengan Semi (Molen ).....	18
2.4.3 Pengadukan dengan <i>Ready Mix</i> .....	23
2.5 Kelebihan dan Kekurangan Jenis Pengadukan Beton.....	27
2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan Manual.....	28
2.5.2 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan Semi (Molen).....	28
2.5.3 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan <i>Ready Mix</i> .....	29
2.6 Bahan Campuran Beton .....	29

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	43
3.1	Metodologi Penelitian .....	43
3.2	Pemeriksaan Bahan-bahan Penyusunan Beton .....	43
3.3	Pencampuran Beton ( <i>Mix Design Concrete</i> ).....	44
3.4	Pembuatan Benda Uji.....	50
3.4.1	Pembuatan Benda Uji dengan Cara Adukan Manual ....	50
3.4.2	Pembuatan Benda Uji dengan cara Pengadukan Mesin Molen.....	51
3.4.3	Pembuatan Benda Uji dengan cara Pengadukan <i>Ready-Mix</i> .....	52
3.5	Perawatan Benda Uji.....	54
3.6	Pengujian Kekuatan Tekan Beton (SNI 03-6185-2002) .....	54
3.7	Perhitungan Berat Jenis Beton .....	55
3.8	Diagram Alir Penelitian .....	56
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	57
4.1	Hasil Penelitian dan Hasil Analisis Data .....	57
4.1.1	Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus dan Kasar .....	58
4.1.3	Hasil Perhitungan Perancangan Campuran Beton ( <i>Mix Design Concrete</i> ).....	65
4.1.4	Kadar Campuran Agregat Untuk pengadukan Manual, Semi .....	66
4.1.5	Kadar Campuran Agregat Untuk pengadukan <i>Ready-Mix</i> .....	67
4.1.6	<i>Slump</i> .....	68
4.1.7	Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton .....	71
4.2	Pembahasan.....	81
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	83
5.1.	Kesimpulan .....	83
5.2.	Saran.....	83
	DAFTAR PUSTAKA .....	xvi
	LAMPIRAN.....	xvii

## DAFTAR GAMBAR

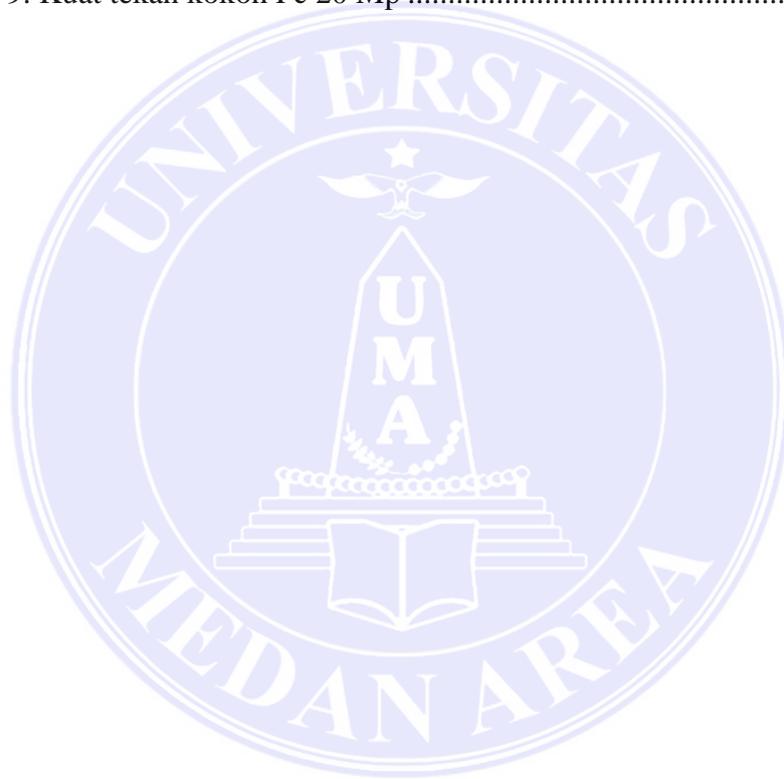
	Halaman
Gambar 1. Benda uji kuat tekan beton .....	10
Gambar 2. Proses pengadukan manual .....	14
Gambar 3. Pasir .....	15
Gambar 4. Semen .....	15
Gambar 5. Proses pencampuran pasir, kerikil, dan semen.....	16
Gambar 6. Proses penambahan kerikil.....	16
Gambar 7. Proses penambahan air dan pengadukan.....	17
Gambar 8. Proses pembuatan beton adukan mesin molen.....	18
Gambar 9. Proses pemasukan pasir.....	21
Gambar 10. Proses pencampuran pasir, kerikil, semen dan air .....	22
Gambar 11. <i>Batching Plant</i> .....	25
Gambar 12. Alur proses pengolahan beton <i>batching plant</i> .....	26
Gambar 13. Agregat kasar.....	37
Gambar 14. Proses Pengayakan Agrerat Halus.....	58
Gambar 15. Proses penimbangan agrerat halus setelah pengayakan .....	58
Gambar 16. Proses pengayakan agrerat kasar.....	60
Gambar 17. Proses penimbangan grerat Kasar setelah pengayakan .....	60
Gambar 18. Penimbangan agrerat halus SSD .....	62
Gambar 19. Pengisian agrerat halus kedalam piknometer .....	62
Gambar 20. Penimbangan agrerat kasar dalam keadaan SSD .....	64
Gambar 21. Penimbangan agrerat kasar dalam air.....	64
Gambar 22. Pengujian <i>slump</i> manual .....	69
Gambar 23. Pengujian <i>slump</i> semi.....	69
Gambar 24. Pengujian <i>slump ready mix</i> .....	70
Gambar 25. Benda uji adukan manual .....	71
Gambar 26. Benda uji adukan manual .....	72
Gambar 27. Benda uji adukan semi .....	74
Gambar 28. Pengujian kuat tekan beton semi.....	74
Gambar 29. Benda uji adukan <i>ready mix</i> .....	77
Gambar 30. Pengujian kuat tekan adukan <i>ready mix</i> ).....	77

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Lama pengadukan <i>mixer</i> .....	19
Tabel 2. Waktu pengadukan minimum berdasarkan penyelidikan oleh ACI dan BR .....	23
Tabel 3. Susunan besar butiran agregat halus .....	34
Tabel 4. Besar butiran agregat kasar .....	35
Tabel 5. Perbandingan kekuatan pada berbagai benda uji .....	40
Tabel 6. Faktor konversi untuk kuat tekan beton 28 hari.....	40
Tabel 7. Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air semen.....	45
Tabel 8. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai lingkungan.....	46
Tabel 9. Perkiraan kebutuhan air (Kg/m <sup>3</sup> ) .....	47
Tabel 10. Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus.....	59
Tabel 11. Analisa saringan agregat kasar .....	61
Tabel 12. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus .....	63
Tabel 13. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus .....	65
Tabel 14. Hasil perencanaan <i>mix design</i> beton normal .....	66
Tabel 15. Kadar agregat campuran untuk sekali adukkan membuat silinder benda uji .....	68
Tabel 16. Uji <i>slump</i> .....	70
Tabel 17. Kuat tekan beton adukan manual .....	72
Tabel 18. Kuat tekan beton adukan semi .....	75
Tabel 19. Kuat tekan beton adukan <i>ready mix</i> .....	78
Tabel 20. Rata-rata kuat tekan beton adukan manual, adukan semi dan adukan <i>ready-mix</i> .....	80

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.....	45
Grafik 2. Persentase agregat halus terhadap agregat gabungan untuk butiran maksimum 20 mm dan slump 60 – 180 mm .....	48
Grafik 3. Batas gradasi pasir (kasar) No. 2 .....	59
Grafik 4. Batas gradasi kerikil atau oral ukuran maksimum 20 mm .....	61
Grafik 5. Diagram nilai <i>slump</i> .....	71
Grafik 6. Diagram kuat tekan beton manual .....	72
Grafik 7. Diagram kuat tekan beton semi .....	75
Grafik 8. Diagram kuat tekan beton <i>ready mix</i> .....	78
Grafik 9. Kuat tekan kokoh $F_c$ 20 Mp .....	80



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. <i>Compressive Strenght Test</i> Manual dan Molen 3 Hari.....	86
Lampiran 2. <i>Compressive Strenght Test Ready Mix</i> 3 Hari.....	87
Lampiran 3. <i>Compressive Strenght Test</i> Manual dan Molen 28 Hari.....	88
Lampiran 4. <i>Compressive Strenght Test Ready Mix</i> 28 Hari.....	89
Lampiran 5. Penimbangan Kerikil.....	90
Lampiran 6. Penimbangan Semen.....	90
Lampiran 7. Penimbangan Pasir.....	91
Lampiran 8. Penimbangan Air.....	91
Lampiran 9. Pencampuran Pasir dan Kerikil.....	92
Lampiran 10. Pencampuran Pasir, Kerikil dan Semen.....	92
Lampiran 11. Pemasukan Adukan Beton ke Corong.....	93
Lampiran 12. Uji <i>Slump</i> Manual.....	93
Lampiran 13. Pemindahan Adukan Beton kedalam Silinder.....	94
Lampiran 14. Pemadatan menggunakan vibrator adukan <i>Ready Mix</i> .....	94
Lampiran 15. Proses Pencampuran Adukan Beton Semi.....	95
Lampiran 16. Penuangan Adukan Beton Semi.....	95
Lampiran 17. Uji <i>Slump</i> Semi.....	96
Lampiran 18. Perawatan Beton Adukan Semi.....	96
Lampiran 19. Proses Penuangan Adukan Beton <i>Ready Mix</i> .....	97
Lampiran 20. Uji <i>Slump</i> Ready Mix.....	97
Lampiran 21. Pengisian Beton kedalam Silinder.....	98
Lampiran 22. Pemadatan menggunakan vibrator adukan <i>Ready Mix</i> .....	98
Lampiran 23. Perawatan Beton Adukan <i>Ready Mix</i> .....	99

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam dunia konstruksi sekarang ini pekerjaan beton banyak digunakan dalam pembangunan proyek konstruksi. Sifat beton berubah karena sifat semen, agregat, dan air, maupun perbandingan campurannya. Dalam pelaksanaan pekerjaan beton memiliki berbagai beberapa cara pengadukan seperti pengadukan beton dengan manual, semi (molen) dan *ready mix*. Biasanya penggunaan adukan *Ready mix*, adukan “Molen” dan adukan “Manual” digunakan tergantung kondisi atau keadaan project yang dikerjakan tanpa mengurangi kualitas beton. Pada cara pengadukan tiga metode ini memiliki beberapa perbandingan. Perbandingan cor beton manual, semi dan *ready mix* bisa dilihat dari segi perbandingan kualitas dan kepraktisan. Seperti halnya dari segi kualitas beton cor yang dibuat secara manual akan berkualitas jika pemilihan material tepat, jumlah takaran tepat, dan pengerjaan konsisten begitupun juga dengan beton cor adukan semi (molen). Sedangkan beton *ready mix* dibuat dengan mesin yang dikontrol dengan sistem komputerisasi oleh operator produksi, dan beton *ready mix* banyak digunakan dalam pekerjaan beton sekarang ini tetapi tidak cocok digunakan dalam beton volume kecil, Oleh karena itu saya tertarik mengambil judul penelitian ini untuk dengan judul **“Analisis Perbandingan Kuat Beton Dengan Menggunakan Adukan Manual, Semi dan *Ready Mix*”**.

## 1.2. Rumusan Masalah

Seberapa besar kuat tekan beton dengan menggunakan pengadukan manual, adukan semi dan adukan *ready mix* terhadap kuat tekan beton pada umur 3 hari dan 28 hari.

## 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

### 1. Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan kuat tekan beton  $f_c$  20 Mpa pada pengadukan manual, adukan semi *ready mix*.

### 2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kuat tekan pada beton  $f_c$  20 Mpa pada pengadukan *ready mix*, adukan semi dan adukan manual. umur 3 hari dan 28 hari.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan pada peneliti terkait pengaruh pada penggunaan alat pengadukan beton terhadap kualitas kuat tekan beton serta perbandingan mutu beton dengan kuat tekan rencana  $F_c = 20$  Mpa

## 1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian dan Pengujian dilakukan di Laboratorium PT Pangeran Beton Nusantara.
2. Menggunakan semen *Type 1* beserta agregat kasar dan halus.
3. Pengujian ini dilakukan pada saat berumur 3 hari dan 28 hari.
4. Benda uji berbentuk silinder.
5. Kuat tekan rencana  $f_c$  20 Mpa.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pencipta Jurnal	Judul Jurnal	Kesimpulan	Link Jurnal
Mulyati 1), Fikri Aulia	Pengaruh Metode Pengadukan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton	Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton yang diperoleh dari metode pengadukan beton masinal dengan molen terjadi kenaikan kuat tekan dibandingkan dengan metode pengadukan manual di atas beton dan metode pengadukan manual di atas tanah masing-masing berturut-turut sebesar 39,08% dan 64,72%	<a href="https://jt.s.itp.ac.id/index.php/jts/article/view/400/683">https://jt.s.itp.ac.id/index.php/jts/article/view/400/683</a>
Wardana , Gana Putra (2016)	Analisis Pengaruh Cara Pengadukan Beton Dengan Menggunakan	Benda uji yang digunakan berbentuk silinder (diameter 15 dan tinggi 30cm), sebanyak 20 sempel. Setiap sempel terdiri dari 10 variasi. Hasil penelitian beton berumur 7 hari di konverikan menjadi 28 hari. Dengan cara	<a href="http://repository.uin-suka.ac.id/jurnal/index.php/387/2/BAB%20I_GANA%20PU">http://repository.uin-suka.ac.id/jurnal/index.php/387/2/BAB%20I_GANA%20PU</a>

an Molen	pengadukan menggunakan molen	TRA%2
(Concrete Mixer) Dan	(concrete mixer), di dapat kuat tekan rata-rata sebesar 20,273 Mpa	0WARD ANA_T
Cara Manual	dan cara pengadukan manual di dapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 19,803 Mpa.	S%2716.pdf
Terhadap Kuat Tekan.		
Endra Pramana Asmita 1) Crisna Djaya Mungok 2) Cek Putra Handalan 2 Penyusun Beton Dengan Adukan Manual	Studi Eksperimen Kuat Tekan beton Berdasarkan Urutan semen, pasir, air, batu pecah menghasilkan kuat tekan akhir dengan urutan pencampuran lainnya dengan rata-rata sebesar 29,124 MPa dengan waktu pengadukan 17 menit 45 detik. Sedangkan urutan pencampuran semen, pasir, batu pecah, air menghasilkan kuat tekan akhir yang paling rendah dengan rata-rata sebesar 18,537 Mpa.	https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHM/article/view/11354/10761

## 2.2 Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya dapat dikatakan pasta bahwa semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt dan sebagainya). Rongga diantara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus. Penerangan sepintas lalu ini memberikan bayangan bahwa harus ada perbandingan optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen *Portland*, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyeberangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gerbang, dan semen dalam beton atau tembok blok. Nama lama untuk beton adalah batu cair.

Beton diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu beton normal dan beton ringan. Beton normal tergolong beton yang memiliki densitas sekitar 2,2 – 2,4 gr/cm<sup>3</sup> dan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran beton (*mix design*).

Sedangkan untuk beton ringan memiliki densitas  $< 1,8 \text{ gr/cm}^3$ , begitu juga dengan kekuatannya sangat bervariasi dan sesuai dengan penggunaan dan pencampuran bahan bakunya. Jenis dari beton ringan ada dua, yaitu beton ringan berpori (*aerated concrete*) dan beton ringan tidak berpori (*non aerated concrete*). Beton ringan berpori adalah beton yang dibuat agar strukturnya terdapat banyak pori. Beton semacam ini diproduksi dengan bahan baku dari campuran semen, pasir, gypsum,  $\text{CaCO}_3$  dan katalis aluminium. Dengan adanya katalis  $\text{Al}$  selama terjadi reaksi hidratisasi, semen akan menimbulkan panas (reaksi eksotermal) sehingga timbul gelembung-gelembung gas  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  dari reaksi tersebut. Akhirnya gelembung tersebut akan menimbulkan jejak pori dalam beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori yang terbentuk dan beton akan semakin ringan. Berbeda dengan beton *non aerated*, pada beton ini ditambahkan agregat ringan dalam pembuatannya, seperti batu apung (*pumice*), serat sintesis dan alami, slag baja, perlite, dan lain-lain. Pembuatan beton ringan berpori jauh lebih mahal karena menggunakan bahan-bahan kimia tambahan dan mekanisme pengontrolan yang cukup sulit.

#### 1. Beton Ringan (*Lightweight Concrete*)

Beton ringan AAC ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Beton ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh *Joseph Hebel* di Jerman di tahun 1943. Hasilnya, beton ringan aerasi ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan, karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Sifatnya kuat, tahan lama, mudah dibentuk, efisien, dan berdaya guna tinggi. Di Indonesia sendiri

beton ringan mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya P.T. Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat.

2. Beton mutu tinggi (*High Strength Concrete*)

Beton dengan kuat tekan yang lebih besar dari 40 MPa sudah bisa dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Beton ini dikembangkan untuk membuat struktur yang menuntut tingkat kepentingan yang tinggi tinggi, reaktor nuklir dan lain-lain.

3. Beton dengan workabilitas tinggi (*High Workability Concrete*)

Umumnya tingkat kesulitan dalam pengerjaan beton dikaitkan dengan tingkat keenceran campurannya atau kemampuannya mengalir (*flowing consistency*), semakin encer beton akan semakin mudah dikerjakan. Encer yang dimaksud bukan semata encer karena diberi banyak air, justru dengan kebanyakan air mutu beton akan semakin rendah karena material penyusunnya bisa terpisah-pisah (*segregated*). Yang dimaksud disini adalah beton yang mudah mengalir tetapi tetap memiliki mutu yang baik seperti beton normal atau mutu tinggi.

4. Beton Serat (*Fiber Reinforced Concrete*)

Adalah beton yang materialnya ditambah dengan komponen serat yang bisa berupa serat baja, plastik, glass ataupun serabut dari bahan alami. Walaupun serat dalam campuran tidak terlalu banyak meningkatkan kekuatan beton terhadap gaya tarik, perilaku struktur beton tetap semakin baik misalnya meningkatkan regangan yang dicapai sebelum runtuh, meningkatkan ketahanan beton terhadap benturan dan menambah kerasnya beton.

5. Beton dengan Polimer (*Polymers Concrete*)

Dengan pemberian polimer sebagai bahan perekat tambahan pada campuran beton, akan dihasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi dan dalam waktu yang lebih singkat. Bahan yang ditambahkan bisa berupa latex maupun emulsi dari bahan lain. Jenis ini cocok digunakan pada terowongan, tambang dan pekerjaan lain yang membutuhkan kekuatan beton dalam waktu singkat bahkan dalam hitungan jam.

Disamping itu, jenis beton polimer bisa dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap bahan kimia tertentu. Metode penambahan polimer selain pada campuran beton, bisa juga dilakukan pada saat beton sudah kering dengan tujuan untuk menutup pori-pori beton dan retak kecil (*microcrac*) karena pengeringan sehingga didapatkan beton yang kedap air (*impermeable*) sehingga keawetan beton bisa meningkat.

6. Beton Berat (*Heavyweight Concrete*)

Kebalikan dari beton ringan adalah beton berat, dimana beton jenis ini memiliki berat isi yang lebih tinggi dari beton normal ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) yaitu sekitar  $3300 \text{ kg/m}^3$  s/d  $3800 \text{ kg/m}^3$ . Beton berat biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti untuk perlindungan biologi, instalasi nuklir, unit kesehatan dan bangunan fasilitas pengujian dan penelitian atom. Beton berat dibuat dengan menggunakan agregat berat seperti bijih besi maupun bahan alami yang berat.

7. Beton Besar (*Mass Concrete*)

Merupakan beton pada struktur masif dengan dengan volume yang sangat besar seperti pada bendungan, pintu air maupun balok dan pilar besar dan

masif. Beton berat dibuat dengan perlakuan yang berbeda dengan beton normal mengingat timbulnya panas yang berlebihan pada campuran beton dan terjadinya perubahan volume yang juga menjadi sangat besar.

Perlakuan untuk penanganan beton berat bisa dilakukan dengan mengubah komposisi campuran seperti pengurangan semen, penambahan bahan aditif pembentuk gelembung udara dan penggunaan agregat yang memiliki kepadatan tinggi.

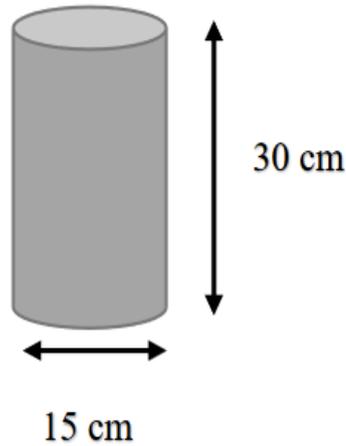
#### 8. Beton Dengan Pemadatan Roller (*Roller Compacted Concrete*)

Pada pekerjaan-pekerjaan besar dan khusus seperti jalan berbahan beton dan bendungan, pemadatan beton harus dilakukan dengan menggunakan roller vibrator. Untuk pemadatan dengan *roller*, campuran beton harus cukup kering agar *roller* tidak teggelam tetapi tetap harus memiliki sifat basah agar distribusi bahan perekat (semen) ke seluruh permukaan agregat menjadi merata.

### 2.3 Kuat Tekan Beton

#### 2.3.1 Pengertian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Benda uji kuat tekan beton (DPUPKP ,2022)

cara menentukan nilai kuat tekan beton yaitu:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan

$f'_c$  = Kuat tekan beton ( MPa )

A = Luas penampang benda uji ( mm<sup>2</sup> )

P = Beban tekan ( N)

### 2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Mengingat pentingnya informasi mengenai kuat tekan beton, maka selanjutnya kita akan mengulas tentang beberapa faktor yang bisa mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Sebenarnya ada 3 faktor yang bisa mempengaruhi kekuatan beton yaitu:

a. Sifat dan Proporsi Campuran Beton

Faktor pertama ini menjadi tindakan awal dalam proses pembuatan beton untuk mencapai mutu yang diinginkan. Anda tentu tahu bahwa setiap komponen yang diperlukan dalam campuran beton memiliki peranan penting. Namun ada beberapa sifat dan proporsi yang memiliki pengaruh

dominan yaitu rasio air/semen, tipe semen, air campuran, agregat dan bahan tambahan.

b. Kondisi Pemeliharaan

Faktor yang kedua adalah kondisi pemeliharaan yang dilakukan setelah beton selesai dibuat. Meski menjadi salah satu material terkokoh namun bukan berarti beton tidak membutuhkan pemeliharaan. Faktanya, pemeliharaan secara berkala tetap perlu dilakukan agar beton berada di kondisi yang prima.

c. Faktor Pengujian

Dari mana Anda bisa tahu nilai kuat tekan beton? Sebelum dipasarkan atau diantar kepada pemesan, setiap beton akan melalui proses pengujian. Pengujian ini biasa disebut dengan uji kuat tekan beton dan selalu dilakukan agar kita bisa tahu apakah kekuatan beton sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan yang direncanakan.

Pengujian ini sendiri biasanya dilakukan pada material beton segar yang berbentuk kubus atau silinder, di mana material beton ini sudah mewakili campuran beton. Jangan lupa unyuk mencatat berat dan ukuran beton yang akan diuji. Selanjutnya, siapkan alat uji tekan beton. Anda harus tahu bahwa alat ini memang dirancang secara khusus untuk menguji kuat beton. Jadi Anda tidak boleh asal menguji kekuatan beton dengan cara atau alat lain. Jika alat sudah siap, maka Anda bisa meletakkan beton yang akan diuji tepat di bagian tengah mesin uji. Operasikan mesin dengan penambahan beban yang konstan antara  $2\text{kg/cm}^2$  sampai dengan  $4\text{kg/cm}^2$  per detiknya. Lakukan uji tekanan ini hingga beton yang diuji hancur dan

pastikan Anda mencaat semuanya termasuk beban maksimum, kondisi beton uji hingga gambar bentuk pecahannya selama pengujian berlangsung.

Lalu kapan uji kuat tekan beton ini biasanya dilakukan? Waktu ideal untuk melakukan uji kuat tekan beton adalah saat beton berusia 3 hari, 7 hari dan 28 hari dengan minimal pengujian pada 2 beton setiap kali pengujian dilakukan.

## 2.4 Cara Pengadukan Beton

Campuran beton yakni air, semen, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambah (admixture) apabila diperlukan. Semen bila bercampur air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat. Bahan pengisi dan penguat adalah agregat kasar dan halus. Bahan-bahan yang dipilih sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Beton mempunyai kekuatan yang besar, sebelum beton mengeras, campuran beton masih plastis. Kemudian beton mengalami proses pengikatan hingga beton menjadi keras.

### 2.4.1 Pengadukan Manual

Mengaduk beton secara manual adalah mengaduk beton dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan tenaga penggeraknya dipakai tenaga manusia. Cara pengadukan seperti ini sampai sekarang masih tetap dilakukan, karena disamping murah juga cara kerja yang sangat mudah. Akan tetapi pengadukan secara manual, hanya boleh dilakukan untuk pembuatan mutu beton kurang dari Bo (mutu beton *non structural*) dan volume yang kecil. Banyaknya volume aduk untuk sekali aduk dibatasi pula, yaitu tidak boleh melebihi  $\frac{1}{4} M^3$  ini bertujuan agar pengerjaan dan kerataan aduk mudah dicapai.

Pengadukan cara manual dilakukan dengan tangan dan takaran dilakukan dengan takaran volume. Pengadukan ini biasanya dilakukan untuk pengecoran beton yang bukan struktural, seperti lantai kerja, tiang dan balok perkuatan pasangan dinding bata.

Persyaratan pengadukan

- a. Bahan-bahan aduk harus tercampur merata
- b. Lama pengadukan dibatasi sampai adukan terlihat merata dan mengental
- c. Pengadukan beton untuk semua mutu beton, kecuali mutu Bo harus dilakukan dengan mesin pengaduk. Mesin pengaduk untuk membuat beton kelas III harus dilengkapi dengan alat pengukur jumlah air pencampur .
- d. Selama pengadukan berlangsung, pengawasan pelaksanaan harus diperhatikan benar-benar, misalnya : memeriksa slump dari setiap campuran beton yang baru.
- e. Adukan yang tidak memenuhi syarat minimal, tidak boleh dipakai dan dipergunakan untuk pengecoran konstruksi lain yang mutu betonnya lebih rendah.

Ketentuan yang diperlukan untuk cara pengadukan

Mengaduk beton secara manual perlu diperhatikan kerataan pencampuran bahannya, apabila pada campuran tersebut terlihat ada perbedaan warna maka campuran tersebut belum rata/homogeny. Untuk itu pengadukan harus dilakukan kembali, kerataan pencampuran dapat diperoleh pada umumnya setelah 3 kali pengadukan. Jika tidak, maka harus ulangi samapai tercapai komogenitas campuran itu. Disamping ini perlindungan adukan dari kotoran dan cuaca merupakan salah satu usaha untuk mencegahberkurangnya mutu adukan. Perlindungan ini dapat

dilakukan dengan membuat tempat aduk dari papan kayu atau lantai kerja yang diplester dan atasnya dipasang atap pelindung. Atau dari bahan yang tidak meresap air, seperti pelat besi.

Pengadukan beton manual biasanya menggunakan perbandingan volume. Yang lazim digunakan di lapangan adalah dengan membuat kotak takaran (atau terkadang digunakan juga ember) untuk perbandingan volume pasir, semen, dan krikil.



Gambar 2. Proses pengadukan manual (Scrid Inc Pengadukan Beton, 2013)

#### Peralatan

- a. Cangkul
- b. Sekop
- c. Bak kayu/dola
- d. Ember
- e. Alat pemadat besi atau kayu

### Langkah kerja

- a. Buat/tempatkan bak pengaduk dekat timbunan bahan
- b. Siapkan semua peralatan yang diperlukan
- c. Ambil dan tuangkan bahan-bahan ketempat pengadukan sesuai dengan ketentuan perbandingan campuran.

### Proses pencampuran bahan sebagai berikut :

- a. Pasir dan semen yang sudah ditakar dicampur kering di dalam bak pengaduk. Pencampuran dilakukan sampai didapatkan warna yang homogeny



Gambar 3. Pasir (Dokumentasi Lapangan, 2023)



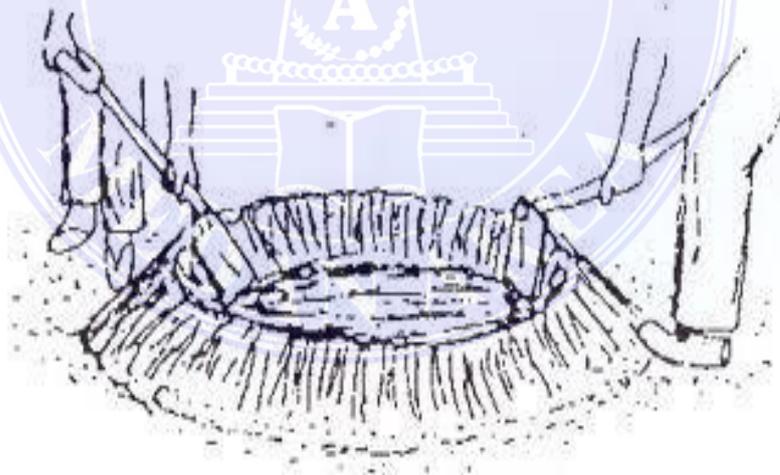
Gambar 4. Semen (Dokumentasi Laboratorium, 2023)

- b. Lalu kerikil dituangkan dalam bak pengaduk kemudian diaduk sampai merata. kemudian dibuat lubang di tengah adukan.



Gambar 5. Proses pencampuran pasir, kerikil, dan semen  
(Dokumentasi Laboratorium,2023)

Proses Penambahan kerikil dan dibuat lubang di tengah



Gambar 6. Proses penambahan kerikil (Scrid Inc Pengadukan Beton, 2013)

Setelah adukan merata, tuangkan air sesuai kebutuhan, aduk sampai campuran merata dan sesuai dengan persyaratan. Tuangkan air di tengah lubang kira-kira 75% dari yang dibutuhkan. Pengadukan dilanjutkan hingga merata dan tambahkan air sedikit demi sedikit sambil mengaduk.



Gambar 7. Proses penambahan air dan pengadukan  
(Dokumentasi Laboratorium,2023)

Perhatikan

- a. Timbunan bahan dibuat menyerupai bentuk gunung.
- b. Aduk bahan-bahan tersebut hingga tercampur merata (warna campuran bahan sama).
- c. Setelah adukan merata. Siram air untuk perawatan.
- d. Bersama dengan penyiraman air, aduk beton dibolak balik seperti tampak pada gambar.
- e. Ini terus dilakukan sampai air tercampur seluruhnya dan adukan terlihat agak plastis.

## 2.4.2 Pengadukan Dengan Semi (Molen )

Pengadukan secara molen dilakukan dengan mesin aduk (*mixer*) dilaksanakan untuk pengecoran beton struktur, dan volume pengecoran yang cukup besar. Dibandingkan dengan pengadukan manual hasil pengadukan secara masinal lebih baik, karena homogenitas adukan lebih merata, volume pengadukan lebih banyak serta nilai kekokohnya 20-50% lebih besar.



Gambar 8. Proses pembuatan beton adukan mesin molen (Scrid Inc Pengadukan Beton, 2013)

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengadukan secara masinal:

- a. Bagian dalam dari wadah alat pengaduk harus cukup basah, sehingga tidak menambah atau mengurangi air pencampur.
- b. Lamanya waktu pengadukan sesuai dengan kapasitas dari mixer seperti yang diberikan di Tabel 1.

Tabel 1. Lama pengadukan mixer (Scrid Inc Pengadukan Beton, 2013)

Kapasitas dari <i>mixer</i>	Ketentuan ASTM C.94 dan ACL 318
0,8-3,1 m <sup>3</sup>	1 menit
3,8-4,6 m <sup>3</sup>	2 menit
7,6 m <sup>3</sup>	3 menit

- c. Bahan–bahan seperti pasir dan kerikil harus dalam keadaan SSD (*saturated surface dry*) supaya pengawasan faktor air semen yang tetap untuk setiap pengadukan dapat dilaksanakan.
- d. Wadah alat transport harus dibasahi air sebelum beton dituang ke dalamnya.
- e. Mesin aduk (*mixer*) tidak boleh diisi melebihi kapasitasnya, karena akan menyebabkan bahan tumpah sehingga proporsi bahan menjadi tidak tepat.

#### Penempatan Mesin Pengaduk di Lokasi Pekerjaan

Guna mempermudah berlangsungnya proses pengadukan beton serta mengefektifkan pemakaian mesin pengaduk, maka masalah penempatan mesin pengaduk merupakan unsur utama yang menunjang tercapainya tujuan tersebut.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menempatkan mesin pengaduk, yaitu:

- a. Bentuk dan letak bangunan yang dibuat, agar lokasi pengecoran mudah dijangkau.
- b. Penempatan timbunan bahan. Mesin pengaduk harus diletakan dekat timbunan bahan agar pengambilan bahan mudah dilaksanakan. Begitu pula penempatan timbunan harus dekat dengan konstruksi yang akan di cor dengan masing-masing bahan ditempatkan terpisah dan di ataur rapi, agar tidak mengganggu kelancaran lalu lintas didalam lokasi pekerjaan.

- c. Letak tempat pengadukan terhadap tempat pengecoran dan kedudukan mesin pengaduk (*mixer*).

Dengan mengetahui perbedaan ketinggian perletakan tempat pengadukan ini akan dengan segera dapat ditentukan jenis angkut bahan yang paling baik dipakai.

- a. Kapasitas dan kondisi dari mesin itu sendiri
- b. Kelancaran lalu lintas, tanpa mengganggu satu sama lain pelaksanaan pekerjaan.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas ini maka dengan mudah digambarkan penempatan mesin pengaduk didalam suatu proyek.

- a. Penempatan mesin pengaduk sederhana.

Karena penakaran bahan berdasarkan volume, maka diantara timbunan bahan dan tempat mesin pengaduk diberi jarak bebas, guna memasukan bahan kedalam tromol.

- b. Penempatan mesin pengaduk modern.

Mesin ini untuk penentuan perbandingan bahannya digunakan berat, dan biasanya mesin ini dilengkapi bahan sehingga antara timbunan bahan dan mesin pengaduk saling didekatkan perletakannya.

### Prosedur Pengadukan

#### Peralatan :

- a. Mesin pengaduk
- b. Bak penampung adukan dari kayu/metal
- c. Dolak
- d. Sekop dan ember

Langkah kerja :

- a. Persiapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan.
- b. Letakan mesin pengaduk pada kedudukan yang stabil dan strategis.
- c. Jalankan mesin sesuai dengan tenaga penggerakannya.
- d. Dengan menggunakan ember masukkan  $\pm 50\%$  air pencampur beton kedalam tromol.
- e. Masukkan pula seluruh pasir kedalam teromol.
- f. Tambahkan seluruh semen kedalam teromol.
- g. Tambahkan pula sedikit air tujuannya untuk mempermudah tercampurnyabahan
- h. Masukkan seluruh kerikil kedalam teromol.
- i. Masukkan sisa air kedalam teromol.
- j. Biarkan seluruh bahan tercampur selama waktu sesuai peraturan berdasarkanjenis mesin.
- k. Kosongkan teromol dengan menuangkan seluruh adukan pada bak penampung.
- l. Bersihkan teromol dari sisa-sisa aduk yang masih melekat pada dinding tromol.



Gambar 9. Proses pemasukan pasir (Dokumentasi Laboratorium, 2023)



Gambar 10. Proses pencampuran pasir, kerikil, semen dan air  
(Dokumentasi Laboratorium, 2023)

#### Lama Pengadukan

Ketentuan lamanya pengadukan, dalam mengaduk secara manual kurang diperhatikan, jadi sebagai pedoman bahwa adukan telah selesai (jadi) ialah berdasarkan visual saja, yang mana bila terlihat adukan sudah mengental dan merata pencampuran bahannya. Pengamatan secara visual ini kadang kala dilakukan dalam pengadukan secara manual akan tetapi dengan persyaratan bahwa adukan yang dikerjakan mutunya rendah. Sedangkan untuk mutu beton yang tinggi waktu pengadukan ditentukan lamanya pengadukan berdasarkan :

- Jenis/type mesin
- Kapasitas adukan
- Jenis dan gradasi agregat
- *Slump* yang dipakai

Akan tetapi pada umumnya waktu pengadukan harus diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan dimasukkan kedalam teromol.

Tabel 2. Waktu pengadukan minimum berdasarkan penyelidikan oleh ACI dan BR (Scrid Inc Pengadukan Beton, 2013)

Kapasitas Mesin Pengaduk M <sup>3</sup>	<i>Bureau of Reclamation</i>	<i>American Concrete Institute and A.S.T.M Standard C 94-72</i>
0,8 sampai 1	1	1
1,5 sampai 2	1	1
2,3 sampai 3	2	1
3,1 sampai 4	2	1
3,8 sampai 5	2	2
4,6 sampai 6	3	2
7,6 sampai 10	3	3

### Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Mutu Beton

a. Terlalu sebentar

Pencampuran bahan kurang merata, sehingga berakibat berkurangnya pengikatan antarabahan-bahan beton.

b. Terlalu lama

Jika pencampuran terlalu lama maka akan terjadi hal sebagai berikut:

1. Suhu beton naik
2. Terjadinya keausan/pecahnya agregat akibat pergesekan yang lama
3. Diperlukan penambahan air
4. Nilai slump bertambah
5. Kekerasan akan berkurang.

#### 2.4.3 Pengadukan dengan *Ready Mix*

Beton *Readymix* adalah beton cair siap pakai yang dibuat dipabrik (*batching plant*) menggunakan mesin berteknologi dengan sistem komputerisasi lalu diangkut menggunakan truk mixer khusus untuk kemudian dikirim ke proyek dan tanpa perlu proses pengolahan lagi. Proses pembuatan beton *ready mix* terdiri dari pemilihan material, penempatan material di storage, pengangkutan melalui

*conveyor*, dan proses *mixing* dengan beberapa tombol kontrol oleh operator di rumah produksi. Setelah proses pencampuran material, selanjutnya diturunkan ke mobil *ready mix*, untuk kemudian dilakukan penambahan air dan dilakukan putaran oleh mobil beton untuk menyelesaikan proses pencampuran secara sempurna dan beton siap dikirim ke pelanggan.

Beton *Ready Mix* pertama kali dikenalkan di Indonesia pada tahun 1972 oleh perusahaan PT Jaya *Ready mix* dengan brandnya yaitu "Jayamix" yang pada tahun 2012 telah berganti menjadi "Jayamix By SCG" karena telah diakuisisi oleh PT Siam Cement Group perusahaan bahan konstruksi terbesar asal Thailand dan saat ini masih terus beroperasi dengan lebih dari 600 truk molen beton dengan 50 cabang *batching plant* yang tersebar di berbagai kota di Indonesia. PT Jaya *Ready Mix* sebagai perusahaan yang lebih dahulu memperkenalkan produk beton *ready mix* dengan brandnya yaitu Jayamix. Masyarakat Indonesia pun sampai 'latah' menyebut produk ini dengan nama jayamix. Sebagaimana perusahaan air mineral pertama di Indonesia yakni Aqua. Dimana, ketika hendak membeli produk air minum kemasan sering kita menyebut dengan aqua. Keberadaan beton *ready mix* terus meningkat seiring perkembangan pembangunan yang terus meningkat mulai dari bangunan infrastruktur pemerintahan, bangunan-bangunan komersil, hingga pembangunan jalan desa telah banyak menggunakan produk ini sebagai langkah percepatan pembangunan daerahnya.

a. Proses Pembuatan Beton *Ready Mix*

*Ready Mix* adalah campuran semen siap pakai yang didalamnya berisi campuran air, *agregate*, *aditive* dan semen. Setiap Campuran dibuat khusus sesuai dengan kebutuhan atau *Mix Design*.



Gambar 11. *Batching Plant* (Dokumentasi Lapangan, 2023)

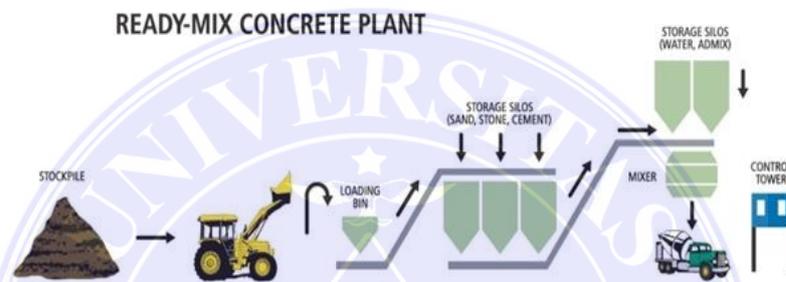
Dimana terdapat peralatan yang dipakai untuk membuat adukan semen siap pakai dalam skala besar. *Batching Plant* memungkinkan campuran semen dan bahan lainnya akan tetap konsisten sesuai dengan kebutuhan khusus pengecoran beton.

Ready Mix dibuat dengan mencampurkan berbagai *raw material*:

1. Air akan memicu reaksi kimia tertentu saat bercampur dengan semen
2. *Agregate* diambil dari *quary* atau penambangan batu, volume *agregate* pada *ready mix* sekitar 75% dari berat keseluruhan *ready mix*.
3. *Aditive* Ditambahkan sebelum atau pada saat proses pencampuran. *Aditive* beton ditambahkan untuk mendapatkan keunggulan atas beton yang dihasilkan.
4. Semen dipakai untuk mengikat seluruh campuran yang tersebut diatas.

b. Proses Pengolahan Beton *Batching Plant*

Untuk memproduksi beton cor diawali dengan memasukkan tabel *mix design* di komputer *batching plant* yang kesemuanya adalah angka angka yang menentukan seberapa berat kandungan *split*, *screening*, pasir, semen, air dan *admixture*. Gambar dibawah menunjukkan gambaran sederhana bagaimana alur produksi beton *ready mix* menggunakan *wet batching plant*.



Gambar 12. Alur proses pengolahan beton *batching plant* (Blog Momo Sukarmo, 2015)

1. Setelah *mix design* ditetapkan operator loader mengambil split, pasir, abu batu, pasir dari *stockpile* ke dalam *loading bin*.
2. Di bawah *loading bin* *batching plant* tersebut terdapat *belt conveyer* yang akan memindahkan material seperti *split*, pasir, abu batu ke tempatnya masing masing untuk ditimbang sesuai dengan *mix design* yang sudah ditentukan.
3. Setelah masing masing material ditimbang kemudian dipindahkan lagi ke *mixer* kecil (*pan mixer*) untuk mengaduk beton, bersamaan dengan proses pemindahan ke *pan mixer* itu air dan *admixture* atau *admixture* juga ditambahkan kedalam campuran tersebut.

4. Setelah adukan cor beton diputar dan sudah homogen baru kemudian dipindahkan ke *truk mixer*, setelah itu di cek kekentalan (*slump beton*) nya di *control tower* (slump tower), yang kemudian beton cor tersebut dibawa oleh *truk mixer* berangkat ke lokasi cor customer.

## 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Jenis Pengadukan Beton

Dibawah ini adalah kelebihan beton sebagai berikut:

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan korosidan pembusukan oleh kondisi sekitar.
3. Mampu memikul beban yang berat.
4. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
5. Memiliki energi yang efisien.
6. Tahan terhadap api.
7. Biaya pemeliharaan rendah.

Dibawah ini adalah kekurangan beton sebagai berikut:

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah jika sudah mengeras.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Memiliki berat sendiri yang berat.
4. Memiliki daya pantul suara yang besar.
5. Mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan.
6. Memiliki volume yang tidak stabil.

### 2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan Manual

#### Kelebihan Pembuatan Beton Secara Manual (*Site Mix*)

- a. Adukan tidak khawatir kelebihan
- b. Lebih ekonomis dibanding beton *ready mix* jika dibawah 10 M3
- c. Kualitas Bisa di jamin (jika menggunakan tukang yg berpengalaman)

#### Kekurangan Pengadukan Manual

#### Kekurangan Pembuatan Beton Secara Manual

- a. Adukan sering kali tidak merata
- b. Lebih lama waktu pengerjaannya
- c. Butuh tenaga kerja yang banyak
- d. Kualitas tergantung pembuatnya
- e. Tidak cocok untuk pembangunan skala besar seperti saat ini

### 2.5.2 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan Semi (Molen)

#### Kelebihan dan kekurangan Mesin Molen

- a. Biaya produksi relatif rendah
- b. Mudah dioperasikan sehingga tidak memerlukan operator khusus
- c. Campuran yang dihasilkan lebih homogen atau merata jika dibandingkandengan campuran yang dihasilkan dengan pencampuran manual.
- d. Mudah dipindah pindah, sehingga dapat langsung ditempatkan dilokasi pekerjaan.

Sedangkan kekurangan mesin molen adalah:

- a. Tidak cocok untuk pekerjaan yang memerlukan beton dalam volume yang besar, karena kapasitas produksinya yang kecil
- b. Tidak cocok untuk campuran beton mutu tinggi

### 2.5.3 Kelebihan dan Kekurangan Pengadukan *Ready Mix*

#### Kelebihan Beton *Ready Mix*

- a. Kualitas lebih terjamin karena memakai tenaga ahli di bidangnya
- b. Pekerjaan dak atau cor lebih cepat
- c. Tidak perlu tenaga yang banyak
- d. Pemilihan material yang bagus

#### Kekurangan Beton *Ready Mix*

- a. Sering terkendala oleh akses jalan
- b. Diperlukan koordinasi dengan masyarakat di sekitar proyek dan keamanan.

## 2.6 Bahan Campuran Beton

Bahan campuran beton memiliki peranan yang penting untuk memperoleh beton sesuai keinginan. Bahan ini harus memenuhi beberapa syarat agar dapat digunakan dalam campuran beton. Beton terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar, air, dan semen.

### 1. Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu: semen non hidrolis dan semen hidrolis.

Semen non-hidrolis tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non hidrolis adalah kapur. Sedangkan semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen *pozzolan*, semen terak, semen alam, semen *Portland*,

semen *portland pozzolan*, semen *Portland* terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif.

Semen adalah bahan yang digunakan untuk campuran agregat (pasir halus dan kasar). Fungsi utama semen sebagai bahan perekat untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi rongga udara di antara butir-butir agregat sehingga banyak digunakan pada pembangunan di sektor konstruksi sipil.

Jenis semen yang digunakan dalam pembuatan beton normal ini adalah semen *Portland*. Pengaruh dari semen pada kekuatan beton normal untuk suatu perbandingan bahan-bahan ditentukan oleh kehalusan butiran-butiran dan komposisi kimianya melalui hidrasi untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi padat. Bahan utama pembentuk semen *portland* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Ada beberapa jenis semen *Portland* jika dilihat dari beberapa segi; segi kebutuhan, penggunaan dan kekuatan. Dijelaskan dibawah ini :

a. Segi Kebutuhan; yaitu yang sesuai dengan kebutuhannya semen *Portland* terbagi:

1. Semen *Portland* mengeras cepat (*rapiing hardening Portland cement*). Semen jenis ini memiliki kadar  $C_3S$  atau  $C_3A$  tinggi yang digiling halus sehingga derajat pengerasannya pada umur muda tinggi.
2. Semen *Portland* tahan sulfat.

Pada waktu pembuatannya semen ini dibuat dengan kadar  $C_3A$  rendah. Sekalipun jenis semen ini disebutkan tahan sulfat, tidak

berarti tahan terhadap asam sulfat. Yang dimaksud sulfat disini adalah garam sulfat yang larut. Misalnya, air laut, rawa, dan sebagainya, dimana kadar  $SO_3$  lebih dari 1%.

3. Semen *Portland* dengan panas rendah (*low hit cement*).

Semen ini memiliki kadar  $C_3S$  maksimum 35% dan kadar  $C_3A$  maksimum 7%. Semen ini memiliki derajat pengerasan lambat. Penggunaan semen ini untuk konstruksi yang tebal, dimana bahaya panas dalam inti beton massa dapat mengakibatkan kerusakan pada konstruksi.

4. Semen *Portland Pozzolan*.

Semen ini merupakan campuran dari semen *Portland* biasa dengan pozzolan 10-30%. Penggunaannya adalah untuk bangunan yang dapat gangguan garam sulfat atau panas rendah.

5. *Masonry Cement*.

Semen ini adalah semen *Portland* yang dicampur dengan bubuk batu atau batuan kapur sampai 50%. Penggunaan semen ini untuk mengaduk pasangan.

6. Semen *Portland Putih*.

Semen *Portland* dimana bahan dasarnya mengandung senyawa besi rendah. Kadar  $Fe_2O_3$  pada semen ini dibatasi 0,5%. Sebab senyawa besi menimbulkan warna tua pada semen. Proses pembuatan semen ini memerlukan ketelitian tinggi dan bahan dasarnya mahal. Oleh karena itu, harga semen putih lebih mahal dari semen biasa.

7. Semen Alumunium.

Semen ini terbuat dari batu kapur dan bauksit. Dengan komposisi campuran 60-70% kapur dan 30-40% bauksit. Bahan-bahan ini digiling halus kemudian dibakar dengan suhu tinggi (1600°C). Waktu pengikatan sekitar 1 jam, tetapi setelah 24 jam semen telah mencapai kekuatan 100% dan warna semen abu-abu muda. Adapun penggunaannya terutama untuk konstruksi bangunan yang tahan gangguan sulfat dan untuk bangunan tahan suhu tinggi.

b. Segi Penggunaan; yaitu ditinjau dari penggunaannya menurut *ASTM* semen *Portland* dapat dibedakan menjadi 5 jenis :

1. Jenis I, semen *Portland* jenis umum (*normal Portland cement*) yaitu jenis semen *Portland* untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Jenis II, semen jenis khusus dengan perubahan-perubahan (*modified Portland cement*). Semen ini memiliki panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen jenis I. jenis ini digunakan untuk bangunan tebal seperti pilar dengan ukuran besar. Panas hidrasi yang agak rendah dapat berakibat retak-retak pengerasan. Jenis ini dapat pula digunakan untuk bangunan drainase ditempat yang memiliki konsentrasi sulfat agak tinggi.
3. Jenis III, semen *Portland* dengan kekuatan awal tinggi (*high early strength Portland cement*). Jenis memperoleh kekuatan besar

dalam waktu yang singkat. Umumnya digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan.

4. Jenis IV, semen *Portland* dengan panas hidrasi rendah (*low heat Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi yang rendah dan kekuatannya lambat. Jenis ini dipergunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan.
  5. Jenis V, semen *Portland* tahan sulfat (*sulfate resisting Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan pada bangunan yang terkena sulfat seperti di tanah dan di air yang tinggi kadar alkalinnya. Pengerasan berjalan lebih lambat daripada semen *Portland* biasa.
- c. Segi Kekuatan; ditinjau dari kekuatannya semen *Portland* dapat dibedakan menjadi 4, yaitu
1. Semen *Portland* mutu S-400 yaitu semen *Portland* dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 400 kg/cm<sup>2</sup>.
  2. Semen *Portland* mutu S-475 yaitu semen *Portland* dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 475 kg/cm<sup>2</sup>.
  3. Semen *Portland* mutu S-550 yaitu semen *Portland* dengan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 550 kg/cm<sup>2</sup>.
  4. Semen *Portland* mutu S-S yaitu semen *Portland* dengan kuat tekan pada umur 1 hari sebesar 225 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 7 hari sebesar 525 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2. Agregat

Agregat yang banyak digunakan pada campuran beton sifatnya yang ekonomis adalah pasir dan kerikil. Pasir dan kerikil diperoleh dari lubang-lubang galian atau dikeruk dari dasar sungai atau dasar laut. Agregat ini menempati kira-kira 70% volume beton.

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Batuan yang baik dipakai sebagai agregat adalah butiran-butiran yang keras, kompak, tidak pipih dan kekal (tidak mudah berubah volumenya karena pengaruh cuaca dan keadaan sekelilingnya).

Agregat yang digunakan dalam campuran beton harus memiliki gradasi butiran yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, agar dapat memiliki daya ikat antara butiran dan mengurangi semen. Butiran yang kecil akan mengisi pori-pori antara butiran besar, sehingga akan diperoleh campuran yang padat dan volume pori sekecil mungkin. Pengukuran besar butir agregat didasarkan atas suatu pemeriksaan yang dilakukan dengan menggunakan alat yang berupa ayakan dengan besar lubang yang telah ditetapkan.

Tabel 3. Susunan besar butiran agregat halus (ASTM,1995)

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	% Lolos Kumulatif
9.50	100
4.75	95-100
2.36	80-100
1.18	50-85
0.60	25-60
0.30	10-30
0.15	2-10

Ukuran butir agregat didefinisikan sebagai butiran yang dapat lolos pada suatu ukuran ayakan tertentu. Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan 4,8 mm. agregat halus disebut juga pasir, dapat diperoleh langsung dari dasar sungai dan galian ataupun berasal dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butirannya lebih kecil dari 1,20 mm disebut pasir halus.

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran-butiran yang tertinggal diatas ayakan 4,80 mm s/d 40 mm. batu adalah agregat yang besar butirannya lebih dari 40mm. Secara umum agregat kasar sering disebut sebagai kerikil (ukuran butiran antara 5mm s/d 40mm), kericak dan batu pecah. Cara yang paling banyak dilakukan untuk membedakan jenis agregat adalah dengan analisa besar butirannya. Pada tabel 4 dapat dilihat ukuran butiran agregat kasar.

Tabel 4. Besar butiran agregat kasar (SNI 03-2834-2000)

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	% Lolos Kumulatif
38.10	95-100
19.10	37-70
9.52	10-40
4.76	0-5

Didalam beton, agregat halus dan kasar mengisi sebagian volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat mempengaruhi sifat dan mutu beton. Penggunaan agregat dalam beton adalah :

- a. Untuk menghemat penggunaan semen *Portland*
- b. Untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
- c. Untuk mengurangi susut pengerasan beton

- d. Untuk mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi agregat yang baik akan didapat beton yang padat pula
- e. Mengontrol sifat dapat dikerjakan (*workability*) adukan beton.

Gradasi yang baik pada agregat dapat menghasilkan beton yang padat, sehingga volume rongga berkurang yang dapat menghasilkan beton dengan kekuatan besar. Gradasi agregat dan ukuran butiran maksimum agregat akan memberi pengaruh terhadap :

- ✓ Luas permukaan agregat
- ✓ Jumlah air pengaduk yang digunakan
- ✓ Kadar semen dalam beton

Semakin banyak bahan batuan yang digunakan dalam beton maka akan semakin hemat dalam penggunaan semen Portland sehingga harga beton dapat lebih murah. Tentu saja dalam penggunaan agregat tersebut ada batasnya, sebab pasta semen diperlukan untuk pelekatan butir-butir dalam pengisian rongga-rongga halus dalam adukan beton. Agregat tidak susut, maka susut pengerasan pada beton hanya disebabkan oleh adanya pengerasan pasta semen. Semakin banyak agregat semakin berkurang susut pengerasan beton.

### 3. Jenis Agregat

Hampir semua faktor yang berkenaan dengan kelayakan suatu agregat endapan (*quarry*) berhubungan dengan sejarah geologi dari daerah sekitarnya. Proses geologis yang membentuk suatu *quarry* atau modifikasi yang berurutan, menentukan ukuran, bentuk, lokasi, jenis, keadaan dari batuan, serta gradasi, dan sejumlah faktor lainnya.

#### 4. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk adukan beton biasanya adalah kerikil atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya yang dimaksud agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih dari 5 mm sampai 40 mm.



Gambar 13. Agregat kasar (Dokumentasi Lapangan, 2023)

#### 5. Pasir

Batu pasir (Bahasa Inggris: *sandstone*) adalah batuan endapan yang terutama terdiri dari mineral berukuran pasir atau butiran batuan. Sebagian besar batu pasir terbentuk oleh kuarsa atau feldspar karena mineral-mineral tersebut paling banyak terdapat di kulit bumi. Seperti halnya pasir, batu pasir dapat memiliki berbagai jenis warna, dengan warna umum adalah coklat muda, coklat, kuning, merah, abu-abu dan putih. Karena lapisan batu pasir sering kali membentuk karang atau bentukan topografis tinggi lainnya, warna tertentu batu pasir dapat diidentifikasi dengan daerah tertentu. Sebagai contoh, sebagian besar wilayah di bagian barat Amerika Serikat dikenal dengan batu pasir warna merahnya.

Batu pasir tahan terhadap cuaca tapi mudah untuk dibentuk. Hal ini membuat jenis batuan ini merupakan bahan umum untuk bangunan dan jalan. Karena kekerasan dan kesamaan ukuran butirannya, batu pasir menjadi bahan yang sangat baik untuk dibuat menjadi batu asah (*grindstone*) yang digunakan untuk menajamkan pisau dan berbagai kegunaan lainnya.

Pasir yang digunakan dalam sampel ini adalah pasir sungai yang ukuran butirannya sangat halus dan lolos ayakan 100 mesh. Butiran pasir yang halus ditambah semen akan mengisi rongga butiran yang halus sehingga diperoleh yang baik. Tetapi jika butiran pasir kasar, hasilnya akan kurang memuaskan karena rongga antara butiran cukup lebar sehingga tegangan tidak dapat menyebar secara merata. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir dari panglong.

#### 6. Kuat Tekan Beton

Beton yang baik adalah beton yang memiliki kuat tekan yang tinggi, sebab beton yang tidak cukup kekuatannya menurut kebutuhan menjadi tidak berguna. Secara umum kekuatan beton dipengaruhi oleh dua hal yaitu faktor air semen dan kepadatan beton dengan faktor air semen yang cukup untuk proses hidrasi semen dan dapat dipadatkan dengan sempurna akan memiliki kekuatan optimal. Hanya saja untuk memperoleh kuat tekan yang lebih tinggi memerlukan banyak hal yang harus dipertimbangkan.

Dalam pembuatan beton, peranan air sangat penting. Selama pengerasan beton masih tergantung kepada semen, maka faktor air semen sangat menentukan. Jika air semen kurang maka pengerasan semen akan kurang

sempurna, mengakibatkan timbulnya pori-pori pada beton. Demikian juga sebaliknya jika air semen terlalu banyak akan timbul bleeding. Jadi untuk memperoleh beton yang kuat, campuran beton harus padat sesudah mengering.

Untuk mencapai kekuatan beton yang sempurna, ada beberapa hal yang mempengaruhi antara lain:

- a. Keadaan selama terjadinya pengerasan
- b. Selama semen mengeras, harus selalu cukup air untuk proses pengerasan agar gel tidak mengering sebelum proses pengeringan selesai, sehingga diperoleh beton yang padat dan tidak berpori.
- c. Karena pengerasan semen memerlukan waktu, maka beton di uji jika telah mencapai umur 28 hari untuk mendapatkan kuat tekan optimal.

Disamping hal tersebut diatas, kuat tekan beton juga ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar (batu apung), dan air. Dengan mempertimbangkan beberapa hal yaitu: sifat semen, sifat agregat, ukuran maksimum agregat dan kehalusan.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana :
- $f_c'$  = kekuatan tekan (kg/cm<sup>2</sup>)
  - P = beban tekan (kg)
  - A = luas permukaan benda uji (cm<sup>2</sup>)

Tabel 5. Perbandingan kekuatan pada berbagai benda uji  
(PBI'71 Bagian 3 BAB 4)

Benda Uji	Perbandingan kekuatan tekan
Kubus 15x15x15	1,00
Kubus 20x20x20	0,95
Silinder 15x30	0,83

Untuk estimasi kekuatan tekan masing-masing benda uji terhadap beton yang berumur 28 hari, dapat diambil dari PBI '71, seperti tabel berikut ini :

Tabel 6. Faktor konversi untuk kuat tekan beton 28 hari  
(PBI'71 Bagian 3 BAB 4)

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen <i>Portland</i> Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen <i>Portland</i> dengan Kekuatan awal Tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

#### 7. Ukuran dan Bentuk Agregat

Semakin kecil area permukaan agregat, maka semakin kecil pula kebutuhan air untuk campuran beton. Dengan semakin kecilnya faktor air semen, maka kekuatan beton semakin meningkat. Penggunaan agregat dengan ukuran butir maksimum yang lebih besar, dapat menurunkan kekuatan beton.

#### 8. Faktor Air Semen

Secara umum, semakin besar nilai factor air semen, semakin rendah mutu kekuatan beton. Dengan demikian, untuk menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, faktor air semen dalam beton haruslah rendah, sayangnya hal ini menyebabkan kesulitan dalam pengerjaannya. Umumnya nilai factor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan nilai maksimumnya 0,65. Tujuan pengurangan factor air semen ini adalah untuk mengurangi

hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton mutu tinggi. Kekuatan tekan beton dapat diperhitungkan dengan penggunaan faktor air semen. Kekuatan tekan beton menurun jika perbandingan jumlah berat pemakaian air terhadap berat semen ditingkatkan.

#### 9. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya tidak terlalu signifikan. Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85%-90% dari kuat tekan umur 28 hari.

#### 10. Jumlah Semen

Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen yang terlalu berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jika nilai *slump* sama (faktor air semen rendah), beton dengan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi.

## 11. Perawatan Beton (*curing*)

Kekuatan tekan beton bertambah seiring dengan umur beton dan perawatan beton. Peningkatan suhu air baik untuk perawatan beton ataupun pencampuran beton dapat meningkatkan kekuatan beton lebih cepat. Penggunaan curing dengan sistem uap dapat meningkatkan kekuatan beton lebih cepat dibandingkan dengan sistem perawatan beton dengan metode perendaman.



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan metode penelitian dari mulai persiapan sampai dengan pengambilan kesimpulan dan saran. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT Pangeran Beton Nusantara dengan cara membuat benda uji dengan tiga cara pengadukan yang berbeda dengan kuat tekan beton rencana  $f'_c=20$  Mpa. Ketiga jenis benda uji tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton sehingga didapat perbandingan kuat tekan beton dari ketiga jenis benda uji beton.

### **3.2 Pemeriksaan Bahan-bahan Penyusunan Beton**

Pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan pada campuran beton yang meliputi agregat kasar, agregat halus dilakukan untuk mengetahui kondisi dan sifat-sifat bahan yang digunakan. Dengan adanya pengujian bahan-bahan dilaboratorium maka perencanaan campuran (*mix design concrete*) diharapkan lebih akurat sehingga proporsi campuran yang direncanakan dapat digunakan dan dapat menghasilkan beton dengan mutu yang diharapkan, adapun pengujian material penyusun beton meliputi :

#### **1. Analisa Saringan**

Penguraian susunan butiran agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat halus yang akan digunakan pada produksi beton. Untuk maksud tersebut Indonesia sering menggunakan saringan. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh

terhadap sifat pekerjaan, penyusutan, kepadatan, kekuatan dan juga factor ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradasi perbutiran agregat.

## 2. Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel.

Pemeriksaan berat isi dibagi menjadi 3 (tiga) cara, antara lain :

- a. Cara lepas
- b. Cara Penggoyangan
- c. Cara Pengrojokan

## 3. Kadar Air

Perancangan Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat.

Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam pasirsaat akan diaduk menjadi campuran beton.

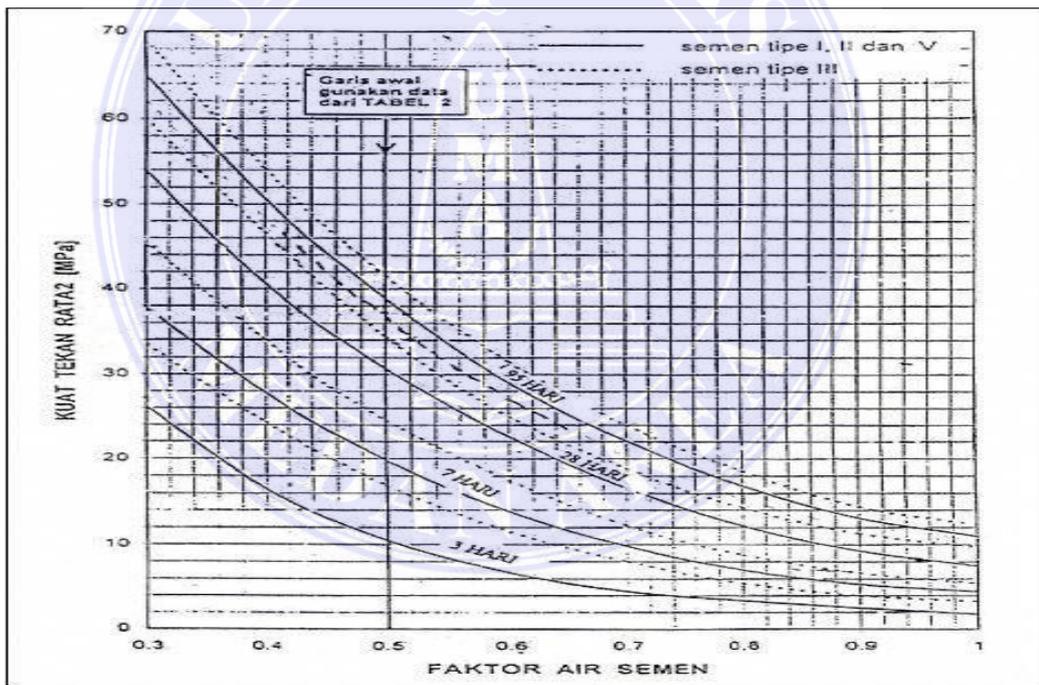
### 3.3 Pencampuran Beton (*Mix Design Concrete*)

Langkah-langkah *mix design* metode DEO menurut SK.SNI 03-2834-2000, tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yaitu sebagai berikut:

1. Penetapan kuat tekan beton yang diisyatkan ( $f_c$ ) Ditetapkan  $f_c = 20$  Mpa
2. Penetapan nilai tambah
3. Penetapan jenis semen dan agregat
4. Penetapan nilai factor air semen

Tabel 7. Perkiraan kekuatan tekan beton dengan faktor air semen  
(SNI 03-2834-2000, Tabel 2 hal.7)

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
...	...	3	7	28	29	...
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Grafik 1. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen ( SNI 03-2834-2000, Grafik 1 hal.8)

## 5. Menentukan nilai faktor air semen

Nilai faktor air semen maksimum ditentukan dari Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai lingkungan ( SNI 03-2834-2000, Tabel 4 hal.10)

Lokasi ---	Jumlah Semen Minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		
Beton yang kontinu berhubungan:		Tabel Sendiri
a. air tawar		
b. air laut		

6. Penetapan nilai *slump*

Nilai *slump* dalam SK.SNI T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, ditetapkan sedemikian rupa sehingga diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan. Dalam hal ini ditetapkan nilai *slump* ditetapkan sebesar 60-180 mm.

## 7. Penetapan besar butir agregat maksimum

## 8. Menghitung kebutuhan air

Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Perkiraan kebutuhan air ( $\text{Kg/m}^3$ ) (SNI 03-2834-2000,

Tabel 3 hal.10

		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
<i>Slump</i> (mm)					
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat				
10	Batu tak Dipecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Batu tak Dipecah	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
30	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

## 9. Menghitung kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan rumus

$$W_{smn} = n \frac{1}{f_{as}} W_{air} \dots \dots \dots \text{Pers.3.1}$$

Dimana :

 $f_{as}$  = Nilai faktor air semen dari langkah (3) $W_{air}$  = Berat air per meter kubik beton(kg), dari langkah (7)

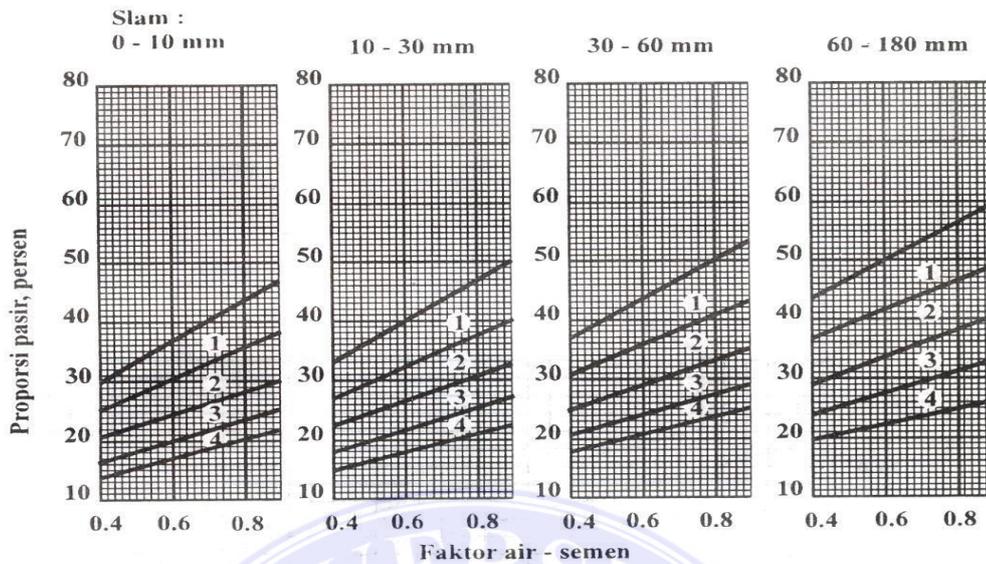
Sehingga kebutuhan semen per meter kubik beton ialah :

$$W_{smn} = \frac{1}{f_{as}} W_{air} = \frac{1}{0,54} \times 225 = 416.667 \text{ kg/m}^3$$

## 10. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai kebutuhan semen teoritis

11. Nilai *slump* = 60 – 180 mm

Berdasarkan data diatas maka proporsi berat agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari Grafik 2. sebagai berikut



Grafik 2. Persentase agregat halus terhadap agregat gabungan untuk butiran maksimum 20 mm dan slump 60 – 180 mm ( SNI 03-2834-2000, Grafik 13 hal.20)

12. Menghitung berat jenis SSD agregat campuran

Berat jenis SSD agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$BJ_{camp} = (k_h \cdot BJ_h) + (k_k \cdot BJ_k) \dots \dots \dots \text{Pers 3.2}$$

Dimana :

$BJ_{camp}$  = Berat jenis agregat campuran ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$BJ_h$  = Berat jenis agregat halus ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$BJ_k$  = Berat jenis agregat kasar ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$K_h$  = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran(%)

$K_k$  = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran(%)

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

$BJ$  = 2,6 untuk agregat tak dipecahkan/alami

$BJ$  = 2,7 untuk agregat pecahan

Dari rumus diperoleh berat jenis agregat campuran ialah

$$BJ_{camp} = (0,42 \times 2,14) + (0,58 \times 2,57) = 2,40 \text{ gr/cm}^3$$

13. Menentukan berat jenis beton

Berat jenis beton Normal berada pada antara 2200 – 2500 kg/cm<sup>3</sup>, maka dari itu kita gunakan berat jenis beton 2400 kg/cm<sup>3</sup>

14. Dihitung kebutuhan agregat

Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan rumus :

$$W_{agr\ camp} = W_{btn} - W_{smn} - W_{air} \dots \dots \dots pers\ 3.3$$

Dimana :

$W_{agr\ camp}$  = Kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg)

$W_{btn}$  = Berat beton per meter kubik beton (kg)

$W_{smn}$  = Berat semen per meter kubik beton (kg)

$W_{air}$  = Berat air per meter kubik beton (kg)

15. Hitung berat agregat halus dan agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (10) dan (13) Untuk agregat halus :

$$W_{agr\ h} = k_h \cdot W_{agr} \dots \dots \dots pers\ 3.4$$

Untuk agregat kasar :

$$W_{agr\ k} = k_k \cdot W_{agr\ camp} \dots \dots \dots pers\ 3.5$$

Dimana :

$W_{agr\ h}$  = Kebutuhan berat agregat halus per meter kubik beton (kg)

$K_h$  = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr\ k}$  = Kebutuhan berat agregat kasar per meter kubik beton (kg)

$k_k$  = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr\ camp}$  = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg)

### 3.4 Pembuatan Benda Uji

#### 3.4.1 Pembuatan Benda Uji dengan Cara Adukan Manual

Setelah bahan, peralatan, dan perhitungan komposisi campuran telah dipersiapkan maka langkah selanjutnya adalah pelaksanaan untuk pembuatan benda uji dengan cara pengadukan manual. Pembuatan benda uji dengan cara pengadukan manual dilaksanakan di Laboratorium PT.Pangeran Beton Nusantara. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji, yaitu sebagai berikut :

- a. Buat/ tempatkan bak pengaduk dekat timbunan bahan.
- b. Siapkan semua peralatan yang diperlukan.
- c. Ambil dan tuangkan bahan-bahan ketempat pengadukan sesuai dengan ketentuan perbandingan campuran.

Proses pencampuran bahan sebagai berikut :

- a. Pasir dan semen yang sudah ditakar dicampur kering didalam bak pengaduk. Pencampuran dilakukan sampai didapatkan warna yang *homogeny*.
- b. Lalu kerikil dituangkan dalam bak pengaduk kemudian diaduk sampai merata. Kemudian buat lubang ditengah adukan.
- c. Setelah adukan merata, tuangkan air sesuai kebutuhan, aduk sampai campuran merata dan sesuai dengan persyaratan. Tuangkan air ditengah lubang kira-kira 75% dari yang dibutuhkan. Pengadukan dilanjutkan hingga merata dan tambahkan air sedikit demi sedikit sambil mengaduk.
- d. Setelah campuran merata, pengukuran nilai slump dengan cara memasukkan beton segar kedalam kerucut abrams. Tiap lapisan diisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapisan dirojok dengan memakai tongkat

pemadat sebanyak 25 kali secara merata. Setelah selesai pengerojokan ratakan permukaannya. Lalu cetakan ditarik lurus keatas dengan hati-hati. Letakkan kerucut abrams dengan posisi terbalik disamping benda uji dan ukur selisih tinggi kerucut dengan benda uji.

- e. Setelah dapat nilai slump, berarti adukan beton segar sudah dapat dituangkan kedalam cetakan silinder. Adukan beton segar dimasukkan secara berlapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Tiap lapisan dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali dan ratakan permukaan benda uji.
- f. Sampel yang sudah dicetak disimpan selama 24 jam, lalu cetakan dapat dibuka untuk selanjutnya dilakukan perawatan beton.

#### **3.4.2 Pembuatan Benda Uji dengan cara Pengadukan Mesin Molen**

Setelah bahan, peralatan, dan perhitungan komposisi campuran telah dipersiapkan maka langkah selanjutnya adalah pelaksanaan untuk pembuatan benda uji dengan cara pengadukan menggunakan mesin Molen. Pembuatan benda uji dengan cara pengadukan Molen dilaksanakan di Laboratorium PT Pangeran Beton Nusantara. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji, yaitu sebagai berikut :

- a. Persiapkan semua bahan dan peralatan yang diperlukan.
- b. Letakkan mesin pengaduk (molen) pada kedudukan yang stabil dan strategis.
- c. Jalankan mesin sesuai dengan tenaga penggerakannya.
- d. Dengan menggunakan ember masukkan  $\pm 50\%$  air pencampur beton kedalam tromol.
- e. Masukkan pula seluruh pasir kedalam teromol.
- f. Tambahkan seluruh semen kedalam teromol.

- g. Tambahkan sedikit air, tujuannya untuk mempermudah tercampurnya bahan.
- h. Masukkan seluruh kerikil kedalam teromol.
- i. Biarkan seluruh bahan tercampur selama waktu sesuai peraturan berdasarkan jenis mesin.
- j. Kosongkan teromol dengan menuangkan seluruh adukan pada bak penampung.
- k. Pengukuran nilai slump dengan cara memasukkan beton segar kedalam kerucut abrams. Tiap lapisan diisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapisan dirojak dengan memakai tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata. Setelah selesai pengerojokan ratakan permukaannya. Lalu cetakan ditarik lurus keatas dengan hati-hati. Letakkan kerucut abrams dengan posisi terbalik disamping benda uji dan ukur selisih tinggi kerucut dengan benda uji.
- l. Setelah dapat nilai slump, berarti adukan beton segar sudah dapat dituangkan kedalam cetakan silinder. Adukan beton segar dimasukkan secara berlapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Tiap lapisan dirojak dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali dan ratakan permukaan benda uji.
- m. Sampel yang sudah dicetak disimpan selama 24 jam, lalu cetakan dapat dibuka untuk selanjutnya dilakukan perawatan beton.

### **3.4.3 Pembuatan Benda Uji dengan cara Pengadukan *Ready-Mix***

Setelah bahan, peralatan, dan perhitungan komposisi campuran telah dipersiapkan maka langkah selanjutnya adalah pelaksanaan untuk pembuatan benda uji dengan cara pengadukan menggunakan *Ready-Mix*.

Adapun alur produksi beton di *Batching Plant* adalah sebagai berikut :

- a. Memasukkan tabel mix design di computer *batching plant* yang kesemuanya adalah angka angka yang menentukan seberapa berat kandungan split, pasir, semen dan air.
- b. Setelah mix design ditetapkan operator loader mengambil split, pasir dari *stockpile* ke dalam *loading bin*.
- c. Dibawah *loading bin batching plant* terdapat *belt conveyor* yang akan memindahkan material seperti split, pasir ketempatnya masing-masing untuk ditimbang sesuai dengan *mix design* yang sudah ditentukan.
- d. Setelah masing-masing material ditimbang kemudian dipindahkan lagi ke mixer kecil (*pan mixer*) untuk mengaduk beton, bersamaan dengan proses pemindahan ke *pan mixer* itu air juga ditambahkan kedalam campuran tersebut.
- e. Setelah adukan cor beton diputar dan sudah homogeny baru kemudian dipindahkan ke truck mixer, setelah itu dicek kekentalan (*slump* beton) nya diconrol tower (*slump tower*).
- f. Setelah dapat nilai *slump*, berarti adukan beton segar sudah dapat dituangkan kedalam cetakan silinder. Adukan beton segar dimasukkan secara berlapis kira-kira 1/3 isi cetakan. Tiap lapisan dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali dan ratakan permukaan benda uji.
- g. Sampel yang sudah dicetak disimpan selama 24 jam, lalu cetakan dapat dibuka untuk selanjutnya dilakukan perawatan beton.

### 3.5 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton ialah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembapan permukaan beton harus dijaga untuk menjamin hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembapan permukaan juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan adalah :

- a. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab
- b. Menaruh beton segar diatas genangan air
- c. Menaruh beton segar di dalam air
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
- e. Menggenangi permukaan beton dengan air
- f. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus menerus.

Cara a,b, dan c dilakukan terhadap beton yang berbentuk kubus atau silinder, sedangkan cara d,e, dan f dilakukan untuk beton segar yang dituang dilapangan atau proyek.

### 3.6 Pengujian Kekuatan Tekan Beton (SNI 03-6185-2002)

Pengujian dilakukan pada umur silinder beton 3, 7, 14 dan 28 hari untuk beton ringan masing-masing sebanyak 3 buah. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, silinder beton dikeluarkan dari bak perendaman. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin kompres manual berkapasitas 200t.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{p}{A} \dots\dots\dots pers 3.6$$

Dimana :

$f'c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban maksimum (kN)

$A$  = luas bidang tekan (mm)

### 3.7 Perhitungan Berat Jenis Beton

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan silinder beton untuk umur 3,7,14 dan 28 hari, terlebih dahulu silinder beton di timbang beratnya. Setelah diketahui berat dari silinder beton, maka dapat dihitung berat jenisnya dengan rumus :

$$\rho = \frac{p}{A} \dots\dots\dots pers 3.7$$

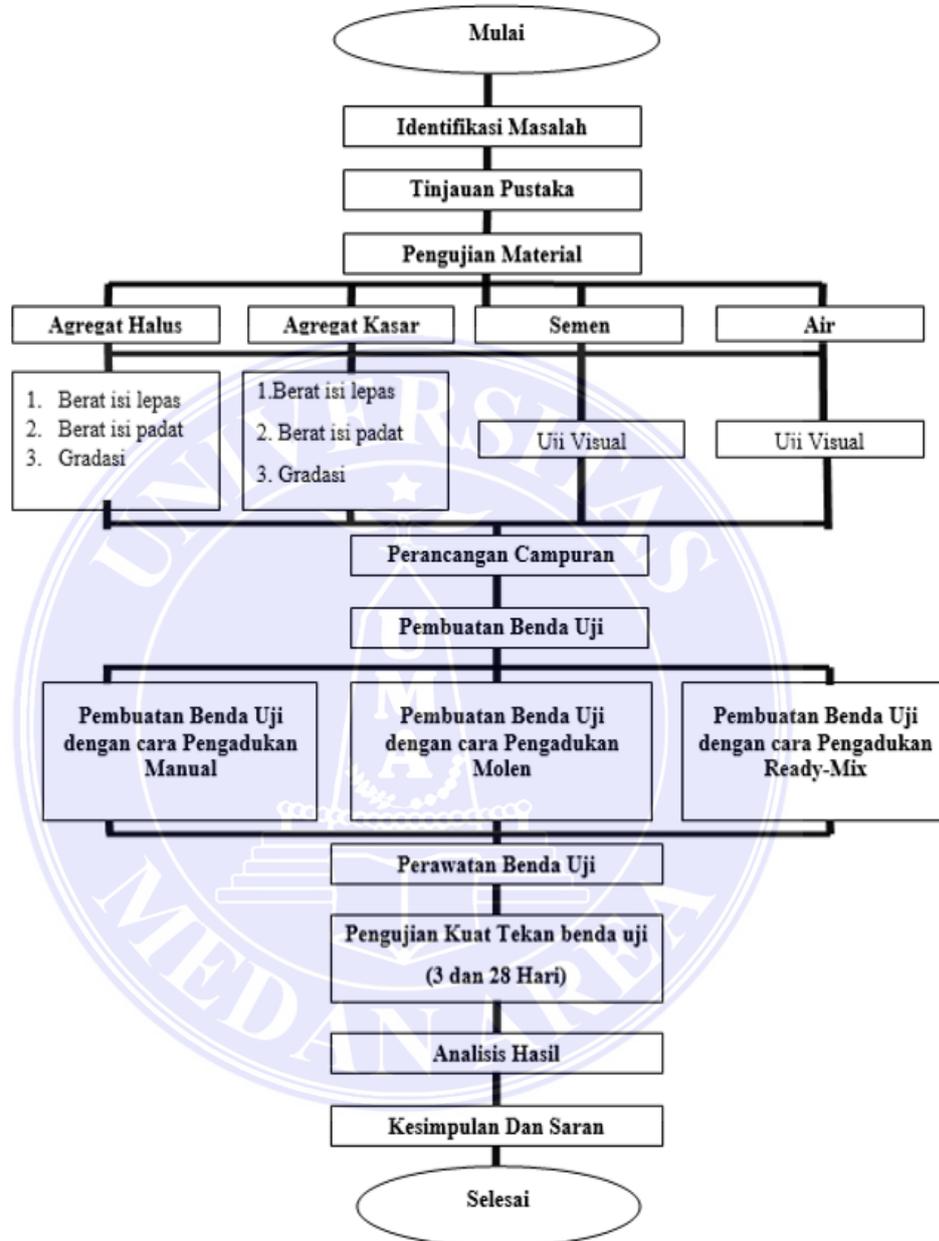
Dimana :

$\rho$  = berat jenis benda uji (kg/m<sup>3</sup>)

$W$  = berat benda uji (kg)

$V$  = volume benda uji (m<sup>3</sup>)

### 3.8 Diagram Alir Penelitian



## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Beton dengan menggunakan cara pengadukan *ready mix*, semi dan manual mempunyai kuat tekan beton tercapai dan kuat tekan beton rencana.
2. Hasil kuat tekan beton dengan cara pengadukan manual, semi dan *ready mix* pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata, 24,64 Mpa, 30,58 Mpa dan 30,86 Mpa.
3. Beton menggunakan adukan *ready mix* lebih bagus dibanding dari pengadukan manual dan semi.

### **5.2. Saran**

1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian bahan-bahan pencampur beton supaya lebih lengkap guna mendapatkan hasil penelitian yang maksimal.
2. Lama waktu pengadukan supaya lebih diperhatikan sesuai Standar Waktu yang ditetapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1991). Tatacara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal,SKSNI T.15-1990-03. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Aulia, F. (2017). Pengaruh Metode Pengadukan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 4(1), 42-46.
- Bahan- Bahan Penyusun Beton. (2023). Diakses 16 June 2023, dari <https://text-id.123dok.com/document/eqon1j0y1-bahan-bahan-penyusun-beton.html>
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, SNI 03-2834-2000, Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta.
- DPUPKP - Kuat Tekan Beton. (2023). Diakses 16 June 2023, dari <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/671/kuat-tekan-beton>
- Erick, Y. (2021). Pengertian Mobil Molen, Jenis, Kelebihan dan Kekurangannya. Diakses 16 June 2023, dari <https://stellamariscollege.org/mobil-molen/>
- Kelebihan dan kekurangan COR Manual dan INSTAN. (2023). Diakses 16 June 2023, dari <https://www.lebkur.com/2020/08/kelebihan-dan-kekurangan-cor-manual-dan.html>
- Mulyono, T. 2003. “Teknologi Beton”, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- SCG, J. (2023). Tentang Kami | SCG Readymix Indonesia. Diakses 16 June 2023, dari <https://jayamix.co.id/id/tentang-kami>
- Sidjabat, R., Ginting, R., & Sihombing, D. (2020). Pengujian Mutu Beton Dengan Menggunakan Berbagai Cara Pengadukan.*Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 9(2), 116-124

SII (Standart Industri Indonesia). 0052-80. “Mutu Dan Cara Uji Agregat Beton”

Tata Cara Pengadukan Beton. (2013). Diakses 16 June 2023, dari <https://kampus-sipil.blogspot.com/2013/03/tata-cara-pengadukan-beton.html>

Wardana, G. P. (2016). Analisis Pengaruh Cara Pengadukan Beton Dengan Menggunakan Molen (*Concrete Mixer*) Dan Cara Manual Terhadap Kuat Tekan Beton.



## LAMPIRAN



**PT. PANGERAN BETON *Nusantara***  
**Ready Mix Concrete & Batching Plant**  
 Jl. Kapten Rahmat Budin No. 43, Terjun, Medan Marelan 20256  
 Sumatera Utara - Indonesia  
 Telepon : 081223388543 / 08116088543 Fax : (061) 8462487  
 Email: [pangeran\\_beton@nusantaragroup.org](mailto:pangeran_beton@nusantaragroup.org)  
 Facebook: PT Pangeran Beton Nusantara Ig: @pbn.readymix



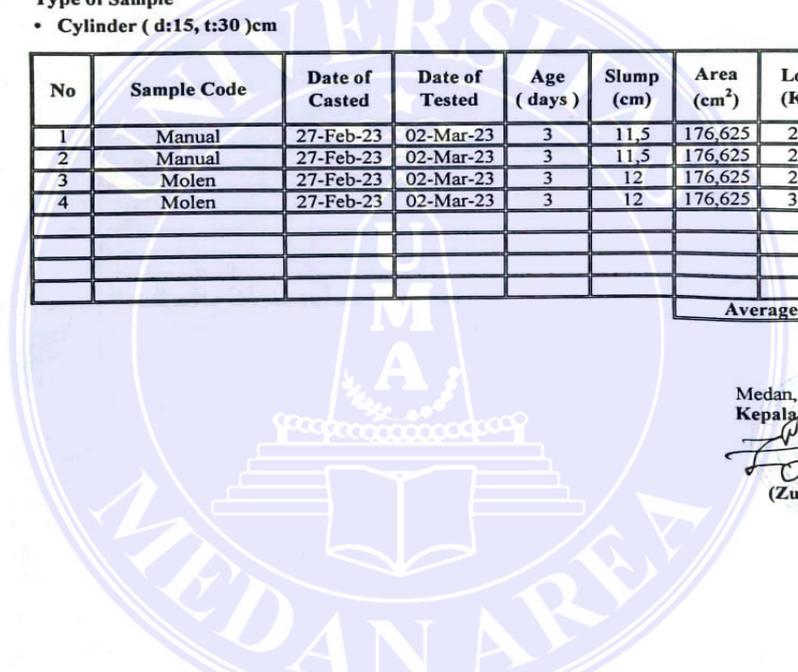
---

**Compressive Strength Test**

**Ref. No.** : 252/LAB:PBN/01/02/03/23  
**Client** : Rini Malau  
**Project** : Penelitian Skripsi  
**Concrete Strength** : FC 20  
**Type of Sample**  
 • Cylinder ( d:15, t:30 )cm

No	Sample Code	Date of Casted	Date of Tested	Age ( days )	Slump (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Load (KN)	Compressive Strength (Mpa)
1	Manual	27-Feb-23	02-Mar-23	3	11,5	176,625	210	11,89
2	Manual	27-Feb-23	02-Mar-23	3	11,5	176,625	250	14,15
3	Molen	27-Feb-23	02-Mar-23	3	12	176,625	285	16,14
4	Molen	27-Feb-23	02-Mar-23	3	12	176,625	330	18,68
<b>Average</b>								<b>15,22</b>

Medan, 02 Maret 2023  
 Kepala Laboratorium  
  
 (Zulfikar, S.T.)



CS Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 1. *Compressive Strenght Test* Manual dan Molen 3 Hari





**PT. PANGERAN BETON *Nusantara***  
**Ready Mix Concrete & Batching Plant**  
 Jl. Kapten Rahmat Budin No. 43, Terjun, Medan Marelan 20256  
 Sumatera Utara - Indonesia  
 Telepon : 081223388543 / 08116088543 Fax : (061) 8462487  
 Email: [pangeran\\_beton@nusantaragroup.org](mailto:pangeran_beton@nusantaragroup.org)  
 Facebook: PT Pangeran Beton Nusantara Ig: @pbn.readymix



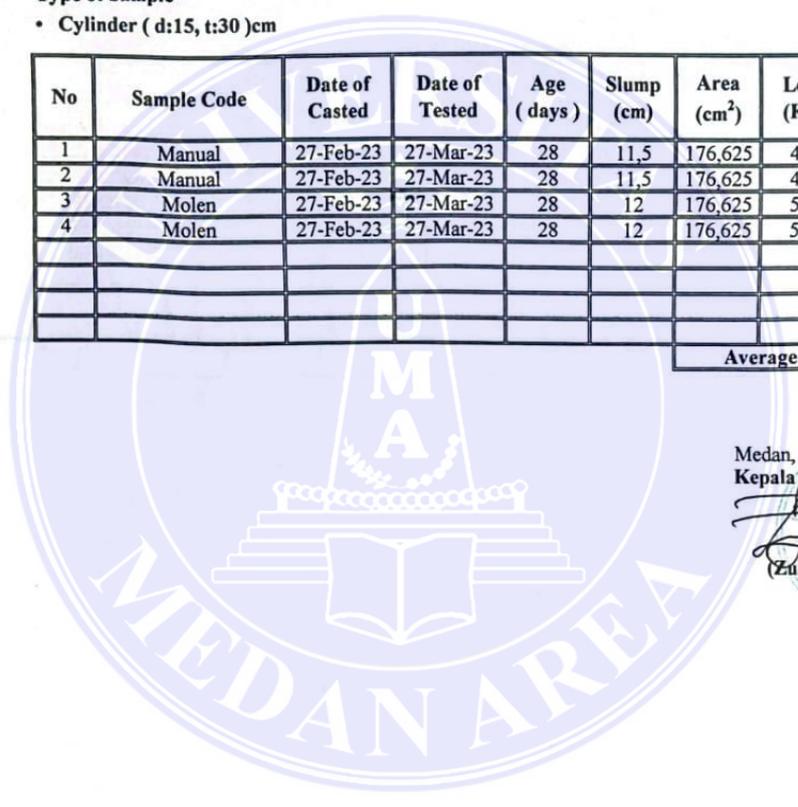
---

**Compressive Strength Test**

**Ref. No.** : 263/LAB:PBN/01/27/03/23  
**Client** : Rini Malau  
**Project** : Penelitian Skripsi  
**Concrete Strength** : FC 20  
**Type of Sample**  
 • Cylinder ( d:15, t:30 )cm

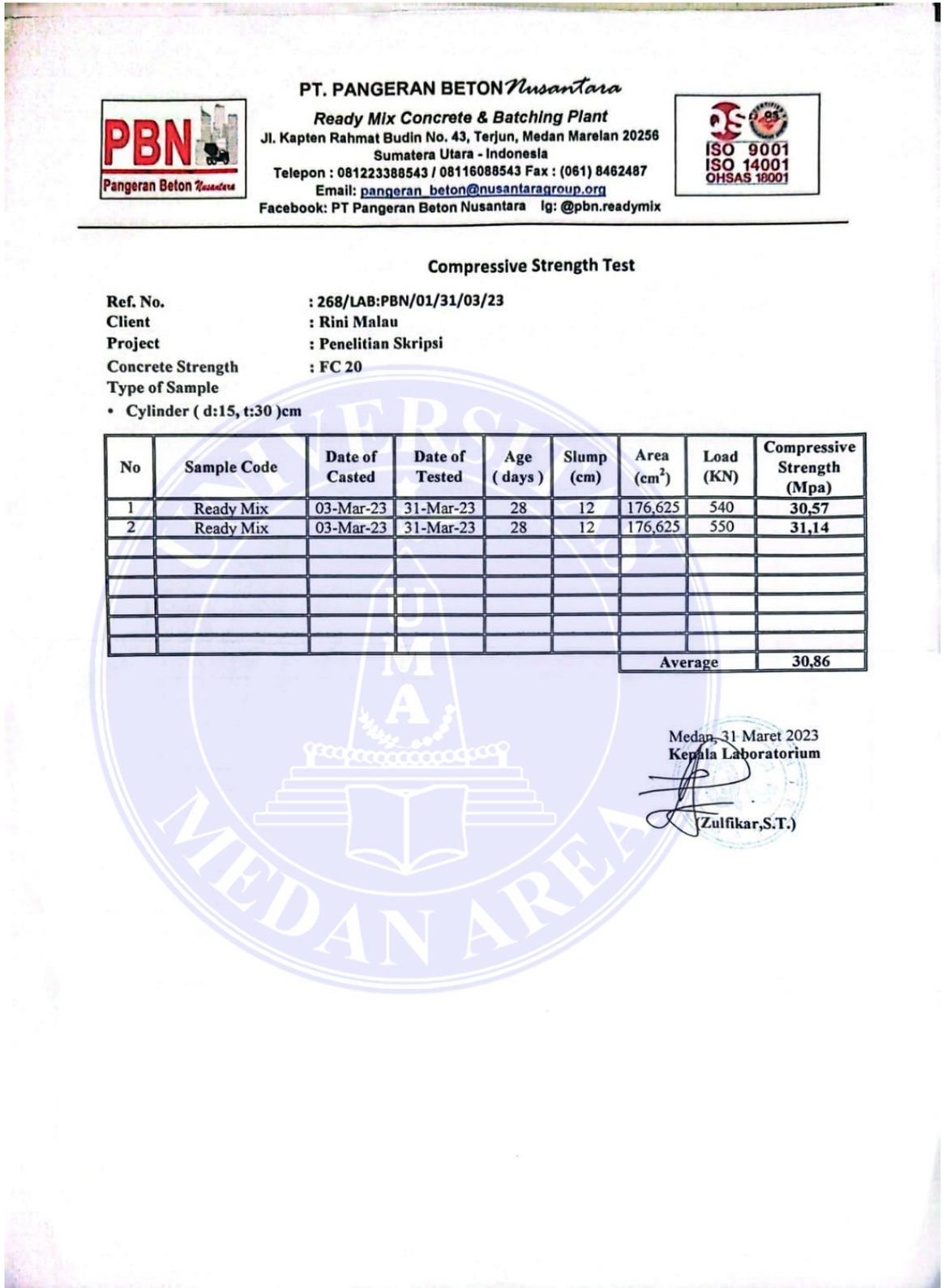
No	Sample Code	Date of Casted	Date of Tested	Age ( days )	Slump (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Load (KN)	Compressive Strength (Mpa)
1	Manual	27-Feb-23	27-Mar-23	28	11,5	176,625	415	23,50
2	Manual	27-Feb-23	27-Mar-23	28	11,5	176,625	455	25,76
3	Molen	27-Feb-23	27-Mar-23	28	12	176,625	530	30,01
4	Molen	27-Feb-23	27-Mar-23	28	12	176,625	550	31,14
<b>Average</b>								<b>27,60</b>

Medan, 27 Maret 2023  
 Kepala Laboratorium  
  
 (Zulfikar, S.T.)



CS Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 3. *Compressive Strengh Test* Manual dan Molen 28 Hari



Lampiran 4. Compressive Strenght Test Ready Mix 28 Hari



Lampiran 5. Penimbangan kerikil



Lampiran 6. Penimbangan Semen



Lampiran 7. Penimbangan Pasir



Lampiran 8. Penimbangan Air



Lampiran 9. Pencampuran Pasir dan Kerikil



Lampiran 10. Pencampuran Pasir, Kerikil dan Semen



Lampiran 11. Pemasukan Adukan Beton ke Corong



Lampiran 12. Uji *Slump* Manual



Lampiran 13. Pemindahan Adukan Beton kedalam Silinder



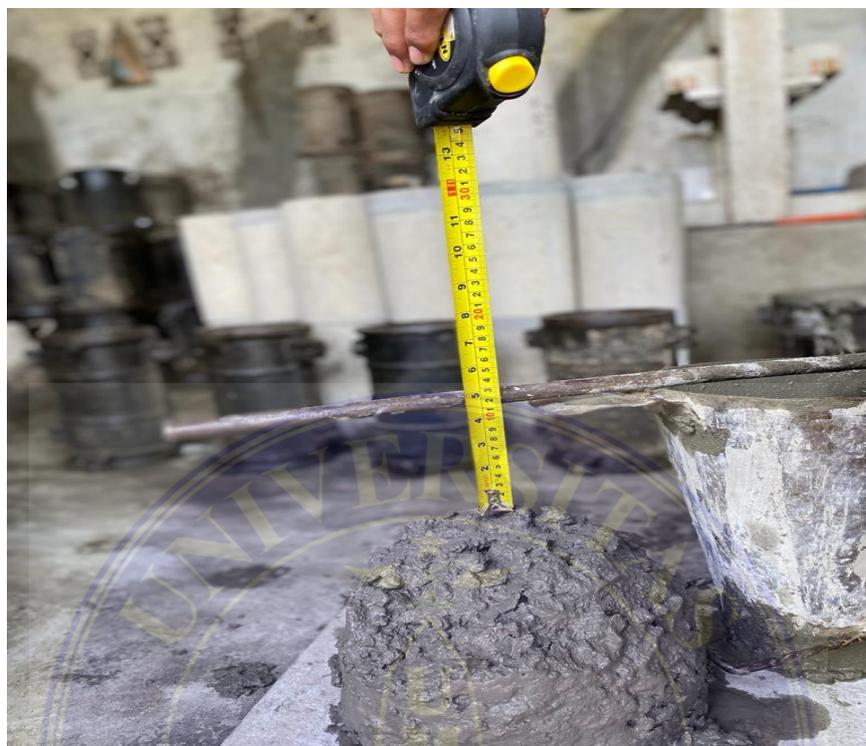
Lampiran 14. Pemadatan menggunakan vibrator adukan *Ready Mix*



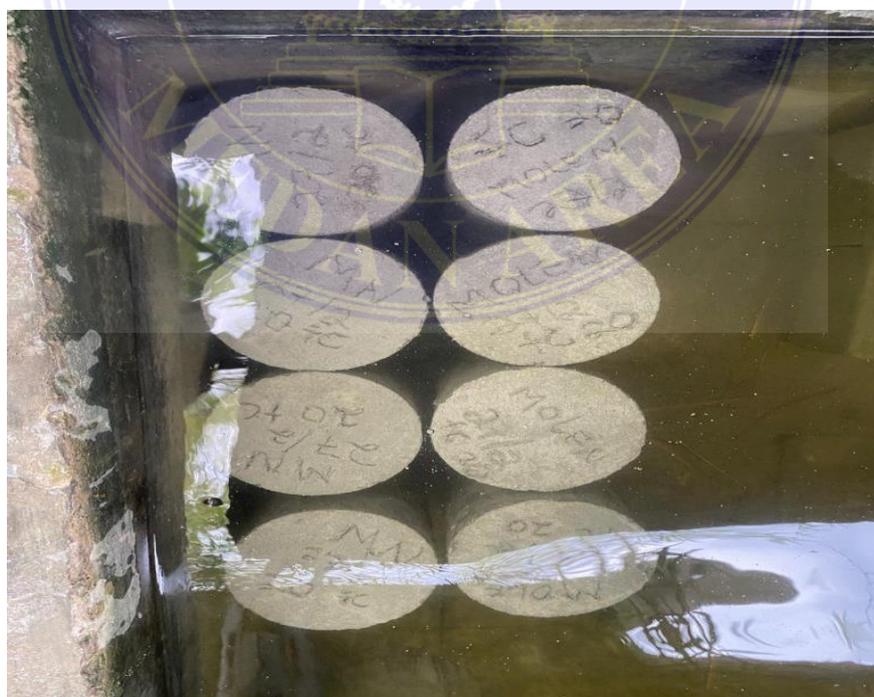
Lampiran 15. Proses Pencampuran Adukan Beton Semi



Lampiran 16. Penuangan Adukan Beton Semi



Lampiran 17. Uji *Slump* Semi



Lampiran 18. Perawatan Beton Adukan Semi



Lampiran 19. Proses Penuangan Adukan Beton *Ready Mix*



Lampiran 20. Uji *Slump Ready Mix*



Lampiran 21. Pengisian Beton kedalam Silinder



Lampiran 22. Pemadatan menggunakan vibrator adukan *Ready Mix*



Lampiran 23. Perawatan Beton Adukan *Ready Mix*

