

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN MUTU DAN BIAYA ANTARA  
PENGUNAAN PASIR SORONG DAN PASIR BITUNG,  
SEBAGAI MATERIAL BETON**

Oleh :

**Magdalena I.D.Udak**

1616072



**POLITEKNIK SAINT PAUL SORONG**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**SORONG –PAPUA BARAT**

**2020**

**Perbandingan Mutu dan Biaya antara Penggunaan Pasir Sorong  
dan Pasir Bitung sebagai Material Beton**

**MAGDALENA IRIANTIY DEUM UDAK  
NIM. 1616072**

**PERSETUJUAN UJIAN TUGAS AKHIR  
UNTUK UJIAN TUGAS AKHIR**

JOHANES EUDES OLA, ST.,MT. .....

Pembimbing tunggal merangkap peguji

YUSVERISON ANDIKA, ST.,MT. .....

Penguji 1

WINNIE MANDELA, ST.,MT. .....

Penguji 2

**POLITEKNIK SAINT PAUL SORONG  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
SORONG  
NOVEMBER 2020**

**PERBANDINGAN MUTU DAN BIAYA ANTARA PENGGUNAAN PASIR  
SORONG DAN PASIR BITUNG SEBAGAI MATERIAL BETON**

**MAGDALENA IRIANTIY DEUM UDAK  
NIM. 1616072**

Pembimbing:  
**JOHANES EUDES OLA, ST., MT.**

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK SAINT PAUL SORONG  
2020

---

**ABSTRAK**

Sebagai daerah dengan pembangunan infrastruktur yang pesat, kota Sorong merupakan daerah yang memanfaatkan pasir dari pegunungan sebagai bahan pembuatan beton. Dalam pelaksanaannya terdapat kerumitan tersendiri, dimana pasir tersebut harus dicuci dahulu sebelum di digunakan. Karenanya, jika harus dihadapkan pada kebutuhan beton dengan mutu tinggi, digunakan pasir dari luar daerah yang berasal dari letusan gunung berapi, tepatnya di daerah kota Bitung provinsi Sulawesi Utara, yang letaknya cukup jauh dari kota Sorong.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk perbandingan Mutu dan Biaya yang dihasilkan dari pasir Bitung dan Pasir Malanu sebagai material beton. Dengan metode *deskriptif kualitatif* penelitian ini akan menganalisis dan menginterpretasi data primer dan sekunder.

Kesimpulan yang diperoleh yaitu bahwa pencapaian kuat tekan beton untuk target mutu  $F_c' 25$  MPa untuk penggunaan pasir Malanu adalah sebesar  $F_c' 15,26$  MPa atau sebesar 61 % dari target mutu. Sedangkan untuk penggunaan pasir Bitung sebesar  $F_c' 20,99$  MPa atau sebesar 84 % dari target mutu. Sehingga perbandingannya adalah 1 : 1,4. Dari sisi biaya bahan baku langsung untuk target mutu  $F_c' 25$  MPa untuk penggunaan pasir Malanu sebesar Rp. 1.080.547.-. Sedangkan untuk penggunaan pasir Bitung sebesar Rp. 1.254.075.-. Sehingga perbandingannya adalah 1 : 1,16.

Kata kunci : Kuat tekan, nilai slump dan biaya.

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama patut dipanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan pengetahuan pengalaman, kekuatan, dan kesempatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat penyelesaian proses perkuliahan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Katolik Saint Paul Sorong, jenjang Diploma IV (Sarjana Terapan).

Laporan Tugas Akhir ini berjudul “ Perbandingan Mutu dan Biaya antara penggunaan pasir Sorong dan Pasir Bitung sebagai Material Beton”. Dalam proses pembuatan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, baik berupa material, spiritual, informasi, maupun administrasi. Oleh karena itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Ir. Johannes Ohoiwutun, MT. selaku direktur Politeknik Saint Paul Sorong.
2. Bapak Yusverison Andika, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Bapak Johannes Eudes Ola, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dan masukan untuk pembuatan Tugas Akhir.
4. Kepada Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil yang sudah banyak memberikan ilmu selama masa kuliah dan menyusun Tugas Akhir ini.
5. Kepada PT. Eva Mahkota Pura yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.

6. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan yang setimpal kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan nasehat mereka dalam proses Tugas Akhir ini.

Walaupun penulis sudah berupaya semaksimal mungkin, penulis juga menyadari kemungkinan terhadap kekurangan dalam laporan skripsi ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritikan yang dapat memperbaiki laporan ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi siapa saja yang membacanya.

Sorong, November 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.6 Prosedur Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Pemahaman tentang beton.....	5
2.1.1 Definisi dan Pengertian beton .....	5
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan beton .....	6
2.1.3 Sifat Beton.....	8
2.2 Material Pembentuk Beton.....	10

2.2.1.Semen Portland .....	11
2.2.2 Agregat Halus .....	13
2.2.3 Agregat Kasar .....	14
2.3 Air .....	15
2.4 Penggunaan Pasir untuk Konstruksi di Kota Sorong .....	16
2.4.1 Pasir Malanu .....	16
2.4.2 Pasir Bitung.....	16
2.5 Proses perancangan Campuran Beton Normal.....	17
2.6 Proses Pembuatan, Perawatan, dan pengujian sampel Beton .....	30
2.7 Perhitungan Kuat Tekan Rata-Rata Sampel Beton .....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	44
3.1 Desain Penelitian .....	44
3.2 Variabel Penelitian .....	44
3.3 Teknik Pengambilan Data.....	45
3.3.1 Data Sekunder.....	45
3.3.2 Data Primer .....	46
3.4 Analisis Data.....	56
BAB IV. ANALISIS DAN INTERPRETASI .....	57
4.1 Sifat Pasir Malanu dan Pasir Bitung .....	57
4.1.1 Kadar Lumpur.....	57
4.1.2 Gradasi .....	58
4.1.3 Berat Jenis.....	61

4.1.4 Berat Volume .....	63
4.1.5 Perbandingan Sifat Labolatorium Pasir Malanu dengan Pasir Bitung...	65
4.2 Sifat Agregat Kasar .....	65
4.3 Kuat Tekan Beton dengan Pemanfaatan Pasir Malanu dan Pasir Bitung Sebagai Agregat Halus.....	66
4.3.1 Komposisi Campuran .....	66
4.3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	67
4.3.3 Perbandingann Kuat Tekan Beton antara Pemanfaatan Pasir Malanu dengan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus.....	69
4.4 Perbandingan Biaya antara Pemanfaatan Pasir Malanu dan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus.....	69
BAB V. PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN .....	74

## **PERYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : MAGDALENA I.DEUM UDAK

Nomor induk mahasiswa : 1616072

Program studi : Teknik Sipil

Politeknik Katolik Saint Paul Sorong

Menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul :

**PERBANDINGAN MUTU DAN BIAYA ANTARA PENGGUNAAN PASIR SORONG DAN PASIR BITUNG SEBAGAI MATERIAL BETON.**

Adalah benar-benar karya sendiri dibawah bimbingan pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Politeknik Saint Paul Sorong.

Dinyatakan : di sorong

Tanggal : .... November 2020

MAGDALENA IRIANTY DEUM UDAK

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia dewasa ini berkembang cukup pesat, dimana sebagian konstruksi bangunan sipil menggunakan beton sebagai struktur utama. Beton adalah hasil campuran air, semen, pasir dan kerikil serta bahan tambahan yang digunakan pada kondisi tertentu. Material pembentuk beton termasuk pasir, disyaratkan harus memiliki sifat tertentu untuk dapat dipakai.

Indonesia merupakan negara dengan jumlah gunung dan sungai yang sangat banyak, dan juga kaya akan sumber daya alamnya. Tentu material alam penyusun beton seperti pasir, pemakaian berbagai jenis pasir yang berbeda disetiap pembuatan beton menghasilkan kualitas beton yang berbeda pula.

Daerah Papua Barat, khususnya kota Sorong merupakan daerah yang banyak dikelilingi oleh pegunungan dan sungai, Oleh karena itu pelaksanaan konstruksi beton di daerah ini sebagian besar memanfaatkan pasir lokal sebagai bahan pembuatan beton. Dalam pelaksanaannya terdapat kerumitan tersendiri, karena pengolahan pasir lokal dilakukan dengan pencucian secara manual yang menyebabkan ketidakseragaman sifat dari pasir lokal. Kondisi ini pada gilirannya akan berpengaruh pada rendahnya mutu beton yang dihasilkan.

Pada kondisi tertentu, jika harus dihadapkan pada kebutuhan beton dengan mutu tinggi, pelaksanaan konstruksi beton sering menggunakan pasir dari luar daerah yang berasal dari letusan gunung berapi, antara lain dari daerah kota

Bitung, provinsi Sulawesi Utara, yang letaknya cukup jauh dari kota Sorong. Untuk datangkan pasir tersebut membutuhkan transportasi lewat darat dan laut. Di satu sisi pasir yang didatangkan dari kota Bitung memiliki sifat yang baik sebagai material beton, tetapi di sisi lain, berdampak pada pembiayaan yang lebih besar.

Realitas ini memeperlihatkan kondisi dilematis antara pencapaian mutu beton yang diharapkan dengan pembiayaan yang selalu diupayakan serendah mungkin. Hal ini mendorong dilakukan penelitian dengan judul, Perbandingan Mutu dan Biaya antara Penggunaan Pasir Sorong dan Pasir Bitung, sebagai Material Beton.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dicari kesimpulannya melalui penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan mutu beton yang dihasilkan dari pasir Bitung dan Pasir Malanu sebagai material beton ?
2. Bagaimana perbandingan biaya yang dikeluarkan yang dihasilkan dari pemanfaatan pasir Bitung dan Pasir Malanu sebagai material beton ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbandingan mutu beton yang dihasilkan dari pasir Bitung dan Pasir Malanu sebagai material beton.
2. Untuk mengetahui perbandingan biaya yang dikeluarkan yang dihasilkan dari pemanfaatan pasir Bitung dan Pasir Malanu sebagai material beton ?

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pasir Sorong yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pasir Malanu
2. Pasir dari luar daerah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kota Bitung.
3. Mutu beton yang dipakai adalah mutu K-300
4. Standar yang digunakan menggunakan SNI (beton normal)
5. Pengujian dilakukan umur 28 hari
6. Benda uji silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis

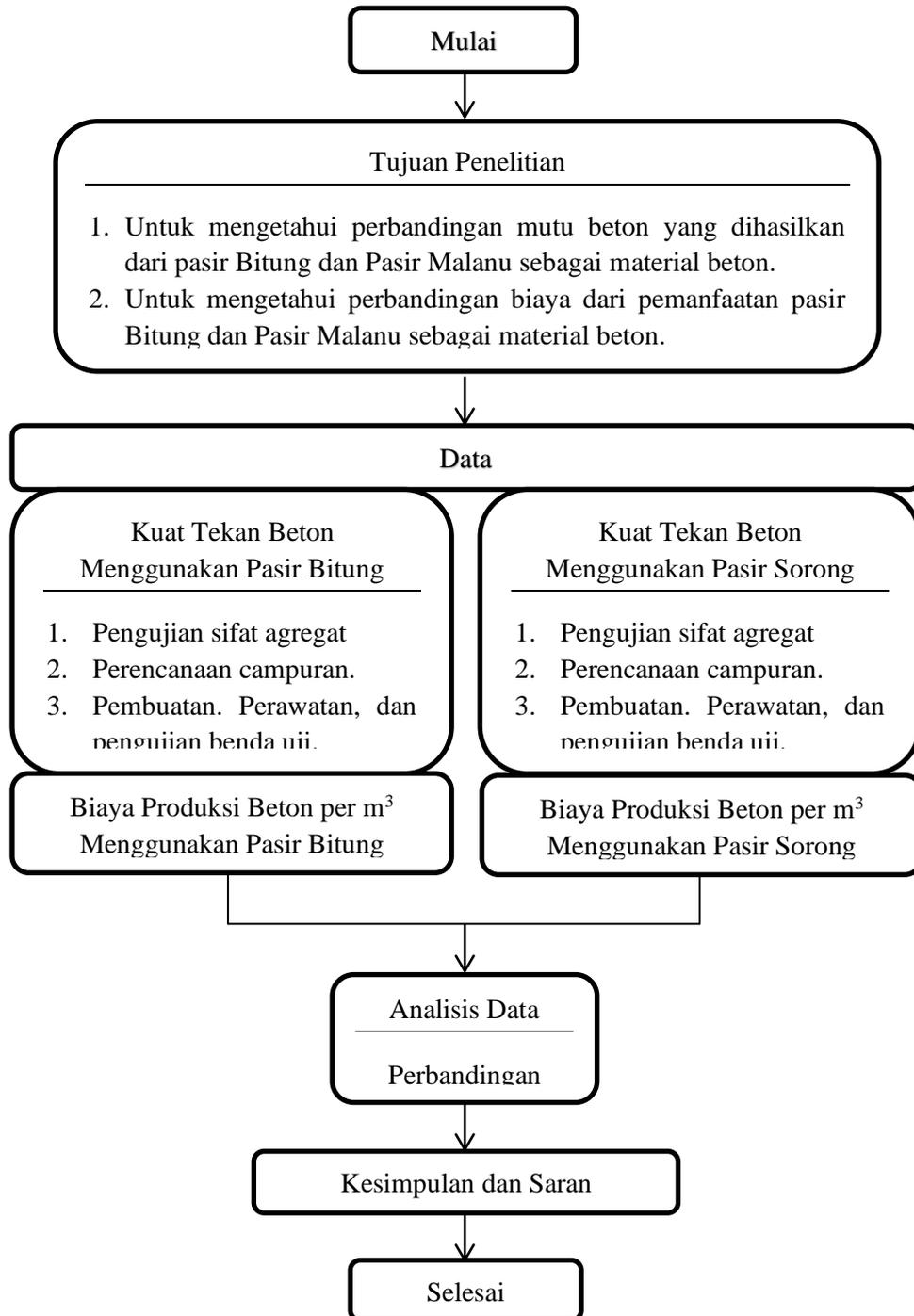
Bagi penulis dapat menambah pengetahuan dan pengalaman dengan cara mengaplikasikan pengetahuan teoritis yang diperoleh di bangku kuliah dengan praktek sebenarnya.

2. Bagi lembaga pendidikan

Bagi lembaga pendidikan sebagai sarana informasi bagi pembaca dan sebagai bahan referensi bagi pihak yang membutuhkan.

3. Bagi pelaku jasa konstruksi.

Bagi pihak pelaku jasa konstruksi sebagai sarana informasi tentang kesesuaian mutu dan biaya dalam penggunaan material lokal dan material dari luar daerah.

**Bagan Alir Penelitian:**

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pemahaman tentang Beton

##### 2.1.1 Defenisi dan Pengertian Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton terdiri dari  $\pm 15\%$  semen,  $\pm 8\%$  air,  $\pm 3\%$  udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. (Wuryati, 2001).

**Tabel 2.1**

Beberapa pengertian dan definisi (*Mulyono, 1992*)

Istilah	Defenisi
Pasta semen	Campuran antara air dengan semen
Mortar	Pasta semen ditambah dengan agregat halus
Beton	Campuran semen portland atau sembarang semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air

Istilah	Defenisi
Beton normal	dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan Beton yang menggunakan agregat normal
Beton bertulang	Beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tidak kurang dari nilai minimum yang diisyaratkan, dengan atau tanpa pra-tekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.
Beton pra-cetak	Elemen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak ditempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur.
Beton prestress (pratekan)	Beton bertulang dimana telah diberikan tegangan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.
Beton ringan Struktural	Beton yang mengandung agregat ringan yang memenuhi ketentuan dan prasyarat ASTM-C.330 dan mempunyai unit massa kering udara seperti yang ditentukan oleh ASTM-C.567 tidak lebih dari 1900 kg/cm kubik.
Beton ringan total atau beton ringan berpasir	Beton yang seluruh agregat terdiri dari agregathalus dengan berat normal

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen, yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, jika ditambahkan dengan agregat halus akan menjadi mortar dan selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat kasar akan menjadi beton. Penambahan material lain akan membedakan jenis beton, misalnya yang ditambahkan dengan tulangan baja akan menjadi beton bertulang.

### 2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya
4. Pengerjaan atau *workability* mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton jua memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam

2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

### 2.1.3 Sifat Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

**Tabel 2.2**

Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodimuljo, 2007)

<b>Jenis Beton</b>	<b>Kuata Tekan (MPa)</b>
Beton sederhana	$\leq 10$ MPa
Beton Normal	15 – 30 MPa
Beton Pra Tegang	30 – 40 MPa
Beton Kuat Tekan Tinggi	40 – 80 MPa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	$> 80$ MPa

## 2. Berat jenis

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan.

**Tabel 2.3**

Berat jenis beton (Tjokrodimuljo, 2007)

Jenis Beton	Kuata Tekan (MPa)	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	$\leq 1,00$	Non struktur
Beton Ringan	1,00 – 2,00	Struktur Ringan
Beton Normal	2,30 – 2,40	Struktur
Beton Berat	$> 3,00$	Perisai sinar X

## 3. Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas Beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodimuljo,2007)

$$E_e = (W_e)1,5 \times 0,043 \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk } W_e = 1,5-2,5$$

$$E_e = \sqrt{4700/f'_c} \quad \text{untuk beton normal}$$

dimana :

$$E_e = \text{Modulus Elastisitas Beton (MPa)}$$

$$W_e = \text{Berat Jenis Beton}$$

$$f'_c = \text{Kuat Tekan Beton (MPa)}$$

#### **4. Susutan Pengerasan**

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastinya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya.

#### **5. Kerapatan Air**

Pada bangunan tertentu sering beton diharapkan rapat air atau kedap air agar tidak bocor, misalnya plat lantai, dinding basement, tandon air, kolam renang dan sebagainya.

### **2.2. Material Pembentuk Beton**

Material pembentuk beton meliputi air, semen *portland*, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996).

### 2.2.1. Semen *Portland*

Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air dan semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Penemu semen (*Portland Cement*) adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen *Portland*, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau *Portland*.

Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu : *trikalsium silikat* (C3S), *dikalsium silikat* (C2S), *trikalsium aluminat* (C3A), dan *tetrakalsium aluminoforit* (C4AF). Selain itu, pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil, misalnya : MgO, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O dan Na<sub>2</sub>O. Soda atau potasium (Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O) merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat, sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987).

Unsur C3S dan C2S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodimuljo, 1996). Bila semen terkena air, maka C3S akan segera berhidrasi dan memberikan pengaruh yang besar dalam proses pengerasan semen, terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Unsur C2S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh setelah beton berumur 7 hari. Unsur C3A bereaksi sangat cepat dan memberikan kekuatan setelah 24 jam. Semen yang mengandung unsur C3A lebih dari 10% akan berakibat kurang tahan terhadap sulfat. Unsur yang paling sedikit dalam semen adalah

C3AF, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan pasta semen atau beton.

Indonesia Spesifikasi Bahan Bangunan Bukan Logam, (SK SNI S-04-1989F) semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain
2. Jenis II, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
3. Jenis III, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi
4. Jenis IV, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
5. Jenis V, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen portland dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut :



Hasil utama dari proses hidrasi semen adalah  $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$  (*tobermorite*) yang berbentuk gel dan menghasilkan panas hidrasi selama reaksi berlangsung. Hasil yang lain berupa kapur bebas  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , yang merupakan sisa dari reaksi antara  $\text{C}_3\text{S}$  dan  $\text{C}_2\text{S}$  dengan air. Kapur bebas ini dalam jangka panjang cenderung

melemahkan beton, karena dapat bereaksi dengan zat asam maupun sulfat yang ada di lingkungan sekitar, sehingga menimbulkan proses korosi pada beton.

### 2.2.2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos dari ayakan 4,75 mm (ASTM C33).

- a) Modulus kelengkapannya harus tidak kurang dari 2,3 atau lebih dari 3,1
- b) Tidak mengsdung lumpur lebih dari 5 %
- c) Tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
- d) Tidak mengandung zat organik yang terlalu banyak
- e) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali
- f) Agregat halus dari laut/pantai boleh dipakai asal dengan petunjuk Lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

Berikut tabel gradasi agregat halus berdasarkan ASTM C33:

**Tabel 2.4** Batas Gradasi Agregat Halus.

Ukuran lubang ayakan (mm)	Persentase lolos kumulatif (%)
9.5	10'0
4.75	95-100
2.36	80-100
1,18	50-85
0,600	25-60
0,300	5-30

0,150	0-10
-------	------

(sumber;ASTM C33)

### 2.2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan dari ayakan 4,75 mm(ASTM C33). Syarat-syarat agregat kasar sebagai berikut :

- Agregat kasar harus terdiri butiran keras dan tidak berpori
- Bersifat kekal,artinya tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.
- modulus halus butir agregat kasar antara 5-7,1 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila kadar lumpur melampaui 1% agregat kasar harus dicuci.
- Agregat kasar tidak boleh mengaduk zat-zat yang reaktif terhadap alkali.

**Tabel 2.5** Batas Gradasi Agregat kasar

ukuran saringan				% lolos saringan / Ayakan		
(ayakan )				uk maks.	uk maks.	uk maks
mm	sni	ASTM	inch	10 mm	20 mm	40 mm
75,0	76	3 in	3,00			100 - 100
37,5	38	1 1/2 in	1,50		100 - 100	95 - 100
19,0	19	3/4 in	0,75	100 - 100	95 - 100	35 - 70
9,5	9,6	3/8 in	0,3750	50 - 85	30 - 60	10 - 40
4,75	4,8	no. 4	0,1870	0 - 10	0 - 10	0 - 10

Sumber : ( sni 03-2834-2000)

### 2.3. Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Dalam kenyataan, jika nilai faktor air semen kurang dari 35%, beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna, sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos dan memiliki kekuatan yang rendah. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*), agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary poreous*).

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air, yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton, meliputi kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garam-garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung *khlorida* lebih dari 0,5 gr/lt, serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum, air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling (Tjokrodimuljo, 1996). Secara praktis, air yang baik untuk digunakan sebagai bahan campuran beton adalah air yang layak diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.

## **2.4. Penggunaan Pasir sorong untuk konstruksi di kota Sorong.**

Pasir adalah salah satu bahan yang sangat penting dalam kegiatan pembangunan di kota sorong baik itu rumah ,gedung , atau bangunan yang lain dan beberapa kegunaan pasir adalah

1. untuk merekat batu bata yang lain ,kita memerlukan spesi, dan dalam campuran spesi terdapat dua komponen yaitu pasir dan juga semen
2. dalam membuat beton/concrete, kita juga memerlukan campuran antara batu, semen , dan pasir
3. untuk melapisi dinding batu bata yaitu membuat plesteran
4. untuk memasang lantai keramik memerlukan campuran antara pasir dan semen

### **2.4.1. pasir malanu**

pasir malanu adalah pasir yang diambil dari gunung yang ada bercampur dengan tanah lalu di cuci. hingga lumpur berkurang terus ditumpuk dan dimuat ke tempat proyek lalu dipakai untuk bahan bangunan..

untuk karakteristik pasir malanu tidak masuk spesifikasi maka pasir ini hanya dipakai untuk campuran beton rendah.

### **2.4.2. pasir bitung**

Pasir bitung adalah pasir yang berasal dari letusan gunung berapi yang berasal dari kota bitung lalu diambil tanpa di cuci langsung dipakai dalam pembangunan, untuk karakteristik pasir bitung masuk dalam spesifikasi.

## **2.5 proses perancangan campuran beton normal**

### **2.5.1 Kuat Tekan Rata-rata yang ditargetkan**

persyaratan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut:

- 1) proposi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut:
  - (i) kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen);
  - (ii) keawetan;
  - (iii) kuat tekan;
  - (iv) ekonomis;
- 2) beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambah
- 3) Bahan-bahan yang digunakan dalam perencanaan harus mengikuti persyaratan berikut:
  - a) bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka setiap proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah;
  - b) bahan untuk campuran coba harus mewakili bahan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang diusulkan.

#### **4. perencanaan campuran**

Dalam perencanaan campuran beton harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton;
- b) susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa

proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

5. petugas dan penanggung jawab pembuatan rencana campuran beton normal Nama nama petugas pembuat, pengawas dan penanggung jawab hasil pembuatan rencana campuran beton normal harus tertulis dengan jelas, dan dibubuhi paraf atau tanda tangan. Beserta tanggalnya.

#### 6. teknis

pemilihan proporsi campuran beton pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut:

- a) rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan factor air semen;
- b) untuk beton dengan nilai  $f_c$  lebih dari 20 MPa proporsi campuran coba serta pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan;  
untuk beton dengan nilai  $f_c$  hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume bahan ini harus
- c) didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan.

#### 7. Bahan

- a) air  
Air harus memenuhi ketentuan yang berlaku.
- b) Semen  
Semen harus memenuhi SNI-15-2049-1994 tentang semen Portland
- c) agregat

Agregat harus memenuhi SNI-03-1750\_1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton

#### 8. perhitungan proporsi campuran

kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung dari:

- 1) deviasi standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

dengan:

- s adalah deviasi standar
- $x_i$  adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.
- $\bar{x}$  adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dengan:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji.)

dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- a mewakili bahan - bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan;
- b mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_c$  yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai  $f_{cr}$  yang ditentukan;
- c paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari;

- d. bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi pasal 4.2.3.1 butir 1), tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan factor pengali dari Tabel 1.

**Tabel 2.6**

**Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30**

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Lihat butir 4.2.3.1 1) (5)
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

- e. bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar yang memenuhi persyaratan butir 4.2.3.1 1) di atas tidak tersedia, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}$  harus diambil tidak kurang dari  $(f'_{c}+12 \text{ MPa})$ ;
- f. nilai tambah dihitung menurut rumus:

$$M = 1,64 \times s_r ;$$

Dengan

M adalah nilai tambah

1,64 adalah tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5 %

$S_r$  adalah deviasi standar rencana

- g. kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung menurut rumus berikut:

$$f_{cr} = f'_{c} + M f_{cr} = f'_{c} + 1,64 s_r$$

## 9. pemilihan factor air semen

Factor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan:

- a) hubungan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 2 dan Grafik 1 atau 2;
- b) untuk lingkungan khusus, faktor air semen maksimum harus memenuhi SNI 03-1915-1992 tentang spesifikasi beton tahan sulfat dan SNI 03-2914-1994 tentang spesifikasi beton bertulang kedap air, (Tabel 4,5,6)

## 10. slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisipelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

## 11. besar butir agregat maksimum

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- a. seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;
- b. sepertiga dari tebal pelat;
- c. tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

## 12. kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada table 2 dan grafik 1 atau 2; 2) agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{1}{2} w_h + \frac{1}{3} w_k$$

Dengan:

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

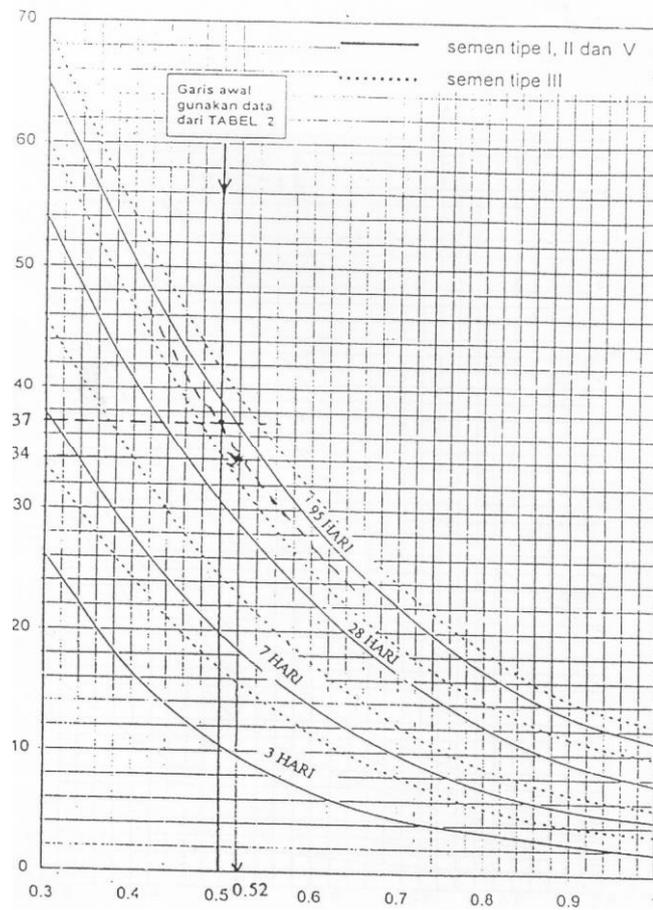
$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabe

Tabel 2.7  
Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan  
Factor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis semen ... ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)			
		Pada umur (hari)			Bentuk
		3	7	28	Bentuk uji
Semen Portland Tipe 1	Batu tak dipecahkan Batu pecah	17	23	33	Silinder
		40			
		19	27	37	
		45			
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan Batu pecah	20	28	40	Kubus
		48			
		25	32	45	
		54			
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan Batu pecah	21	28	38	Silinder
		44			
		25	33	44	
		48			
	Batu tak dipecahkan Batu pecah	25	31	46	Kubus
		53			
		30	40	53	
		60			

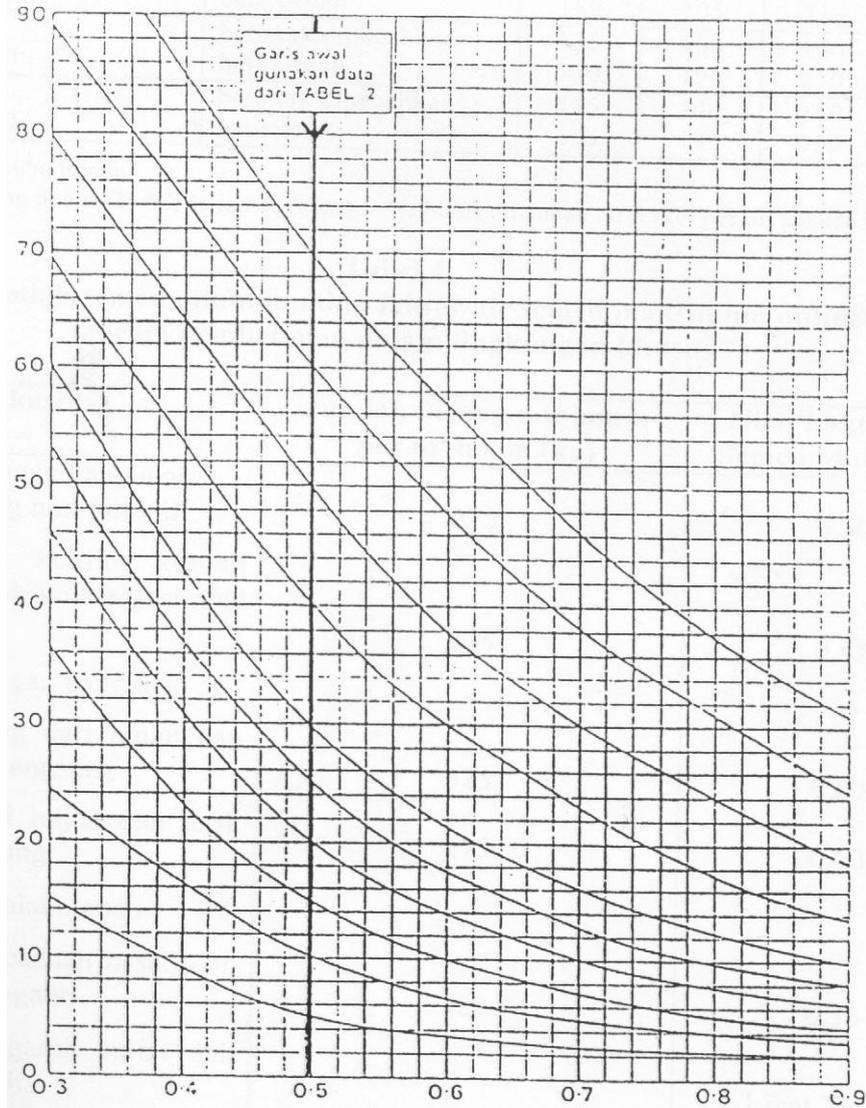
**Faktor air semen**

**Grafik 2. 1 Hubungan antara kuat tekan dan daktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)**



FAKTOR AIR SEMEN

**Grafik 2.2 Hubungan antara kuat tekan dan factor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm)**



**Tabel 2.8**

**Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton**

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu di atas  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , setiap kenaikan  $5\text{ }^\circ\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

**Tabel 2.9**

**Persyaratan jumlah semen minimum dan factor air semen maksimum untuk berbagai Macam pembetonan dalam lingkungan khusus**

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per $\text{m}^3$ 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:	325	0,60
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,55

Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar b. air laut		Lihat Tabel 5
		Lihat Tabel 6

Tabel 2.10

**Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat**

Kadar gangguan sulfat	Konsentrasi Sulfat Sebagai SO <sub>3</sub>			Tipe semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (Kg/M <sup>3</sup> )			Factor air semen
	Dalam tanah		Sulfat (SO <sub>3</sub> ) Dalam air Tanah g/l		40 mm	20 mm	10 mm	
Total SO <sub>3</sub> (%)	SO <sub>3</sub> dalam campuran Air : Tanah = 2: 1 g/l							
1	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe 1 dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,50
2	0,2-0,5	1,0-1,9	0,3-1,2	Tipe 1 dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,50

				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
				Tip ell atau Tipe V	250	290	340	0,55
3	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
				Tip ell atau Tipe V	290	330	380	0,50
4	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tip ell atau Tipe V	330	370	420	0,45
5	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tip ell atau Tipe V Lapisan pelindung	330	370	420	0,45

**Tabel 2.11** Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air

Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Factor air semen maksimum	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m <sup>3</sup> )	
				Ukuran nominal Maksimum agregat	
				40	20

				mm	mm
Bertulang atau Pra tegang	Air tawar	0,50	Tipe – V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + Pozolan (15- 40%) atau		
	Air laut	0,50	Semen Portland Pozalen	340	380
		0,45	Tip ell atau Tipe V Tipe II atau Tipe V		

Tabel 2.12

**Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (Kerikil Atau Koral)**

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-4,76	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

13. berat Jenis Relatif Agregat

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

- a) diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:
  - (1) agregat tak dipecah : 2,5
  - (2) agregat dipecah : 2,6 atau 2,7
- b) berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar

#### 14. Proporsi Campuran Beton

Proporsi campuran beton (semen, air, agregat halus dan agregat kasar) harus dihitung dalam kg per m<sup>3</sup> adukan.

#### 15. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

- 1) air  $= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100;$
- 2) agregat halus  $= C + (C_k - C_a) \times C/100;$
- 3) agregat kasar  $= D + (D_k - D_a) \times D/100$

Dengan:

B adalah jumlah air

C adalah jumlah agregat halus

D adalah jumlah agregat kasar

C<sub>a</sub> adalah absorpsi air pada agregat halus (%)

D<sub>a</sub> adalah absorpsi agregat kasar (%)

C<sub>k</sub> adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

D<sub>k</sub> adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

## **2.6 proses pembuatan, perawatan, dan pengujian sampel beton**

### **2.6.1 proses pembuatan**

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton normal dilakukan sebagai berikut:

- 1) ambil kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_{Xc}$  pada umur tertentu;
- 2) hitung deviasi standar menurut ketentuan butir 4.2.3.1;
- 3) hitung nilai tambah menurut butir 4.2.3.1 2);
- 4) hitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan  $f_{Xcr}$  menurut butir 4.2.3.1 3);
- 5) tetapkan jenis semen;
- 6) tentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan;
- 7) tentukan factor air semen menurut butir 4.2.3.2 Bila dipergunakan grafik 1 atau 2 ikuti langkah-langkah berikut :
  - (1) tentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 2, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
  - (2) lihat Grafik 1 untuk benda uji berbentuk silinder atau grafik 2 untuk benda uji berbentuk kubus;
  - (3) tarik garis tegak lurus ke atas melalui factor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;
  - (4) tarik garis lengkung melalui titik pada sub. Butir 3 secara proporsional;
  - (5) tarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
  - (6) tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan;

- 8) tetapkan factor air semen maksimum menurut butir 4.2.3.2 3) (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak). Jika nilai factor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah;
- 9) tetapkan slump;
- 10) tetapkan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan lihat butir 4.2.3.4;
- 11) tentukan nilai kadar air bebas menurut butir 4.2.3.5 dari Tabel 3
- 12) hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi factor air semen;
- 13) jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan;
- 14) tentukan jumlah semen semimum mungkin. Jika tidak lihat table 4.5.6 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan;
- 15) tentukan factor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali;
- 16) tentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam grafik 3 sampai dengan 6 atau gabungkan pasir pasir tersebut seperti pada table 8;
- 17) tentukan susunan agregat kasar menurut grafik 7,8, atau 9 bila lebih dari satu macam agregat kasar gabungkan seperti table 9.
- 18) Tentukan persentase pasir dengan perhitungan atau menggunakan grafik 13 sampai dengan 15; dengan diketahui ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10. slumps menurut butir 9, factor air semen menurut butir 15 dan daerah

susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik. Jumlah ini adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5 mm. dalam agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia seringkali dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 persen. Dalam hal ini maka jumlah agregat halus yang diperlukan harus dikurangi;

- 19) Hitung berat jenis relative agregat menurut butir 4.2.3.6;
- 20) Tentukan berat isi beton menurut Grafik 16 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18;
- 21) Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
- 22) Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
- 23) Hitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk  $1\text{m}^3$  beton;
- 24) Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan;
- 25) Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan pada butir 4.2.3.8;
- 26) Buatlah campuran uji, ukur dan catatlah besarnya slump serta kekuatan tekan yang sesungguhnya, perhatikan hal berikut:
  - (1) jika harga yang didapat sesuai dengan harga yang diharapkan, maka susunan campuran beton tersebut dikatakan baik. Jika tidak, maka campuran perlu dibetulkan;

- (2) kalau slumpnya ternyata terlalu tinggi atau rendah, maka kadar air perlu dikurangi atau ditambah (demikian juga kadar semennya, karena factor air semen harus dijaga agar tetap tak berubah);
- (3) jika kekuatan beton dari campuran ini terlalu tinggi atau rendah, maka factor air semen dapat atau harus ditambah atau dikurangi sesuai dengan Grafik 1 atau 2.

### Notasi dan Grafik

1) Notasi  $f'$  : Kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa

$f_{cr}$  : Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan

$s$  : deviasi standar, MPa

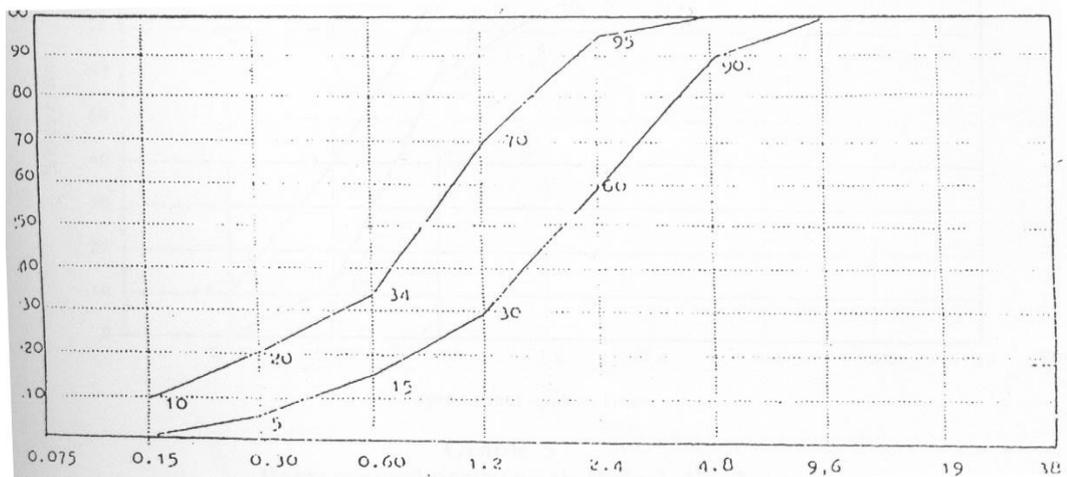
$M$  : margin

$K$  : tetapan statistic yang tergantung pada banyaknya bagian yang cacat.

$S$  : kondisi jenuh permukaan kering

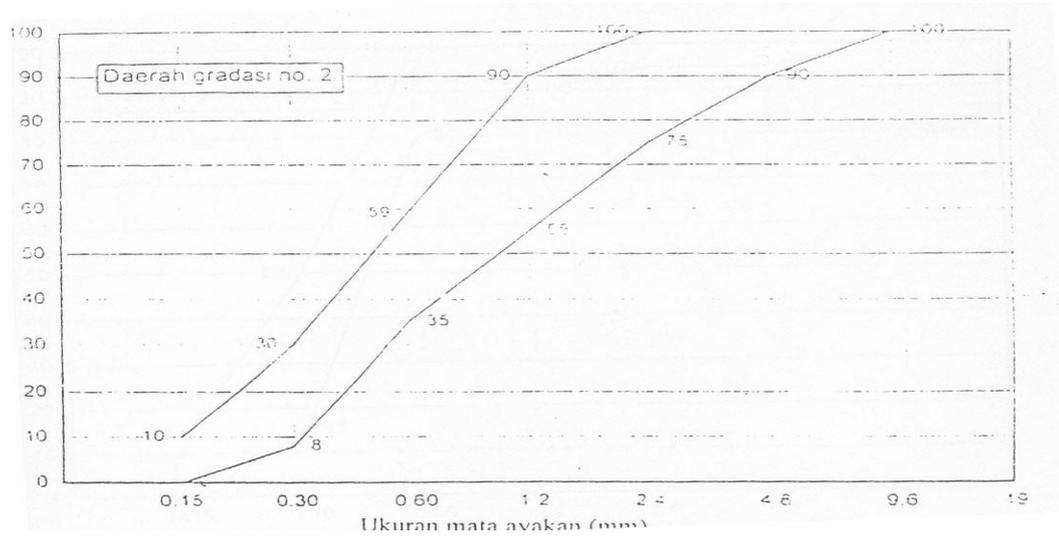
2) **Grafik 2.4**

**Daerah Gradasi No 1**



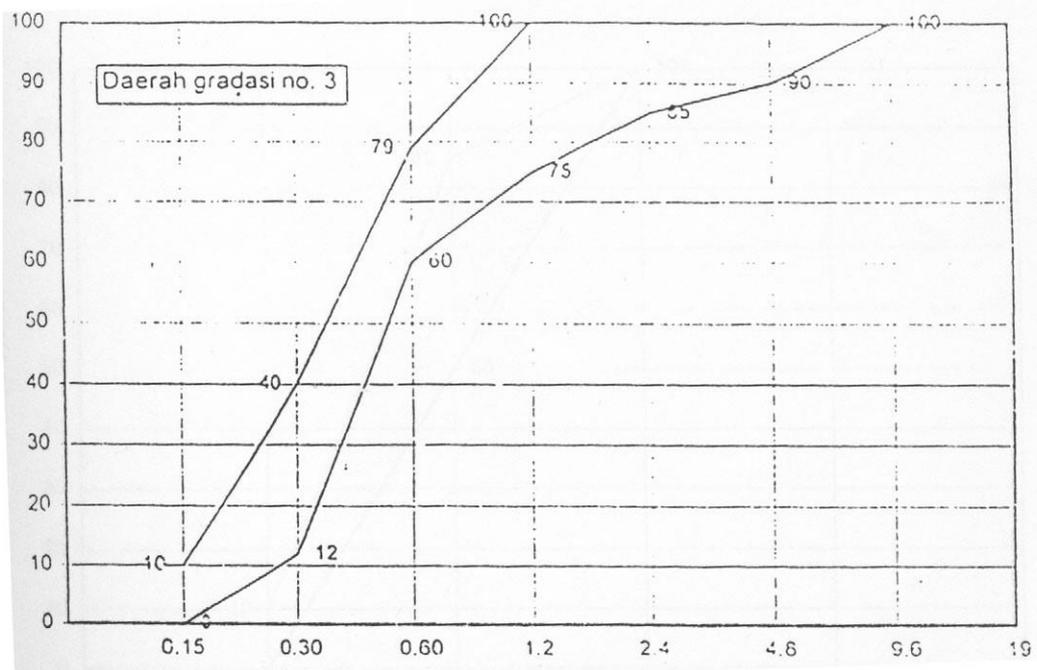
Ukuran mata ayakan (mm)

**Grafik 2.5 Batas gradasi pasir (Kasar) No. 1**



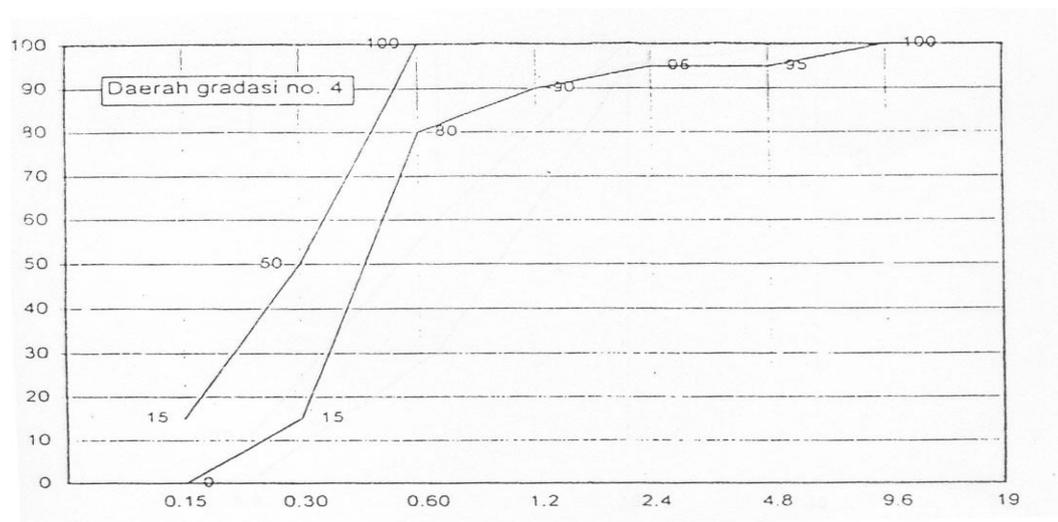
Ukuran mata ayakan (mm)

**Grafik 2.6 Batas Gradasi Pasir (Sedang) No. 2**



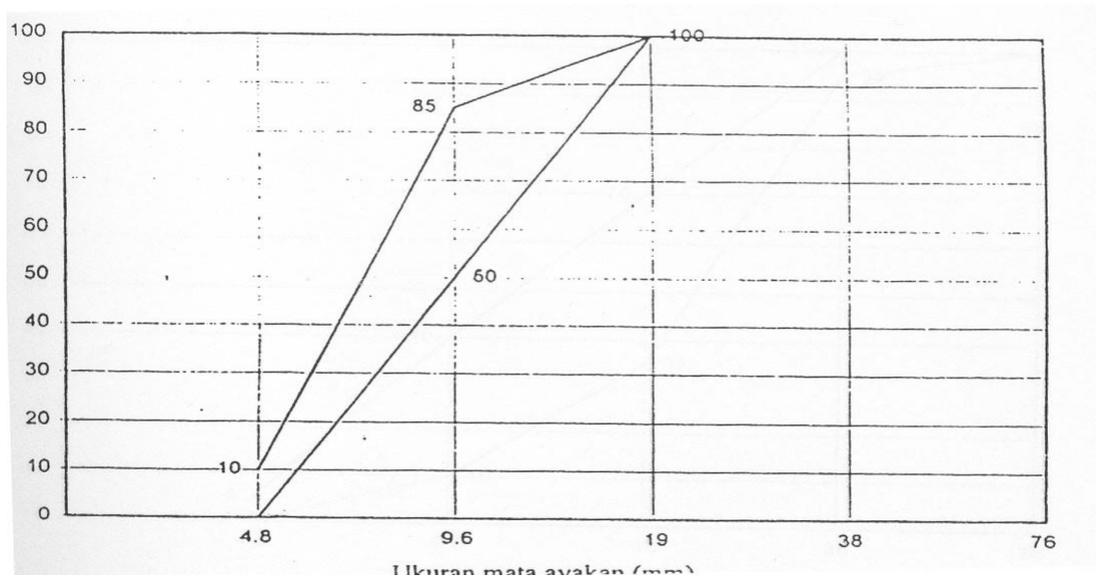
Ukuran mata ayakan (mm)

**Grafik 2.7**  
**Batas gradasi pasir (Agak Halus) No. 3**

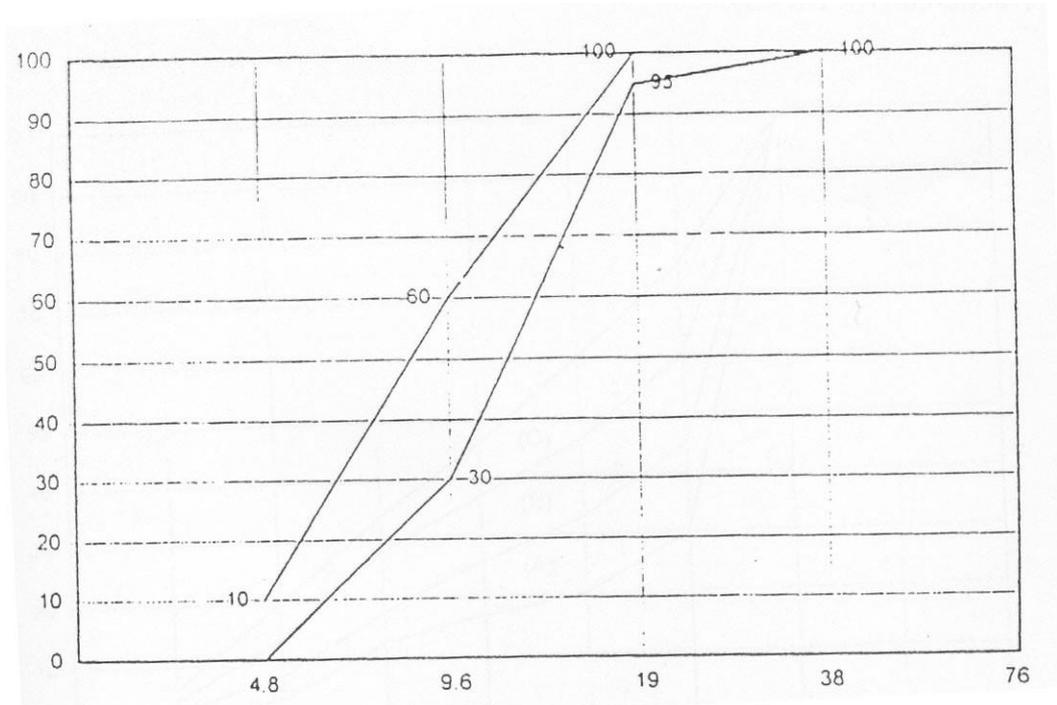


Ukuran mata ayakan (mm)

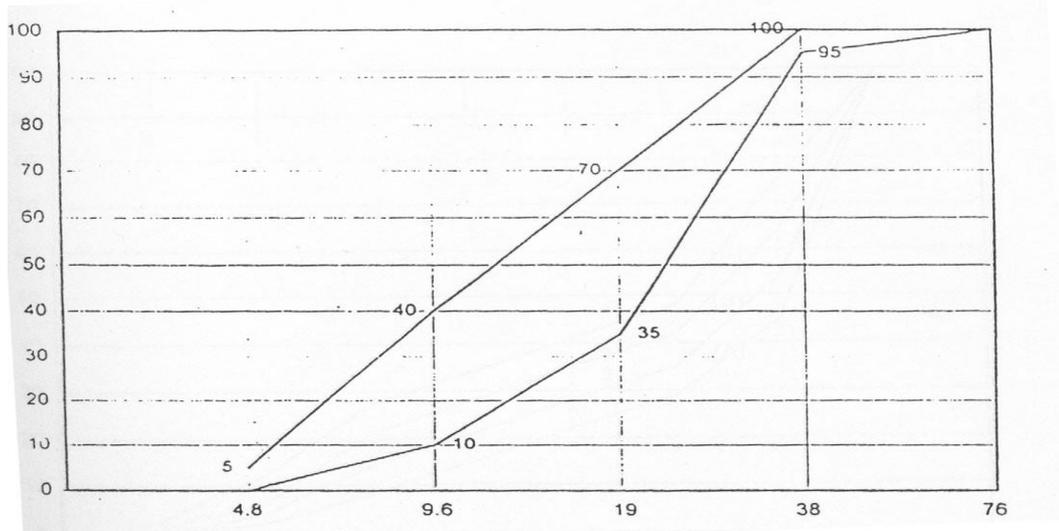
**Grafik 2.8**  
**Batas gradasi pasir dalam daerah No.4**



Ukuran mata ayakan (mm)

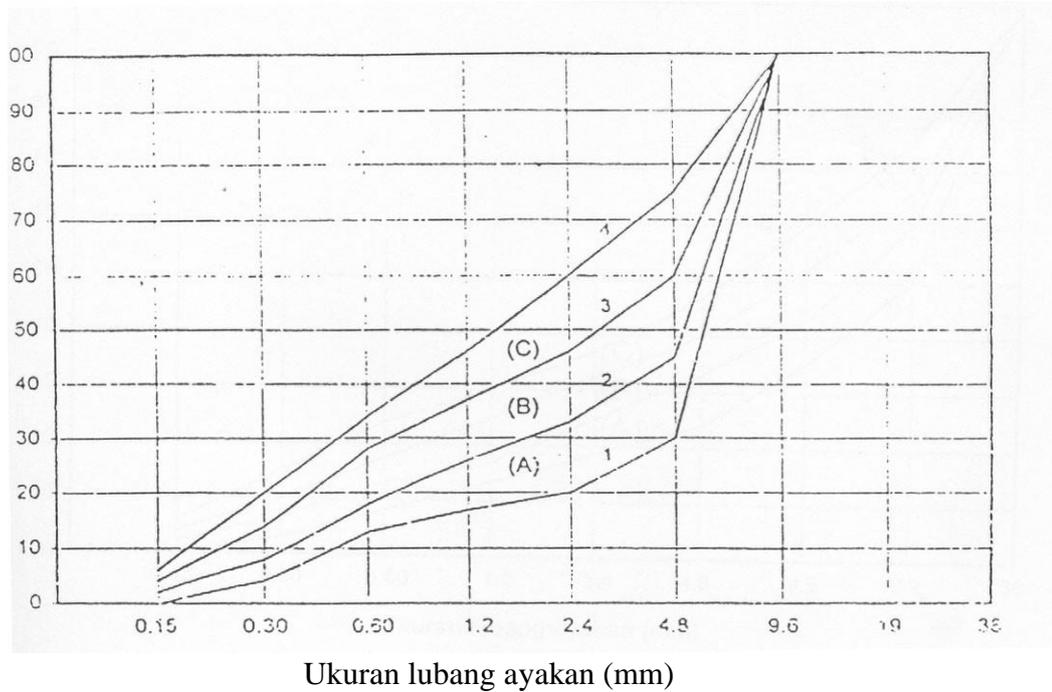
**Grafik 2.9****Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 10 mm**

Ukuran mata ayakan (mm)

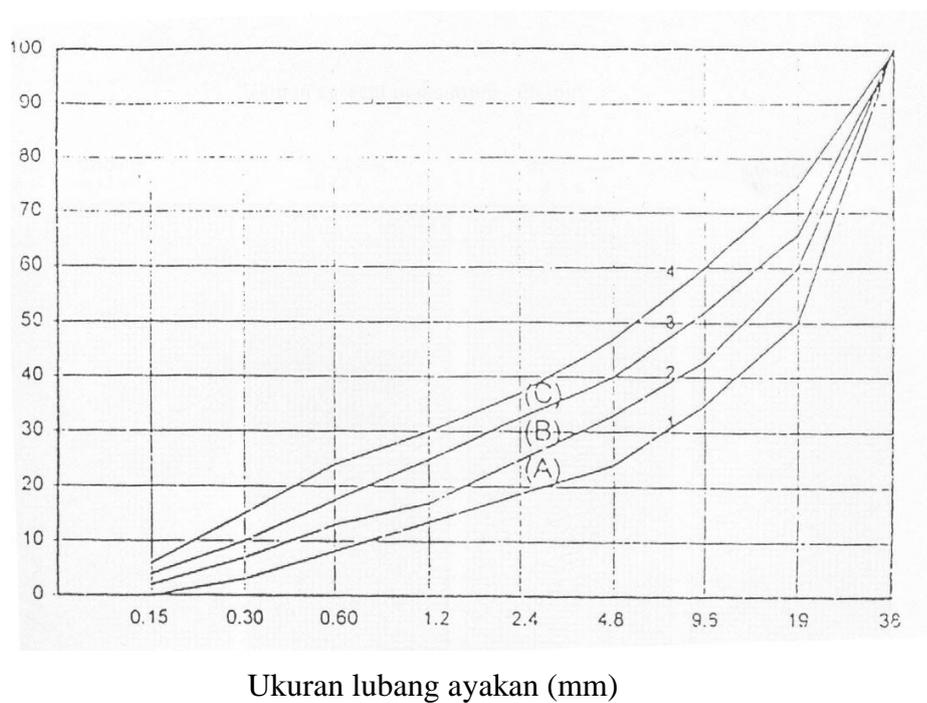
**Grafik 2.10****Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 20 Mm**

Ukuran mata ayakan (mm)

**Grafik 2.11**  
**gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 Mm**

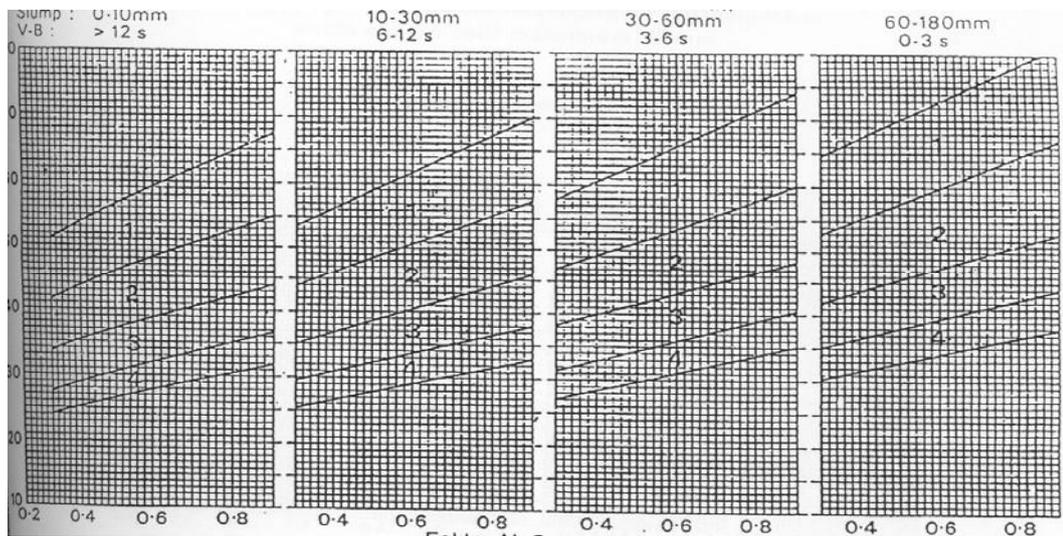


**Grafik 2.12**  
**Batas gradasi agregat untuk besar butir maksimum 20 mm**



**Grafik 2.13****Batas gradasi agregat gabungan untuk besar butir maksimum 10 mm**

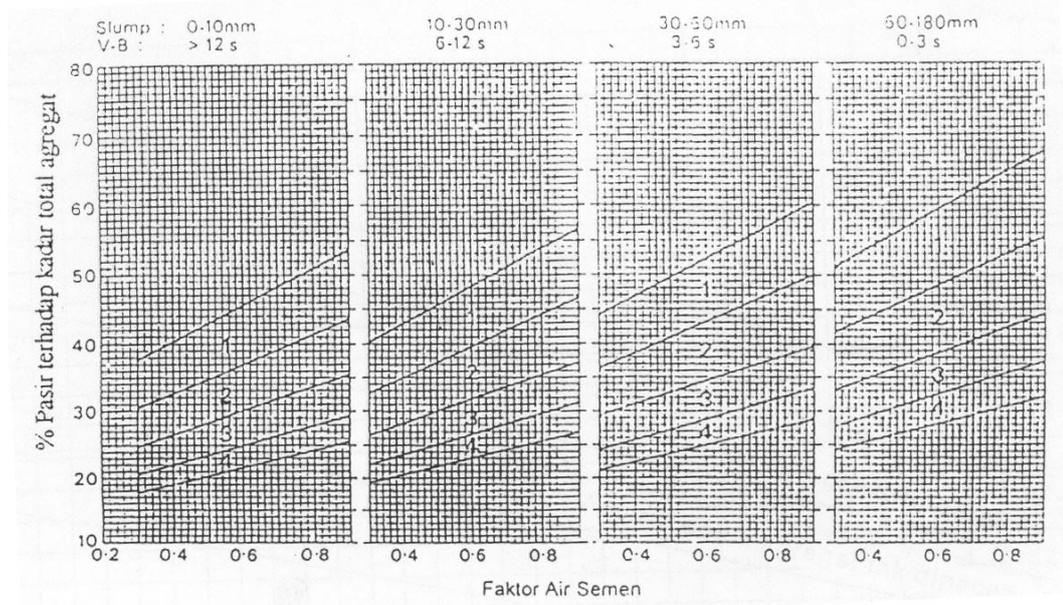
Ukuran agregat maksimum : 10 mm



Faktor Air Semen

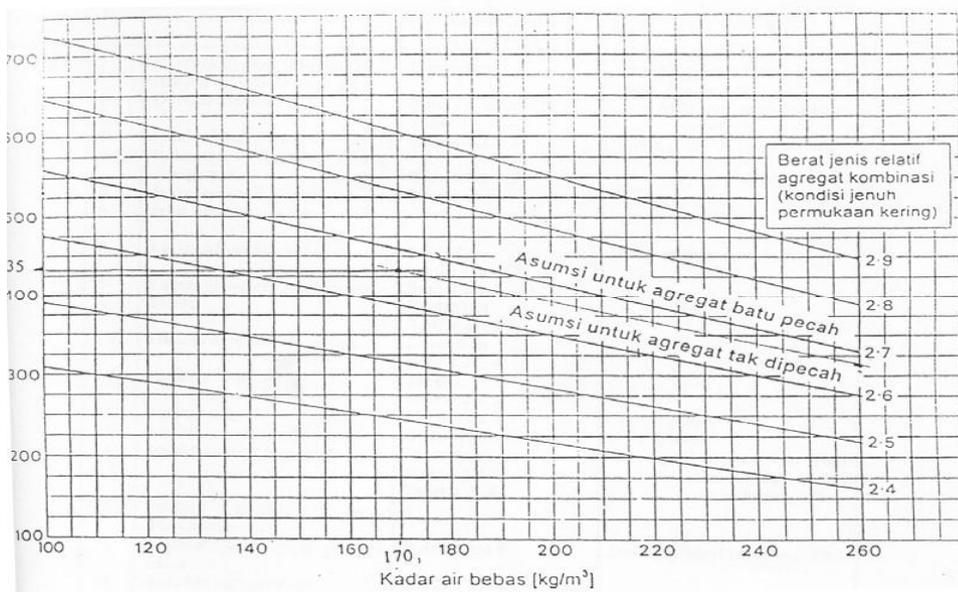
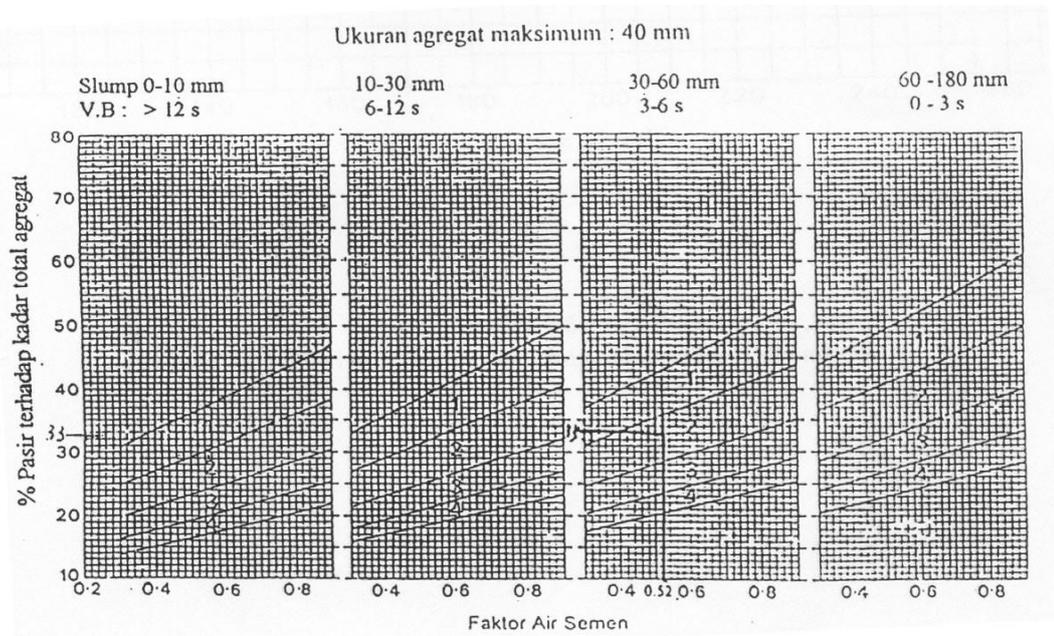
**Grafik 2.14****Persen pasir terhadap kadar toal agregat yang dianjurkan Untuk ukuran butir maksimum 20 mm**

Ukuran agregat maksimum 20 mm



Grafik 2.15

Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm



Grafik2.16

Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan

**Tabel 2.13**  
**Formulir Perencanaan Campuran Beton**

No. ---	Uraian ---	Tabel/Grafik/ Perhitungan	Nilai ---
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder/kubus)	Ditetapkan	... MPa pada 28 hari Bagian cacat 5 persen, k=1,64
2	Deviasi Standar	Butir 4.3.2.1.1).(2 tabel 1)	... MPa atau tanpa data
3	Nilai tambah (margin)	Butir 4.2.3.1.2)	... Mpa
4	Kekuatan rata-ata yang ditargetkan	Butir 4.2.3.1.3)	1,64 x ... = ... MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	... + ... = MPa
6	Jenis agregat : - kasar		...
7	- halus	Tabel 2	...
8	Faktor air semen bebas	Grafik 1 atau 2	Ambil nilai yang terendah
9	Faktor air semen maksimum	Butir 4.2.3.2. 2)	...
10	Slump	Ditetapkan	... mm
11	Ukuran agregat maksimum	Butir 4.2.3.3	...
12	Kadar air bebas	Ditetapkan	... mm
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan Butir 4.2.3.4	... kg/m <sup>3</sup>
14	Jumlah semen minimum	Tabel 3	...
15	Jumlah semen minimum	Butir 4.2.3.4	... kg/m <sup>3</sup>
16	Jumlah semen minimum	11 : 8 atau 7	... kg/m <sup>3</sup>
17	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	... kg/m <sup>3</sup>
18	Susunan besar butir agregat halus	Ditetapkan	... kg/m <sup>3</sup> (pakai bila lebih besar dari
19	Susunan agregat kasar atau gabungan	Butir 4.2.3.2	12, lalu hitung 15)
20		Tabel 4,5,6	...
21		Grafik 3 s/d 6	...
22		Grafik 7, 8, 9 atau Tabel 7	Daerah gradasi susunan butir 2
23		Grafik 10, 11, 12	...
24		Grafik 13 s/d 15	...
25		atau perhitungan	...
26		Diketahui/dianggap	... persen
27		Grafik 16	...
28		20-(12+11)	...

21	Persen agregat halus	18x21		... kg/m <sup>3</sup>
22		21-22		
23	Berat jenis relative,	Semen	Air (kg/lt)	... - ... = ... kg/m <sup>3</sup>
24	agregat (kering permukaan)	(kg)		... x ... = ... kg/m <sup>3</sup>
	Berat isi beton			... - ... = ... kg/m <sup>3</sup>
	Kadar agregat			Agregat kondisi jenuh kering permukaan
25	gabungan			Halus   Kasar
	Kadar agregat halus			(kg)   (kg)
	Kadar agregat kasar			
	Proporsi campuran:			
	- tiap m <sup>3</sup>			
	- tiap campuran uji m <sup>3</sup>			
	Koreksi proporsi campuran			

### 2.6.2 proses perawatan

Perawatan yang dilakukan terhadap benda uji di *laboratorium* yaitu dengan meletakkan benda uji dalam genangan air. Benda uji yang telah dibuat didiamkan sampai mengeras atau *setting time* sekitar 7-8 jam.

### 2.6.3 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau mutu beton disesuaikan dengan kuat beton rencana, yaitu untuk  $f_c'$  25 MPa. Pengujian yang dilakukan untuk benda uji beton pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dilampirkan pada lampiran 1 (satu). Untuk rata-rata hasil kuat tekan pada umur 28 hari dapat diuraikan pada tabel 4.3.

## 2.7 perhitungan kuat tekan rata-rata sampel beton

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

dengan:

$s$  adalah deviasi standar

$x_i$  adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji.

$\bar{x}$  adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *komparatif* yang merupakan jenis penelitian deskriptif yang berusaha mencari jawaban secara mendasar mengenai sebab-akibat, dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya maupun munculnya suatu fenomena atau kejadian tertentu. Penelitian komparatif merupakan penelitian yang sifatnya membandingkan, yang dilakukan untuk membandingkan persamaan dan perbedaan 2 atau lebih sifat-sifat dan fakta-fakta objek yang diteliti berdasarkan suatu kerangka pemikiran tertentu.

Dalam penelitian ini, hendak dibandingkan kuat tekan (mutu) dan biaya dari pemanfaatan pasir Malanu dengan pasir Bitung sebagai material beton.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2015). Variabel dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan biaya beton dari penggunaan pasir Malanu dan pasir Bitung.

### **3.3 Teknik Pengambilan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan dan diolah langsung dari subjek atau objek penelitian, berupa data pengujian agregat penyusun beton dan kuat tekan beton. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapat tidak secara langsung dari subjek atau objek penelitian. Dalam penelitian ini data sekunder berupa data semen dan harga satuan bahan baku.

#### **3.3.1 Data Sekunder**

Data sekunder yang dimaksud ialah data sifat-sifat bahan penyusun beton yang didapatkan dari divisi *quality control* PT. Eva Mahkota Pura. Sifat-sifat material tersebut meliputi:

##### **1. Sifat Semen**

Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I, yaitu semen hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak dan gipsum. Digunakan untuk bangunan umum dengan kekuatan tekanan yang tinggi (tidak memerlukan persyaratan khusus). Semen yang digunakan diproduksi oleh PT. Semen Tonasa dan dalam kemasan 1 zak 50 kg.

##### **2. Harga Satuan Bahan Baku.**

Harga satuan bahan baku meliputi :

- a. Harga pasir.

- b. Harga batu
- c. Harga semen

### 3.3.2. Data Primer

Data yang diperoleh langsung melalui pengujian adalah :

#### 1. Gradasi Agregat Kasar

Tujuan dilakukannya pengujian gradasi yaitu, untuk menentukan pembagian butiran gradasi agregat kasar (batu pecah) dengan menggunakan saringan yang mempunyai diameter bervariasi.

##### a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian gradasi yaitu :

- 1) Batu Pecah.
- 2) Timbangan.
- 3) Saringan No.2", 1,5", 1",  $\frac{3}{4}$ ", 3/8", 4", 8", 10", 12", 16", 30", 40", 50", 100", 200" dan pan
- 4) Kompor + Wajan.
- 5) Kuas, Sendok, dll.

##### b. Prosedur Pelaksanaan

- 1) Batu pecah yang akan diperiksa ditimbang dan dicatat beratnya.

- 2) Batu pecah tersebut kemudian dicuci di atas saringan no. 200 lalu dikeringkan dengan menggunakan kompor dan wajan sampai kandungan airnya 0 %.
- 3) Setelah itu siapkan susunan saringan dengan ukuran no. saringan paling besar, ditempatkan paling atas (No.2'', 1,5'',1'', ¾'', 3/8'', 4'',8'', 10'', 12'', 16'', 30'', 40'',50'', 100'', 200'' dan pan).
- 4) Saringan diguncang selama 15 menit.
- 5) Buka penutup saringan dan timbang batu pecah yang tertahan pada masing-masing saringan.

## 2. Gradasi Agregat Halus

Tujuan dilakukannya pengujian gradasi yaitu, untuk menentukan pembagian butiran gradasi agregat halus (pasir) dengan menggunakan saringan yang mempunyai diameter bervariasi.

### a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian gradasi yaitu :

- 1) Pasir.
- 2) Timbangan.
- 3) Saringan No.2'', 1,5'',1'', ¾'', 3/8'', 4'',8'', 10'', 12'', 16'', 30'', 40'',50'', 100'', 200'' dan pan
- 4) Kompor + Wajan.
- 5) Kuas, Sendok, dll.

#### b. Prosedur Pelaksanaan

- 1) Pasir yang akan diperiksa ditimbang dan dicatat beratnya.
- 2) Pasir tersebut kemudian dicuci di atas saringan no. 200 lalu dikeringkan dengan menggunakan kompor dan wajan sampai kandungan airnya 0 %.
- 3) Setelah itu siapkan susunan saringan dengan ukuran no. saringan paling besar, ditempatkan paling atas (No.2'', 1,5'', 1'', ¾'', 3/8'', 4'', 8'', 10'', 12'', 16'', 30'', 40'', 50'', 100'', 200'' dan pan).
- 4) Saringan diguncang selama 15 menit.
- 5) Buka penutup saringan dan timbang pasir yang tertahan pada masing-masing saringan.

### 3. Berat Jenis Agregat Kasar

Tujuan dilakukannya pengujian berat jenis yaitu, untuk menentukan berat jenis kering (*bulk specific gravity*), berat jenis kering permukaan (*specific gravity of SSD*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan dari agregat kasar.

#### a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian berat jenis batu pecah yaitu :

- 1) Loyang untuk merendam sampel
- 2) Kain lap / kain majun
- 3) Timbangan

- 4) Oven / kompor + wajan dan sendok
- 5) Talam atau sejenisnya untuk menaruh sampel sesudah di oven
- 6) Ember / sejenisnya yang terisi oleh air + keranjang

b. Persiapan Pengujian

Sebelum proses pengujian berat jenis dilakukan maka batu pecah direndam, minimal 12 jam.

c. Prosedur Pelaksanaan

Proses pelaksanaan pengujian berat jenis batu pecah adalah sebagai berikut:

- 1) Batu pecah yang telah direndam air, dikeringkan menggunakan kain dan timbang berat sampel.
- 2) Kemudian dilanjutkan dengan menimbang batu pecah dalam kondisi di dalam air.
- 3) keringkan batu pecah yang telah ditimbang hingga kadar air mencapai 0% . Timbang kembali batu pecah setelah dingin.

#### 4. Berat Jenis Agregat Halus

Tujuan dilakukannya pengujian Berat Jenis yaitu, untuk menentukan berat jenis kering (*bulk specific gravity*), berat jenis kering permukaan (*specific gravity of SSD*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan dari agregat halus.

a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian berat jenis pasir yaitu :

- 1) Picnometer (picno)
- 2) Timbangan
- 3) Loyang untuk merendam sampel.
- 4) Oven / Kompor + wajan dan sendok
- 5) Talam atau sejenisnya untuk menaruh sampel sesudah dikeringkan

b. Persiapan Pengujian

Sebelum proses pengujian berat jenis dilakukan maka pasir direndam, minimal 24 jam.

c. Prosedur Pelaksanaan

Proses pelaksanaan pengujian berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

- 1) Pasir yang telah direndam selama  $\pm 24$  jam, dijemur untuk mendapatkan berat kering permukaan jenuh (SSD)
- 2) Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan menguji pasir menggunakan kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- 3) Timbang pasir. Kemudian keringkan menggunakan kompor hingga kadar air 0%.
- 4) Timbang picno yang berisikan air, kemudian keluarkan airnya..
- 5) Masukkan pasir yang telah dikeringkan ke dalam picno, kemudian tambahkan air sampai pada batas tanda yang tertera di picno.

- 6) Goyangkan picno hingga gelembung udara naik ke permukaan.  
Diamkan selama  $\pm 24$  jam.
- 7) Timbang picno beserta pasir.

## 5. Berat Volume

Tujuan dilakukannya pengujian berat volume yaitu untuk mengetahui nilai perbandingan berat terhadap volume wadahnya.

### a. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian berat volume yaitu :

- 1) Pasir dan Batu Pecah.
- 2) Timbangan.
- 3) Wadah.
- 4) Air.

### b. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan pengujian berat volume adalah sebagai berikut :

- 1) Lepas (tidak dipadatkan)
  - a) Timbang wadah yang digunakan.
  - b) Timbang wadah beserta air. Ini bertujuan untuk menentukan berat volume wadah.
  - c) Jatuhkan pasir tanpa menggoyangkan wadah yang kosong dan timbang kembali.
- 2) Padat
  - a) Timbang wadah yang digunakan.

- b) Timbang wadah beserta air. Ini bertujuan untuk menentukan berat volume wadah.
- c) Jatuhkan pasir dengan menggoyangkan wadah yang kosong dan timbang kembali.

Catatan : untuk batu pecah dilakukan prosedur yang sama seperti di atas

## 6. Kuat Tekan Beton

Untuk memperoleh data kuat tekan beton, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

### a. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dirancang untuk menentukan proporsi setiap bahan penyusun beton. Perencanaan campuran beton ini mengacu pada SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Adapun tata cara perencanaan campuran beton (*mix design*) yaitu sebagai berikut :

- 1) Menentukan kuat tekan beton pada umur 28 hari
- 2) Menentukan nilai deviasi standar
- 3) Menghitung nilai tambah atau *margin* (m)
- 4) Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan
- 5) Menetapkan jenis semen
- 6) Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus
- 7) Menentukan faktor air semen (FAS)

- 8) Menetapkan faktor air semen maksimum
- 9) Menetapkan *slump*
- 10) Menetapkan ukuran agregat maksimum
- 11) Menentukan nilai kadar air bebas
- 12) Menentukan kadar semen
- 13) Menentukan kadar semen maksimum
- 14) Menentukan Jumlah semen minimum
- 15) Menentukan Faktor air semen yang disesuaikan
- 16) Menentukan Susunan butir agregat halus
- 17) Menentukan Susunan agregat kasar atau gabungan
- 18) Menentukan Persentase agregat halus
- 19) Menentukan Berat jenis *relative* agregat (kering permukaan)
- 20) Menentukan Berat isi beton
- 21) Menentukan Kadar agregat gabungan
- 22) Menentukan Kadar agregat halus
- 23) Menentukan Kadar agregat kasar
- 24) Proporsi campuran
- 25) Koreksi proporsi campuran

**Tabel 3.1**

## Perencanaan Campuran Beton

<b>PERANCANGAN CAMPURAN BETON</b>			
<b>NO.</b>	<b>URAIAN</b>	<b>TABEL/GRAFIK/ PERHITUNGAN</b>	<b>ISIAN</b>
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari ( $f_c$ )	Ditentukan	
2	Deviasi standar (S)	Tabel	
3	Nilai tambah (M)	$M = k \times S$ , ( $k=1.64$ )	
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f_{cr}$ )	$f_{cr} = f_c + M$	
5	Jenis semen	Ditetapkan	
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	Ditetapkan	
	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Ditetapkan	
7	Faktor air semen bebas	Tabel dan Grafik	
8	Faktor air semen maksimum	Tabel	
9	Slump	Tabel	
10	Ukuran maksimum agregat kasar	Hasil Uji Laboratorium	
11	Kadar air bebas	Dihitung	
12	Kebutuhan semen	$(12 = 11/7)$	
13	Kebutuhan semen minimum	Tabel	
14	Kebutuhan semen yang dipakai	Dipilih	
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen	Kadar semen > min	
16	Susunan Besar Butir Agregat Halus	Grafik	
17	Susunan Besar Butir Agregat Kasar atau Gabungan	Grafik	
18	Persen Agregat Halus	Hasil Uji Lab	
19	Berat Jenis Agregat Campuran	Grafik	
20	Berat Isi Beton	$(20 = 19 - 11 - 14)$	
21	Kebutuhan agregat	$(20 = 19 - 11 - 14)$	
22	Kebutuhan agregat halus	$(21 = 20 \times 17)$	

(sumber : SNI 03-2834-2000)

## b. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibuat berdasarkan proporsi bahan yang telah direncanakan sebelumnya dan mengacu pada SNI 2493 : 2011 tentang tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.

Banyaknya benda uji dibuat berdasarkan variasi waktu pencampuran.

Setiap variasi waktu pencampuran, terdiri dari 6 (enam) benda uji.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan semua bahan yang dibutuhkan sesuai dengan *mix design* yang telah direncanakan.
- 2) Membilas mesin adukan (molen) untuk sekedar membasahi mesin adukan tersebut.
- 3) Agregat kasar dan agregat halus dimasukkan ke dalam mesin aduk, agar agregat kasar dan agregat halus bercampur dengan merata.
- 4) Kemudian semen dimasukkan ke dalam mesin aduk sampai tercampur merata, lalu tambahkan air yang telah dicampur bahan tambah sesuai dosis yang ditentukan.
- 5) Pengadukan campuran beton dilakukan berdasarkan jangka waktu yang ditentukan.
- 6) Tuangkan campuran dalam cetakan benda uji yang telah disiapkan.

a. Pemeriksaan Nilai *Slump*

Pemeriksaan nilai slump dilakukan setelah pengadukan campuran beton untuk setiap variasi waktu pencampuran selesai. Pemeriksaan nilai slump dilakukan dengan menggunakan kerucut abram. Kerucut yang telah dibasahi diletakkan di tempat yang rata dan tidak menyerap air. Beton segar dimasukkan ke dalam kerucut dalam tiga lapis. Jumlah lapis berkisar sepertiga dari volume kerucut dan dipadatkan sebanyak 25 kali dengan batang penusuk untuk setiap lapis. Angkat kerucut dengan arah vertikal dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Ukurlah

penurunan permukaan atas adukan beton setelah kerucut diangkat. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai *slump*.

d. Perawatan Benda Uji

Benda uji dibuka dari cetakan 24 jam  $\pm$  8 jam setelah pencetakan. Semua benda uji harus dirawat basah pada temperatur  $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$  mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian. Penyimpanan 48 jam pertama perawatan harus pada lingkungan bebas getaran. Seperti yang diberlakukan pada perawatan benda uji yang dibuka, perawatan basah berarti bahwa benda uji yang akan diuji harus memiliki air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan pada semua waktu. Kondisi ini dipenuhi dengan merendam dalam air jenuh kapur dan dapat dipenuhi dengan penyimpanan dalam ruang jenuh air sesuai dengan AASHTO M 201. Benda uji tidak boleh diletakkan pada air mengalir atau air yang menetes.

e. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan pada umur 28 hari. Sehari sebelum pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman. Pengujian diawali dengan menimbang benda uji terlebih dahulu. Kemudian, benda uji diletakkan pada mesin tekan beton. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan mencatat beban maksimum yang terjadi.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah seluruh data dalam penelitian ini terkumpul.

## BAB IV

### ANALISIS DAN INTERPRETASI

#### 4.1. Sifat Pasir Malanu dan Pasir Bitung

##### 4.1.1. Kadar Lumpur

Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus (pasir) bertujuan untuk menentukan besarnya (*persentase*) kadar lumpur dalam agregat halus yang digunakan sebagai campuran beton. Kandungan lumpur < 5 % merupakan ketentuan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton. Hasil pengujian kadar lumpur pasir Malanu seperti pada Tabel 4.1, sedangkan untuk pasir Bitung dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.1.**

Hasil Uji Kadar Lumpur Pasir Malanu

URAIAN	1	2
Pembacaan Lempung (A)	4,15	4,60
Pembacaan Pasir (B)	3,80	4,30
Kadar Lumpur $\frac{(A-B) \times 100 \%}{A}$	8,43	6,52
Rata - Rata (%)	7,48	

**Tabel 4.2.**

Hasil Uji Kadar Lumpur Pasir Bitung

URAIAN	1	2
Pembacaan Lempung (A)	4,40	4,20
Pembacaan Pasir (B)	4,30	4,00
Kadar Lumpur $\frac{(A-B) \times 100 \%}{A}$	2,27	4,76
Rata - Rata (%)	3,52	

Hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir Malanu pada Tabel 4.1 sebesar 7,48 % > dari 5% yang disyaratkan. Sedangkan untuk pasir Bitung pada Tabel 4.2 sebesar 3,52 % < 5 % yang disyaratkan.

#### **4.1.2. Gradasi**

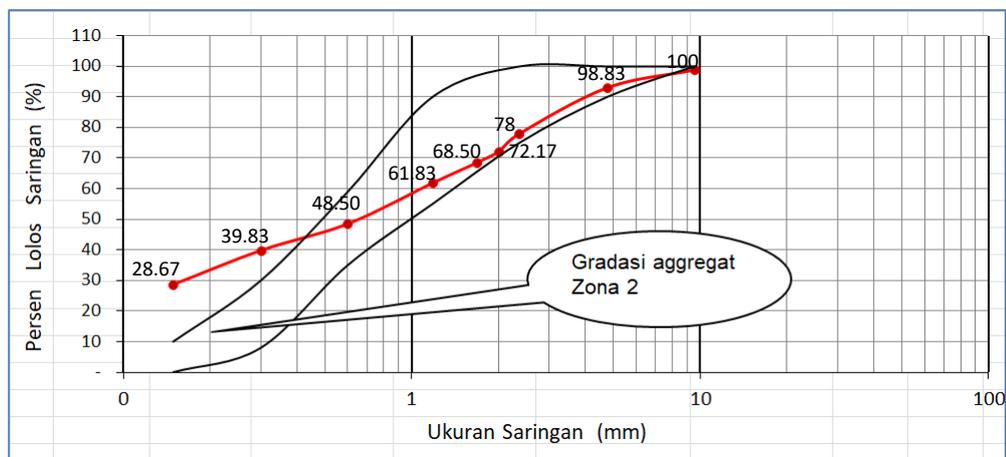
Tujuan pengujian gradasi untuk menentukan pembagian ukuran butir pasir (*grain size distribution*) dari suatu sampel dengan menggunakan suatu saringan. Menurut SNI - 03 - 2847 – 2002, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. *British Standard* (BS) memberikan syarat gradasi untuk pasir. Kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (zone 4), agak halus (zone 3), agak kasar (zone 2) dan kasar (zone 1)

Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F, harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 - 3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut : sisa di atas ayakan 4,8 mm, maks 2 % dari berat sisa di atas ayakan 1,2 mm, maks 10 % dari berat sisa di atas ayakan 0,30 mm, maks 15 % dari berat.

Hasil pengujian gradasi dari pasir Malanu ditampilkan pada Tabel 4.3. dan Gambar 4.1.

**Tabel 4.3.**  
**Hasil Analisa Saringan Pasir Malanu**

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif			Spesifikasi
			Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	
2	50,8	0	0	-	100,00	
1 1/2	38,1	0	0	-	100,00	
1	25,4	0	0	-	100,00	
3/4	19,1	0	0	-	100,00	
1/2	12,7	0	0	-	100,00	
3/8	9,52	35	35	1,17	98,83	100
# 4	4,75	175	210	7,00	93,00	90 - 100
# 8	2,36	450	660	22,00	78,00	75 - 100
# 10	2,00	175	835	27,83	72,17	
# 12	1,68	110	945	31,50	68,50	
# 16	1,18	200	1145	38,17	61,83	55 - 90
# 30	0,600	400	1545	51,50	48,50	35 - 59
# 40	0,425	135	1680	56,00	44,00	
# 50	0,300	125	1805	60,17	39,83	8 - 30
# 100	0,149	335	2140	71,33	28,67	0 - 10
# 200	0,074	160	2300	76,67	23,33	

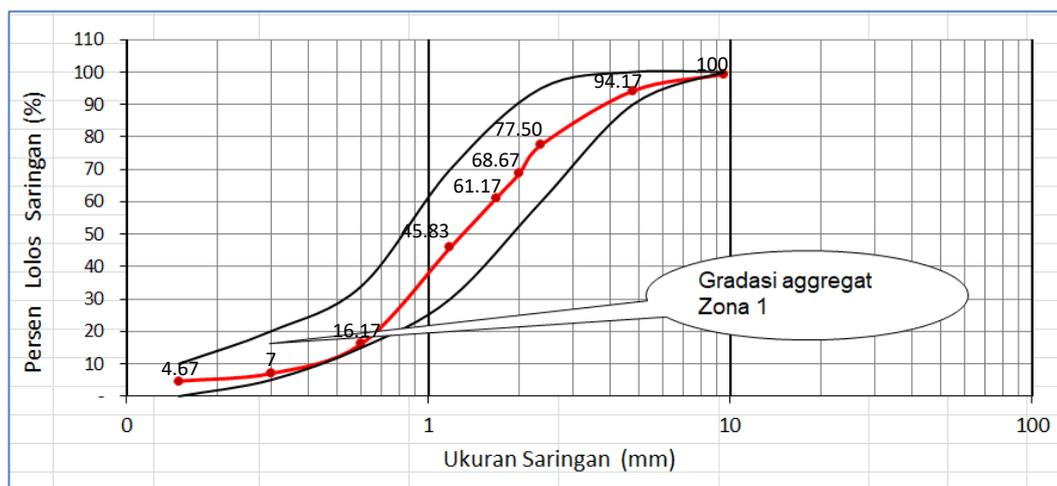


**Gambar 4.1.**  
**Grafik Analisa Saringan Pasir Malanu**

Hasil pengujian gradasi dari pasir Bitung ditampilkan pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.2.

**Tabel 4.4.**  
Hasil Analisa Saringan Pasir Bitung

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif			Spesifikasi
			Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	
2	50,8	0	0	-	100,00	
1 ½	38,1	0	0	-	100,00	
1	25,4	0	0	-	100,00	
¾	19,1	0	0	-	100,00	
½	12,7	0	0	-	100,00	
3/8	9,52	20	20	0,67	99,33	100
# 4	4,75	155	175	5,83	94,17	90 - 100
# 8	2,36	500	675	22,50	77,50	60 - 95
# 10	2,00	265	940	31,33	68,67	
# 12	1,68	225	1165	38,83	61,17	
# 16	1,18	460	1625	54,17	45,83	30 - 70
# 30	0,600	890	2515	83,83	16,17	15 - 34
# 40	0,425	185	2700	90,00	10,00	
# 50	0,300	90	2790	93,00	7,00	5 - 20
# 100	0,149	70	2860	95,33	4,67	0 - 10
# 200	0,074	10	2870	95,67	4,33	



**Gambar 4.2.**  
Grafik Analisa Saringan Pasir Bitung

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan modulus halus pasir yang merupakan cara untuk mengetahui nilai kehalusan atau kekasaran suatu agregat. Kehalusan atau kekasaran agregat dapat mempengaruhi kelecakan dari mortar beton, apabila agregat halus yang terdapat dalam mortar terlalu banyak akan menyebabkan lapisan tipis dari agregat halus dan semen akan naik ke atas. Dari Tabel 4.3. dan Tabel 4.4. dapat dihitung modulus kehalusan untuk pasir Malanu dan pasir Bitung, sebagai berikut:

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir} = \frac{\text{Total Berat Kumulatif Tertahan}}{100}$$

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir Makanu} = \frac{443,33}{100} = 4,43$$

$$\text{Modulus Kehalusan Pasir Makanu} = \frac{611,17}{100} = 6,11$$

Hasil perhitungan perhitungan modulus kehalusan untuk kedua jenis pasir di atas dapat disimpulkan bahwa modul kehalusannya tidak memenuhi syarat untuk material beton yang direkomendasikan oleh SNI yaitu antara 1,5 – 3,0.

#### **4.1.3. Berat Jenis**

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat. Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Jadi, berat jenis pasir akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, pemeriksaan berat jenis dan SSD pasir merupakan hal yang penting untuk mengetahui pasir tersebut telah memenuhi syarat atau belum untuk

bahan campuran adukan beton. Hasil pemeriksaan berat jenis untuk pasir Malanu dan Pasir Bitung dapat dilihat pada Tabel 4.5. dan Tabel 4.6.

**Tabel 4.5**

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Malanu

A	Wt. of Sampel Oven - Dry in Air	gram	485	480
B	Wt. of flask filled with Water to Calb Marks	gram	655	660
C	Wt. of flask + Water + Sample to Calb Marks	gram	955	955
V	Volume of Water before adding Sample	gram		
VI	Volume of Water and Sample	gram		
	Weight of sample Saturated Surface Dry	gram	500	500
I	Bulk Specific Gravity = $A/(B+500-C)$ or $A/(V1-V)$		2,425	2,341
	Average		2,383	
II	Specific Gravity of SSD = $500/(B+500-C)$ or $500/(V1-V)$		2,500	2,439
	Average		2,470	
III	Apperent Specific Gravity = $A/(B+A-C)$		2,622	2,595
	Average		2,608	
IV	Absorption = $((500 - A)/A) \times 100$		3,093	4,167
	Average		3,630	

**Tabel 4.6.**

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Bitung

A	Wt. of Sampel Oven - Dry in Air	gram	465	470
B	Wt. of flask filled with Water to Calb Marks	gram	660	650
C	Wt. of flask + Water + Sample to Calb Marks	gram	930	940
V	Volume of Water before adding Sample	gram		
VI	Volume of Water and Sample	gram		
	Weight of sample Saturated Surface Dry	gram	500	500

I	Bulk Specific Gravity = $A/(B+500-C)$ or $A/(V1-V)$	2,022	2,238
	Average	2,130	
II	Specific Gravity of SSD = $500/(B+500-C)$ or $500/(V1-V)$	2,174	2,381
	Average	2,277	
III	Apperent Specific Gravity = $A/(B+A-C)$	2,385	2,611
	Average	2,498	
IV	Absorption = $((500 - A)/A) \times 100$	7,527	6,383
	Average	6,955	

Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI), 1982 Pasal 11 Pasir Beton, menentukan syarat berat jenis pasir yang baik adalah 2.4 - 2.9. Dari hasil pengujian berat jenis dapat dilihat bahwa Berat Jenis untuk pasir Bitung tidak memenuhi ketentuan. Sedangkan untuk pasir Malanu, memenuhi ketentuan.

#### 4.1.4. Berat Volume

Berat volume agregat adalah massa per satuan volume bahan agregat dalam jumlah besar, dimana volume tersebut termasuk volume partikel itu sendiri dan volume rongga antar partikel. Pemeriksaan berat volume agregat digunakan untuk menentukan proporsi agregat yang digunakan dalam campuran. Berat volume agregat diartikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

Hasil pemeriksaan berat volume untuk pasir Malanu dan pasir Bitung dapat dilihat pada Tabel 4.7. dan Tabel 4.8.

**Tabel 4.7.**

## Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Malanu

Uraian		Nilai	
Volume Wadah	cm <sup>3</sup>	2,330	2,330
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3,725	3,795
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	3,905	3,890
Berat Agg. Lepas	gr	3,725	3,795
Berat Agg. Padat	gr	3,905	3,890
Berat Volume Lepas	gr/cm <sup>3</sup>	1,599	1,629
Berat Volume Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,676	1,670
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,637	1,649
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,643	

**Tabel 4.8.**

## Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Bitung

Uraian		Nilai	
Volume Wadah	cm <sup>3</sup>	2,330	2,330
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3,110	3,055
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	3,125	3,070
Berat Agg. Lepas	gr	3,11	3,055
Berat Agg. Padat	gr	3,125	3,070
Berat Volume Lepas	gr/cm <sup>3</sup>	1,335	1,311
Berat Volume Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,341	1,318
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,338	1,314
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,326	

#### 4.1.5. Perbandingan Sifat Laboratorium Pasir Malanu dengan Pasir Bitung

Pemeriksaan sifat laboratorium pasir Malanu dan pasir Bitung memperlihatkan perbandingan seperti pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9.**

Perbandingan Sifat Pasir Malanu dengan Pasir Bitung

No	Sifat	Pasir Malanu	Pasir Bitung	Syarat
1	Kadar lumpur	7,48 %	3,52 %	< 5 %
2	Gradasi	Zona 2	Zona 1	
3	Modulus kehalusan	4,43	6,11	1,5 – 3,0
4	Berat jenis	2,470	2,277	2.4 - 2.9
5	Berat volume	1,643	1,326	

#### 4.2. Sifat Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah ukuran 1 - 2 dan ukuran 2 - 3 yang berasal dari Quarry PT. Bagus Jaya Abadi, Saoka, Kota Sorong. Sebelum digunakan, agregat kasar melewati beberapa pemeriksaan, yaitu gradasi, abrasi, berat jenis, berat volume. Hasil pemeriksaan sifat agregat dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10.**

Hasil Pemeriksaan Sifat Agregat Kasar

No	Sifat	Hasil Uji	Syarat
1	Gradasi	Komposisi : Batu 1-2 = 60% Batu 2-3 = 40%	
2	Modulus kehalusan	9,08	6 – 7,1

No	Sifat	Hasil Uji	Syarat
3	Abrasi	26 %	Maks. 40 % untuk beton mutu sedang
4	Berat jenis		
	a. Batu 1-2	2,707	
	b. Batu 2-3	2,844	
5	Berat volume		
	a. Batu 1-2	1,648	
	b. Batu 2-3	1,659	

### 4.3. Kuat Tekan Beton dengan Pemanfaatan Pasir Malanu dan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus

#### 4.3.1. Komposisi Campuran

*Job mix design* (JMD) adalah proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan tertentu dan ekonomis. Komposisi campuran hasil JMD untuk penggunaan pasir Malanu dan pasir Bitung, dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan 4.12.

**Tabel 4.11.**

Komposisi Campuran Beton dengan Pasir Malanu sebagai Agregat Halus

Air Liter	Semen (kg)	Pasir (kg)	Agregat Kasar Ukuran 1-2 cm (kg)	Agregat Kasar Ukuran 2-3 cm (kg)
185	420	826	594	396

**Tabel 4.12.**

Komposisi Campuran Beton dengan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus

Air liter	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar Ukuran 1-2 cm (kg)	Agregat Kasar Ukuran 2-3 cm (kg)
185	420	800	574	383

**4.3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau mutu beton disesuaikan dengan kuat beton rencana, yaitu untuk  $f_c'$  25 MPa. Pengujian yang dilakukan untuk benda uji beton pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dilampirkan pada lampiran 1 (satu). Untuk rata-rata hasil kuat tekan pada 28 hari dapat diuraikan pada tabel 4.13 untuk pasir Malanu dan Tabel 4.14 untuk pasir Bitung.

**Tabel 4.13**

Rata-rata Kuat Tekan Beton Menggunakan Material Pasir Bitung

No	Tgl Pembuatan Sampel	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Beban Max (KN)	Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{av} =$ $\frac{\sum \sigma'_{av}}{n}$	$\sigma'_1 -$ $\sigma'_{av}$	$(\sigma'_1 -$ $\sigma'_{av})^2$
1	05/06/2019	06/03/2019	12,34	17678,6	277	15,67		0,03	0,00
2	05/06/2019	06/03/2019	12,66	17678,6	283	16,01		0,37	0,14
3	05/06/2019	06/03/2019	12,53	17678,6	269	15,22		- 0,42	0,18
4	05/06/2019	06/03/2019	12,56	17678,6	279	15,78		0,14	0,02
5	05/06/2019	06/03/2019	12,44	17678,6	275	15,56		- 0,08	0,01
6	05/06/2019	06/03/2019	12,59	17678,6	276	15,61		- 0,03	0,00
						93,84	15,640		0,34

N	= 6
K	= 1,46
Faktor koreksi jumlah benda uji (n)	= 2,54
$S = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_{av})^2}{(n-1)}}$	= 0,26
M = S x k	= 0,38 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma'_{bk} = \sigma'_{av} - M$	= <b>15,26 N/mm<sup>2</sup></b>

**Tabel 4.14**

Rata-rata Kuat Tekan Beton Menggunakan Material Pasir Bitung

No	Tgl Pembuatan Sampel	Tanggal Pengujian	Berat (kg)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Beban Max (KN)	Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{av} = \frac{\sum \sigma'_{av}}{n}$	$\sigma'_1 - \sigma'_{av}$	$(\sigma'_1 - \sigma'_{av})^2$
1	05/06/2019	06/03/2019	11,79	17678,6	376	21,27		- 0,74	0,55
2	05/06/2019	06/03/2019	12,79	17678,6	375	21,21		- 0,80	0,64
3	05/06/2019	06/03/2019	12,16	17678,6	398	22,51		0,50	0,25
4	05/06/2019	06/03/2019	12,10	17678,6	406	22,97		0,95	0,91
5	05/06/2019	06/03/2019	11,92	17678,6	394	22,29		0,27	0,07
6	05/06/2019	06/03/2019	11,15	17678,6	386	21,83		- 0,18	0,03
						132,08	22,013		2,46

N	= 6
K	= 1,46
Faktor koreksi jumlah benda uji (n)	= 2,54
$S = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_{av})^2}{(n-1)}}$	= 0,7
M = S x k	= 1,02 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma'_{bk} = \sigma'_{av} - M$	= <b>20,99 N/mm<sup>2</sup></b>

#### 4.3.3. Perbandingan Kuat Tekan Beton antara Pemanfaatan Pasir Malanu dengan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus

Hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan rata-rata yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14, menunjukkan perbandingan kuat tekan beton antara pemanfaatan pasir Malanu dengan pasir Bitung sebagai agregat halus, yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15**

Perbandingan Kuat Tekan Beton antara Pemanfaatan Pasir Malanu dengan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus

No	Parameter Perbandingan	Pasir Malanu	Pasir Bitung
1	Target mutu	25 MPa	25 MPa
2	Kuat tekan rata-rata	15,26 MPa	20,99 MPa
3	Prosentasi dari target mutu	61 %	84 %

#### 4.4. Perbandingan Biaya antara Pemanfaatan Pasir Malanu dan Pasir Bitung sebagai Agregat Halus

Biaya merupakan pengorbanan atau mengeluarkan yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau perorangan yang bertujuan untuk memperoleh manfaat lebih dari aktivitas yang dilakukan tersebut. Komponen biaya dalam perhitungan harga satuan beton meliputi biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead*.

Dalam penelitian ini, biaya yang diperbandingkan adalah biaya bahan baku langsung. Karena komponen biaya yang lainnya, sama untuk penggunaan pasir Malanu maupun pasir Bitung. Sedangkan lokasi yang dijadikan patokan

perhitungan harga adalah pada tempat dilakukan penelitian yaitu pada *Batching Plant* PT. Eva Mahkota Pura, jalan Tuteuruga, SP.1. kabupaten Sorong.

Dalam perhitungan ini, data besarnya harga satuan yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari pihak PT. Eva Mahkota Pura per Oktober 2020. Data ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pasir Malanu = Rp. 175.000.-
2. Pasir Bitung = Rp. 450.000.-
3. Batu pecah = Rp. 500.000,-
4. Semen = Rp. 1,650.-

Perhitungan biaya bahan baku langsung untuk penggunaan pasir Malanu dan pasir Bitung dapat dilihat pada Tabel 4,16 dan Tabel 4.17.

**Tabel 4.16**

Perhitungan Biaya Bahan Baku Langsung  
untuk 1 m<sup>2</sup> Beton untuk Target Mutu Fc' 25 MPa dengan Pasir Malanu

No	Bahan Baku	Berat	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1.	Semen	420 kg		Rp. 1.650 /m <sup>3</sup>	Rp. 693.000
2.	Pasir	826 kg	0,50 m <sup>3</sup>	Rp. 175.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 87.979
3.	Batu 1-2	594 kg	0,36 m <sup>3</sup>	Rp. 500.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 180.218
4.	Batu 2-3	396 kg	0,24 m <sup>3</sup>	Rp. 500.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 119.349
				Jumlah	<b>Rp. 1.080.547</b>

**Tabel 4.17**

Perhitungan Biaya Bahan Baku Langsung  
untuk 1 m<sup>2</sup> Beton untuk Target Mutu Fc' 25 MPa dengan Pasir Bitung

No	Bahan Baku	Berat	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1.	Semen	420 kg		Rp. 1.650 /m <sup>3</sup>	Rp. 693.000
2.	Pasir	800 kg	0,60 m <sup>3</sup>	Rp. 450.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 271.493

No	Bahan Baku	Berat	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
3.	Batu 1-2	574 kg	0,35 m <sup>3</sup>	Rp. 500.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 174.150
4.	Batu 2-3	383 kg	0,23 m <sup>3</sup>	Rp. 500.000 /m <sup>3</sup>	Rp. 115.431
				Jumlah	<b>Rp. 1.254.075</b>

Tabel 4.16 dan Tabel 4.17 memperlihatkan selisih harga bahan baku langsung untuk beton mutu  $f_c' 25$  MPa antara penggunaan pasir Malanu dan pasir Bitung yaitu  $\text{Rp. } 1.254.075 - \text{Rp. } 1.080.547 = \text{Rp. } 173.528.-$  atau sebesar 16 %.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis atas data hasil penelitian, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut

1. Pencapaian kuat tekan beton untuk target mutu  $f_c'$  25 MPa untuk penggunaan pasir Malanu adalah sebesar  $f_c'$  15,26 MPa atau sebesar 61 % dari target mutu. Sedangkan untuk penggunaan pasir Bitung sebesar  $f_c'$  20,99 MPa atau sebesar 84 % dari target mutu. Sehingga perbandingannya adalah 1 : 1,4.
2. Biaya bahan baku langsung untuk target mutu  $f_c'$  25 MPa untuk penggunaan pasir Malanu sebesar Rp. 1.080.547.-. Sedangkan untuk penggunaan pasir Bitung sebesar Rp. 1.254.075.-. Sehingga perbandingannya adalah 1 : 1,16.
3. Berdasar hasil analisis data antara pasir bitung dan pasir malanu bahwa biaya pasir malanu harga nya lebih murah namun kuat tekan tidak mencapai target hanya sampai 61 % dari mutu yang di target sedang biaya pasir bitung harga lebih mahal namun kuat tekan juga tidak mencapai target 84% tapi masih lebih tinggi dari pasir malanu.

## 5.2. Saran

Beberapa saran yang dianjurkan untuk melengkapi penelitian ini adalah sebagai berikut:

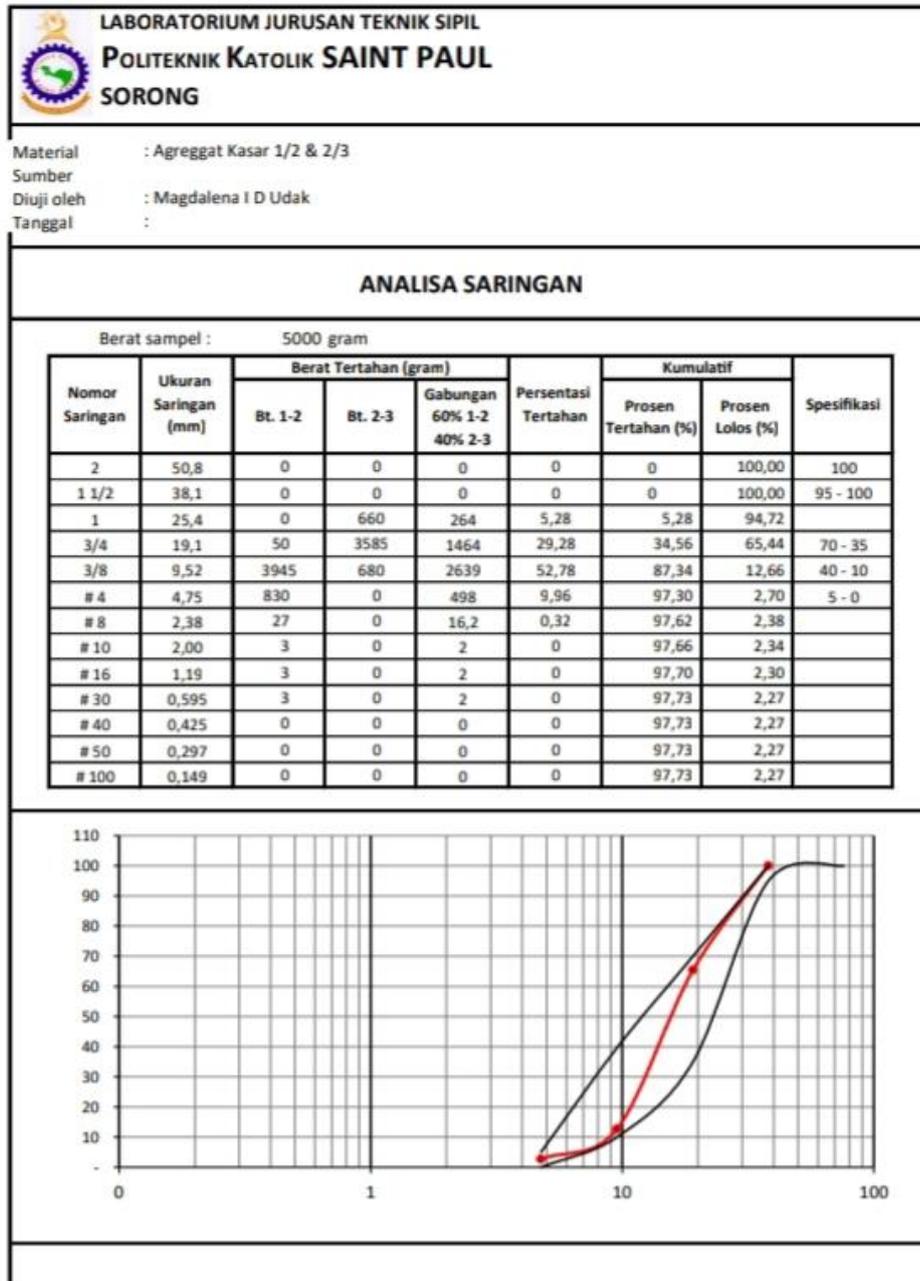
1. Untuk lebih memperdalam kesimpulan dibutuhkan sebuah penelitian *kuantitatif* untuk menganalisis sejauh mana penggunaan material agregat halus yang berbeda dalam pengendalian mutu.
2. Untuk memperoleh hasil penelitian yang lebih objektif, dibutuhkan penelitian secara menyeluruh, termasuk nilai biaya yang lebih merinci.

## DAFTAR PUSTAKA

- SNI 03-2834-1993 .Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal
- SNI 03-4810-1998 metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di lapangan
- Imran I (2004), “ Pengenalan Rekayasa dan Bahan Konstruksi (SI-2101)”, Penerbit ITB, Bandung.
- Mulyono, Try, 1992. Teknologi Beton, penerbit : Andi, Jakarta.
- Mulyono, 2005, TeknologiBeton, Andi, Yogyakarta
- Nazir, Mohammad. 1988. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks, 1987. Concrete Technology, Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.
- SNI 2847-2013. 2013. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, Teknologi Beton, Naf ri, Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, K. 2007, Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Wuryati Samekto & Candra Rahmadiyanto (2001), Teknologi Beton,Kanisius, Yogyakarta.
- Biviyani questibrilia,jojoNomic (cara menghitung harga pokok produksi beserta contohnya) Akses senin 23 november jam 12:00

# LAMPIRAN

## Lampiran 1



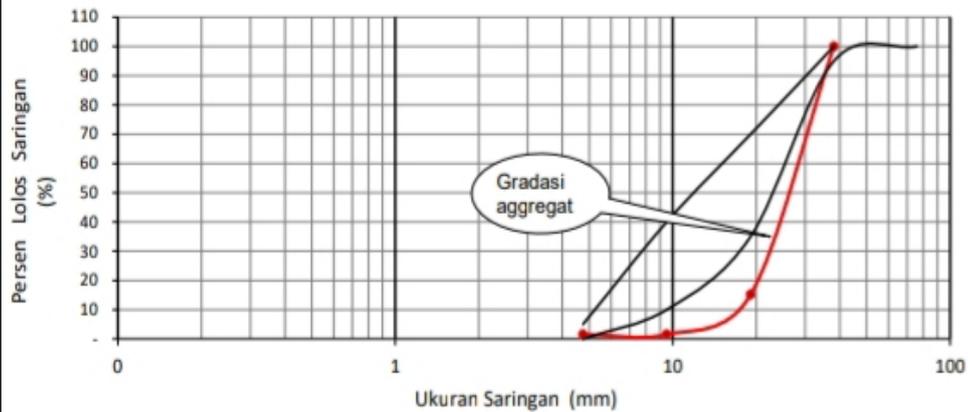


Material : Agreggat Kasar 2/3  
Sumber :  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

### ANALISA SARINGAN

Berat Sampel: 5000,0 gram

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif			Spesifikasi
			Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	
2	50,8	0	0	-	100,00	100
1 1/2	38,1	0	0	-	100,00	95 - 100
1	25,4	660	660	13,20	86,80	
3/4	19,1	3585	4245	84,90	15,10	70 - 35
3/8	9,52	680	4925	98,50	1,50	40 - 10
# 4	4,75	0	4925	98,50	1,50	5 - 0
# 8	2,36	0	4925	98,50	1,50	
# 10	2,00	0	4925	98,50	1,50	
# 16	1,18	0	4925	98,50	1,50	
# 30	0,600	0	4925	98,50	1,50	
# 40	0,425	0	4925	98,50	1,50	
# 50	0,300	0	4925	98,50	1,50	
# 100	0,149	0	4925	98,50	1,50	
# 200	0,074	0	4925	98,50	1,50	





LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK KATOLIK SAINT PAUL  
SORONG

Material : Agregat Kasar 1/2  
Sumber :  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

**BERAT JENIS DAN PENYERAPAN**

**Agregat Kasar (batu 1/2)**

A	Wt. of Sampel Oven - Dry in Air	gram	1460	1465
B	Wt. of Sample Saturated Surface Dry in Air	gram	1500	1500
C	Wt. of Sample in Water	gram	945	947

I	Bulk Specific Gravity	$A/(B-C)$	2,631	2,649
	Average		2,640	
II	Specific Gravity of SSD	$B/(B-C)$	2,703	2,712
	Average		2,708	
III	Apperent Specific Gravity	$A/(A-C)$	2,835	2,828
	Average		2,832	
IV	Absorption	$(B-A)/A \times 100$	2,740	2,389
	Average		2,564	

Catatan :



Material : Agregat Kasar 2/3  
Sumber :  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

### BERAT JENIS DAN PENYERAPAN

#### Agregat Kasar (batu 2/3)

A	Wt. of Sampel Oven - Dry in Air	gram	1470	1470
B	Wt. of Sample Saturated Surface Dry in Air	gram	1500	1500
C	Wt. of Sample in Water	gram	971	974

I	Bulk Specific Gravity	$A/(B-C)$	2,779	2,795
	Average		2,787	
II	Specific Gravity of SSD	$B/(B-C)$	2,836	2,852
	Average		2,844	
III	Apperent Specific Gravity	$A/(A-C)$	2,946	2,964
	Average		2,955	
IV	Absorption	$(B-A)/A \times 100$	2,041	2,041
	Average		2,041	

Catatan :



Material : Agreggat Kasar 1/2 & 2/3  
Sumber :  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

### BERAT JENIS DAN PENYERAPAN

#### Agregat Kasar (batu 1/2(60%) & batu 2/3(40%))

A	Wt. of Sampel Oven - Dry in Air	gram	1455	1455
B	Wt. of Sample Saturated Surface Dry in Air	gram	1500	1500
C	Wt. of Sample in Water	gram	928	931

I	Bulk Specific Gravity	$A/(B-C)$	2,544	2,557
	Average		2,550	
II	Specific Gravity of SSD	$B/(B-C)$	2,622	2,636
	Average		2,629	
III	Apperent Specific Gravity	$A/(A-C)$	2,761	2,777
	Average		2,769	
IV	Absorption	$(B-A)/A \times 100$	3,093	3,093
	Average		3,093	

Catatan :



LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK SIPIL  
**POLITEKNIK KATOLIK SAINT PAUL**  
**SORONG**

Material : Agregat Kasar 1/2  
Sumber  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

### PEMERIKSAAN BERAT VOLUME

Uraian		Nilai	
Volume Wadah	cm <sup>3</sup>	2,330	2,330
Berat Wadah	gr	0	0
Berat Agg. Lepas + Wadah	gr	3,545	3,725
Berat Agg. Padat + Wadah	gr	4,040	4,050
Berat Agg. Lepas	gr	3,545	3,725
Berat Agg. Padat	gr	4,040	4,050
Berat Volume Lepas	gr/cm <sup>3</sup>	1,521	1,599
Berat Volume Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,734	1,738
Berat Volume Rata-Rata Lepas + Padat	gr/cm <sup>3</sup>	1,628	1,668
Berat Volume Rata-Rata	gr/cm <sup>3</sup>	1,648	

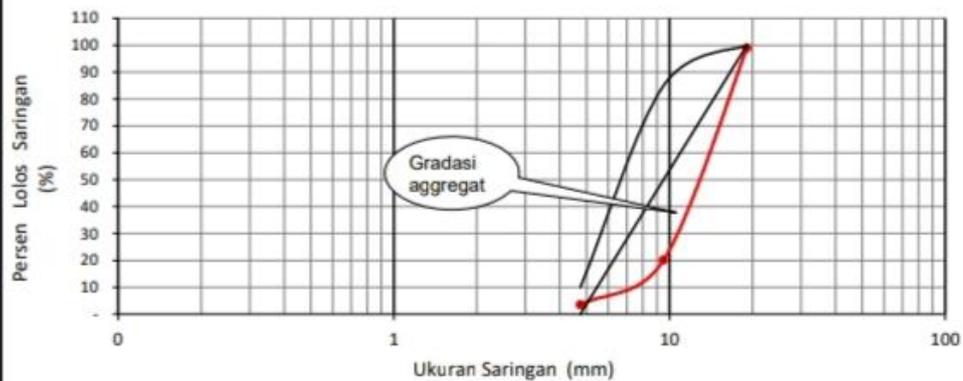


Material : Agreggat Kasar 1/2  
Sumber :  
Diuji oleh : Magdalena I D Udak  
Tanggal :

### ANALISA SARINGAN

Berat Sampel: 5000,0 gram

Nomor Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif			Spesifikasi
			Berat Tertahan (gram)	Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	
2	50,8	0	0	-	100,00	
1 1/2	38,1	0	0	-	100,00	
1	25,4	0	0	-	100,00	
3/4	19,1	50	50	1,00	99,00	100
3/8	9,52	3945	3995	79,90	20,10	85 - 50
# 4	4,75	830	4825	96,50	3,50	10 - 0
# 8	2,36	27	4852	97,04	2,96	
# 10	2,00	3	4855	97,10	2,90	
# 16	1,18	3	4858	97,16	2,84	
# 30	0,600	3	4861	97,22	2,78	
# 40	0,425	0	4861	97,22	2,78	
# 50	0,300	0	4861	97,22	2,78	
# 100	0,149	0	4861	97,22	2,78	
# 200	0,074	0	4861	97,22	2,78	



Lampiran 2

<b>PERANCANGAN CAMPURAN BETON <math>f_c'</math> 25 Mpa</b>			
NO.	URAIAN	TABEL/GRAFIK/ PERHITUNGAN	ISIAN
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari ( $f_c'$ )	Ditentukan	25 Mpa
2	Deviasi standar (S)	Tabel	7 Mpa
3	Nilai tambah (M)	$M = k \times S$ , ( $k=1.64$ )	11,48 Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f_{cr}$ )	$f_{cr} = f_c' + M$	36,48 Mpa
5	Jenis semen Tipe 1 (PC) per zak 50 Kg	Ditetapkan	Tipe I
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	Ditetapkan	Batu Pecah
	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Ditetapkan	Alami
7	Faktor air semen bebas	Tabel dan Grafik	0,440
8	Faktor air semen maksimum	Tabel	0,45
9	Nilai slump	Tabel	6 - 12 cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	Hasil Uji Laboratorium	20 mm
11	Kadar air bebas	Dihitung	185 $kg/m^3$
12	Kebutuhan semen	$(12 = 11/7)$	420 $kg/m^3$
13	Kebutuhan semen minimum	Tabel	380 $kg/m^3$
14	Kebutuhan semen yang dipakai	Dipilih	420 $kg/m^3$
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen	Kadar semen > min	Diabaikan
16	Daerah gradasi agregat halus	Grafik	Gradasi 1
17	Persen berat agregat halus terhadap campuran	Grafik	47,0%
18	Berat jenis agregat campuran	Hasil Uji Lab	2,54 $t/m^3$
19	Berat jenis beton	Grafik	2362 $kg/m^3$
20	Kebutuhan agregat	$(20 = 19 \cdot 11 - 14)$	1757 $kg/m^3$
21	Kebutuhan agregat halus	$(21 = 20 \times 17)$	800 $kg/m^3$
22	Kebutuhan agregat kasar, batu pecah 1 - 2 (60%)	$(22 = (20 - 21) \cdot 60\%)$	574 $kg/m^3$
23	Kebutuhan agregat kasar, batu pecah 2 - 3 (40%)	$(22 = (20 - 21) \cdot 40\%)$	383 $kg/m^3$

Komposisi campuran 1 $m^3$ beton dalam berat						
Volume	Berat total (Kg)	Air (litr)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu 1-2 (kg)	Batu 2-3 (kg)
1 $m^3$	2362	185	420	800	574	383

**Catatan :**

1. Agregat Halus Alami dari Bitung - Sulawesi Utara
2. Agregat Kasar dari bagus jaya (Kota Sorong)

**PERANCANGAN CAMPURAN BETON  $f_c'$  25 Mpa**

NO.	URAIAN	TABEL/GRAFIK/ PERHITUNGAN	ISIAN
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari ( $f_c'$ )	Ditentukan	25 Mpa
2	Deviasi standar (S)	Tabel	7 Mpa
3	Nilai tambah (M)	$M = k \times S$ , ( $k=1.64$ )	11,48 Mpa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ( $f_{cr}$ )	$f_{cr} = f_c' + M$	36,48 Mpa
5	Jenis semen Tipe 1 (PC) per zak 50 Kg	Ditetapkan	Tipe I
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	Ditetapkan	Batu Pecah
	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Ditetapkan	Alami
7	Faktor air semen bebas	Tabel dan Grafik	0,440
8	Faktor air semen maksimum	Tabel	0,45
9	Nilai slump	Tabel	6 - 12 cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	Hasil Uji Laboratorium	20 mm
11	Kadar air bebas	Dihitung	185 $kg/m^3$
12	Kebutuhan semen	(12 = 11/7)	420 $kg/m^3$
13	Kebutuhan semen minimum	Tabel	380 $kg/m^3$
14	Kebutuhan semen yang dipakai	Dipilih	420 $kg/m^3$
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen	Kadar semen > min	Diabaikan
16	Daerah gradasi agregat halus	Grafik	Gradasi 1
17	Persen berat agregat halus terhadap campuran	Grafik	45,5%
18	Berat jenis agregat campuran	Hasil Uji Lab	2,55 $t/m^3$
19	Berat jenis beton	Grafik	2421 $kg/m^3$
20	Kebutuhan agregat	(20 = 19-11-14)	1816 $kg/m^3$
21	Kebutuhan agregat halus	(21 = 20 x 17)	826 $kg/m^3$
22	Kebutuhan agregat kasar, batu pecah 1 - 2 (60 %)	(22 = (20 - 21)*60%)	594 $kg/m^3$
23	Kebutuhan agregat kasar, batu pecah 2 - 3 (40%)	(22 = (20 - 21)*40%)	396 $kg/m^3$

**Komposisi campuran 1  $m^3$  beton dalam berat**

Volume	Berat total (Kg)	Air (litr)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu 1-2 (kg)	Batu 2-3 (kg)
1 $m^3$	2421	185	420	826	594	396

**Catatan :**

1. Agregat Halus Alami dari malanu ( kota sorong )
2. Agregat Kasar dari PII - Quarry (Kota Sorong)



