

## KARAKTERISTIK UJI PROPERTIS DAN CAMPURAN BETON NORMAL

Pratika Riris Putrianti and Agustinus Agus Setiawan

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Jaya, Jl. Cendrawasih Raya Blok B7/P Tangerang Selatan  
Email: pratika.riris@upj.ac.id

### ABSTRACT

Normal concrete is another building material that is most widely used in the construction industry. Concrete is meant by reinforcing steel (wire, woven wire) in the concrete cross-section to improve tensile and flexural resistance. The concrete section transfers tensile stress to the reinforcing steel section, which has better tensile strength. Polymer materials that are more resistant to rust can also be used as reinforcement materials. Basically, concrete is made from a mixture of aggregates (fine and coarse), cement, water, and additives. In a concrete mix, the fine and coarse aggregates are bound to the cement matrix. The cement reaction between water and minerals in cement produces a strong matrix, holds the aggregate in place and gives the concrete compressive strength properties. In the current industrial era, material selection for a normal concrete feasibility test is quite challenging due to finding quality materials. Through a series of material feasibility tests for normal concrete mixtures, it is hoped that quality control will be in the use of superior materials. This research was conducted at the Laboratory of PT Jaya Beton Indonesia. Based on the properties test data on the aggregate and concrete materials, it can be concluded that the aggregate materials have met the specifications of the Indonesian National Standard and IJASE. So that the material can be used in the normal concrete mix plan stage (job mix formula) regarding the provisions of the grain gradation using the normal concrete manufacturing method listed in SNI 7656 of 2012 concerning Procedures for Making Normal Concrete. From the results of the trial mix of concrete in Table 20, the authors decided to use the concrete quality  $f'c$  30 MPa with consideration of the effects of the compressive strength of the concrete being relatively stable in terms of deviation.

Keywords: test aggregate properties, normal concrete aggregates, material characteristics, concrete mix

### ABSTRAK

Beton normal merupakan bahan bangunan lain yang paling banyak digunakan pada industri konstruksi. Yang dimaksud dengan beton adalah adanya baja tulangan (Kawat, anyaman kawat) di dalam penampang beton dengan maksud untuk memperbaiki ketahanan tarik dan lentur. Tegangan tarik ditransferkan oleh penampang beton kepada penampang baja tulangan yang mempunyai ketahanan tarik lebih baik. Bahan polymer yang lebih tahan karat dapat juga digunakan sebagai bahan tulangan. Pada dasarnya bahan beton terbuat dari campuran bahan agregat (halus dan kasar), Semen, air dan atau dengan bahan tambahan (Addiktif). Dalam campuran beton, agregat halus dan kasar terikat pada matrix semen. Reaksi semen antara air dan mineral dalam semen menghasilkan matriks yang kuat serta menahan agregat agar tetap berada pada tempatnya dan memberikan sifat kekuatan tekan pada beton. Di era industri saat ini, pemilihan material untuk suatu uji kelayakan beton normal cukup sulit dikarenakan sulitnya mencari bahan berkualitas. Melalui serangkaian uji kelayakan material untuk campuran beton normal diharapkan adanya control kualitas dalam pemanfaatan material yang unggul. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT Jaya Beton Indonesia. Berdasarkan data uji properties terhadap bahan agregat dan beton maka dapat disimpulkan bahwa bahan agregat telah memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia dan IJASE. Sehingga material tersebut dapat digunakan tahap rencana campuran beton normal (*job mix formula*) dengan mengacu kepada ketentuan gradasi butiran menggunakan metode pembuatan beton normal yang tercantum di dalam SNI 7656 Tahun 2012 Tentang Tata Cara Pembuatan Beton Normal. Dari hasil trial mix beton di Tabel 20, maka penulis memutuskan untuk menggunakan mutu beton  $f'c$  30 MPa dengan pertimbangan hasil kuat tekan beton cukup stabil dari sisi simpangan deviasinya.

Kata kunci: uji proptertis agregat, agregat beton normal, karakteristik material, campuran beton

## 1. PENDAHULUAN

Beton normal merupakan bahan bangunan lain yang paling banyak digunakan pada industri konstruksi. Yang dimaksud dengan beton adalah adanya baja tulangan (Kawat, anyaman kawat) di dalam penampang beton dengan maksud untuk memperbaiki ketahanan tarik dan lentur. Tegangan tarik ditransferkan oleh penampang beton kepada penampang baja tulangan yang mempunyai ketahanan tarik lebih baik. Bahan polymer yang lebih tahan karat dapat

juga digunakan sebagai bahan tulangan. Pada dasarnya bahan beton terbuat dari campuran bahan agregat (halus dan kasar), Semen, air dan atau dengan bahan tambahan (Addiktif). Dalam campuran beton, agregat halus dan kasar terikat pada matrix semen. Reaksi semen antara air dan mineral dalam semen menghasilkan matriks yang kuat serta menahan agregat agar tetap berada pada tempatnya dan memberikan sifat kekuatan tekan pada beton. Dalam pembentukannya, sifat dasar beton dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cara pencampuran, penuangan, pemadatan, dan cara pemeliharaan serta kekuatan konstruksi cetaknya. Dalam usia pakainya bahan beton juga dipengaruhi oleh faktor luar seperti cuaca (hujan dan panas), udara korosif, bencana alam (gempa, angin kencang) atau peristiwa kebakaran. Untuk itu perlu ditetapkan kekuatan sisa beton dan tulangnya, dan untuk itu dapat digunakan beberapa teknik. Salah satu teknik tersebut adalah melalui penetapan peningkatan temperatur pada komponen yang mengalaminya. Menurut Bissey, bahwa bila beton mengalami temperatur tinggi akan terjadi perubahan warna pada komponen tersebut.

Permasalahannya adalah pemilihan material untuk suatu uji kelayakan beton normal cukup sulit dikarenakan sulitnya mencari bahan berkualitas. Melalui serangkaian uji kelayakan material untuk campuran beton normal diharapkan adanya control kualitas dalam pemanfaatan material yang unggul.

## **2. TINJAUAN TEORITIS**

### **A. Beton Normal**

Beton diperoleh dengan mencampurkan semen, air dan kerikil dengan atau tanpa bahan tambahan tertentu (admixture). Material tersebut dicampurkan secara merata dengan komposisi tertentu yang akan menghasilkan suatu campuran plastis sehingga bisa dituang ke dalam cetakan sesuai bentuk yang dibutuhkan. Jika campuran tersebut didiamkan akan mengalami pengerasan karena reaksi kimia antara semen dan air. Dengan kata lain, campuran beton akan bertambah keras seiring bertambahnya umur beton (Wicaksono & Agung, 2005).

Bahan penyusun beton dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bahan aktif dan pasif. Kelompok bahan aktif yaitu semen dan air, sedangkan bahan yang pasif yaitu pasir dan kerikil (disebut agregat halus dan agregat kasar). Kelompok bahan pasif disebut pengisi sedangkan yang aktif disebut perekat/pengikat (Tjokrodinuljo, 1996). Sebagai material komposit, keberhasilan penggunaan beton tergantung pada perencanaan yang baik, pemilihan dan pengadaan masing-masing material yang baik, proses penanganannya, dan proses produksinya.

Beton memiliki kelebihan dibanding material lain, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Beton termasuk bahan yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan dan tahan terhadap kebakaran;
- b. Harga relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari lokal, kecuali semen Portland;
- c. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk yang sesuai keinginan;
- d. Kuat tekan yang tinggi, apabila dikombinasikan dengan baja tulangan dapat digunakan untuk struktur berat;
- e. Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak, maupun diisikan ke dalam cetakan beton pada saat perbaikan, dan memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit;
- f. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- g. Beton termasuk tahan aus dan kebakaran, sehingga biaya perawatannya relatif rendah.

Beton juga memiliki kekurangan sebagai berikut :

- a. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak;
- b. Beton segar mengalami susut pada saat pengeringan, dan beton segar mengembang jika basah;
- c. Beton keras mengeras dan menyusut apabila terjadi perubahan suhu;
- d. Beton sulit kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak tulangan beton;
- e. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail.

### **B. Karakteristik Material**

#### **1. Semen Portland**

Mengacu pada SNI 15-2049-2004 yang membahas tentang semen portland disebutkan bahwa semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling trak semen portlan terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal

senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Pada SNI 15-2049-2004, semen portland dibagi menjadi 5 jenis berdasarkan jenis dan penggunaannya. Berikut pembagiannya :

- a. Jenis I yaitu semen portland yang digunakan untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- b. Jenis II yaitu semen portland yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III yaitu semen portland yang memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV yaitu semen portland memerlukan panas hidrasi rendah.
- e. Jenis V yaitu semen portland yang memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

## **2. Agregat**

Agregat menurut SNI 03-1737-1989 ialah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan. Dituliskan pada SNI 03-3976-1995 bahwa agregat kasar dan halus harus berkualitas baik, tidak terkontaminasi, harus memiliki gradasi, dan kelembaban yang seragam. Fungsi agregat pada campuran beton merupakan sebagai bahan penguat, memberikan stabilitas keawetan, dan sebagai bahan pengisi. Agregat mengisi sekitar 70%-80% dari volume total beton.

### **a. Agregat kasar**

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat kasar yaitu kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau batu pecah yang diperoleh pada industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5,0 mm sampai 40 mm. Menurut standar SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A ada persyaratan yang harus dipenuhi. Berikut persyaratan agregat kasar :

- Butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan  $\leq 5\%$ .
- Bersifat kekal dan tidak hancur atau pecah oleh faktor cuaca.
- Tidak mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%.
- Butiran agregat panjang dan pipih tidak lebih dari 20%.
- Ukuran maksimum butir tidak lebih dari :  $1/5$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan,  $1/3$  tebal plat beton,  $3/4$  jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.
- Variasi butir sesuai standar gradasi dan modulus halus butir antara 6 - 7,1.

### **b. Agregat halus**

Sesuai yang tertera pada SNI 03-2847-2002 bahwa agregat halus yaitu pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan pada industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5,0 mm. Pada SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A) disebutkan syarat-syarat yang harus terpenuhi. Persyaratan agregat halus adalah sebagai berikut :

- Bersifat kekal dan tidak hancur atau pecah oleh faktor cuaca.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- Butirnya tajam dan keras, indeks kekerasan  $\leq 2,2$ .
- Variasi butir sesuai standar gradasi dan modulus halus butir antara 1,5 - 3,8.
- Jika agregat halus berasal dari pantai/laut, bisa digunakan jika sudah mendapatkan petunjuk dari Lembaga pemeriksaan bahan yang sudah diakui.
- Tidak mengandung zat organik terlalu banyak.

## **C. Campuran Beton Normal (Mix Desain Beton Normal)**

Berdasarkan SNI 7656:2012 mengenai Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa, karakteristik beton yang dipersyaratkan dalam spesifikasi untuk menentukan proporsi campuran tiap m<sup>3</sup> beton, sesuai Tabel 1.

1) Pemilihan Slump

Tabel 1. Nilai Slump Untuk Pekerjaan Konstruksi

Tipe Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak).	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah.	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

Sumber : SNI 7656:2012

2) Pemilihan Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum

Ukuran nominal agregat kasar maksimum dengan gradasi yang baik memiliki rongga udara yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat berukuran lebih kecil. Dengan demikian, beton dengan agregat berukuran lebih besar membutuhkan lebih sedikit adukan mortar persatuan isi beton.

Ukuran nominal agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antara dinding cetakan/bekisting.
- 1/3 tebalnya pelat lantai.
- 3/4 jarak minimum antar masing-masing batang tulangan, berkas-berkas tulangan, atau tendon tulangan pra-tegang.

3) Perkiraan Air Pencampur dan Kandungan Udara dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Air Pencampur dan Kandungan Udara

Air (kg/m <sup>3</sup> ) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah									
Slump (mm)	9,5	12,7	19	25	37,5	50	75	150	
<b>Beton tanpa tambahan udara</b>									
<b>25-50</b>	207	199	190	179	166	154	130	113	
<b>75-100</b>	228	216	205	193	181	169	145	124	
<b>150-175</b>	243	228	216	202	190	178	160	-	
<b>&gt;175</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Banyak udara beton (%)</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	
<b>Beton dengan tambahan udara</b>									
<b>25-50</b>	181	175	168	160	160	142	122	107	
<b>75-100</b>	202	193	184	175	165	157	133	119	
<b>150-175</b>	216	205	197	184	174	166	154	-	
<b>&gt;175</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut:</b>									
<b>Ringan (%)</b>	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	
<b>Sedang (%)</b>	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0	
<b>Berat (%)</b>	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	

Sumber : SNI 7656:2012

4) Pemilihan Rasio Air-Semen atau Rasio Air-Bahan Bersifat Semen

Tabel 3. Hubungan Antara Rasio Air-Semen (w/c) atau Rasio Air-Bahan Bersifat Semen {w/(c+p)} dan Kekuatan Beton

Kekuatan Beton Umur 28 Hari (Mpa)	Rasio Air-Semen (Berat)	
	Beton Tanpa Tambahkan Udara	Beton Dengan Tambahkan Udara
<b>40</b>	0,42	-
<b>35</b>	0,47	0,39
<b>30</b>	0,54	0,45
<b>25</b>	0,61	0,52
<b>20</b>	0,69	0,60
<b>15</b>	0,79	0,70

Sumber : SNI 7656:2012

5) Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan dalam contoh di langkah 3 dan langkah 4 diatas. Kebutuhan semen adalah perkiraan kadar air pencampur (langkah 3) dibagi rasio air-semen (langkah 4). Namun demikian, bila persyaratannya memasukkan pembatasan pemakaian semen minimum secara terpisah selain dari persyaratan kekuatan dan keawetan, campuran haruslah didasarkan pada kriteria apapun yang mengarah pada pemakaian semen yang lebih banyak.

6) Perkiraan Kadar Agregat Kasar

Tabel 4. Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton

Ukuran Nominal Agregat Maksimum (mm)	Volume Agregat Kasar Kering Oven Per Satuan Volume Beton Untuk Berbagai Modulus Kehalusan Dari Agregat Halus			
	<b>2,40</b>	<b>2,60</b>	<b>2,80</b>	<b>3,00</b>
<b>9,5</b>	0,50	0,48	0,46	0,44
<b>12,5</b>	0,59	0,57	0,55	0,53
<b>19</b>	0,66	0,64	0,62	0,60
<b>25</b>	0,71	0,69	0,67	0,65
<b>37,5</b>	0,75	0,73	0,71	0,69
<b>50</b>	0,78	0,76	0,74	0,72
<b>75</b>	0,82	0,80	0,78	0,76
<b>150</b>	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : SNI 7656:2012

7) Perkiraan Kadar Agregat Halus

Tabel 5. Perkiraan Awal Berat Beton Segar

Ukuran Nominal Agregat Maksimum (mm)	Perkiraan Awal Berat Beton (kg/m <sup>3</sup> )	
	Beton Tanpa Tambahkan Udara	Beton Dengan Tambahkan Udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Sumber : SNI 7656:2012

8) Penyesuaian Terhadap Kelembaban Agregat

Jumlah agregat yang ditimbang untuk beton harus memperhitungkan banyaknya kandungan air yang terserap dalam agregat. Umumnya, agregat dalam keadaan lembab, sehingga berat keringnya harus ditambah sebanyak persentase air yang dikandungnya baik yang terserap maupun yang ada dipermukaan.

Banyaknya air pencampuran yang harus ditambahkan ke dalam campuran harus dikurangi sebanyak air bebas yang didapat dari agregat, yaitu jumlah air dikurangi air yang terserap.

9) Pengaturan Campuran Percobaan

Proporsi hasil perhitungan harus diperiksa melalui pembuatan campuran percobaan yang dipersiapkan dan diuji menurut SNI 03-2493-1991 atau sebanyak campuran di lapangan. Pemakaian air harus cukup untuk menghasilkan slump yang disyaratkan sewaktu memilih proporsi.

Beton harus diperiksa berat isi dan jumlah yang dihasilkan (SNI 03-1973-1990) dan kadar udara (SNI 03-3418-1994). Juga harus diperiksa sifat pengerjaannya, bebas dari segregasi, dan sifat penyelesaiannya.

### 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

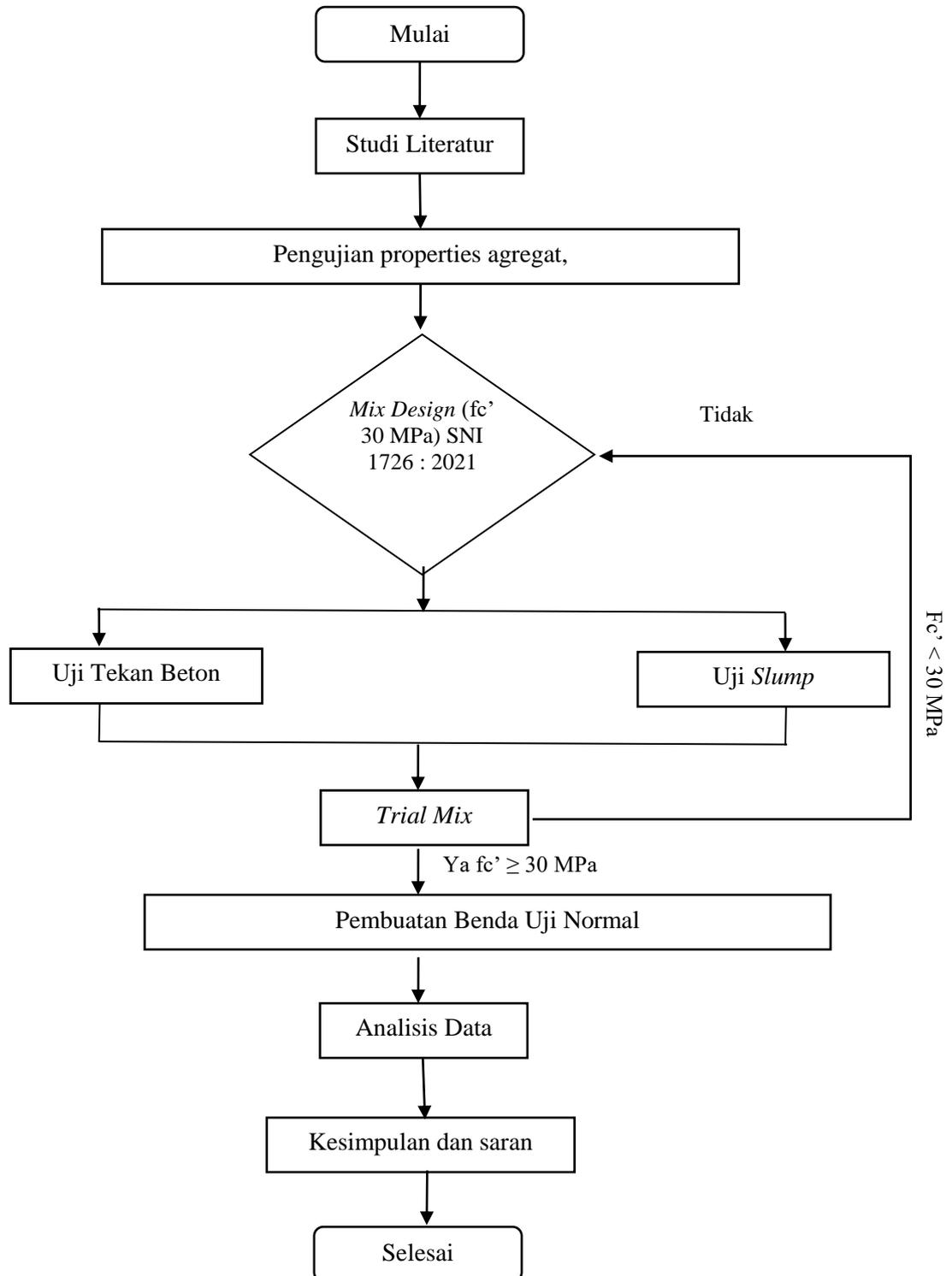
#### A. Tujuan Penelitian

Menentukan karakteristik material pada propertis beton normal.

#### B. Manfaat Penelitian

Secara akademis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada kajian tentang pemanfaatan material yang unggul bagi proyek konstruksi khususnya di bidang struktur beton. Walaupun penelitian mengenai pemanfaatan material unggul untuk campuran beton cukup beragam, namun penelitian menggunakan material tertentu dari suatu supplier yang mana sangat efektif dalam pembuatan beton normal.

#### 4. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## 5. ANALISA PENGUJIAN MATERIAL

### A. Analisa Pengujian Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Sudamanik. Agregat kasar, agregat sedang dan abu batu diperoleh dari hasil mesin pemecah batu (*stone crusher*). Untuk mendapatkan agregat baru yang memenuhi persyaratan dilakukan pengujian di laboratorium.

Analisa karakteristik agregat pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui sifat- sifat bahan agregat yang digunakan pada campuran, seperti di bawah ini:

- a) Kekekalan agregat terhadap Magnesium Sulfat
- b) Keausan agregat dengan alat Abrasi *Los Angeles*
- c) Kelekatan agregat terhadap aspal
- d) Butir pecah pada agregat kasar
- e) Partikel pipih dan lonjong
- f) Berat jenis dan penyerapan
- g) Kadar lumpur

## 6. HASIL DAN KARAKTERISTIK MATERIAL

### A. Agregat Kasar

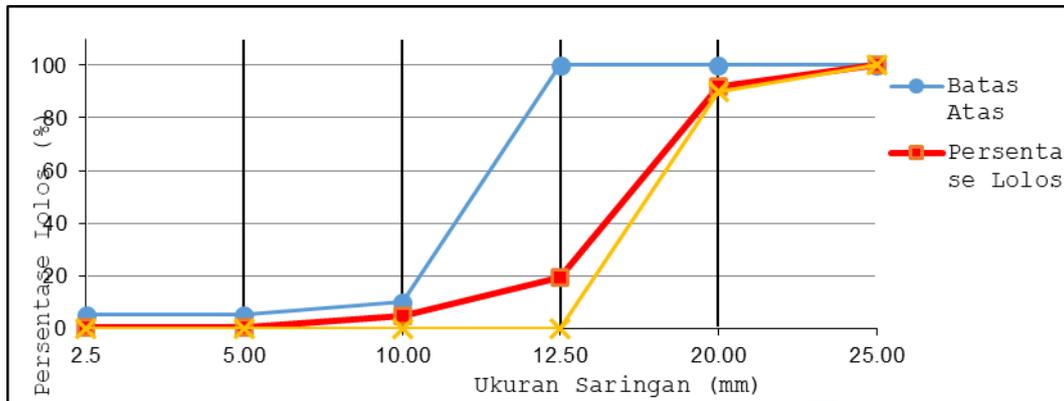
#### a. Pengujian Analisa Ayakan

Pengujian analisis ayakan agregat kasar pada penelitian ini mengacu pada SNI 1968 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. Sumber material agregat kasar dari , Untuk hasil pengujian agregat kasar dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Analisa Ayakan

Ukuran Saringan	Test I		Test II		Rata-rata Persentase Tertahan (%)	Kumulatif	Kumulatif	Spesifikasi	
	Berat	Persentase	Berat	Persentase		Persentase	Persentase	(%)	
	Tertahan	Tertahan	Tertahan	Tertahan		Tertahan	Lolos	Min	Max
(mm)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)		
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100,00	100,00
20	134.00	6.70	186.00	9.30	8.00	8.00	92.00	90,00	100,00
12,7	1511.00	75.55	1401.00	70.05	80.80	80.80	19.20	0,00	100,00
10	253.00	12.65	321.00	16.05	95.15	95.15	4.85	0,00	10,00
5	93.00	4.65	88.00	4.40	99.68	99.68	0.32	0,00	5,00
2,5	0.00	0.00	0.00	0.00	99.68	99.68	0.32	0,00	5,00
1,2	0.00	0.00	0.00	0.00	99.68	99.68	0.32		
0,6	0.00	0.00	0.00	0.00	99.68	99.68	0.32		
0,3	0.00	0.00	0.00	0.00	99.68	99.68	0.32		
0,15	0.00	0.00	0.00	0.00	99.68	99.68	0.32		
Pan	9.00	0.45	4.00	0.20	100.00	100.00	0.00		
Total	2000,00		2000,00						
FM						7,82			

Dari hasil pengujian analisis saringan, diperoleh nilai Fineness Modulus sebesar 7,82 dan dapat disimpulkan bahwa agregat kasar yang akan digunakan masuk ke dalam batas gradasi agregat kasar sesuai JIS A5005 – 200.



Gambar 3. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar

Pada gambar grafik di atas menunjukkan syarat agregat kasar yang baik, karena garis merah di dalam grafik tidak keluar dari batas garis hitam.

**b. Pengujian Berat Jenis**

Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan dan mengacu pada tentang SNI 1969 – 2008 cara uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Hasil pengujian agregat kasar dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat keranjang (A)	gr	526,00	526,00
2.	Berat sample dan keranjang (B)	gr	2526,00	2526,00
3.	Berat sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4.	Berat keranjang dalam air (D)	gr	461,00	461,00
5.	Berat sample dan keranjang dalam air (E)	gr	1676,00	1680,00
6.	Berat sample dalam air (F=E-D)	gr	1215,00	1219,00
7.	Berat jenis (G=C/(C-F))		2,55	2,56
8.	Selisih			0,02
9.	Rata - rata			2,56

Dari hasil pengujian berat jenis agregat kasar didapat berat jenis rata – rata 2,56 dan untuk hasil tersebut dapat diklasifikasikan sebagai agregat yang dapat digunakan atau agregat normal karena masih dalam batas yang diizinkan yaitu nilainya 2,2 sampai 2,7 SNI 1969-2008.

**c. Pengujian Berat Isi**

Pengujian Berat isi Agregat kasar mengacu pada tentang SNI 03-4804-1998 metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Hasil pengujian agregat kasar ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm <sup>3</sup>	2002,00	2002,00
2.	Berat container (B)	gr	787,00	787,00
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3705,00	3622,00
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2918,00	2835,00
5.	Berat isi (E=D/A)	cm <sup>3</sup> /gr	1,46	1,42
6.	Selisih			0,04
7.	Rata - rata (F)			1,44
8.	Berat jenis (G)			2,56
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)			56,22

Dari hasil pengujian berat jenis di atas didapat rata – rata 1,44 gr/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut masih bisa digunakan karena dalam batas yang di izinkan yaitu diatas 1,2 gr/cm<sup>3</sup>.

#### d. Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada agregat kasar mengacu pada SNI 1969-2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Hasil pengujian daya serap air agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Daya Serap Air Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat pan (A)	gr	1286,00	1260,00
2.	Berat sample dan pan (B)	gr	3286,00	3260,00
3.	Berat Sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4.	Berat Sample Kering (D)	gr	1947,00	1946,30
5.	Daya Serap air (E=(C-D)/D)	%	2,71	2,76
6.	Selisih			0,05
7.	Rata-rata			2,73

Dari hasil pengujian daya serap air di atas didapat nilai rata – rata 2,73%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat kasar dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai SSD sebesar 2,73% dari berat kering agregat kasar yang telah dilakukan pengujian itu sendiri.

#### e. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan penelitian ini dengan mengacu pada SNI 4142 tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan nomor 200 (0,075mm). Dari hasil pengujian yang telah dilakukan kadar lumpur atau yang lolos saringan no. 200 sebesar 0.81% dari rata – rata yang telah dilakukan dua kali percobaan, untuk hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10. berdasarkan hasil ini, Nilai persentase material lolos ayakan 0,074 mm adalah sama dengan nilai persentase kadar lumpur.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum dicuci (A)	gr	2000,00	2000,00
2.	Berat kering material sesudah di cuci (B)	gr	1980.20	1987.30
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm ( $C = ((A-B)/A) \times 100\%$ )	%	0.99	0.64
4.	Selisih			0.35
5.	Rata - rata			0.81

#### f. Pengujian Keausan

Pengujian kadar keausan dilakukan di laboratorium tempat penelitian berlangsung. Pengujian menggunakan mesin *los angeles* yang memutar agregat kasar yang ada di dalamnya.

Tabel 11. Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

	Ukuran saringan (mm)		Sample I Berat (gr)	Sample II Berat (gr)
	Lolos	Tertahan		
	76,2	63,5		
	63,5	50,8		
	50,8	36,1		
	36,1	25,4		
	25,4	19,1		
	19,1	12,7	2500	2500
	12,7	9,52	2500	2500
	9,52	6,35		
	6,35	4,75		
	4,75	2,36		
Jumlah Putaran			500	500
Jumlah Bola Baja			11	11
Jumlah Berat (gram) (a)			5000	5000
Berat tertahan saringan no 12 sesudah percobaan (gram) (b)			3852	3981
Keausan (%)			22.96	20.38
Selisih sample I & II				2.58
Rata-rata Keausan (%)				21.67

Hasil uji di atas menunjukkan hasil rata-rata keausan sebesar 21.67%. Agregat kasar baik digunakan untuk konstruksi, karena hasil rata-rata keausan dibawah 40%.

**B. Agregat Halus**

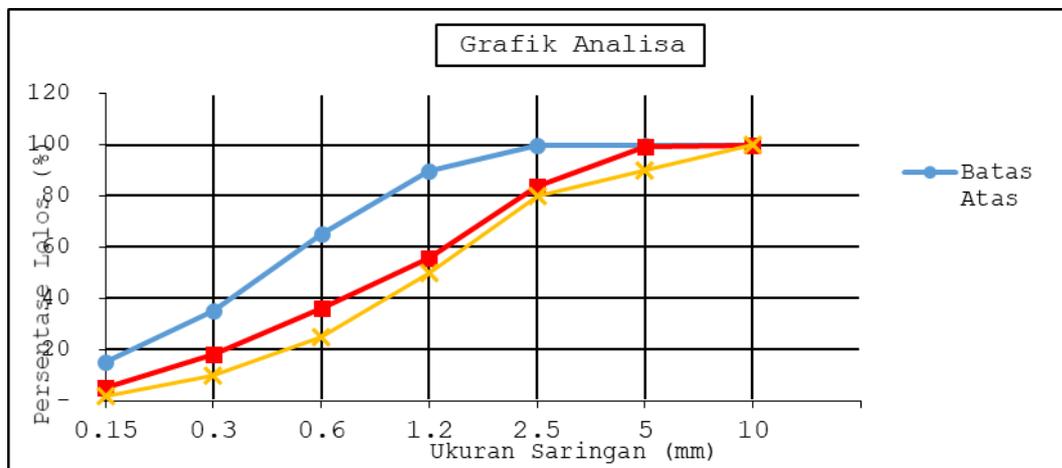
**a. Pengujian Analisis Ayakan**

Untuk Pengujian analisis ayakan agregat halus mengacu pada SNI 1968 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, agregat halus yang digunakan pasir sumedang. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian Analisis Ayakan Agregat Halus

Ukuran	Percobaan 1		Percobaan 2		Rata-Rata	Kumulatif	Kumulatif
	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persen tase Tertahan (%)	Persen tase Tertahan (%)	Persen tase Lolos (%)
10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
5	8.0	0.80	10.00	1.00	0.90	0.90	99.10
2,5	162.0	16.20	142.00	14.20	15.20	16.10	83.90
1,2	263.0	26.30	303.00	30.30	28.30	44.40	55.60
0,6	191.0	19.10	200.00	20.00	19.55	63.95	36.05
0,3	160.0	16.00	203.00	20.30	18.15	82.10	17.90
0,15	151.0	15.10	102.00	10.20	12.65	94.75	5.25
Pan	65.00	6.50	40.00	4.00	5.25	100.00	0.00
Total	1000,00	100,00	1000,00	100,00			
FM						3,02	

Dari hasil pengujian analisis ayakan yang telah dilakukan diperoleh nilai fineness Modulus (FM) yaitu 3,02 , nilai FM tersebut masih dalam batas yang diizinkan untuk agregat halus sebesar 1,5 – 3,8 dari SK SNI S – 04 – 1989 – F. Untuk hasil pengujian ini masuk dalam JIS A 5005.



Gambar 3. Grafik Analisis Saringan Agregat Halus

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa hasil uji agregat halus masuk dalam batas yang diizinkan ditunjukkan dengan garis yang berwarna merah pada grafik.

**b. Pengujian Berat Jenis**

Tabel 13. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Nomor flash		1	2
2.	Berat flash (A)	gr	224.20	144.00
3.	Berat sample dan flask (B)	gr	725,00	644,00
4.	Berat sample (C=B-A)	gr	500,00	500.00
5.	Berat flask, sample, dan air (D)	gr	1027,00	950,00
6.	Berat air (E=D-B)	gr	300.60	302.40
7.	Berat Jenis (F=C/(C-E))		2,51	2,53
8.	Selisih		0,02	
9.	Rata - rata		2,52	

Untuk pengujian agregat halus mengacu pada SNI 1970 – 2008 tentang Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil pengujian dilihat pada Tabel 13..

Dari hasil pengujian berat jenis di atas didapat berat jenis rata – rata 2,52 dan dapat diklasifikasi sebagai agregat halus normal karena nilainya masih dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 sampai 2,7.

**c. Pengujian Berat isi**

Pengujian berat isi agregat halus mengacu pada SNI 03 – 4804 – 1998 tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Untuk hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm <sup>3</sup>	2002,00	2002,00
2.	Berat container (B)	gr	787,00	787,00
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3622,60	3706,70
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2835.60	2919,70
5.	Berat isi (E=D/A)	cm <sup>3</sup> /gr	1.42	1.46
6.	Selisih		0.04	
7.	Rata - rata		1.44	
8.	Berat Jenis (G)		2.52	
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)		57.06	

Dari hasil berat isi di atas didapat rata – rata 1,44 gr/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut masih dalam batas minimal yang diizinkan pada SNI-03-4804-1998 yaitu diatas 1,2 gr/cm<sup>3</sup>.

**d. Pengujian Daya Serap Air**

Pengujian daya serap air agregat halus mengacu pada SNI 1970 – 2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus, untuk hasil pengujian dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Pengujian Daya Serap Air Agregat Halus

Percobaan	Satuan	1	2
Berat pan (A)	gr	1236,00	1258,00
Berat sample dan pan (B)	gr	2236,00	2258,00
Berat sample (C=B-A)	gr	1000,00	1000,00
Berat sample kering (D)	gr	973,40	972,90
Daya serap air (E=(C-D)/D)	%	2,73	2,79
Selisih		0,05	
Rata - rata		2,76	

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh, daya serap air pada agregat halus sebesar 2,76% dari berat tersebut dengan begitu sesuai dengan ketentuan SNI-1970-2008.

#### e. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 03 – 4142 – 1996. Hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum dicuci (A)	gr	1000,00	2000,00
2.	Berat kering material sesudah di cuci (B)	gr	961.20	964.50
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm (C=((A-B)/A)x100%)	%	3.88	3.55
4.	Selisih		0,90	
5.	Rata - rata		2,05	

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diketahui kadar lumpur pada benda uji sebesar 2,05%. Nilai dari tersebut masih termasuk pada batas yang diizinkan yaitu maksimum yang tertera pada SNI-03-4142-1996.

#### C. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat

Berdasarkan pengujian terhadap agregat kasar dan halus, maka rekapitulasi hasil dari pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 17. Rekapitulasi Pengujian

Jenis Agregat	Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
Agregat Kasar (Batu Pecah 10mm – 20mm)	Analisis Ayakan	7,82	3,0 - 8,0	√
	Berat Jenis	2,56 gr/cm <sup>3</sup>	2,2 - 2,7 gr/cm <sup>3</sup>	√
	Berat Isi	1,44 gr/cm <sup>3</sup>	>1,2 gr/cm <sup>3</sup>	√
	Daya serap air	2,73%		√
	Kadar Lumpur	0,81%	<1%	√
Agregat Halus	Analisis Ayakan	3,02	1,5 - 3,8	√
	Berat Jenis	2,52 gr/cm <sup>3</sup>	2,2 - 2,7 gr/cm <sup>3</sup>	√
	Berat Isi	1,44 gr/cm <sup>3</sup>	>1,2 gr/cm <sup>3</sup>	√
	Daya serap air	2,76%		√
	Kadar Lumpur	3,72%	<5%	√

#### **D. Perancangan Campuran (Mix Design)**

Berdasarkan data – data yang telah diperoleh dari pengujian material yang digunakan, maka untuk perancangan campuran beton dengan menggunakan acuan SNI 7656-2012

tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Adapun langkah – langkah perhitungan perancangan campuran beton tersebut diuraikan sebagai berikut:

Tabel 18. Mix Desain

No	Mix Desain Beton Normal (fc 30 Mpa)	Nilai
1	Kuat tekan rencana dalam 28 hari	25
2	Deviasi standar	5
3	Nilai tambah	
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan $f_{cr}'$	30
5	Jenis semen	tipe 1/biasa
6	Jenis agregat kasar	pecah
7	Jenis agregat halus	pecahan batu
8	Faktor air semen	0,54
9	Nilai slump	7 - 12 cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	25 mm
11	Kebutuhan air	205
12	Kebutuhan semen portland	379,629
13	Daerah gradasi agregat halus	daerah zona no 3
14	Berat jenis agregat campuran	2,51
15	Berat jenis beton	2801,667
16	Kebutuhan agregat	1400,833
17	Kebutuhan agregat halus menjadi 60%	840,5
18	Kebutuhan agregat kasar menjadi 40%	560,333

Tabel 19. Total Kebutuhan Material dan Serat Beton (Silinder)

Material	Berat Per Silinder (kg)	Berat Total 9 Silinder (kg)
Volume Silinder	0,00157	
Semen	2,065	<u>18,587</u>
Air	0,354	<u>8,709</u>
Agregat halus	1,452	<u>13,064</u>
Agregat kasar	0,968	<u>3,186</u>

Tabel 20. Hasil Kuat Tekan Beton Trial Mix

No	Tanggal cor	Trial Mix	Compressive Strength											Status	
			Tanggal Test	7 hari			Tanggal Test	14 hari			Tanggal Test	28 hari			
				fc' (MPa)	Rata-rata	Weight		fc' (MPa)	Rata-rata	Weight		fc' (MPa)	Rata-rata		Weight
1	23-Jul	Trial 1	7/30	18.0	19.7	3.796	6-Aug	15.9	20.3	3.721	20-Aug	29.2	27.1	3.682	OK
				20.4		3.801		17.7		3.783		18.9		3.782	OK
				20.7		3.662		27.4		3.627		33.1		3.707	OK
2	3-Sep	Trial 2	9/10	15.3	23.0	3.410	17-Sep	38.3	30.2	3.480	1-Oct	38.7	34.4	3.682	OK
				22.9		3.470		24.4		3.510		36.7		3.782	OK
				30.9		3.450		27.8		3.580		27.7		3.707	OK
3	3-Sep	Trial 3	9/10	21.7	28.8	3.370	17-Sep	26.3	25.9	3.530	1-Oct	32.8	39.7	3.707	OK
				29.7		3.450		22.8		3.560		41.7		3.707	OK
				34.9		3.570		28.5		3.470		44.7		3.707	OK
4	3-Sep	Trial 4	9/10	29.1	31.4	3.510	17-Sep	33.7	39.2	3.580	1-Oct	50.6	41.5	3.682	OK
				28.0		3.540		35.0		3.630		31.0		3.682	OK
				37.0		3.510		49.0		3.550		42.9		3.682	OK

Dari hasil trial mix beton di Tabel 20, maka penulis memutuskan untuk menggunakan mutu beton f'c 30 MPa dengan pertimbangan hasil kuat tekan beton cukup stabil dari sisi simpangan deviasinya.

## 7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data uji properties terhadap bahan agregat dari Sudamanik dan beton maka dapat disimpulkan bahwa bahan agregat telah memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia dan IJASE. Sehingga material tersebut dapat digunakan tahap rencana campuran beton normal (job mix formula) dengan mengacu kepada ketentuan gradasi butiran. Dari hasil trial mix beton di Tabel 20, maka penulis memutuskan untuk menggunakan mutu beton f'c 30 MPa dengan pertimbangan hasil kuat tekan beton cukup stabil dari sisi simpangan deviasinya.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318M-14. (2019) Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute
- ASCE. (2010). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE 7-10. American Society of Civil Engineers.
- Setiawan, A., Hidayat, I. (2013). Experimental Study on Epoxy Polystyrene as a Partial Substitution of Fine Aggregate of Concrete Mixture. Asian Journal of Civil Engineering (BHRC) Vol 14. No.6. pp. 849-858
- Standar Nasional Indonesia. (1989). Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). SK SNI S-04-1989-F. Yayasan LPMB.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 03-1970-1990 (hal. 1-5). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990 (hal. 1-5). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (1996). Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat. SNI 03-4142-1996 (hal. 1-6). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (1998). Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. SNI 03-4804-1998 (hal. 1-6). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970:2008 (hal. 1-12). Badan Standardisasi Nasional.

- Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970:2008 (hal. 1-12). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 1969:2008 (hal. 1-10). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. SNI 2417:2008 (hal. 1-9). Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2008). Cara Uji Slump Beton. SNI 1972:2008 (hal. 1-5). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. SNI 1974-2011. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. (2012). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. SNI 7656-2012. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Sukirman, Silvia. (2012). Beton Aspal Campuran Panas. Bandung: penerbit Itenas
- Standar Nasional Indonesia. (2015). Semen Portland. SNI 2049:2015 (hal. 1-139). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan . SNI 2847:2019 (hal. 655-695). Badan Standarisasi Nasional.
- Wicaksono, Imam Agung. 2005. Tinjauan Permeabilitas Beton Kedap Air Sistem Integral dengan Bahan Tambah Cebex-031 dan Conplast-X421M. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1996. Teknologi Beton Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada