



# PERKERASAN KAKU JALAN PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN PASIR LAUT

Rahmawati<sup>1</sup>, Zulfadly<sup>2</sup>, Jamaluddin<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik Baramuli Pinrang, Indonesia

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel:

Dikirim: 02 Januari 2021

Revisi: 10 Januari 2021

Diterima: 24 Januari 2021

Tersedia online: 30 Januari 2021

### Keywords:

Rigid Pavement, Sea Sand, Compressive Strength.

## ABSTRACT

Concrete is an important material and widely used in the construction world. One of the uses of concrete is rigid pavement which consists of Portland cement concrete plate and base layer on base ground. In this research used one of substitute material of fine aggregate of river sand by using sea sand. This study aims to (1) analyze the amount of compressive strength of concrete using sea sand as fine aggregate at 7, 21 and 28 days, (2) to know the proper sand used as fine aggregate on rigid pavement of coastal road. This research uses experimental method with total test object of 30 pieces for cylinder compressive strength test object with diameter 150 mm and height 300 mm with variation of 0% sand (normal concrete), 25%, 50%, 75% and 100% on age 7, 21, and 28 days with water cement factor of 0.60. Each variation amounted to 6 specimens. Based on the concrete compressive strength test, there was an increase of strength in the concrete using sea sand (variation 25%, 50%, 75% and 100%) at age 7, 21 and 28 days, but always lower than normal concrete compressive strength variation of 0% sea sand). The largest compressive strength occurs in concrete with normal concrete (variation of 0% sand of sea), which is 25,61 MPa at age 28 days, while the lowest compressive strength occurs in concrete with variation of 100% sand of sea, that is equal to 16,98 MPa at age 7 days.

## ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang penting dan banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Salah satu penggunaan beton yaitu perkerasan kaku (Rigid Pavement) yang terdiri dari plat beton semen portland dan lapis pondasi diatas tanah dasar. Dalam penelitian ini digunakan salah satu bahan pengganti agregat halus pasir sungai dengan menggunakan pasir laut. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis besarnya kuat tekan beton yang menggunakan pasir laut sebagai agregat halus pada umur 7, 21 dan 28 hari, (2) mengetahui pasir laut layak digunakan sebagai agregat halus pada perkerasan kaku (Rigid Pavement) jalan pantai. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan total benda uji sebanyak 30 buah untuk benda uji kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan variasi pasir laut 0% (beton normal), 25%, 50%, 75% dan 100% pada umur 7, 21, dan 28 hari dengan fas sebesar 0,60. Masing-masing variasi berjumlah 6 benda uji. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton, terjadi penambahan kekuatan pada beton yang memakai pasir laut (variasi 25%, 50%, 75% dan 100%) pada saat umur 7, 21 dan 28 hari, tetapi selalu masih dibawah daripada kuat tekan beton normal (variasi 0% pasir laut). Kuat tekan terbesar terjadi pada beton dengan beton normal (variasi 0% pasir laut), yaitu sebesar 25,61 MPa pada umur 28 hari, sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada beton dengan variasi 100% pasir laut, yaitu sebesar 16,98 MPa pada umur 7 hari.

### \*Penulis Korespondensi:

Rahmawati,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Universitas Muhammadiyah  
Parepare,  
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6,  
Kota Parepare, Indonesia.  
Email:  
[rahmawatiramli09@gmail.com](mailto:rahmawatiramli09@gmail.com)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat, dimana hampir 60 % material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton. Berbagai bangunan didirikan menggunakan beton sebagai bahan utama, baik bangunan gedung, bangunan air, maupun bangunan sarana transportasi. Beton tersebut terdiri dari pencampuran antara agregat halus (pasir), agregat

kasar (split), dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan [1]. Salah satu penggunaan beton pada bangunan teknik sipil yaitu perkerasan jalan beton atau yang biasa disebut perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdiri dari plat beton semen portland dan lapis pondasi diatas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki

modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan. Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perancangan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah kekuatan beton itu sendiri, sedangkan kekuatan tanah dasar atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya (tanah dasar).

*Rigid pavement* atau perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut, merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur (*asphalt*). Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal.

Jalan-jalan tersebut umumnya menggunakan beton sebagai bahan perkerasannya, namun untuk meningkatkan kenyamanan biasanya diatas permukaan perkerasan dilapisi *asphalt*. Keunggulan dari perkerasan kaku sendiri dibanding perkerasan lentur (*asphalt*) adalah bagaimana distribusi beban disalurkan ke subgrade. Perkerasan kaku karena mempunyai kekakuan dan *stiffnes*, akan mendistribusikan beban pada daerah yang relatif luas pada subgrade, beton sendiri bagian utama yang menanggung beban struktural.

Pasir laut umumnya memiliki karakteristik butiran yang halus dan bulat, gradasi (susunan besar butiran) yang seragam serta mengandung garam garaman yang tidak menguntungkan bagi beton, sehingga banyak disarankan untuk tidak digunakan dalam pembuatan beton. Butiran yang halus dan bulat serta gradasi yang seragam, dapat mengurangi daya lekat antar butiran dan berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan beton.

Akan tetapi masyarakat yang tinggal di pesisir pantai masih menggunakan pasir laut sebagai salah satu agregat halus pada beton dengan alasan mudah didapat.

Melihat kondisi dipesisir pantai Kota Parepare, yang pada saat sekarang ini sedang dilakukan pembangunan, terutama pembangunan jalan pantai, jembatan dan lorong-lorong disekitar pinggir pantai yang sulit dijangkau oleh kendaraan pengangkut pasir sungai

serta jarak yang terlalu jauh dari tempat penambangan pasir sungai tersebut.

Hal itulah yang mendorong dilakukannya penelitian tentang pasir pantai dari pesisir Pantai Mattirotasi Kota Parepare, sehingga kelak pemanfaatan pasir pantai untuk perkerasan rigid jalan pantai, beton betulang dan infrastuktur lainnya disekitar pesisir pantai bahkan sampai kedaerah perkotaan dapat dilaksanakan dengan adanya ketersediaan material agregat halus yang sudah dekat dari lokasi pekerjaan, sehingga akses untuk pelaksanaan pada kawasan tersebut diatas dapat teratasi dengan adanya penelitian tentang pasir pantai ini.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai acuan diantaranya:

1) Stevia (2009), melakukan penelitian tentang penggunaan pasir laut sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa campuran beton menggunakan pasir laut tanpa perlakuan menghasilkan kuat tekan beton sebesar 15,2106 MPa, Perlakuan dicuci sebesar 18,0418 MPa, perlakuan disiram sebesar 14,6555 MPa [2].

2) Mangerongkonda (2007), melakukan penelitian pengaruh penggunaan pasir laut Bangka terhadap kualitas beton. Dari penelitian ini beton yang dibuat dengan memakai pasir laut yang dicuci dengan air tawar (*treatment type II*), pada umur 28 hari memiliki nilai rata-rata kuat tekan 20,9% lebih besar jika dibandingkan dengan beton pada *treatment type I* (pasir laut digunakan dalam keadaan aslinya) dan 20,0% lebih besar jika dibandingkan dengan beton pada *treatment type III* (pasir laut direndam dengan air hangat) [3].

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi pengambilan material agregat kasar yaitu Sungai Karawa terletak di Kelurahan Betteng, Jalan poros Bakaru, Kecamatan Lembang Kabupaten Pinrang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

menggunakan metode eksperimental dengan total benda uji sebanyak 30 buah untuk benda uji kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan variasi pasir laut 0% (beton normal), 25%, 50%, 75% dan 100% pada umur 7, 21, dan 28 hari dengan fas sebesar 0,50. Masing-masing variasi berjumlah 6 benda uji yang akan menghasilkan data-data sehingga dapat ditarik kesimpulan, korelasi sebab akibat diantaranya variabel-variabel yang sifatnya empiriks.

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare (UMPAR) teknik mengumpulkan data yang diterapkan adalah pengamatan di laboratorium dengan

melakukan serangkaian pengujian sampel dan waktu penelitian kurang lebih dua bulan dimulai dari bulan Maret s/d April 2017. Untuk memperoleh data-data sebagai bahan referensi dalam penelitian ini., yaitu mengadakan penelitian/pengujian material di laboratorium dan dan mengadakan konsultasi terhadap pihak dosen pembimbing dan pihak pihak yang berkaitan langsung dengan laboratorium penelitian. Disamping itu, juga membaca literatur serta mengumpulkan segala hal yang berkaitan dengan penelitian.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian terhadap agregat kasar, agregat halus sedangkan pengujian terhadap dan semen portland dan air hanya dilakukan pengujian secara visual.

### 1. Pemeriksaan Agregat Kasar

Dalam pemeriksaan agregat kasar dilakukan beberapa percobaan diantaranya yaitu:

#### a. Analisa Saringan agregat kasar

Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan butir agregat kasar dan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan ASTM [4].

#### b. Pemeriksaan kadar air agregat kasar [5].

Untuk mengetahui kadar air agregat kasar digunakan persamaan:

$$\text{Kadar air agregat kasar} = \frac{W3 - W5}{W5} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W3 : Berat Benda Semula (gr)

W5 : Berat Benda Uji Kering (gr)

#### c. Pemeriksaan Berat volume dan Rongga Udara Dalam Agregat Kasar [6].

Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan berat agregat kasar dalam satu satuan volume (kubikasi) dalam dua kondisi, yaitu kondisi gembur dan padat. Untuk mendapatkan hasil berat volume dan rongga udara dalam agregat kasar digunakan persamaan:

##### 1. Agregat dalam keadaan kering Oven

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (2)$$

##### 2. Agregat dalam Keadaan Kering Permukaan

$$\text{MssD} = \frac{M}{100} [1 + ] \quad (3)$$

Keterangan:

M : Berat isi agregat dalam kondisi Kering Oven (Kg/m<sup>3</sup>)

G : Berat Isi Agregat 1 Mould (kg)

MssD : Berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan (kg/m<sup>3</sup>)

A : Absorpsi (%)

#### d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar [1].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan permukaan air pada agregat kasar.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \quad (4)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \quad (5)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk - Ba}{Bk - Ba} \quad (6)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - x}{Bk} \times 100 \quad (7)$$

Keterangan:

Bk: Berat contoh kerikil kering Oven (gr)

Bj : Berat Kerikil Kering Permukaan (gr)

Ba: Berat Kerikil Kering Permukaan jenuh dalam air (gr)

#### e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar [6].

Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan presentase kadar lumpur yang terkandung didalam agregat kasar.

$$\text{Berat Kering Benda Uji Awal} = W1 - W2 \quad (8)$$

$$\text{Berat Kering Uji Sesudah Pencucian} = W4 - W2 \quad (9)$$

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\% \quad (10)$$

Keterangan:

W1 : Berat Kering Benda Uji + Talam (gr)

W2 : Berat Talam (gr)

W3 : Berat Kering Benda uji Awal (gr)

W4 : Berat Kering Benda Sesudah Pencucian + Talam (gr)

W5 : Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian (gr)

#### f. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar [7].

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar atau kerikil terhadap gesekan atau keausan dengan mempergunakan Mesin Los Angeles.

$$\text{Keausan} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (11)$$

Keterangan:

a : Berat Benda Uji Semula (gr)

b : Berat Benda uji tertahan saringan No. 12 (gr)

### 2. Pemeriksaan Agregat Halus

Dalam pemeriksaan agregat halus dilakukan beberapa percobaan diantaranya yaitu:

#### a. Analisa Saringan agregat halus [8].

Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan butir agregat kasar dan pembagian butir (gradasi) agregat halus (pasir) dengan menggunakan saringan ASTM.  
b. Pemeriksaan Kadar Air Agregat halus [9].

Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui besarnya kandungan air di dalam agregat halus, dan dapat digunakan untuk menentukan banyaknya air yang dibutuhkan dalam campuran beton yang direncanakan.

Untuk mendapatkan kadar air agregat kasar digunakan persamaan:

$$\text{Kadar Air Agregat Halus} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100 \% \quad (12)$$

Keterangan:

W3 : Berat Benda Semula (gr)

W5 : Berat Benda Uji Kering (gr)

c. Pemeriksaan Berat volume dan Rongga Udara Agregat Halus[6].

Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan berat agregat halus dalam satu satuan volume (kubikasi) dalam dua kondisi, yaitu kondisi gembur dan padat. Hal ini sangat penting untuk diketahui guna mengkonversi satuan berat ke satuan volume yang umum digunakan di lapangan.

Untuk mendapatkan hasil berat volume dan rongga udara dalam agregat kasar digunakan persamaan:

$$1) \text{ Agregat dalam keadaan kering oven } M = \frac{G-T}{V}$$

$$2) \text{ Agregat dalam keadaan kering permukaan } M_{ssD} = [1 + \frac{\quad}{100}] \quad (14)$$

$$\text{Rongga Udara} = \frac{[S \times W - M]}{S \times W} \times 100 \% \quad (15)$$

Keterangan:

M : Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (gr)

G : Berat isi agregat 1 Mould (gr)

T : Berat Mould (gr)

V : Volume Mould (gr)

M<sub>ssD</sub> : Berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan (kg/m<sup>3</sup>)

A : Absorpsi (%)

S : Berat jenis agregat dalam kering Oven (gr)

W : Kerapatan air (kg/m<sup>3</sup>)

d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus[10].

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu dan permukaan air pada agregat halus.

Untuk mendapatkan berat jenis Semu dan penyerapan air pada agregat halus digunakan persamaan:

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \quad (16)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{500}{B+500-Bt} \quad (17)$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{Bk+Bk-Bt} \quad (18)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100 \% \quad (19)$$

Keterangan:

Bk: Berat contoh pasir kering oven (gr)

B : Piknometer + Air (gr)

Ba: Berat Piknometer + contoh pasir + air (gr)

e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus[6]. Tujuan pemeriksaan ini untuk menentukan presentase kadar lumpur yang terkandung didalam agregat halus.

Untuk mendapatkan nilai kadar lumpur agregat halus digunakan persamaan:

$$\text{Berat Kering Benda Uji Awal} = W1 - W2 \quad (20)$$

$$\text{Berat Kering Uji Sesudah Pencucian} = W4 - W2 \quad (21)$$

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W3-W5}{W3} \times 100 \% \quad (22)$$

Keterangan:

W1 : Berat Kering Benda Uji + Talam (gr)

W2 : Berat Talam (gr)

W3 : Berat Kering Benda uji Awal (gr)

W4 : Berat Kering Benda Sesudah Pencucian + Talam (gr)

W5 : Berat Kering Benda Uji Sesudah Pencucian (gr)

f. Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus [11]. Tujuan pemeriksaan kadar organik agregat halus untuk mengetahui banyaknya bahan organik yang terkandung dalam agregat halus.

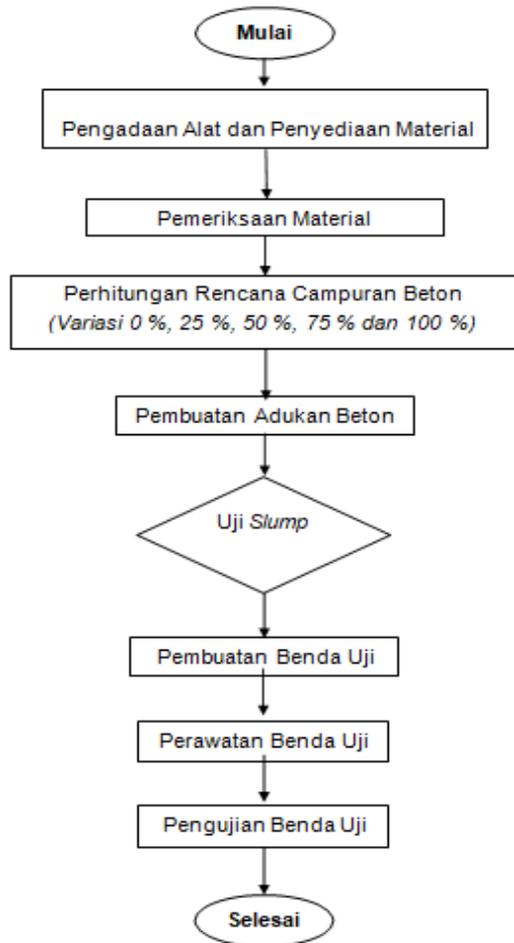
Metode perancangan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara DOE (Development Of Environment). Besarnya persentase Penggantian pasir Sungai dengan pasir laut benda uji adalah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Untuk mempermudah dalam pencampuran maka setiap kelompok benda uji pada setiap variasi dibuat hitungan jumlah bahan yang dibutuhkan.

Perhitungan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat karakteristik agregat yang akan dirergunakan dalam pembuatan beton. Data-data yang harus dipersiapkan untuk suatu Mix Design beton adalah:

1. Presentase penggabungan agregat kasar dan halus;
2. Berat jenis spesifik agregat kasar dan halus;
3. Berat volume agregat kasar dan halus;
4. Kadar air agregat kasar dan halus;
5. Penyerapan air agregat kasar dan halus;
6. Kadar lumpur agregat kasar dan halus;
7. Keausan agregat kasar;

8. Kadar organik agregat halus (pasir laut);
9. Fungsi struktur beton yang akan di desain (betonnya / lingkungannya);
10. Diameter maksimum dari agregat sehubungan pada penggunaannya pada strutuktur yang di rencanakan;
11. Mutu beton yang di desain.

**3. Bagan alir penelitian**



Gambar 2. Bagan alir penelitian

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus, Pasir Sungai dari PT.Lumpue Indah Parepare dan Pasir Laut Pantai Mattirotasi dan Agregat Kasar (Batu Pecah) yang berasal dari PT. Lumpue Indah Parepare. Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

**A. Hasil Pemeriksaan Agregat**

**1. Agregat Halus (Pasir Laut)**

Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap pasir laut dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar organik, kadar air, berat volume dan rongga udara, berat jenis dan penyerapan air serta pemeriksaan gradasi pasir. Setelah dilakukan pengujian didapat hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus Pasir Laut

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2.8%	2.48%	2.63%	Memenuhi
2	Kadar Organik	< No. 3	No. 2	No. 2		Memenuhi
3	Kadar Air	2% - 5%	2.40%	2.15%	2.27%	Memenuhi
4	Berat Volume					
	a. Kondisi Lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.54	1.56	1.55	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.68	1.70	1.69	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.87%	1.67%	1.77%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.82	2.79	2.80	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1,6 - 3,3	2.68	2.66	2.67	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.73	2.71	2.72	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan	1,50 - 3,80	2.91	2.93	2.92	Memenuhi

Sumber: Olahan Data 2017

**2. Agregat Halus (Pasir Sungai)**

Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap pasir sungai dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar organik, kadar air, berat volume dan rongga udara, berat jenis dan penyerapan air serta pemeriksaan gradasi pasir. Setelah dilakukan pengujian didapat hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus Pasir Sungai

KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET	
		I	II			
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2.2%	2.20%	2.20%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 1		Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2.25%	1.79%	2.02%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.57	1.54	1.55	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.70	1.75	1.73	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.26%	1.17%	1.21%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.82	2.80	2.81	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.63	2.62	2.63	Memenuhi
	c. Bj. Kering permukaan	1,6 - 3,3	2.68	2.55	2.66	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.28	3.31	3.30	Memenuhi

Sumber: Olahan Data 2017

**3. Gabungan Agregat Halus (Pasir Sungai dan Pasir Laut)**

Pengujian-pengujian yang dilakukan terhadap pasir laut dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, kadar organik, kadar air, berat volume dan rongga udara, berat jenis dan penyerapan air serta pemeriksaan gradasi pasir. Setelah dilakukan pengujian didapat hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Gabungan Pasir

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2.5%	2.34%	2.42%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 1		Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2.32%	1.97%	2.15%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.56	1.55	1.55	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.69	1.73	1.71	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.56%	1.42%	1.49%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.71	2.69	2.70	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.60	2.59	2.60	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.64	2.63	2.64	Memenuhi
	Modulus					
	Kehalusan	1,50 - 3,80	3.09	3.12	3.11	Memenuhi

Sumber: Olahan Data 2017

#### 4. Agregat Kasar (Kerikil)

Pengujian terhadap agregat kasar kerikil (batu pecah) yang dipakai dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, keausan (abrasi), kadar air, berat volume dan rongga udara, berat jenis dan penyerapan air serta pemeriksaan gradasi kerikil. Hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar (Kerikil)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.53%	1.12%	1.33%	Tidak Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	20.2%	22.3%	21.25 %	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.07%	0.98%	1.02%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.65	1.62	1.64	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.81	1.79	1.80	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.54%	2.25%	2.40%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.65	2.64	2.65	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.48	2.50	2.49	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.54	2.55	2.55	Memenuhi
	Modulus					
	Kehalusan	6,0 - 8,0	7.39	7.37	7.38	Memenuhi

Sumber: Olahan Data 2017

## B. Hasil Mix Design

Rancangan campuran beton yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode DOE (Development Of Environment). Kuat tekan beton yang disyaratkan (Mutu Beton) ditargetkan  $K=250 \text{ kg/cm}^2$  atau  $f'c = 20,75 \text{ Mpa}$ . Tabel 5. memperlihatkan komposisi dari 1 m<sup>3</sup> material yang digunakan.

Tabel 5. Komposisi Material dari 1 m<sup>3</sup>

Air (Wa)	=	205.00 kg/m <sup>3</sup> beton
Semen (Ws)	=	341.67 kg/m <sup>3</sup> beton
Pasir (B <sub>SSDp</sub> )	=	518.56 kg/m <sup>3</sup> beton
Kerikil (B <sub>SSDk</sub> )	=	1257.77 kg/m <sup>3</sup> beton

Dari hasil tersebut maka dapat dihitung kebutuhan bahan satu kali adukan untuk uji kuat tekan yang terdiri dari 30 buah benda uji silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm sebesar 2345,57 kg/m<sup>3</sup> beton. Kebutuhan Bahan untuk Satu Kali Adukan Benda Uji Kuat Tekan. Untuk perhitungan secara lengkap rancangan campuran beton (mix design) dapat dilihat pada Lampiran E.

## C. Hasil Pengujian Slump

Pengukuran slump test dilakukan untuk mengetahui Keleccakan (workability) adukan beton. Keleccakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (segregasi). Tingkat keleccakan ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik dan jenis bahan pencampurnya.

Dari masing-masing campuran adukan beton tersebut dilakukan pengujian slump. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Nilai Slump

Variasi	Titik			Rata-Rata (cm)
	I	II	III	
0%	8.5	8.3	8.4	8.4
25%	9.5	8.6	9	9.0
50%	9.7	9.8	8.7	9.4
75%	8.7	8.3	8.6	8.5
100%	9.2	10.7	8.4	9.4

## D. Hasil Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat Tekan Bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton (compressive strength) yang direndam (curing) di bak atau kolam penedaman selama 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Pengujian dilakukan pada lima jenis beton dengan adanya variasi pasir yang digunakan pada komposisi agregat halus yaitu, Beton normal tanpa penambahan Pasir laut, Beton dengan 25% Pasir laut, Beton dengan 50% Pasir laut, Beton dengan 75% Pasir laut dan Beton dengan 100% Pasir laut yang masing- masing terdiri dari 6 benda uji. Pengujian Kuat

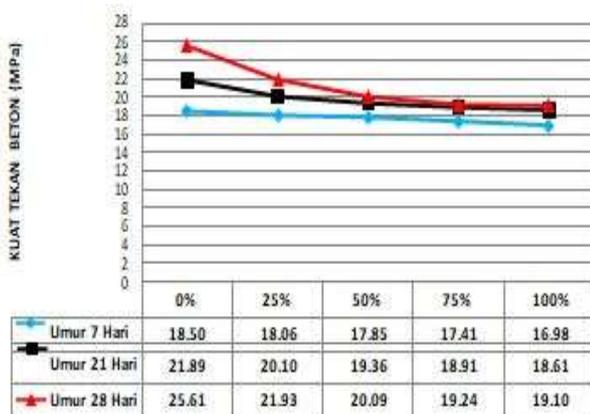
Tekan mengacu pada AASHTO T 22-03 (ASTM C39-99), Standard Method of Test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens dan termuat pada SNI 1974:2011 seperti pada Gambar. 3 berikut:



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan dengan MBT Machine Testing

Benda Uji Silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dipasang pada mesin tekan secara sentris. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan tidak dapat lagi menahan beban yang diberikan (jarum penunjuk berhenti kemudian bergerak turun), sehingga didapatkan beban maksimum yang ditahan oleh benda uji tersebut. Kemudian hitung kuat tekan beton yaitu besarnya beban persatuan luas. Komposisi material penyusun beton memiliki pengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan dari beton tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. yang menunjukkan hubungan kuat tekan terhadap umur beton sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Pada umur 28 hari, kuat tekan rata-rata beton normal (variasi 0%) 25,61 MPa, variasi 25% sebesar 21,93 Mpa, variasi 50% sebesar 20,09 Mpa, variasi 75% sebesar 19,24 Mpa dan variasi 100% sebesar 19,10 MPa.

Grafik Pengaruh Persentase Pasir Terhadap Kuat Tekan



Gambar 4. Grafik kuat tekan beton pada umur 7,21, dan 28 hari

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Normal (Variasi 0 %)

No.	Tanggal		Jenis Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Koef. Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ket.
	Cast	Test									
1	19032017	27032017	Silinder	7	12,24	200,00	11,32	0,66	17,41	209,78	18,50
2	19032017	27032017	Silinder	7	12,42	225,00	12,73	0,66	19,09	236,00	
3	19032017	10042017	Silinder	21	12,81	386,00	20,36	0,96	23,63	283,48	21,89
4	19032017	10042017	Silinder	21	12,36	340,00	19,24	0,96	20,25	244,01	
5	19032017	17042017	Silinder	28	12,84	480,00	27,18	1,00	27,18	327,28	25,61
6	19032017	17042017	Silinder	28	12,53	438,00	24,06	1,00	24,06	289,76	
Rata-rata					12,47	344,17	19,48				

Sumber: Data Data 2017

Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (Variasi 0%)



Gambar 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (Variasi 0 %)

Dari Gambar 5. diatas dapat dilihat adanya peningkatan kuat tekan pada beton normal (variasi 0% Pasir Laut). Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 18,50 Mpa, kemudian pada umur 21 hari mengalami kenaikan menjadi 21,89 Mpa sedangkan pada umur 28 hari terjadi kenaikan menjadi 25,61 Mpa.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Variasi 25% Pasir Laut

No.	Tanggal		Jenis Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Koef. Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ket.
	Cast	Test									
1	19032017	27032017	Silinder	7	12,40	210,00	11,88	0,65	18,29	220,27	18,06
2	19032017	27032017	Silinder	7	12,38	206,00	11,80	0,65	17,86	215,03	
3	19032017	10042017	Silinder	21	12,36	336,00	18,96	0,95	19,95	246,42	20,10
4	19032017	10042017	Silinder	21	12,40	340,00	19,24	0,95	20,25	244,01	
5	19032017	17042017	Silinder	28	12,48	386,00	22,36	1,00	22,36	289,31	21,93
6	19032017	17042017	Silinder	28	12,45	380,00	21,50	1,00	21,50	269,08	
Rata-rata					12,41	316,83	17,59				

Sumber: Data Data 2017



Gambar 6. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 25 %

Dari Gambar 6. diatas dapat dilihat adanya peningkatan kuat tekan pada beton variasi 25% pasir laut. Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 18,06 Mpa, Kemudian pada umur 21 hari naik menjadi 20,10 Mpa sedangkan pada umur 28 hari terjadi kenaikan menjadi 21,93 Mpa.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Variasi 50 % Pasir Laut

No.	Tanggal Cast	Tanggal Test	Jenis Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Koef. Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ket.
1	20032017	28032017	Silinder	7	12,28	210,00	11,88	0,88	10,28	220,27	17,85
2	20032017	28032017	Silinder	7	12,15	200,00	11,32	0,88	17,41	306,70	
3	20032017	11042017	Silinder	21	12,44	320,00	18,11	0,98	19,06	229,05	18,36
4	20032017	11042017	Silinder	21	12,48	300,00	18,67	0,88	19,88	236,03	
5	20032017	18042017	Silinder	28	12,58	360,00	20,68	1,00	20,68	248,05	20,09
6	20032017	18042017	Silinder	28	12,38	348,00	19,82	1,00	19,82	236,22	
Rata-rata					12,38	295,00	16,68				

Sumber: Catatan Data 2017



Gambar 7. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 50 %

Dari Gambar 7. diatas dapat dilihat adanya peningkatan kuat tekan pada beton variasi 50% pasir laut. Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 17,85 Mpa, kemudian pada umur 21 hari naik menjadi 19,36 Mpa sedangkan pada umur 28 hari naik menjadi 20,09 Mpa.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Variasi 75 % Pasir Laut

No.	Tanggal Cast	Tanggal Test	Jenis Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Koef. Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ket.
1	20032017	28032017	Silinder	7	12,28	198,00	11,03	0,88	16,88	204,54	17,41
2	20032017	28032017	Silinder	7	12,53	208,00	11,80	0,88	17,88	218,00	
3	20032017	11042017	Silinder	21	12,58	310,00	17,54	0,98	18,47	222,48	18,91
4	20032017	11042017	Silinder	21	12,62	325,00	18,38	0,98	19,38	233,24	
5	20032017	18042017	Silinder	28	12,10	320,00	18,11	1,00	18,11	218,17	18,24
6	20032017	18042017	Silinder	28	12,24	380,00	20,37	1,00	20,37	248,44	
Rata-rata					12,39	295,63	16,17				

Sumber: Catatan Data 2017



Gambar 8. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 75 %

Dari Gambar 8. diatas dapat dilihat adanya kenaikan kuat tekan pada beton variasi 75% pasir laut. Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 17,41 Mpa, Kemudian pada umur 21 hari mengalami kenaikan menjadi 18,91 Mpa sedangkan pada umur 28 hari naik menjadi 19,24 Mpa.

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Variasi 100 % Pasir Laut

No.	Tanggal Cast	Tanggal Test	Jenis Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Koef. Umur	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Ket.
1	21032017	29032017	Silinder	7	12,56	200,00	11,32	0,65	17,41	209,78	16,98
2	21032017	29032017	Silinder	7	12,23	190,00	10,75	0,65	16,54	199,29	
3	21032017	12042017	Silinder	21	12,77	320,00	18,11	0,95	19,06	229,05	18,81
4	21032017	12042017	Silinder	21	12,55	305,00	17,35	0,95	18,17	218,89	
5	21032017	19042017	Silinder	28	12,50	360,00	20,37	1,00	20,37	245,44	19,10
6	21032017	19042017	Silinder	28	12,41	315,00	17,83	1,00	17,83	214,76	
Rata-rata					12,50	281,67	15,94				



Gambar 9. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi 100 %

Dari Gambar 9. diatas dapat dilihat adanya perubahan kuat tekan pada beton variasi 100% pasir laut. Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 16,98 Mpa, kemudian pada pengujian beton umur 21 hari terjadi kenaikan menjadi 18,61 Mpa sedangkan pada umur 28 hari naik menjadi 19,10 Mpa.

Tabel 12. Pengaruh Penambahan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Beton

Variasi (%)	Umur Pemeliharaan		
	7 Hari	21 Hari	28 Hari
0	18.50	21.89	25.61
25	18.06	20.10	21.93
50	17.85	19.36	20.09
75	17.41	18.91	19.24
100	16.98	18.61	19.10



Gambar 10. Barchart Hubungan Umur Beton Terhadap Kuat Tekan silinder Beton

Dari Gambar 10. diatas menunjukkan adanya hubungan umur pemeliharaan terhadap kuat tekan beton. Disini terlihat terjadi penambahan kekuatan pada beton yang memakai pasir laut (variasi 25%, 50%, 75% dan 100%) pada saat umur 7, 21 dan 28 hari, tetapi selalu masih dibawah daripada kuat tekan beton normal (variasi 0% pasir laut). Gambar 37. juga menunjukkan barchart development beton normal (variasi 0% pasir laut) lebih

tinggi daripada yang ditunjukkan beton dengan menggunakan pasir laut (variasi 25%, 50%, 75% dan 100%).

#### IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan rata-rata beton normal (variasi 0% pasir laut) lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton yang memakai pasir laut (variasi 25%, 50%, 75% dan 100%) pada pengujian sampel umur 7, 21 dan 28 hari.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap pasir laut di laboratorium, dapat disimpulkan bahwa pasir laut layak digunakan pada campuran beton untuk perkerasan kaku jalan patai dengan beberapa variasi dengan pasir sungai.

#### REFERENSI

- [1] Mulyono, T. Teknologi Beton, Andi Offset: Yogyakarta,2003
- [2] Stevi,2009
- [3] Mangerongkonda,2007
- [4] SNI 03-1969-1990
- [5] SNI 03-2971-1990
- [6] SNI 03-4804-1998
- [7] SNI 03-4142-1996
- [8] SNI 03-2471-1991
- [9] SNI 03-1868-1990
- [10] SNI 03-1971-1990
- [11] SNI 03-2816-1992