

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

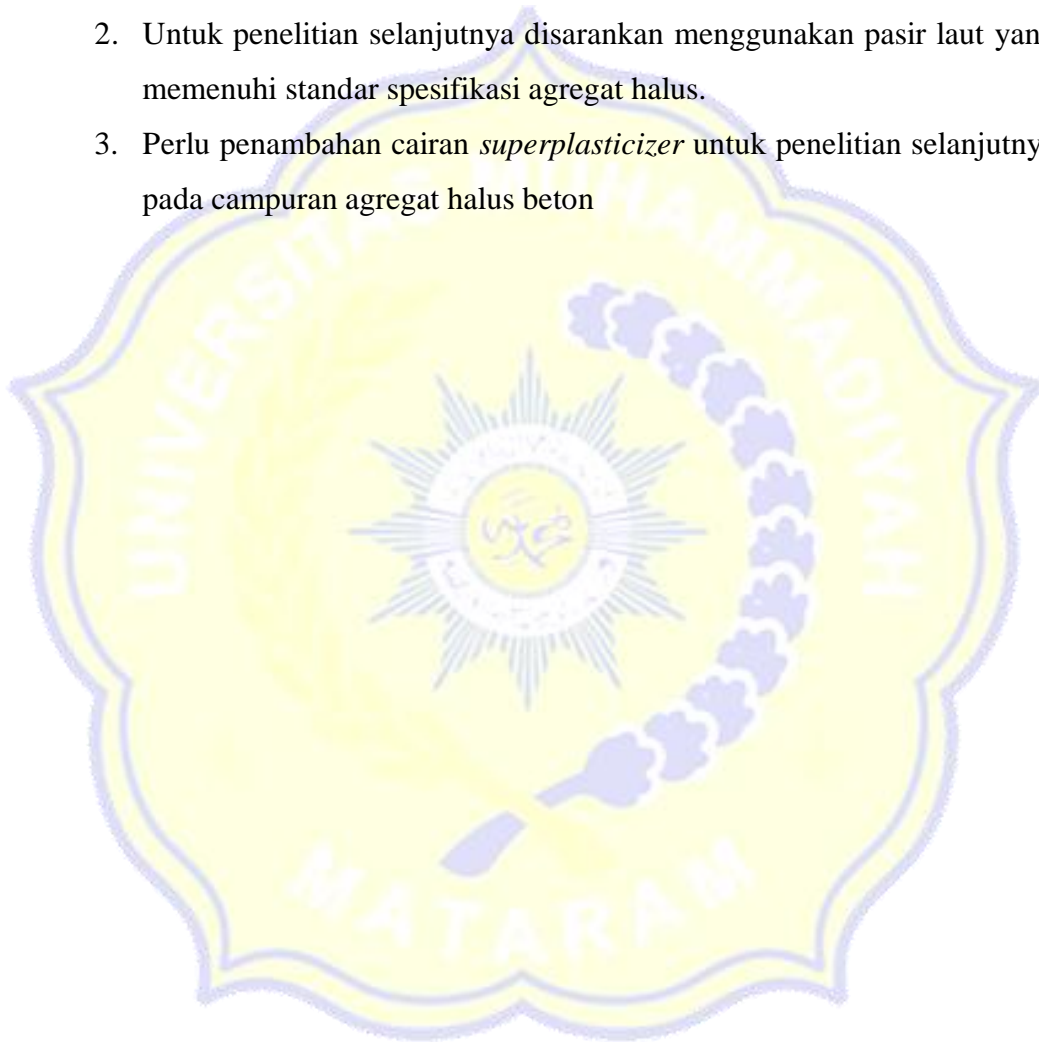
Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian menunjukkan campuran agregat halus beton menggunakan pasir laut dengan agregat halus pasir gunung menyebabkan mutu beton menurun. Akan tetapi pada variasi campuran 25% dan 50% memenuhi syarat beton normal.
2. Penggunaan pasir laut sebagai agregat pada beton mengakibatkan kualitas mutu beton menurun dan tidak memenuhi syarat untuk beton normal karena tidak memenuhi standar spesifikasi agregat halus
3. Dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa semakin bertambah variasi campuran pasir laut maka kuat tekan akan menjadi semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh agregat campuran pasir laut yang tidak memenuhi standar spesifikasi pada pengujian agregat halus pasir laut. Namun untuk variasi campuran pasir laut 25% dan 50% memenuhi syarat untuk beton normal.
4. Dari hasil pengujian tarik belah beton silinder pada didapat nilai tarik belah tertinggi pada variasi campuran 50% dan 75% dengan nilai kuat tarik belah sama. Sedangkan untuk nilai terendah terjadi pada variasi campuran 100%. Diperkirakan peningkatan kuat tarik belah yang terjadi di sebabkan oleh faktor kepadatan beton stabil pada variasi campuran 50% dan 75%.
5. Dari hasil pengujian kuat geser menunjukkan bahwa terjadinya penurunan kuat geser beton seiring dengan peningkatan variasi penggunaan pasir laut. Faktor yang menyebabkan penurunan nilai kuat geser beto adalah gradasi agregat halus yang menurun seiring dengan peningkatan variasi campuran dikarenakan pasir laut yang digunakan sebagai campuran agregat halus beton melewati batasan jumlah butir lolos yang sesuai standar spesifikasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama pengujian ini, maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan membatasi variasi campuran agregat halus pasir laut sebesar 50% karena mutu yang dihasilkan memenuhi syarat beton normal
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pasir laut yang memenuhi standar spesifikasi agregat halus.
3. Perlu penambahan cairan *superplasticizer* untuk penelitian selanjutnya pada campuran agregat halus beton



DAFTAR PUSTAKA

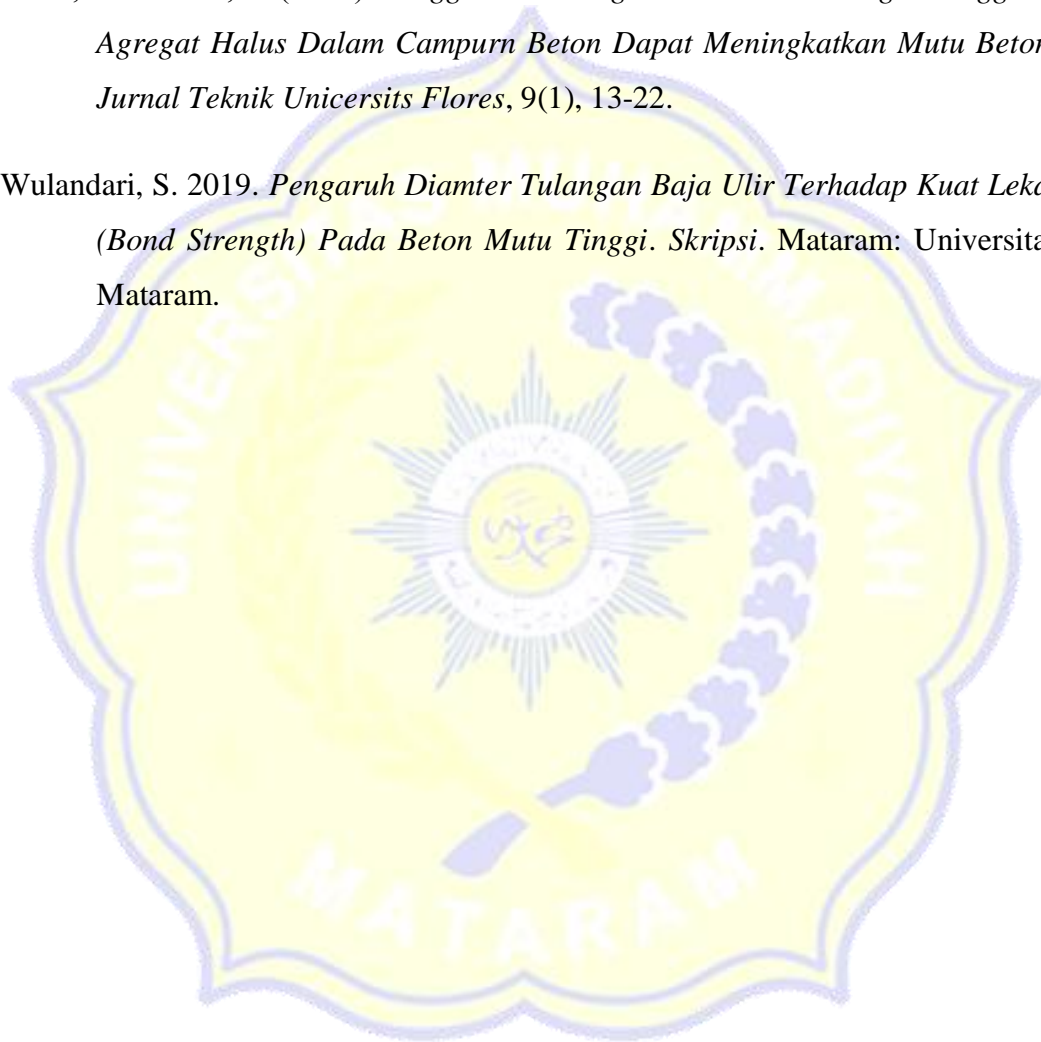
- Chon, Aa. Krisnadi E. (1982). *Penuntun Praktikum Kimia Analisis Jumlah*, Departemen Perindustrian Sekolah Menengah Analis Kimia. Bogor
- Departemen PU. *Puslitbang prasarana transportasi, Divisi 7 – 2005*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Dumyati A. (2015). *Analisa Penggunaan Pasir Pnati Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung*, 3(1), 1-13.
- Imran. & Yunus, M. (2017). *Analisa Luat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Laut sebagai Agregat Halus pada Beberapa Quarry di Kabupaten Fakfak. Jurnal INTEK*, 4(1), 66-72.
- SNI 03-7656-2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 6369:2008. *Tata cara pembuatan kaping untuk benda ujisilinder beton*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1969:2008. *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 6369:2008. *Tata cara pembuatan kaping untuk benda ujisilinder beton*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1970:2008. *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-1969-1990. *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1972:2008. *Cara uji sliump beton*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

SNI 03-1971-1990. *Metode pengujian kadar air agregat*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Tommy Iduwin. (2017). *Penggunaan Psir Laut Terhadap Kuat Tekan Beton Kota Bengkulu*. *Jurnal Forum Mekanika*, 6(2), 61-136.

Wora, M. & Da' o, A. (2015). *Penggunaan Sebagian Pasir Laut Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campurn Beton Dapat Meningkatkan Mutu Beton*. *Jurnal Teknik Unicersits Flores*, 9(1), 13-22.

Wulandari, S. 2019. *Pengaruh Diamter Tulangan Baja Ulir Terhadap Kuat Lekat (Bond Strength) Pada Beton Mutu Tinggi*. *Skripsi*. Mataram: Universitas Mataram.





PERHITUNGAN MIX DESIGN BETON
(SNI 7656-2012)

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) untuk umur 28 hari adalah 20 MPa
2. Perhitungan nilai standar deviasi (S)

Volume pekerjaan < 1000 m³. Pengawasan pelaksanaan baik.

Deviasi Stndar Sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan

Isi Pekerjaan		Deviasi Standar (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m ³)	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	4,5<S<5,5	5,5<S<6,5	6,6<S<8,5
Sedang	1000-3000	3,5<S<4,5	4,5<S<5,5	6,5<S<7,5
Besar	>3000	2,5<S<3,5	3,5<S<4,5	4,5<S<6,5

Dari tabel diatas, standar deviasi 5,5 MPa < S < 6,5 MPa

Diambil, S = 6 MPa.

3. Perhitungan nilai tambah (M)

$$M = k.s$$

K = 1,64 untuk kegagalan/cacat maksimum 5%

$$\begin{aligned} \text{Jadi, } M &= 1,64 \times 6 \\ &= 9,84 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Penetapan nilai kuat tekan beton rata-rata ($f'cr$)

$$\begin{aligned} F'cr &= F'c + M \\ &= 20 + 9,84 \\ &= 29,84 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Penetapan jenis agregat yang digunakan :

a) Agregat kasar yang digunakan yaitu:

- Jenis : kerikil/batu pecah dengan diameter maksimum 19 mm

- Berat satuan kerikil : 1568 kg/m³
- Berat jenis (SSD) : 2,618
- Modulus halus butir (MHB) : 7,6
- *Absorpsi* (penyerapan air) : 3,234%
- Kadar air : 1,709%

b) Agregat halus yang digunakan yaitu:

- Jenis : Pasir gunung
- Berat jenis (SSD) : 2,150
- Modulus halus butir (MHB) : 3,8
- *Absorpsi* (penyerapan air) : 6,910%
- Kadar air : 5,497%

6. Penetapan nilai slump

Nilai slump yang digunakan 75-100 mm untuk tipe konstruksi kolom bangunan sesuai pada tabel 1 SNI 7656-2012

Tabel 1 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi

Tipe konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondai telapak)	75	25
Pondasi bawah tanah	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

7. Kebutuhan air pencampur untuk beton dengan slump 75-100 (untuk kolom bangunan) dan diameter agregat maksimum 19 mm ditentukan berdasarkan tabel 2 SNI 7656-2012 Didapatkan 205 Kg/m³.

Tabel 2 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	145	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

8. Rasio air semen untuk beton dengan kekuatan $F'_c = 29,84$ MPa dapat ditentukan berdasarkan tabel 3 SNI 7656-2012

Tabel 3 Hubungan antara rasio air-semen (f/c) atau rasio air-bahan bersifat semen ($f/(c+p)$) dan kekuatan beton.

Kekuatan beton umur 28 hari, (MPa)	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Dikarenakan nilai rasio air semen untuk beton dengan kekuatan 29,84 MPa (tanpa tambahan udara) tidak ada nilainya dan berada pada luar data, maka digunakan rumus *extrapolasi* untuk mencari nilai rasio air semen.

Mencari nilai modulus kehalusan dengan interpolasi:

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \times (x - x_0)$$

Dengan : $x = 29,84 \text{ Mpa}$; $x_1 = 30$; $x_0 = 25$

$$y_1 = 0,54$$
 ; $y_0 = 0,61$

maka didapatkan :

$$Y = 0,61 + \frac{0,54 - 0,61}{30 - 25} \times (29,84 - 25) = 0,542$$

9. Banyaknya kadar semen yang diperlukan = $\frac{205}{0,542} = 378,229 \text{ kg/m}^3$

10. Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 5 SNI 7656-2012. Untuk agregat halus dengan modulus halus butir 3,8 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar $0,52 \text{ m}^3$ beton. Dengan demikian, berat keringnya, $0,52 \times 1568 = 815,36 \text{ kg}$.

Tabel 5 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			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69

50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Catatan : Volume berdasarkan berat kering oven sesuai SNI 03-4804-1998

Mencari nilai modulus kehalusan dengan interpolasi:

$$Y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \times (x - x_0)$$

Dengan : $x = 3,8$; $x_1 = 3,0$; $x_0 = 2,8$

$$y_1 = 0,60$$
 ; $y_0 = 0,62$

maka didapatkan :

$$Y = 0,62 + \frac{0,60 - 0,62}{3,0 - 2,8} \times (3,8 - 2,8) = 0,52$$

11. Perkiraan agregat halus

a) Atas dasar massa (berat)

Perkiraan awal berat beton 2345 kg/m^3 dapat dilihat ditabel 6 SNI 7656-2012.

Berat (massa) yang sudah diketahui:

Air	: 205 kg
Semen	: 378,229 kg
Agregat kasar	: 815,36 kg
Jumlah	: 1398,589 kg

Jadi, massa (berat) agregat halus = $2345 - 1398,589 = 946,411 \text{ kg}$

b) Atas dasar volume absolut

- Volume air $= \frac{205}{1000} = 0,205 \text{ m}^3$
- Volume padat semen $= \frac{378,229}{3,15 \times 1000} = 0,120 \text{ m}^3$
- Volume absolut agregat kasar $= \frac{815,36}{2,618 \times 1000} = 0,311 \text{ m}^3$
- Volume udara terperangkap $= 0,03 \times 1000 = 0,030 \text{ m}^3$

Jumlah volume agregat padat = $0,205 + 0,120 + 0,311 + 0,030 = 0,666$
 m^3

Bahan selain agregat halus

- Volume agregat halus yang dibutuhkan = $1,00 - 0,666 = 0,334 \text{ m}^3$
- Besar agregat halus kering yang dibutuhkan = $0,334 \times 2,15 \times 1000$
 $= 718,1 \text{ kg}$

c) Perbandingan berat campuran 1 m^3 beton yang dihitung dengan dua cara perhitungan diatas adalah sebagai berikut:

	Berdasarkan perkiraan massa beton, kg	Berdasarkan perkiraan volume absolut bahan, kg
Air	205	205
Semen	378,229	378,229
Agregat kasar (kering)	815,36	815,36
Pasir (kering)	718,1	718,1

12. Koreksi terhadap kadar air

- Kadar air agregat kasar = 1,709 %
- Kadar air agregat halus = 5,497%

Maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi:

- Agregat kasar (basah) = $815,36 + (815,36 \times 1,705 \%)$
 $= 829,261 \text{ kg}$
- Agregat halus (basah) = $718,1 + (718,1 \times 5,497 \%)$
 $= 757,848 \text{ kg}$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampuran dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Dengan

demikian, air pada pembukaan yang diberikan dari agregat kasar dan agregat halus yaitu sebesar:

- Agregat kasar = $1,709 - 3,234 = -1,525$
- Agregat halus = $5,497 - 6,910 = -1,413$

Dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 205 - ((757,848 \times (-0,01413)) - (829,261 \times (-0,01525))) \\ &= 203,062 \text{ kg} \end{aligned}$$

13. Perkiraan berat campuran beton 1 m³ beton:

Dari langkah-langkah diatas didapatkan susunan campuran beton per m³ :

• Air	= 203,062 kg
• Semen Portland	= 356,088 kg
• Agregat kasar	= 829,261 kg
• Agregat halus	= 757,848 kg +
Total	= 2146,259 kg

14. Silinder

1) Perhitungan volume silinder

Diketahui :

- Diameter silinder (d) = 0,15 m
- Tinggi silinder (t) = 0,30 m

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times (d^2) \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15^2) \times 0,30 \\ &= 0,00529 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2) Proporsi campuran untuk silinder (15 cm x 30 cm)

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,00529 = 1,074 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,00529 = 1,883 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $829,261 \text{ kg} \times 0,00529 = 4,387 \text{ kg}$
- Agregat halus = $757,848 \text{ kg} \times 0,00529 = 4,009 \text{ kg}$

15. Double L

1) Volume double L

Diketahui :

- Panjang = 0,30 m
- Lebar = 0,20 m
- Tinggi = 0,075 m

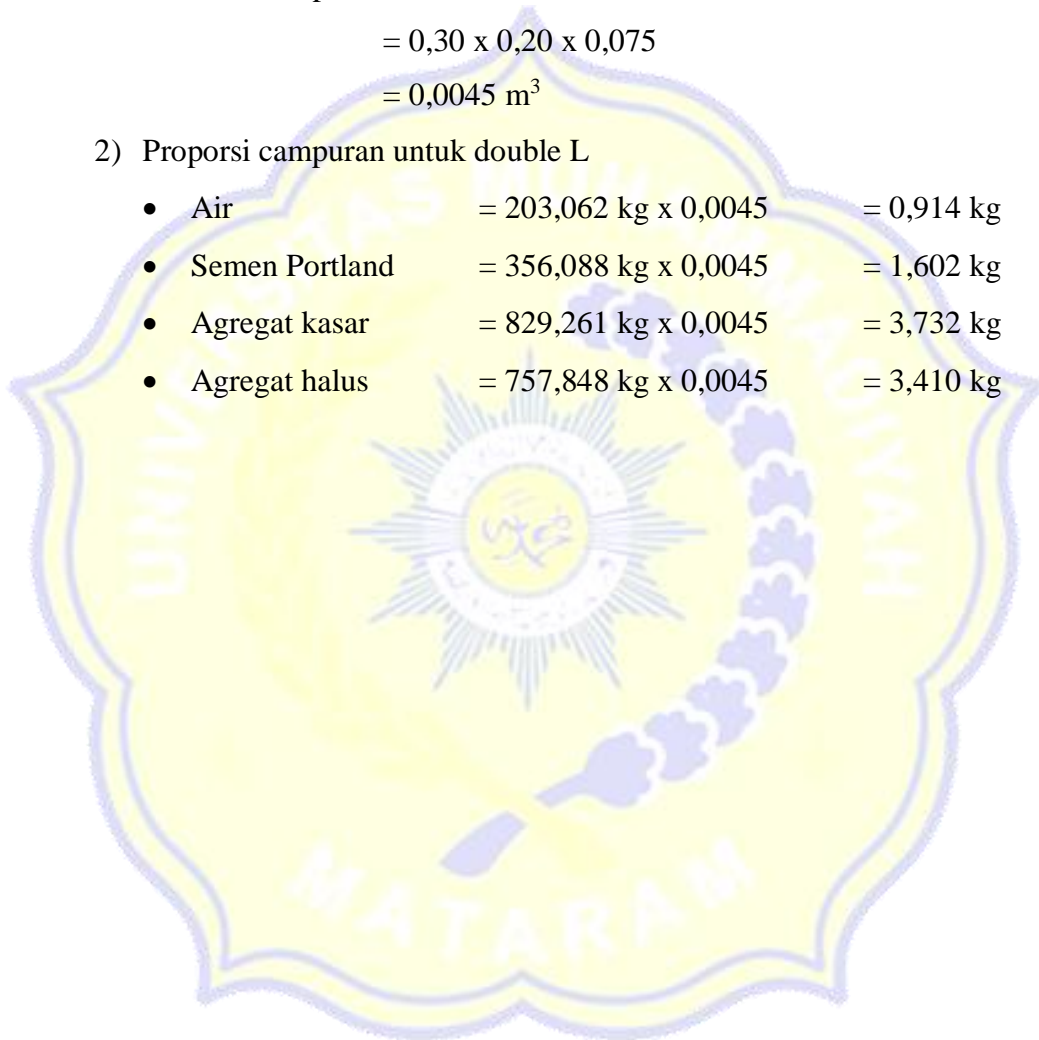
Volume = p x l x t

$$= 0,30 \times 0,20 \times 0,075$$

$$= 0,0045 \text{ m}^3$$

2) Proporsi campuran untuk double L

- Air = 203,062 kg x 0,0045 = 0,914 kg
- Semen Portland = 356,088 kg x 0,0045 = 1,602 kg
- Agregat kasar = 829,261 kg x 0,0045 = 3,732 kg
- Agregat halus = 757,848 kg x 0,0045 = 3,410 kg



KEBUTUHAN BAHAN PENYUSUN BETON

Kebutuhan bahan pembuatan benda uji silinder dan double L :

Setiap campuran dibuat 6 silinder dan 3 double L

- Volume 1 silinder = $0,00529 \text{ m}^3$
- Volume 1 double L = $0,0045 \text{ m}^3$
- Volume 6 silinder dan 3 double L = $(6 \times 0,00529) + (3 \times 0,0045) = 0,04524 \text{ m}^3$

1. Proporsi campuran 0% Pasir laut

Jadi, untuk satu adukan beton dengan 0% Pasir laut diperoleh :

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,186 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,04524 = 16,109 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $829,261 \text{ kg} \times 0,04524 = 37,516 \text{ kg}$
- Agregat halus = $757,848 \text{ kg} \times 0,04524 = 34,285 \text{ kg}$

2. Proporsi campuran 25% pasir laut

Kebutuhan 25% pasir laut sebagai agregat halus:

- Pasir laut = $829,261 \times 25\% = 207,315 \text{ kg}$
- Agregat halus = $829,261 - 207,315 = 621,946 \text{ kg}$

Jadi, untuk satu adukan beton dengan 25% pasir laut sebagai agregat halus diperoleh :

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,186 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,04524 = 16,109 \text{ kg}$
- Agregat halus = $621,946 \text{ kg} \times 0,04524 = 28,137 \text{ kg}$
- Pasir laut = $207,315 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,379 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $757,848 \text{ kg} \times 0,04524 = 34,285 \text{ kg}$

3. Proporsi campuran 50% pasir laut

Kebutuhan 50% pasir laut sebagai agregat halus:

- Pasir laut = $829,261 \times 50\% = 414,630 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $829,261 - 394,691 = 414,630 \text{ kg}$

Jadi, untuk satu adukan beton dengan 50% pasir laut sebagai agregat halus diperoleh :

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,186 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,04524 = 16,109 \text{ kg}$
- Agregat halus = $394,691 \text{ kg} \times 0,04524 = 18,758 \text{ kg}$
- Pasir laut = $394,691 \text{ kg} \times 0,04524 = 18,758 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $757,848 \text{ kg} \times 0,04524 = 34,285 \text{ kg}$

4. Proporsi campuran 75% pasir laut

Kebutuhan 75% pasir laut sebagai agregat halus:

- Pasir laut = $829,261 \times 75\% = 621,946 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $829,261 - 662,446 = 207,315 \text{ kg}$

Jadi, untuk satu adukan beton dengan 75% pasir laut sebagai agregat halus diperoleh :

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,186 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,04524 = 16,109 \text{ kg}$
- Agregat halus = $207,315 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,379, \text{ kg}$
- Pasir laut = $621,946 \text{ kg} \times 0,04524 = 28,137 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $757,848 \text{ kg} \times 0,04524 = 34,285 \text{ kg}$

5. Proporsi campuran 100% pasir laut

Jadi, untuk satu adukan beton dengan 100% pasir laut diperoleh :

- Air = $203,062 \text{ kg} \times 0,04524 = 9,186 \text{ kg}$
- Semen Portland = $356,088 \text{ kg} \times 0,04524 = 16,109 \text{ kg}$
- Pasir laut = $829,261 \text{ kg} \times 0,04524 = 37,516 \text{ kg}$
- Agregat kasar = $757,848 \text{ kg} \times 0,04524 = 34,285 \text{ kg}$

HASIL PENGUJIAN

1. Hasil pengujian kuat tekan beton

Kode Beton	No Sampel	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	Berat (kg)	P maks (N)	f'c (MPa)
0%	I	150	17678.571	12.114	424000	23.984
	II	150	17678.571	11.962	390000	22.061
	III	150	17678.571	12.231	418000	23.644
Rata – rata						23.230
25%	I	150	17678.571	13.722	408000	23.079
	II	150	17678.571	12.043	339000	19.176
	III	150	17678.571	13.245	392000	22.174
Rata – rata						21.476
50%	I	150	17678.571	14.510	413000	23.362
	II	150	17678.571	14.195	505000	28.566
	III	150	17678.571	12.482	311000	17.592
Rata – rata						23.173
75%	I	150	17678.571	13.612	342000	19.345
	II	150	17678.571	13.191	297000	16.800
	III	150	17678.571	13.186	373000	21.099
Rata-rata						19.081
100%	I	150	17678.571	14.459	355000	20.081
	II	150	17678.571	15.018	240000	13.576
	III	150	17678.571	13.634	304000	17.196
Rata-rata						16.951

2. Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Kode Beton	No Sampel	Diameter (mm)	L (mm)	Berat (kg)	P maks (N)	f'ct (MPa)
0%	I	150	300	11.962	181000	2.560
	II	150	300	12.113	183000	2.588
	III	150	300	12.5	220000	3.111
Rata – rata						2.753
25%	I	150	300	12.861	183000	2.588
	II	150	300	12.826	192000	2.715
	III	150	300	12.478	188000	2.659
Rata – rata						2.654
50%	I	150	300	13.002	208000	2.941
	II	150	300	13.746	217000	3.069
	III	150	300	12.958	209000	2.956
Rata – rata						2.989
75%	I	150	300	12.773	172000	2.432
	II	150	300	14.213	245000	3.465
	III	150	300	14.155	217000	3.069
Rata-rata						2.989
100%	I	150	300	14.898	191000	2.701
	II	150	300	14.939	179000	2.531
	III	150	300	15.058	190000	2.687
Rata-rata						2.640

3. Hasil pengujian kuat geser beton

Kode Beton	No Sampel	b (mm)	h (mm)	Berat (kg)	P maks (N)	F geser (MPa)
0%	I	75	90	9.9710	76000	11.259
	II	75	90	9.6520	69000	10.222
	III	75	90	9.9230	58000	8.593
Rata – rata						10.025
25%	I	75	90	10.376	44000	6.519
	II	75	90	10.197	63000	9.333
	III	75	90	10.452	73000	10.815
Rata – rata						8.889
50%	I	75	90	10.914	53000	7.852
	II	75	90	10.669	41000	6.074
	III	75	90	10.826	38000	5.630
Rata – rata						6.519
75%	I	75	90	10.74	45000	6.667
	II	75	90	10.623	28000	4.148
	III	75	90	10.309	27000	4.000
Rata – rata						4.938
100%	I	75	90	11.464	32000	4.741
	II	75	90	11.22	26000	3.852
	III	75	90	11.532	33000	4.889
Rata – rata						4.494

DOKUMENTASI



Gambar pengujian gradasi agregat



Gambar pengujian berat satuan agregat



Gambar pengujian berat jenis agregat



Gambar pengujian kadar lumpur agregat



Gambar pengujian kadar air agregat



Gambar pengujian kadar garam pasir laut.



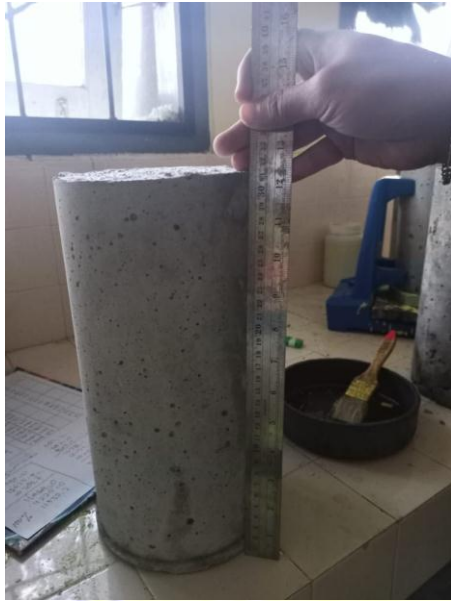
Gambar pengukuran tinggi slump.



Gambar perawatan benda uji



Gambar camping silinder beton



Gambar pengukuran dan penimbangan berat benda uji



Gambar pengujian kuat tekan beton



Gambar pengujian kuat tarik belah beton



Gambar pengujian kuat geser beton

