

BAB III

PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Dalam penelitian ini menggunakan laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Urutan metode pelaksanaan akan dibahas dalam bab ini yaitu persiapan material, pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar (split), merencanakan bahan susun adukan beton, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tekan beton pada benda uji. Pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar dibatasi yang ada kaitannya dengan perhitungan perancangan adukan beton menurut metoda ACI.

3.2 Persiapan Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan-bahan

Bahan- bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen portland merk Gresik kemasan 50 Kg,

2. agregat kasar berupa batu pecah/split dari laboratorium bahan konstruksi Teknik UII Yogyakarta,
3. agregat halus (pasir) dari hasil mesin pemecah batu milik PT. Perwita Karya dan PT. Trikarsa Nusantara, serta pasir alam dari Sungai Krasak,
4. air berasal dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta.

3.2.2 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Kerucut Abrams	Pengujian slump
8	Ember	Menampung agregat
9	Mixer Listrik	Pencampur adukan beton
10	Sekop kecil dan besar	Mengaduk agregat
11	Penggaris	Mengukur slump
12	Cetakan kubus	Mencetak benda uji
13	Kaliper	Mengukur benda uji
14	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
15	Mesin uji tekan	Tes tekan beton

3.3 Pemeriksaan Agregat Kasar (split)

Pemeriksaan agregat kasar berupa split dari Sungai Krasak meliputi hal-hal sebagai berikut ini:

3.3.1 Analisis saringan dan modulus halus butir

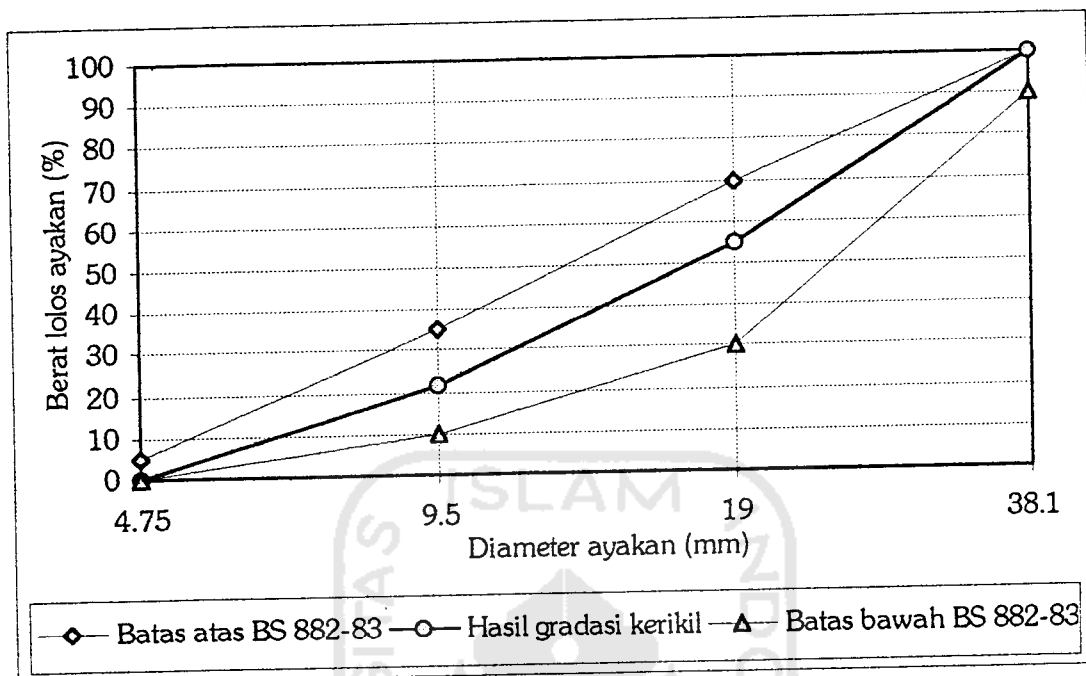
Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui variasi butiran (gradasi) agregat kasar dan menentukan modulus halus butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Langkah dan hasil pemeriksaan dapat dilihat dari butir dan tabel berikut:

1. Susun ayakan dengan urutan \varnothing 38.1 mm; \varnothing 19.0 mm; \varnothing 9.5 mm; \varnothing 4.75mm; \varnothing 2.36 mm; \varnothing 1.18 mm; \varnothing 600 μ m; \varnothing 300 μ m; \varnothing 150 μ m dan paling bawah adalah pan, lalu letakkan pada mesin ayakan,
2. timbang 2000 gram pasir kering (setelah dikeringkan dalam oven pengering), lalu masukan ke ayakan diameter 38.1 mm, lalu ayakan teratas ditutup
3. Lakukan pengayakan selama ± 10 menit.
4. Setelah selesai, pasir yang tertinggal dalam masing-masing ayakan ditimbang.

Hasil pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada tabel 3.2 dan gambar grafik 3.1 berikut ini:

Tabel 3.2 Hasil analisa ayakan agregat kasar dibandingkan British standard (BS 882-83)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)	Syarat BS 882-83
		Gram	(%)			
1	38,1	0	0	0	100	90 - 100
2	19,0	897	44,85	44,85	55,15	30 - 70
3	9,5	675	33,75	78,6	21,4	10 - 35
4	4,75	448	22,4	100	0	0 - 5
5	2,36	-	0	100	0	-
6	1,18	-	0	100	0	-
7	0,6	-	0	100	0	-
8	0,3	-	0	100	0	-
9	0,15	-	0	100	0	-
Jumlah		2000	100	723,45	-	-



Gambar 3.1 Grafik gradasi agregat kasar

Perhitungan modulus halus butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{Kumulatif berat tertahan (\%)}}{\sum \text{Berat tertahan (\%)}} \\
 &= \frac{723.45}{100} = 7.23
 \end{aligned}$$

3.3.2 Pemeriksaan berat jenis

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (“bulk”), berat jenis jenuh kering permukaan (“saturated surface dry”). Adapun hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar/ split dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini:

Tabel 3.3 Berat jenis kerikil

Asal kerikil	Berat jenis (T/M ³)	Berat jenis kering tusuk (T/M ³)
S. Krasak	2.68	1.469

3.4 Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus (pasir) yang berasal dari ketiga lokasi meliputi pemeriksaan kadar lumpur, gradasi, MHB dan berat jenis.

3.4.1 Pemeriksaan kadar lumpur

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui besarnya kadar lumpur yang terkandung dari suatu agregat halus yang akan dipergunakan sebagai campuran adukan beton. Kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus tidak boleh lebih dari 5%.

Cara pelaksanaan pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir sebagai berikut:

1. Menimbang pasir kering oven/tungku sebanyak 100 gram dan memasukkannya kedalam gelas ukur 250 cc (Bo gram),
2. kemudian mengisi gelas ukur tersebut dengan air sampai ketinggian 12 cm dari permukaan pasir,
3. menutup gelas ukur tersebut dan dibolak-balik berkali-kali sampai airnya keruh dan bercampur betul,
4. membiarkan selama 1 menit kemudian membuang airnya secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasirnya ikut terbang,

5. mengulangi pekerjaan 2, 3, dan 4 hingga airnya kembali bersih,
6. memindahkan pasir dari gelas ukur yang sudah dibersihkan kedalam piring kemudian memasukan kedalam oven dengan temperatur 105°C selama 24 jam,
7. kemudian pasir dikeluarkan untuk didinginkan dalam eksikator selama 1 jam,
8. setelah selama 1 jam, kemudian menimbang pasirnya (berat pasir setelah keluar oven = B gram),
9. menghitung kandungan lumpurnya:

$$\frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\%$$

Hasil pemeriksaan kandungan lumpur dari masing masing asal agregat halus tersebut dapat dilihat dalam tabel 3.4.

Tabel 3.4
Hasil pemeriksaan kadar lumpur dari ketiga lokasi

No	Asal pasir	Kadar Lumpur (%)
1	PT. Perwita Karya	4,15
2	PT. Trikarsa Nusantara	4,48
3	Sungai Krasak	0,2

Dari hasil pemeriksaan kandungan lumpur masing-masing asal agregat halus di atas besarnya kurang dari 5%, dengan demikian masih memenuhi syarat untuk campuran adukan beton.

3.4.2 Analisis saringan dan modulus halus butir

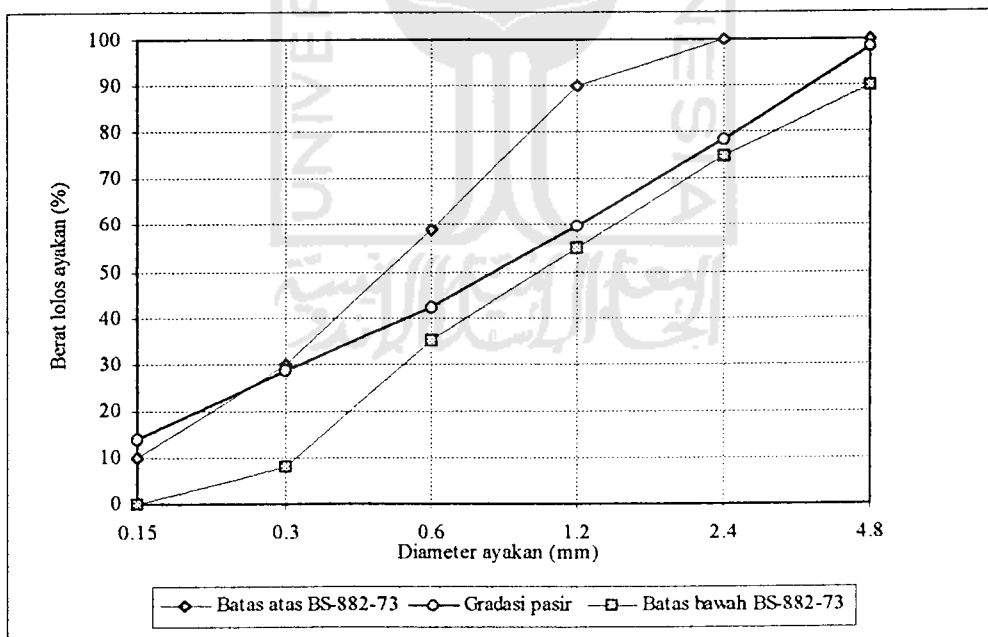
Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui variasi butiran (gradasi) agregat halus dan menentukan modulus halus butir (MHB) dengan menggunakan saringan. Langkah dan hasil pemeriksaan dapat dilihat dari butir dan tabel berikut ini.

1. Susun ayakan dengan urutan \varnothing 38.1 mm; \varnothing 19.0 mm; \varnothing 9.5 mm; \varnothing 4.75 mm; \varnothing 2.36 mm; \varnothing 1.18 mm; \varnothing 600 μ m; \varnothing 300 μ m; \varnothing 150 μ m dan paling bawah adalah pan, lalu letakkan pada mesin ayakan,
2. timbang 1000 gram pasir kering (setelah dikeringkan dalam oven pengering), lalu masukan ke ayakan diameter 4.75 mm, lalu ayakan teratas ditutup
3. Lakukan pengayakan selama ± 10 menit.
4. Setelah selesai, pasir yang tertinggal dalam masing-masing ayakan ditimbang.

Tabel 3.5
Hasil ayakan pasir asal PT. Perwita Karya dibandingkan British standard (BS 882-73)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)	Daerah II BS 882-73
		Gram	(%)			
1	9,5	0	0	0	100	100
2	4,75	17	1,7	1,7	98,3	90 - 100
3	2,36	198	19,8	21,5	78,5	75 - 100
4	1,18	186	18,6	40,1	59,9	55 - 90
5	0,85	175	17,5	57,6	42,4	35 - 59
6	0,3	139	13,9	71,5	28,5	8 - 30
7	0,15	147	14,7	86,2	13,8	0 - 10*
8	pan	138	13,8	100	0	-
Jumlah		1000	100	278,6	-	-

* pasir ini sebaiknya menjadi 20% untuk pasir hasil pemecahan batu

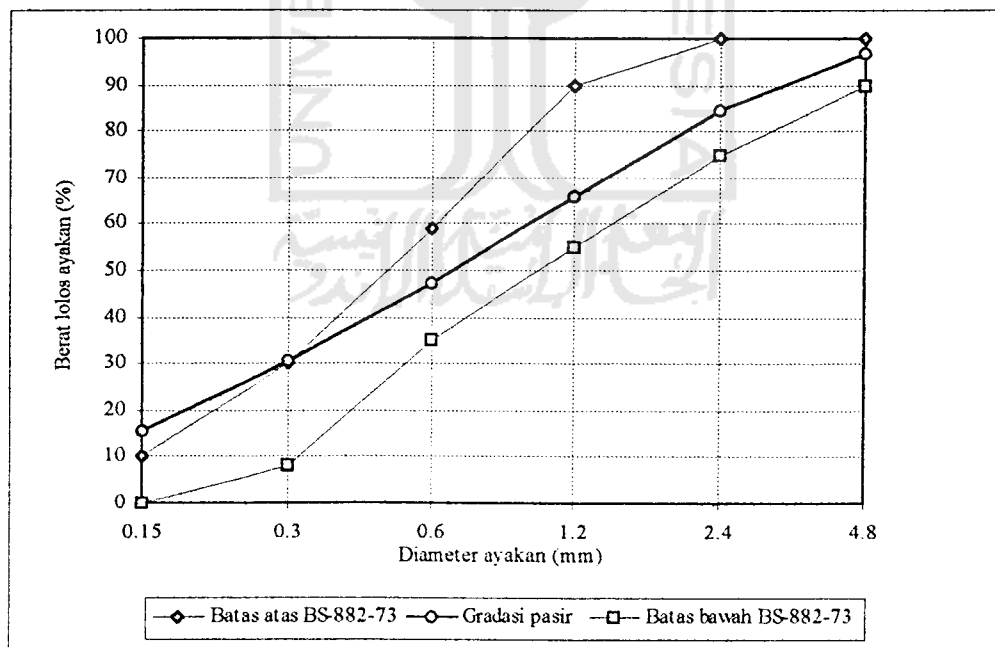


Gambar 3.2 Grafik gradasi pasir asal PT. Perwita karya

Tabel 3.6
Hasil ayakan pasir asal PT. Trikarsa Nusantara dibandingkan British standard (BS 882-73)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)	Daerah II BS 882-73
		Gram	(%)			
1	9,5	0	0	0	100	100
2	4,75	43	4,3	4,3	96,7	90 - 100
3	2,36	111	11,1	15,4	84,6	75 - 100
4	1,18	187	18,7	34,1	65,9	55 - 90
5	0,85	189	18,9	53	47	35 - 59
6	0,3	165	16,5	69,5	30,5	8 - 30
7	0,15	151	15,1	84,6	15,4	0 - 10*
	pan	154	15,4	100	0	-
Jumlah		1000	100	260,9	-	-

* pasir ini sebaiknya menjadi 20% untuk pasir hasil pemecahan batu

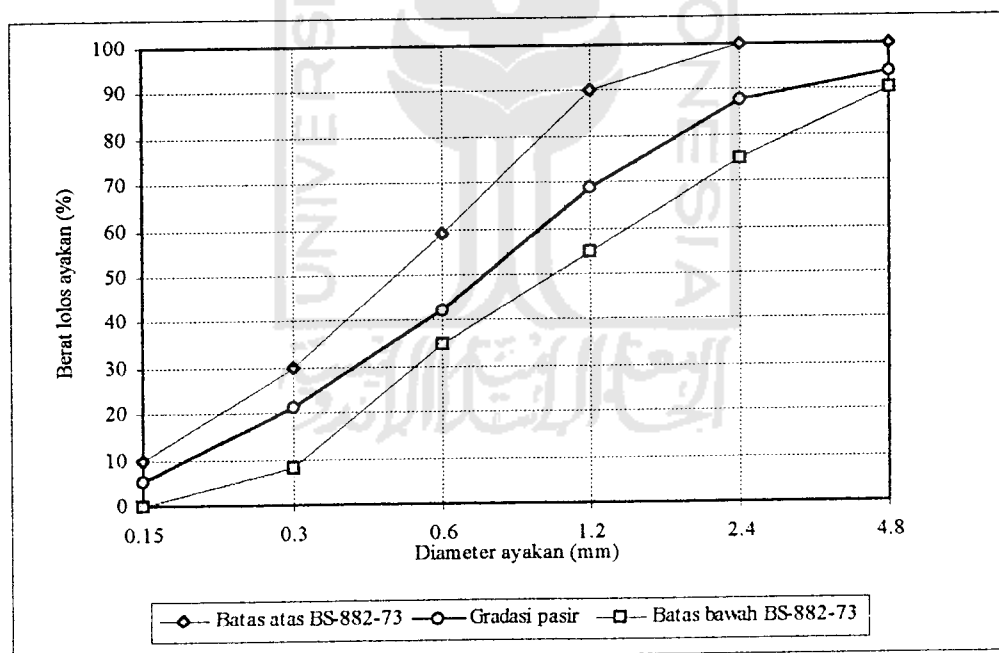


Gambar 3.3 Grafik gradasi pasir asal PT. Trikarsa Nusantara

Tabel 3.7
Hasil ayakan pasir asal Sungai Krasak dibandingkan British standard (BS 882-73)

No	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan		Berat tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)	Daerah II BS 882-73
		Gram	(%)			
1	9,5	0	0	0	100	100
2	4,75	61,5	6,15	6,15	93,85	90 - 100
3	2,36	60	6	12,15	87,85	75 - 100
4	1,18	191	19,1	31,25	68,75	55 - 90
5	0,85	226	22,6	57,85	42,15	35 - 59
6	0,3	207	20,7	78,55	21,45	8 - 30
7	0,15	163	16,3	94,85	5,15	0 - 10*
8	pan	51,5	5,15	100	0	-
Jumlah		1000	100	280,8	-	-

* pasir ini sebaiknya menjadi 20% untuk pasir hasil pemecahan batu



Gambar 3.4 Grafik gradasi pasir Sungai Krasak

Nilai Modulus Halus dari ketiga asal agregat dapat dilihat pada tabel 3.8 dan perhitungan Modulus halus butir (MHB) adalah sebagai berikut:

$$\text{MHB} = \frac{\Sigma \text{Kumulatif berat tertahan (\%)}}{\Sigma \text{Berat tertahan (\%)}}$$

Tabel 3.8 Nilai MHB untuk setiap asal agregat

No	Asal Pasir	Nilai MHB
1	PT. Perwita Karya	2,786
2	PT. Trikarsa Nusantara	2,609
3	Sungai Krasak	2,808

3.4.3 Pemeriksaan berat jenis pasir

Pemeriksaan berat jenis ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering permukaan (SSD), dan berat jenis semu dari agregat halus (pasir).

Adapun cara pemeriksaan berat jenis pasir tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dengan jalan “quartering”(membagi empat), ambil kira-kira 1000 gram pasir, masukan kedalam oven pengering temperatur 105^oC, lalu dinginkan dan direndam dalam air selama 24 jam,
2. keesokan harinya air dibuang lalu pasir basah ditebarkan diatas pan (sebelumnya dilapisi dengan kertas koran dahulu) untuk diangin-anginkan sampai mencapai keadaan “saturated surface dry” (SSD) atau kering jenuh permukaan. Keadaan SSD dicapai jika seluruh permukaan butir pasir telah jenuh dengan uap air (“moisture”).

Keadaan SSD untuk pasir dapat diketahui sbb:

- a. Ambil pasir tersebut lalu masukan kedalam mold (cetakan kerucut) dengan posisi diameter kerucut yang besar berada di bawah. mold diletakan diatas lantai, ratakan permukaan pada mold (cetakan) tersebut,
 - b. tumbuk dengan penumbuk logam sebanyak 25 kali perlahan-lahan, lalu mold diangkat,
 - c. jika pasir tidak ada yang melekat pada permukaan dalam mold dan begitu mold diangkat, pasir menjadi buyar, berarti keadaan pasir tersebut SSD. Tapi jika diangkat pasir tersebut masih dalam bentuk kerucut berarti masih basah, lembab, pasir demikian harus dianginkan lagi
3. Timbang 500 gram pasir yang sudah SSD lalu masukan ke dalam piknometer yang telah diisi air setengahnya. Tambahkan air kedalam piknometer sampai mencapai leher piknometer.
 4. Tutup mulut piknometer dengan telapak tangan lalu piknometer dibolak-balik agar udara dalam pasir dapat keluar. temperatur diusahakan 23°C . Piknometer + air + pasir ditimbang, beratnya = C
 5. Pasir dituangkan bersama-sama airnya kedalam pan, lalu dikeringkan dalam oven pengering temperatur 105°C selama 24 jam. Keesokan harinya berat pasir kering ditimbang = A
 6. Piknometer kosong diisi penuh air sampai batas leher, lalu ditimbang beratnya = B

Hasil dari pemeriksaan untuk ketiga asal agregat dapat dilihat pada tabel

3.9 dan mengenai cara perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis menyeluruh (bulk specific gravity)

Yaitu perbandingan berat (dalam udara) suatu volume contoh (termasuk pori-pori yang kedap air maupun tembus air) dan berat (dalam udara) suatu volume yang sama besarnya dari air suling pada temperatur yang sama.

$$\text{Bulk Specific Gravity} = A / (B + 500 - C)$$

A = Berat kering contoh kering udara
 $(B + 500 - C)$ = (Berat piknometer berisi air + berat contoh kering permukaan) - (berat piknometer berisi pasir + air)

2. Bulk Specific Gravity untuk keadaan SSD (jenuh kering permukaan)

$$\text{Bulk.Sp Gr} = 500 / (B + 500 - C)$$

3. Apparent Specific Gravity (berat jenis tampak)

Yaitu perbandingan antara berat bagian kedap air dari suatu volume contoh (dalam udara) yang tembus air dan berat suatu volume (dalam udara) yang sama besarnya dari air suling pada temperatur yang sama.

$$\text{App. Sp GR} = A / (B + A - C)$$

Tabel 3.9 Berat jenis dari 3 lokasi asal agregat

No	Asal agregat	Bj seluruh	Bj (SSD)	Bj Tampak
1	PT. Perwita	2.464	2.525	2.632
2	PT. Trikarsa	2.425	2.500	2.621
3	S. Krasak	2.621	2.631	2.648

3.5 Perhitungan Perancangan Adukan Beton

Perhitungan campuran beton di bawah ini didasarkan pada salah satu kuat tekan disyaratkan, yaitu $f'_c = 22.5$ Mpa dengan data bahan susun beton sebagai berikut:

1. Diameter maksimum agregat kasar : 40 mm
2. Kuat tekan disyaratkan (f'_c) : 22.5 MPa
3. Modulus halus butir (MHB) pasir : 2.609
4. Berat jenis pasir (SSD) : 2.525 T/m³
5. Berat jenis kerikil (SSD) : 2.68 T/m³
6. Berat jenis kerikil kering tusuk (SSD) : 1.469 T/m³
7. Berat jenis semen : 3.15 T/m³

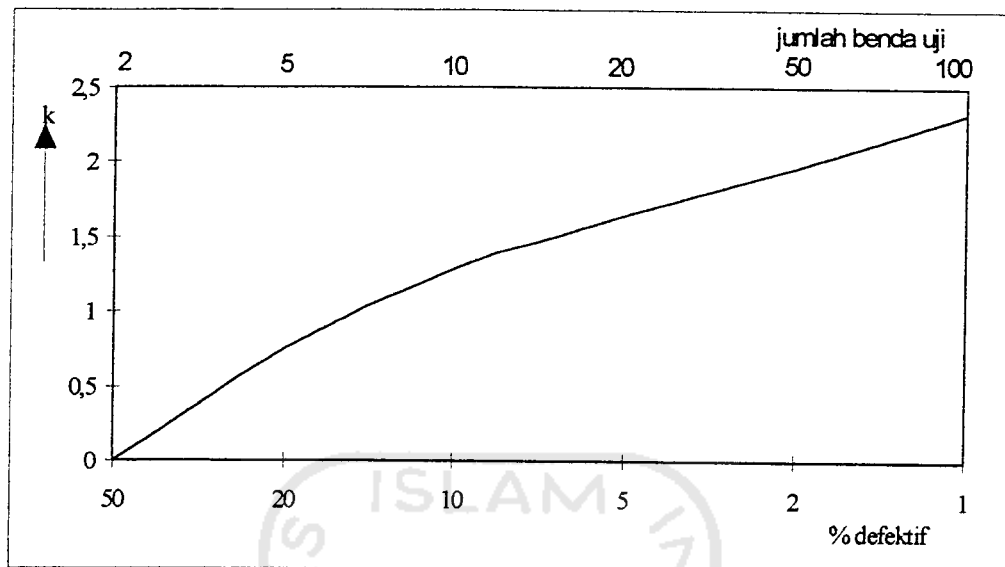
Perhitungan campuran beton dengan metode ACI adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kuat tekan rata-rata.

a. menghitung nilai margin (m)

untuk 20 buah benda uji dengan persentase yang diperkirakan akan jatuh di bawah kekuatan tekan karakteristik sebesar 5%, berdasarkan gambar 3.5 atau table 3.11 diambil nilai k sebesar 1.64.

$$m = k \cdot S_d$$



Gambar 3.5 Hubungan antara faktor k dan bagian hasil pemeriksaan yang diperkirakan dibawah kekuatan tekan minimum

Tabel 3.10 Harga k untuk beberapa keadaan

k	untuk 10 %	defektif	= 1.28
k	untuk 5%	defektif	= 1.64
k	untuk 2.5%	defektif	= 1.96
k	untuk 1%	defektif	= 2.33

Berdasarkan tabel 2.9, untuk volume pekerjaan lebih kecil dari 1000 m³ dan mutu pelaksanaan baik didapat nilai:

$$S_d = 60 \text{ kg/cm}^2 = 6 \text{ Mpa}$$

$$m = k \cdot S_d$$

$$m = 1.64 \cdot 6$$

$$m = 9.84 \text{ Mpa}$$

b. menghitung kuat tekan rata-rata

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 22.5 + 9.84$$

$$f'_{cr} = 32.34 \text{ Mpa}$$

Untuk silinder $f'_{cr} = 0.83 \cdot 32.34 = 26.842 \text{ MPa}$

2. Menetapkan faktor air semen, berdasarkan tabel 2.10, untuk $f'_{cr} = 26.84 \text{ Mpa}$ dengan interpolasi didapat $Fas = 0.548$. Besarkan tabel 2.11 untuk beton di dalam ruangan, keadaan sekeliling non-korosif didapat $Fas = 0.60$. Dari kedua nilai Fas diatas dipakai nilai Fas terendah, jadi $Fas = 0.548$
3. Menetapkan nilai slump, berdasarkan tabel 2.12, untuk jenis struktur balok didapat nilai slump 7.5 - 15 cm.
4. Menetapkan kebutuhan air berdasarkan tabel 2.14, untuk nilai slump 7.5 - 10 cm dan agregat maksimum 40 mm didapat
 - kebutuhan air : 177 liter
 - udara terperangkap : 1%
5. Menghitung kebutuhan semen.

$$\text{-Berat semen} = \text{Berat air} / Fas$$

$$= 0.177 / 0.548 = 0.3229 \text{ Ton}$$

$$= 322.9 \text{ kg}$$

$$\text{-Volume semen (VS)} = \text{Berat semen} / B_j \text{ semen}$$

$$= 0.3329 / 3.15$$

$$= 0.1025 \text{ m}^3$$



6. Menetapkan volume agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan tabel 2.15, untuk diameter agregat maksimum = 40 mm dan modulus halus butir (MHB) pasir = 2.609 didapat:

$$\text{-Volume agregat kasar (VK)} = 0.739 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{-Berat agregat kasar} &= \text{VK} \cdot \text{Bj kerikil kering tusuk} \\ &= 0.7739 \times 1.469 \\ &= 1.085 \text{ Ton} = 1085 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Volume kerikil padat} &= \text{Berat kerikil} / \text{Bj kerikil (SSD)} \\ &= 1.085 / 2.68 = 0.4048 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

7. Menghitung volume pasir (VP)

$$\begin{aligned} \text{-VP} &= 1 - (\text{VA} + \text{VS} + \text{VK} + \text{VU}) \\ &= 1 - (0.177 + 0.1025 + 0.4048 + 0.01) \\ &= 0.3057 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Berat pasir} &= \text{VP} \cdot \text{Bj pasir (SSD)} \\ &= 0.3057 \times 2.525 \\ &= 0.7718 \text{ Ton} = 771.8 \text{ Kg} \end{aligned}$$

8. Kebutuhan untuk 1 M³ adukan beton :

- a). semen = 322,9 Kg
- b). pasir = 771.8 Kg
- c). kerikil = 1085 Kg
- d). air = 177 Kg

Perhitungan untuk kuat tekan disyaratkan lainnya sama seperti langkah-langkah perhitungan diatas. Kebutuhan untuk tiap 1M³ beton untuk berbagai

macam mutu beton diperlukan semen, pasir, kerikil dan air, seperti tertera pada tabel 3.11 berikut ini:

Tabel 3.11 Daftar kebutuhan material per M³ adukan beton untuk tiap mutu beton

Mutu beton	Asal pasir	Berat Semen (Kg)	Berat Pasir (Kg)	Berat Kerikil (Kg)	Berat Air (Kg)
$f'_c = 17.5$ MPa	Perwita K	295	749.3	1085	177
	Trikarsa N	295	810.7	1059	177
	S. Krasak	295	856.1	1056.2	177
$f'_c = 22.5$ MPa	Perwita K	322.9	771.8	1085	177
	Trikarsa N	322.9	788.0	1059	177
	S. Krasak	322.9	832.7	1056.2	177
$f'_c = 30$ MPa	Perwita K	381.4	725.1	1085	177
	Trikarsa N	381.4	742.2	1059	177
	S. Krasak	381.4	784.0	1056.2	177
Jumlah		2997.9	7059.9	9600.6	1593

Untuk tiap kuat tekan yang disyaratkan terdiri dari 20 buah kubus diperlukan material :

$$\text{Volume 20 kubus} = 0.15 \times 0.15 \times 0.15 \times 20 = 0.0675 \text{ m}^3$$

untuk pengerjaan adukan beton, kebutuhan material setiap adukan diberi penambahan 10%. Hasil penambahan 10% dapat dilihat pada tabel 3.12 berikut:

Tabel 3.12 Daftar kebutuhan material 20 kubus benda uji untuk tiap mutu beton

Mutu beton	Asal pasir	Berat Semen (Kg)	Berat Pasir (Kg)	Berat Kerikil (Kg)	Berat Air (Kg)
$f'_c = 17.5$ MPa	Perwita K	21.903	60.194	78.630	13.142
	Trikarsa N	21.903	58.976	80.561	13.142
	S. Krasak	21.903	63.356	78.442	13.142
$f'_c = 22.5$ MPa	Perwita K	23.975	58.509	78.630	13.142
	Trikarsa N	23.975	57.306	80.561	13.142
	S. Krasak	23.975	61.828	78.422	13.142
$f'_c = 30$ MPa	Perwita K	28.318	55.108	78.630	13.142
	Trikarsa N	28.318	53.838	80.561	13.142
	S. Krasak	28.318	58.120	78.422	13.142
Jumlah		222.588	527.444	712.839	118.280

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Pembuatan benda uji

1. Bahan disiapkan serta rencana campuran adukan beton telah dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan penimbangan bahan-bahan sesuai dengan proporsi yang telah direncanakan. Pasir dibasahi kemudian diangin-anginkan agar diperoleh keadaan jenuh permukaan. Demikian pula halnya dengan split yang akan dipakai dicuci dari segala kotoran dan debu, kemudian diangin-anginkan agar diperoleh keadaan jenuh permukaan,
2. dimasukan bahan-bahan agregat kasar dan sebagian air yang dibutuhkan ke dalam mesin pengaduk (molen) yang sedang berputar. Setelah beberapa saat tambahkan agregat halus, semen, dan air sedikit demi sedikit sampai campuran rata,
3. setelah benar-benar tercampur dengan baik untuk mengetahui kelecakan adukan beton, maka dilakukan pengukuran slump dengan kerucut Abrams, yang dilengkapi dengan penumbuk baja berdiameter 16 mm. Pelaksanaan percobaan slump dilakukan dengan cara kerucut ditekan pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton. Dibuat tiga lapis adukan, dan tiap lapis ditumbuk sebanyak 25 kali. Bagian atas kerucut diratakan dan didiamkan selama 30 - 60 detik. Kemudian kerucut Abrams diangkat perlahan-lahan secara tegak lurus dan diletakan di samping adukan tadi. Diukur antara puncak kerucut dengan puncak adukan yang telah mengalami penurunan, selisih tinggi tersebut dinamakan slump,

4. dimasukan adukan tadi dalam cetakan kubus beton yang telah diolesi oli. Adukan dipadatkan dengan cara ditumbuk dan diketuk-ketuk dengan menggunakan palu sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung udara yang terperangkap akan keluar. Adukan yang telah dicetak didiamkan selama 24 jam dan diletakan ditempat yang terlindung dari hujan maupun sinar matahari,
5. setelah 24 jam cetakan dapat dibuka.

3.6.2 Perawatan benda uji

Waktu yang harus disediakan untuk perawatan beton berdasarkan spesifikasi dimaksudkan agar beton menjadi matang, sehingga:

- a. Menghindarkan timbulnya retak-retak pada permukaan beton akibat terlalu cepatnya kehilangan air pada saat beton itu masih berada dalam keadaan plastis,
- b. untuk menjamin tercapainya kekuatan tekan yang disyaratkan, yang tergantung pada:
 - jumlah air yang mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat dan mengelilingi butir-butir semen,
 - jumlah semen yang terhidrasi.

Dari beberapa metode perawatan beton yang ada maka dipilih perawatan beton dengan cara pembasahan yaitu dengan merendam benda uji dalam air selama 7 dan 28 hari.

3.6.3 Pemeriksaan berat jenis benda uji

Tabel 3.13 Berat jenis beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.228	3462.83	2.376	2.327
2		8.144	3692.32	2.206	
3		8.295	3562.65	2.328	
4		8.205	3501.85	2.343	
5		8.055	3453.84	2.332	
6		8.405	3569.81	2.354	
7		8.135	3528.90	2.305	
8		8.475	3609.57	2.348	
9		8.159	3524.72	2.315	
10		8.365	3534.79	2.366	
11	28	8.380	3564.89	2.351	2.375
12		8.222	3458.41	2.377	
13		8.385	3513.73	2.386	
14		8.399	3483.44	2.411	
15		8.232	3431.31	2.399	
16		8.218	3456.56	2.378	
17		8.247	3533.45	2.334	
18		8.290	3492.48	2.374	
19		8.447	3539.51	2.386	
20		8.351	3548.69	2.353	

Tabel 3.14 Berat jenis beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.285	3773.48	2.196	2.352
2		8.200	3497.94	2.344	
3		8.480	3550.68	2.388	
4		8.435	3576.56	2.522	
5		8.165	3472.45	2.351	
6		8.300	3600.26	2.305	
7		8.465	3588.54	2.359	
8		8.275	3581.23	2.340	
9		8.428	3591.85	2.346	
10		8.220	3462.53	2.373	
11	28	8.245	3451.80	2.389	2.372
12		8.194	3472.40	2.360	
13		8.460	3509.39	2.411	
14		8.105	3401.91	2.382	
15		8.224	3455.81	2.380	
16		8.316	3506.74	2.371	
17		8.440	3574.55	2.361	
18		8.241	3484.88	2.365	
19		8.138	3480.74	2.338	
20		8.492	3586.08	2.368	

Tabel 3.15 Berat jenis beton mutu $f'_c = 30$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.495	3625.71	2.343	2.393
2		8.420	3561.82	2.364	
3		8.249	3367.75	2.449	
4		8.436	3543.25	2.381	
5		8.330	3359.86	2.479	
6		8.118	3423.25	2.371	
7		8.309	3511.71	2.366	
8		8.356	3546.31	2.356	
9		8.669	3542.70	2.447	
10		8.295	3488.39	2.378	
11	28	8.268	3406.55	2.427	2.398
12		8.080	3411.10	2.369	
13		8.538	3627.93	2.353	
14		8.424	3481.84	2.419	
15		8.539	3532.30	2.417	
16		8.288	3440.48	2.409	
17		8.398	3593.24	2.337	
18		8.277	3419.96	2.420	
19		8.320	3465.06	2.401	
20		8.561	3520.89	2.431	

Tabel 3.16 Berat jenis beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa Nusantara

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.242	3484.02	2.366	2.325
2		7.992	3415.48	2.340	
3		8.103	3474.91	2.332	
4		8.337	3539.37	2.356	
5		8.123	3438.23	2.363	
6		8.025	3594.42	2.233	
7		7.910	3591.43	2.202	
8		8.282	3509.37	2.360	
9		8.260	3493.18	2.365	
10		8.210	3506.79	2.341	
11	28	8.180	3493.09	2.342	2.359
12		8.035	3424.86	2.346	
13		8.202	3442.53	2.383	
14		8.264	3547.55	2.329	
15		8.639	3680.43	2.347	
16		8.262	3474.59	2.378	
17		8.310	3527.98	2.355	
18		8.433	3545.68	2.378	
19		8.126	3467.82	2.343	
20		8.100	3389.28	2.390	

Tabel 3.17 Berat jenis beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa Nusantara

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.260	3586.78	2.303	2.352
2		8.232	3289.07	2.503	
3		8.686	3679.86	2.360	
4		8.229	3497.64	2.353	
5		8.134	3644.13	2.232	
6		8.334	3539.59	2.355	
7		8.318	3417.24	2.434	
8		8.409	3536.78	2.378	
9		8.207	3546.83	2.314	
10		8.321	3484.10	2.293	
11	28	8.432	3658.53	2.305	2.372
12		8.114	3448.61	2.353	
13		8.411	3587.63	2.344	
14		8.276	3415.02	2.355	
15		8.075	3490.22	2.314	
16		8.514	3548.68	2.399	
17		8.553	3560.55	2.402	
18		8.070	3490.19	2.312	
19		8.316	3511.14	2.368	
20		8.451	3494.60	2.418	

Tabel 3.18 Berat jenis beton mutu $f'_c = 30$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa Nusantara

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.341	3576.50	2.357	2.364
2		8.412	3530.30	2.383	
3		8.548	3635.58	2.351	
4		8.446	3586.18	2.355	
5		8.442	3541.89	2.383	
6		8.132	3443.99	2.361	
7		8.550	3597.28	2.377	
8		8.183	3487.95	2.346	
9		8.220	3469.80	2.369	
10		8.405	3557.83	2.362	
11	28	8.437	3550.81	2.376	2.377
12		8.043	3439.52	2.338	
13		8.322	3442.82	2.417	
14		8.400	3492.45	2.405	
15		8.218	3495.49	2.315	
16		8.404	3328.90	2.525	
17		8.326	3662.12	2.274	
18		8.348	3525.18	2.368	
19		8.249	3442.80	2.392	
20		8.408	3610.80	2.329	

Tabel 3.19 Berat jenis beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir Sungai Krasak

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.385	3486.13	2.405	2.389
2		8.446	3497.55	2.415	
3		8.241	3557.18	2.317	
4		8.481	3541.84	2.395	
5		8.377	3484.02	2.404	
6		8.276	3401.70	2.433	
7		8.174	3465.57	2.359	
8		8.429	3508.82	2.402	
9		8.282	3502.43	2.365	
10		8.435	3509.18	2.404	
11	28	8.390	3491.03	2.403	2.415
12		7.965	3374.90	2.360	
13		8.294	3483.64	2.381	
14		8.387	3477.14	2.412	
15		8.815	3372.58	2.614	
16		8.321	3445.23	2.415	
17		8.498	3527.50	2.409	
18		8.389	3527.91	2.378	
19		8.193	3442.24	2.380	
20		8.133	3388.27	2.400	

Tabel 3.20 Berat jenis beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir Sungai Krasak

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.445	3595.4	2.349	2.367
2		8.495	3604.9	2.356	
3		8.470	3651.3	2.311	
4		8.280	3481.3	2.379	
5		8.390	3523.3	2.382	
6		8.220	3495.2	2.352	
7		8.400	3514.0	2.391	
8		8.515	3571.9	2.401	
9		8.475	3565.2	2.377	
10		8.305	3389.9	2.370	
11	28	8.280	3431.51	2.413	2.412
12		8.615	3597.31	2.395	
13		8.310	3351.64	2.408	
14		8.295	3417.76	2.427	
15		8.425	3536.55	2.382	
16		8.590	3527.61	2.435	
17		8.490	3532.60	2.403	
18		8.200	3388.19	2.420	
19		8.530	3514.03	2.427	
20		8.250	3412.82	2.417	

Tabel 3.21 Berat jenis beton mutu f'_c 30 MPa dengan asal pasir Sungai Krasak

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Volume (cm ³)	Berat jenis (Ton/m ³)	Bj rata-rata (Ton/m ³)
1	7	8.335	3520.07	2.368	2.397
2		8.450	3553.33	2.378	
3		8.467	3553.39	2.383	
4		8.493	3553.38	2.390	
5		8.686	3625.53	2.342	
6		8.452	3528.80	2.388	
7		8.447	3445.11	2.452	
8		8.390	3421.70	2.466	
9		8.452	3509.23	2.407	
10		8.509	3557.83	2.392	
11	28	8.372	3481.65	2.405	2.388
12		8.435	3488.23	2.418	
13		8.357	3442.48	2.428	
14		8.375	3530.92	2.372	
15		8.628	3532.34	2.443	
16		8.250	3569.11	2.312	
17		8.350	3557.87	2.347	
18		8.438	3504.07	2.408	
19		8.433	3511.78	2.401	
20		8.314	3544.13	2.346	

3.7 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah masa perawatan selesai. Langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diletakan di dalam adaptor,
2. adaptor tersebut diletakan pada alas pembebanan mesin uji tekan beton,
3. mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan secara berangsur-angsur sehingga benda uji tersebut hancur pada pembebanan yang maksimal, kemudian mesin uji dimatikan,
- 4 hasil pengujian dicatat, sesuai dengan jarum penunjuk pembebanan pada mesin uji tersebut.

Tegangan beton diperoleh dengan membagi beban yang mampu ditahan masing-masing benda uji dengan luas permukaan beton yang ditekan. Formula tegangan tekan beton adalah : $\sigma'_b = P / A$ (MPa),

dimana:

P = Beban maksimum yang mampu ditahan (N)

A = Luas permukaan tekan beton (mm²)

3.7.1 Hasil pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan kubus beton dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel 3.22
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	229.48	350	152.52
2		237.14	460	193.98
3		235.47	420	178.37
4		232.53	390	167.72
5		234.80	455	193.79
6		234.39	450	191.98
7		234.17	405	172.95
8		233.78	380	162.55
9		230.98	370	160.19
10		230.28	500	217.13
11	28	234.07	430	183.71
12		230.25	585	254.07
13		231.32	573	247.71
14		227.68	573	251.67
15		229.06	488	213.05
16		228.01	573	251.31
17		227.09	530	233.39
18		230.37	545	236.57
19		233.63	590	252.53
20		233.77	510	218.16

Tabel 3.23
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa N.

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	230.42	353	153.19
2		228.15	450	197.23
3		228.46	450	196.96
4		230.12	462	200.75
5		226.05	455	201.28
6		235.23	390	165.79
7		238.79	370	154.94
8		230.72	385	166.86
9		229.36	420	183.11
10		232.54	425	182.76
11	28	229.20	410	178.87
12		228.02	590	258.74
13		229.80	530	230.62
14		234.16	495	211.39
15		241.02	625	259.31
16		231.48	670	289.43
17		231.19	525	227.08
18		235.90	575	243.74
19		229.96	500	217.42
20		230.56	540	234.20

Tabel 3.24
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 17.5$ MPa dengan asal pasir Sungai Krasak

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	231.48	540	233.28
2		231.78	555	239.45
3		237.15	350	147.59
4		133.63	490	209.73
5		228.16	420	184.08
6		227.84	435	190.92
7		229.05	470	205.19
8		233.92	510	218.02
9		230.27	385	167.19
10		231.94	430	185.40
11	28	229.37	680	296.46
12		223.65	520	232.50
13		226.65	665	293.40
14		229.21	630	274.86
15		226.35	580	256.24
16		227.86	680	298.43
17		231.31	630	272.36
18		233.17	670	287.34
19		227.51	595	261.53
20		225.14	650	288.71

Tabel 3.25
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	238.07	535	224.72
2		230.38	515	223.64
3		235.77	450	190.86
4		219.50	530	241.45
5		228.90	475	207.51
6		236.08	480	203.32
7		234.85	440	187.35
8		233.77	450	192.50
9		240.74	535	222.23
10		228.61	485	212.15
11	28	226.20	520	229.89
12		231.49	570	246.23
13		229.52	610	265.77
14		224.55	670	298.38
15		224.55	610	271.66
16		228.01	560	245.61
17		234.09	690	294.76
18		224.40	735	327.54
19		231.59	630	272.04
20		234.84	665	283.17

Tabel 3.26
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa N.

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	233.78	520	222.43
2		229.04	485	211.75
3		235.59	555	235.58
4		230.87	470	203.58
5		232.55	450	193.50
6		232.41	540	232.35
7		224.52	440	195.97
8		234.38	525	224.00
9		227.51	410	180.21
10		240.47	505	210.01
11	28	229.66	645	280.85
12		232.54	730	313.92
13		229.98	660	286.99
14		232.56	775	333.24
15		230.99	685	296.55
16		232.85	560	240.49
17		233.33	570	244.29
18		230.37	575	249.59
19		233.76	590	252.39
20		234.69	600	255.65

Tabel 3.27
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 22.5$ MPa dengan asal pasir S. Krasak

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	235.92	605	256.44
2		234.09	615	262.72
3		240.38	520	216.33
4		228.28	530	232.17
5		232.41	555	238.80
6		232.08	535	230.52
7		232.41	540	232.35
8		232.09	595	256.36
9		232.87	600	257.66
10		229.52	620	270.13
11	28	227.25	705	310.23
12		231.49	860	371.51
13		225.45	790	350.41
14		228.77	695	303.80
15		232.97	680	291.88
16		234.55	855	364.53
17		231.04	705	305.14
18		226.63	780	344.17
19		236.79	700	295.61
20		223.35	780	349.22

Tabel 3.28
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 30$ MPa dengan asal pasir PT. Perwita Karya

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	239.01	650	271.96
2		237.93	550	231.16
3		225.87	650	287.77
4		233.42	580	248.48
5		219.31	580	264.46
6		227.16	660	290.55
7		132.34	565	244.23
8		233.31	680	291.45
9		226.95	610	268.78
10		229.95	670	291.36
11	28	225.45	795	352.63
12		227.26	785	345.43
13		234.82	815	347.08
14		229.98	785	341.34
15		229352	785	342.02
16		227.24	795	349.84
17		234.24	775	330.86
18		225.89	820	363.01
19		225.15	850	377.53
20		229.97	825	358.74

Tabel 3.29
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 30$ MPa dengan asal pasir PT. Trikarsa N.

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	231.34	630	272.33
2		232.41	675	290.44
3		237.46	580	244.25
4		235.31	590	250.73
5		232.26	595	256.18
6		229.14	670	292.40
7		231.93	630	271.63
8		231.45	630	272.20
9		230.09	650	282.49
10		233.15	615	263.78
11	28	231.93	830	357.87
12		228.39	790	345.90
13		226.80	820	361.55
14		226.20	820	362.52
15		228.76	780	340.96
16		217.01	785	361.74
17		231.78	840	362.41
18		229.80	790	343.77
19		232.40	720	309.81
20		233.11	775	332.47

Tabel 3.30
Hasil uji tekan beton mutu $f'_c = 30$ MPa dengan asal pasir S. Krasak

No	Umur (hari)	Luas (cm ²)	Beban Max. (kN)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	7	234.52	670	285.70
2		234.23	715	305.25
3		234.39	665	283.71
4		233.31	765	327.88
5		239.78	740	308.61
6		232.51	635	273.11
7		227.40	745	327.62
8		223.35	635	284.31
9		228.77	705	308.18
10		233.15	660	283.08
11	28	227.71	955	419.40
12		226.80	905	399.03
13		230.11	985	428.05
14		233.06	885	379.72
15		233.93	1040	444.58
16		230.86	980	424.50
17		230.43	840	364.53
18		228.76	1005	439.32
19		231.80	930	401.21
20		232.25	950	409.04