

STUDI PENGARUH PASIR HANDEL MANGGARAI BARAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON

I Made Sastra Wibawa^{1*}, I Putu Agus Putra Wirawan², Benediktus Homari Batang³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: sastrawibawa@unmas.ac.id

ABSTRAK: Pasir Handel merupakan agregat halus dari Kabupaten Manggarai Barat, NTT, yang digunakan secara luas oleh masyarakat lokal meskipun kualitas teknisnya belum terverifikasi. Kualitas agregat sangat fundamental dalam menentukan mutu beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik Pasir Handel dan mengevaluasi dampaknya terhadap kuat tekan beton, dengan menggunakan Pasir Kubu (Karangasem) sebagai agregat kontrol. Metode penelitian ini adalah eksperimen laboratorium. Benda uji beton berbentuk silinder (15x30 cm) dibuat untuk masing-masing agregat dan diuji kuat tekannya pada umur 7, 21, dan 28 hari. Hasil pengujian karakteristik menunjukkan Pasir Handel memiliki gradasi butiran agak halus (Grafik No. 3), kadar lumpur 4,95%, dan Modulus Kehalusan Butir (MHB) 3,113%. Sebagai pembanding, Pasir Kubu (kontrol) memiliki gradasi sedang (Grafik No. 2), kadar lumpur 8,6%, dan MHB 2,93%. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Beton yang menggunakan Pasir Handel hanya mencapai kuat tekan 3,95 MPa (7 hari), 4,76 MPa (21 hari), dan 5,15 MPa (28 hari). Sebaliknya, beton kontrol yang menggunakan Pasir Kubu mencapai 10,51 MPa (7 hari), 11,95 MPa (21 hari), dan 13,26 MPa (28 hari). Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan Pasir Handel sebagai agregat halus menghasilkan mutu beton yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan Pasir Kubu.

Kata Kunci: Agregat Halus, Pasir Handel, Kuat Tekan, Manggarai Barat.

ABSTRACT: Handel sand is a fine aggregate from West Manggarai Regency, NTT, which is widely used by the local community although its technical quality has not been verified. The quality of the aggregate is fundamental in determining the quality of concrete. This study aims to analyze the characteristics of Sands Handel and evaluate its impact on the compressive strength of concrete, using Sandir Kubu (Karangasem) as a control aggregate. The research method is a laboratory experiment. Cylindrical concrete test pieces (15x30 cm) were made for each aggregate and tested for compressive strength at 7, 21, and 28 days of age. The results of the characteristic test showed that the Handle Sand had a rather fine grain gradation (Graph No. 3), a sludge content of 4.95%, and a Grain Fineness Modulus (MHB) of 3.113%. For comparison, Pasir Kubu (control) has a moderate gradation (Graph No. 2), a sludge content of 8.6%, and MHB of 2.93%. The results of the compressive strength test showed a very significant difference. Concrete using Handle Sand only reaches a compressive strength of 3.95 MPa (7 days), 4.76 MPa (21 days), and 5.15 MPa (28 days). In contrast, control concrete using Kubu Sand reached 10.51 MPa (7 days), 11.95 MPa (21 days), and 13.26 MPa (28 days). These results indicate that the use of Handle Sand as a fine aggregate produces a much lower quality of concrete compared to Pasir Kubu.

Keywords: Fine Aggregate, Handel Sand, Compressive Strength, West Manggarai.

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan utama dalam konstruksi yang diaplikasikan untuk pembangunan berbagai infrastruktur seperti rumah, jalan, jembatan, gedung, dan bendungan. Pada setiap pembangunan infrastruktur beton lebih sering dipilih daripada baja dan kayu karena beton cukup kuat menahan beban tekan serta proses pekerjaan dan perawatannya mudah, dapat dibentuk sesuai keperluan, tahan terhadap cuaca, korosi dan api.

Kualitas agregat pada bahan beton sangat berpengaruh pada mutu beton. Agregat yang dipakai pada konstruksi beton adalah agregat alami maupun agregat buatan (*artificial aggregates*). Pada umumnya, agregat diklasifikasikan berdasarkan bentuknya yaitu

kerikil dan pasir. Material halus seperti pasir berasal dari gunung, sungai dan galian. Pasir yang akan digunakan dalam produksi beton harus memiliki kadar lumpur kurang dari 5% terhadap berat kering atau paling banyak 5% dari berat kering.

Agregat halus dari penelitian ini berasal dari dua pulau yang berbeda. Pasir Kubu Karangasem adalah tambang pasir yang berada di Pulau Bali, Provinsi Bali, Kabupaten Karangasem, Kecamatan Kubu, yaitu berada di bagian utara Pulau Bali. Pada penelitian ini Pasir Kubu Karangasem sebagai pembanding karena terbukti kualitasnya yang diterangkan dalam jurnal "Pemanfaatan Pasir dan Kerikil Gunung Agung Kabupaten Karangasem Sebagai Beton Normal", (Sokowijaya I. N, 2011).

Handel merupakan lokasi tambang galian c dari Pulau Flores, tepatnya di Kecamatan Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dalam penelitian ini pasir Handel sebagai objek yang diteliti karena kontribusi sub sektor pada Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Manggarai Barat bersumber dari kegiatan penggalan, yakni penggalan bahan tambang yang termasuk dalam Golongan C, menunjukkan bahwa statistik data dimana pada tahun 2003-2004, berdasarkan PDRB dengan harga konstan, menggambarkan angka yang relatif konstan, yaitu sebesar 7,3 milyar atau kurang lebih 2,25% dari total PDRB. Namun pada tahun 2021, PDRB dari sektor galian dan pertambangan mengalami pertumbuhan sebesar 3,29%, dan mengalami penurunan dalam laju pertumbuhan jika dibandingkan dengan tahun 2020, dimana pertumbuhannya mencapai 5,37% (PDRB Kabupaten Manggarai Barat menurut 2017-2021).

Agregat halus yang dihasilkan di Handel berasal dari sungai Wae Mese, agregat ini terbentuk dari proses sedimentasi di dasar sungai. Tentu proses sedimentasi agregat ini terkontaminasi dengan material lain seperti kayu, dedaunan dan juga lumpur.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian untuk memahami nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pasir Handel Manggarai Barat. Untuk mendapatkan data kekuatan tekan, beton akan diuji pada usia 7, 21, dan 28 hari.

Beton

Menurut Mac Gregor; 1997 Beton adalah campuran material halus "pasir" dan material kasar "split" yang terikat melalui reaksi kimia antara air dan *portland cemen*, membentuk adukan air dan semen. Beton semakin keras seiring pertambahan umur dan kekuatan tekan rencana " $f'c$ " akan tercapai pada hari ke-28. Untuk mencapai kuat tekan yang di rencanakan, saat membuat campuran beton perlu mempertim bangkan karakteristik material, desain campuran beton (*mix design*) dan kandungan udara untuk beton (*air content*). BSN., 1974-2011 terkait "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder" bahwa: metode pemberian gaya aksial P yang didistribusikan pada mesin penguji kekuatan tekan digunakan untuk membuat kuat tekan beton. Gaya ini disalurkan pada luas penampang benda uji silinder, yang

menghasilkan daya tekan " $f'c$ " dan menyebar ke seluruh permukaan penampang " A ". Pengujian kuat tekan dapat ditentukan menggunakan formula:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana: $f'c$ = tekanan pada beton (MPa);

P = gaya tekan dari mesin uji (N); dan

A = luas permukaan benda uji (mm^2).

Komposisi Beton

Beton berasal dari campuran *portland cement* atau semen reaktif air dengan pemisahan material kasar, material halus, dan disertai air tanpa adanya bahan lain (*Admixture*) BSN, 2847:2013. Komposisi beton tersusun dari material "agregat halus dan kasar" kurang lebih 60% sampai 70% dalam mengisi volume beton, pasta semen "semen dan air" minimal 25% sampai 40%, dan rongga udara sekitar 1% sampai 2%, Mulyono T, 2004. Dengan demikian masing-masing bahan penyusun beton penting dipelajari secara keseluruhan terutama dalam upaya untuk memahami karakteristik setiap material sebagai dasar perencanaan beton.

a. Semen *portland*

Semen *portland* merupakan semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker terdiri dari kalsium silikat hidrolik. Umumnya, mengandung satu atau lebih dari bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama bahan utamanya, BSN., 03-6861.1-2002. Semen di dalam campuran berfungsi untuk mengikat agregat-agregat sehingga terbentuk massa yang padat, dan untuk mengisi rongga diantara agregat-agregat.

b. Agregat

Agregat merupakan material berbutir dari pasir, split, dan slag tanur "*blas slag-flunace slag*" ini digunakan bersamaan dengan medium perekat untuk menghasilkan mortar atau beton semen hidrolis, BSN., 6321:2016.

Menurut bentuk dan ukurannya, agregat diklasifikasikan menjadi material kasar dan material halus.

1) Material Halus "Pasir"

Material halus merupakan jenis butiran halus yang dihasilkan melalui proses alami dan batuan atau butiran halus yang diperoleh dari penggilingan batu dengan dimensi butir sekitar 4,75 mm (No.4), BSN., 1970:2016. Agregat halus memiliki beraneka ragam ukuran butiran sehingga dalam proses pengayakan dibutuhkan berbagai model ukuran butir ayakan dari ukuran

terkecil sampai yang terbesar seperti 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.6 mm, dan 0.25 mm. Dalam proses ayakan harus memenuhi persyaratan berikut:

- Pada ayakan 4,75 mm, sisa yang terkecil sebesar 2%.
- Sebanyak minimal 10% dari agregat tertinggal di atas ayakan berukuran 1,18 mm.
- Agregat yang tidak lolos ayakan 0,25 mm berkisar antara 80% sampai 95% dari berat total.
- Menghitung nilai modulus kehalusan agregat, nilainya berada diantara 1.50-3.80

Untuk memahami bahwa gradasi butiran agregat halus dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Analisis Gradasi Agregat Halus dan Agregat Kasar, jumlah sisa kumulatif agregat sesuai standar kemudian ditentukan menggunakan rumus:

$$W_{rt} = \frac{W_1 + W_2}{2} \quad (3)$$

Dimana:

W_{rt} = Jumlah rata-rata bahan yang tidak melewati saringan (gram)

W_1 = berat total agregat yang tertahan di atas saringan percobaan I (gram)

W_2 = jumlah berat agregat yang tertinggal di atas saringan pada percobaan II (gram)

$$S(\%) = \frac{W_{rt}}{\sum W_{rt}} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana:

$S\%$ = nilai persentase rata-rata dari berat agregat yang tersisa di atas saringan (%)

W_{rt} = berat rata-rata agregat yang tersisa dipermukaan saringan (gram)

$\sum W_{rt}$ = total rata-rata massa agregat pada satu set saringan (gram)

$$S_{kom}(\%) = \sum_{i=1}^n S \quad (5)$$

Dimana:

$S_{kom}(\%)$ = persentase jumlah akumulasi agregat yang sisa di atas saringan.

Pada agregat halus yang diuji dilakukan pengujian modulus kehalusan butir atau *fitness modulus* (FM) merupakan sebuah parameter yang digunakan untuk menunjukan kekerasan atau distribusi ukuran butir agregat. Ukuran kehalusan partikel pasir berkisar antara 1.5 sampai 3.8, BSN. 04-1989-F. Berikut adalah rumus perhitungan modulus kehalusan butir agregat:

$$FM = \frac{\sum Skom(\%)}{Seratus} \quad (6)$$

dimana:

FM = indeks kehalusan partikel agregat

$\sum Skom(\%)$ = total akumulatif agregat yang tertahan pada saringan berukuran 0.15 milimeter

Mengenai kadar lumpur pada agregat halus yang merupakan bagian-bagian pada agregat dapat melewati ayakan 0.075 milimeter, yang memiliki kepadatan kurang dari 2.0 t/m³ BSN., 03-6861.1-2002. Berlebihan kadar lumpur yang terdapat dalam agregat akan mengakibatkan beton rendah kualitasnya, sekaligus tidak tercapainya mutu beton yang diinginkan. Untuk mengetahui kadar lumpur pada agregat halus dapat dilakukan menggunakan metode mengaduk gelas ukur berisi pasir 130 cc pasir dan air sampai level cairan mencapai 200 cc selama 30 menit. Kemudian dibiarkan selama kurang lebih 24 jam, selanjutnya dilakukan analisis kadar lumpur dan dibandingkan menggunakan rumus:

$$H_1 = ht_1 - hp \quad (7)$$

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{h_1}{ht_1} \times 100\% \quad (8)$$

Dimana:

H_1 = tinggi lumpur (cc)

ht_1 = Jumlah tinggi pasir bersama dengan lumpur sebelum dikocok(cc)

ht_2 = jumlah tinggi pasir tambah lumpur sebelum dikocok (cc)

hp = tinggi pasir

Ketika menganalisis karakteristik agregat, penting untuk mempertimbangkan faktor kadar air guna menentukan jumlah kadar air yang dibutuhkan oleh campuran beton. Kadar air pada agregat merupakan selisih berat antara agregat basah dan agregat kering. Ini ditunjukkan dalam persen. BSN., 03-1971-1990. Rumus berikut digunakan untuk menghitung kadar air agregat:

$$W_w = W_{lap} - W_{od} \quad (9)$$

$$Ka = \frac{W_w}{W_{lap}} \times 100\% \quad (10)$$

dimana:

W_w = massa air yang terkandung (gram)

W_{lap} = berat agregat asli dalam kondisi jenuh permukaan kering (gram)

W_{od} = berat agregat dalam kondisi kering oven (gram)

Ka = kadar air agregat (%)

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara massa bahan mentah dengan massa air pada volume dan suhu yang sama, BSN., 1970:2016. Perhitungan berat jenis agregat untuk kondisi sebenarnya dan kondisi SSD dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$BJ = \frac{W_{lap}}{W_a - W_{tc}} \times BJ_w \quad (11)$$

Dimana:

BJ = Berat jenis asli agregat (t/m^3)

W_{lap} = berat agregat kondisi awal/SSD (gr)

BJ_w = berat jenis air (t/m^3)

W_a = berat air 500 ml (gr)

W_{tc} = wap – W_{lap} (gr)

W_{ap} = berat pasir dalam air 500 ml (gr)

Berat isi agregat mengacu pada jumlah massa per satuan volume dalam keadaan longgar Perhitungan berat isi agregat untuk keadaan sebenarnya dan kondisi SSD dapat dilakukan berdasarkan rumus berikut:

$$B_{sat} = \frac{W_{lap}}{V_{ag}} \quad (12)$$

Dimana:

B_{sat} = berat isi agregat kondisi asli/SSD (t/m^3)

W_{lap} = berat agregat asli dalam kondisi jenuh permukaan kering (gram)

V_{ag} = volume agregat pada keadaan gembur dan padat (cm^3)

2) Agregat Kasar

ASTM menetapkan bahwa Agregat kasar adalah batuan dengan ukuran partikel melebihi 4,75 mm, BSN., 8321:2016. Kandungan lumpur dalam Agregat kasar tidak lebih dari 1% dari bobot agregat seluruhnya. Apabila kandungan lumpur pada agregat kasar lebih dari 1%, maka agregat kasar harus melalui proses pencucian. Butiran Agregat kasar harus terdiri dari berbagai macam ukuran dan wajib memenuhi persyaratan berikut:

- Pada ayakan 38 mm, sisa 0% berat
- Sisa yang tertahan pada ayakan 4.75 mm antara 90% dan 98%.
- Perbedaan antar dua saringan beruntun agregat tertahan maksimal 60% dan minimal 10% berat.

Untuk mendapatkan kriteria karakteristik dari agregat kasar dapat dihitung dengan proses dan rumus yang sama dengan pengujian karakteristik dari agregat halus.

3) Air

Fungsi air dalam beton memiliki kemampuan untuk bereaksi dengan semen dan memfasilitasi ikatan antar material, sehingga proses pengerjaan dan pemadatan menjadi lancar. Saat membuat beton, air harus jernih dan bebas dari zat seperti minyak, asam, alkali dan bahan organik dan sejenisnya. Air tersebut juga dapat digunakan untuk pencucian tulangan atau untuk menjaga mutu beton.

4) Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton merupakan sesuatu yang sederhana karena karakteristik material penyusunnya bervariasi. Campuran beton merupakan hasil dari material komposit yang digunakan dalam konstruksi. Cara yang dipakai pada rancangan pencampuran beton (*mix design*) dari kajian ini yaitu metode *Department Of Environment* (DoE). Berikut adalah langkah- langkah metode mix design DoE dalam pembuatan komposisi beton pada umumnya:

- Tentukan target kuat tekan yang akan dicapai
- Tentukan deviasi standar atau standar tambahan. Perhitungan nilai deviasi standar:

$$S = \sqrt{\sum_{n=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (13)$$

Dimana:

S = deviasi standar

X_i = daya tekan setiap benda uji beton

\bar{X} = kekuatan tekan rata-rata

n = total benda uji

- Menetapkan batas terendah kadar semen dan batas tertinggi faktor air semen
- Tentukan jenis densitas semen berdasarkan hasil analisis jenis semen
- Menetapkan nilai *slump*
Nilai *slump* dalam BSN., 15-1990-03, "Tata Cara Pembuatan Beton Normal" telah ditentukan yaitu antara 60 mm sampai 180 mm.
- Menentukan sifat-sifat agregat berdasarkan data uji agregat halus dan agregat kasar
- Mencari kapasitas rata-rata kuat tekan beton

$$(\sigma_{bm}) = \sigma_{bk} + 1,645 \times S \quad (14)$$

σ_{bk} = rencana kuat tekan beton (kg/cm^2)

S = standar deviasi (kg/cm^2)

H. Tentukan proporsi air semen

I. Tentukan ukuran maksimum butir Agregat. paling besar. Ukuran maksimum adalah 40 mm.

- J. Menentukan kandungan air bebas tanpa reaksi. Kandungan air bebas dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (15)$$

W_h = total volume air pada agregat halus

W_k = total volume air pada agregat kasar

- K. Menghitung kebutuhan semen
Kebutuhan semen = nilai hasil pembagian jumlah air bebas dengan rasio air-semen

- L. Mengidentifikasi persentase material kerikil dengan pasir

- M. Menghitung berat total jenis SSD gabungan

$$\text{BJ campuran} = (\text{persentase pasir} \times \text{berat jenis SSD pasir}) + (\text{persentase split} \times \text{berat jenis SSD split}) \quad (16)$$

- N. Tentukan BJ beton yang digunakan

- O. Menghitung berat setiap agregat

- P. Menghitung berat setiap agregat dan air

- Q. Menghitung kebutuhan bahan (untuk 1 m³ beton)

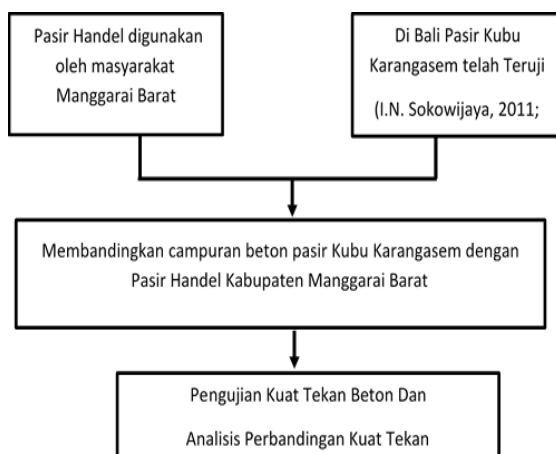
- R. Menghitung jumlah kebutuhan material.

Material yang telah dicetak menjadi benda uji beton akan dilakukan perawatan basah dengan direndam dalam air selama 7 hari guna menghasilkan beton yang berkualitas tinggi, tahan dan menjaga kestabilan ukuran beton.

Dalam pengujian ini benda uji beton diuji kekuatan tekannya setelah mencapai umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.

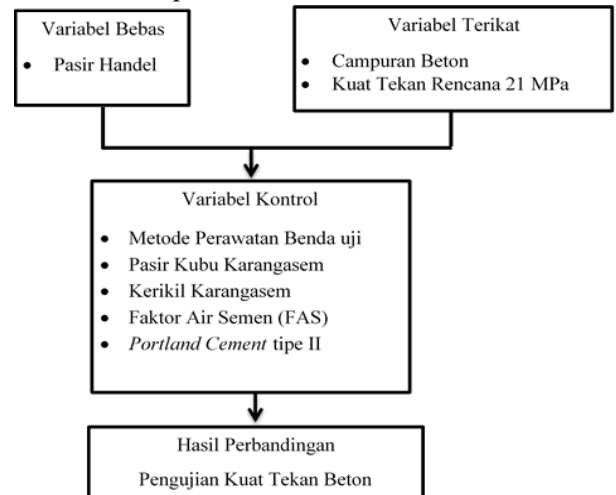
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini yang menjadi landasan filosofis serta masalah konseptual yang sangat fundamental untuk diteliti yaitu pasir Handel Manggarai Barat yang sering digunakan oleh masyarakat Manggarai Barat sebagai material agregat halus. Dapat di digambarkan pada konsep kerangka berpikir berikut:



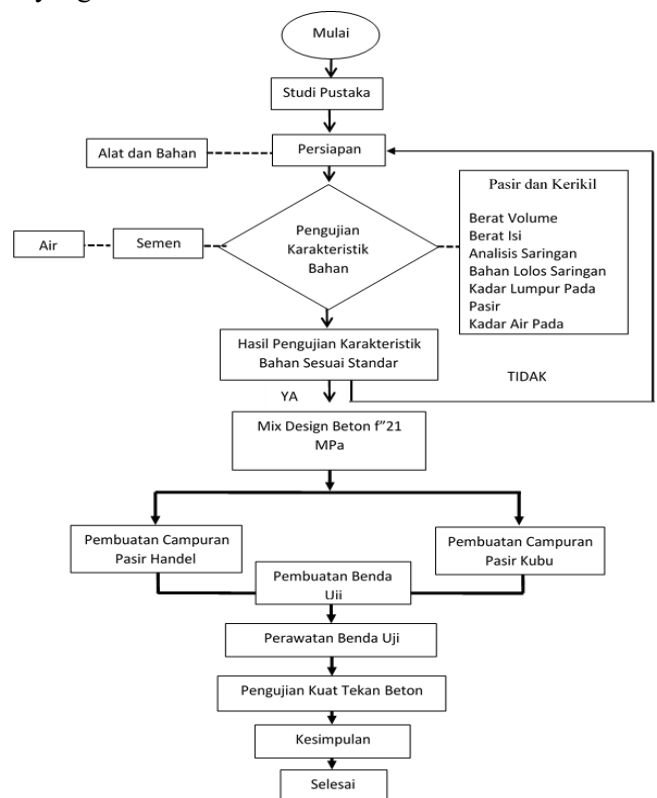
Gambar 1. Kerangka Berpikir

Cara yang diterapkan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode eksperimen untuk menemukan keterkaitan sebab akibat dan melakukan perbandingan hasilnya. Jenis parameter penelitian yang digunakan meliputi parameter independen “bebas”, parameter dependen “terikat”, dan parameter kontrol. Berikut adalah diagram hubungan antara variabel atau parameter:



Gambar 2. Hubungan Antara Variabel

Untuk langkah-langkah pelaksanaan yang diterapkan dalam penelitian ini bisa dirumuskan dan digambarkan pada skema alir penelitian yang disertakan di bawah in:



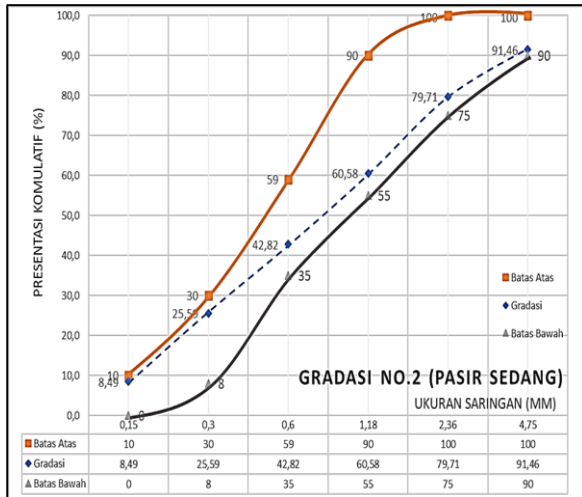
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data hasil uji akan disusun dan dianalisa dalam bentuk tabel dan grafik dimulai dari pengujian material dan berakhir dengan pengujian benda uji beton.

1. Pengujian Material

a. Pengujian Agregat Halus Pasir Kubu Karangasem



Gambar 4. Grafik Gradasi No.2 Pasir Sedang

Berdasarkan hasil uji analisa saringan, pasir Kubu Karangasem berada dalam klasifikasi ukuran pasir No.2 (pasir sedang) dengan modulus kehalusan butir rata-rata dari dua percobaan yaitu:

Modulus kehalusan butir agregat percobaan I

$$\frac{482,14 - (100 + 93,02 + 1,8)}{100} = 2,87\%$$

Modulus kehalusan butir agregat percobaan II

$$\frac{498,44 - (100,04 + 94,76 + 4 + 0,64)}{100} = 2,99\%$$

Modulus kehalusan butir rata-rata agregat percobaan I dan II: $\frac{(2,87 + 2,99)}{2} = 2,93\%$

Nilai rata-rata modulus kehalusan butir agregat halus pasir Kubu Karangasem memenuhi syarat karena secara umum pasir memiliki modulus kehalusan butir butir yang berkisar antara 1,5% dan 3,8% BSN., 04-1989. Pengujian kandungan air agregat halus pasir Kubu Karangasem di laboratorium beton Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar didapatkan kadar air pada percobaan I: 2,407% dan pada percobaan II: 2,347% dengan rata-rata dari kedua percobaan tersebut yaitu:

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{\%Ka1 + \%Ka2}{2} = 2,377\%$$

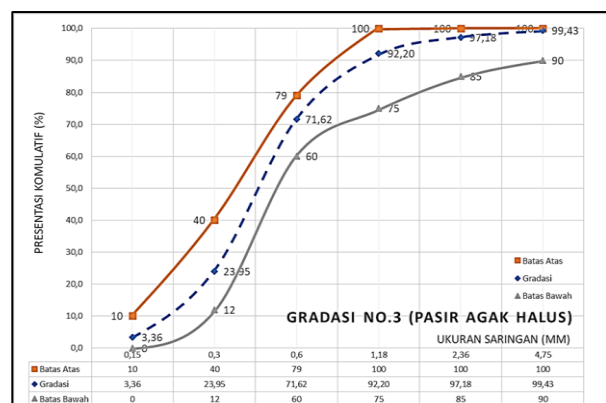
Kadar air agregat halus pasir kubu karangasem memenuhi karena dibawah nilai

maksimum 6,5%. Sedangkan kadar lumpur agregat halus pasir Kubu Karangasem yaitu 8,6%, nilai ini melampaui batas tertinggi kandungan lumpur pada agregat halus 5%, karena itu agregat halus harus dibersihkan sebelum digunakan. Untuk hasil pengujian dan analisa berat jenis agregat halus pasir Kubu Karangasem tertera pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pengujian Berat jenis dan Absorpsi Pasir Kubu Karangasem

No.	Uraian Percobaan	Berat Benda Uji Percobaan 1	Berat Benda Uji Percobaan 2	Rata-rata	Satuan
1.	Berat Pasir SSD (Bj)	576,6	682,3		gram
2.	Berat Pasir Kering Oven (Bk)	569,7	673,6		gram
3.	Picnometer + Air (Ba)	1721,8	1783,3		gram
4.	Picnometer + Air + Pasir (Bt)	2184,6	2063,9		gram
5.	Berat Jenis Bulk BK	5,00	1,676	3,338	N/m3
Ba + Bj - Bt					
6.	Berat Jenis SSD Bj2	5,066	1,698	3,382	N/m3
Ba2 + Bj2 - Bt2					
7.	Semu BK2	0,494	0,607	0,55	N/m3
Ba2 - BK2					
8.	Absorpsi Bj2 - BK2	1,211	1,292	1,251	%
		$\frac{Bj2 - BK2}{BK2} \times 100\%$			

b. Pengujian Agregat Halus Pasir Handel Manggarai Barat



Gambar 5. Grafik Gradasi No.3 Pasir Agak Halus

Pengujian analisa saringan untuk pasir Handel masuk dalam gradasi pasir No.3 (pasir agak halus) dengan rata-rata modulus kehalusan butir agregat yaitu:

$$\text{Modulus kehalusan butir agregat percobaan I} = \frac{409,48 - 99,96}{100} = 3,095\%$$

Modulus kehalusan butir agregat percobaan II

$$\frac{413,41 - (99,96 + 0,16)}{100} = 3,132\%$$

Modulus kehalusan butir rata-rata agregat percobaan I dan II: $\frac{(3,095 + 3,132)}{2} = 3,113\%$

Modulus kehalusan butir pasir Handel memenuhi syarat karena berada diantara 1,5% sampai 3,8%, untuk kadar air agregat pasir Handel dari dua percobaan yaitu: 9,768% dan 19,86% dengan rata-rata dari kedua percobaan tersebut adalah:

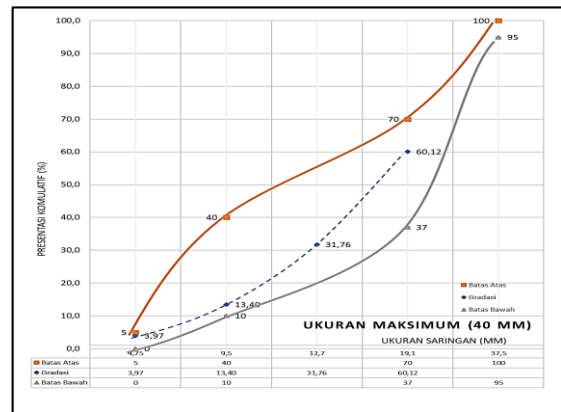
Kadar air rata-rata = $\frac{\%Ka1 + \%Ka2}{2} = 14,814\%$

Nilai kadar air pasir Handel tidak memenuhi standar karena melebihi nilai maksimum 6,5% kandungan air untuk agregat halus. Sedangkan kandungan lumpur pasir Handel pada penelitian ini memenuhi 4,95%. Untuk pemeriksaan dan analisa berat jenis agregat halus pasir Handel tertera pada table 2 berikut ini:

Tabel 2. Pemeriksaan Berat jenis dan Absorpsi Pasir Handel

No	Uraian Percobaan	Berat Benda Uji Percobaan n 1	Berat Benda Uji Percobaan n 2	Rata-rata	Satuan
1.	Berat Pasir SSD (Bj)	890,1	889,6		gram
2.	Berat Pasir Kering Oven (Bk)	848	848		gram
3.	Picnometer + Air (Ba)	1721,8	1783,3		gram
4.	Picnometer + Air + Pasir (Bt)	2210,9	2271,7		gram
5.	Berat Jenis Bulk BK	2,114	2,113	2,1135	N/m3
	$\frac{Ba + Bj - Bt}{Bj2}$				
6.	Berat Jenis SSD	2,219	2,217	2,218	N/m3
	$\frac{Ba2 + Bj2 - Bt2}{Bj2}$				
7.	Semu BK2	0,970	0,906	0,938	N/m3
	$\frac{Ba2 - BK2}{Bj2 - BK2}$				
8.	Absorpsi	4,96	4,905	4,932	%
	$\frac{Bj2 - BK2}{BK2} \times 100$				

c. Pengujian Agregat Kasar (Kerikil Batu Pecah Kubu Karangasem)



Gambar 6. Grafik Ukuran Maksimum 40 mm

Pengujian gradasi agregat kasar kerikil batu pecah Kubu Karangasem memenuhi spesifikasi agregat kasar dengan diameter maksimum 40 mm, dengan rata-rata modulus kehalusan butir yaitu:

Modulus kehalusan butir agregat percobaan I

$$\frac{(956,58 - 99,94)}{100} = 8,56\%$$

Modulus kehalusan butir agregat percobaan II

$$\frac{(859,43 - 99,94)}{100} = 8,59\%$$

Modulus kehalusan butir rata-rata agregat percobaan I dan II: $\frac{(8,56 + 8,59)}{2} = 8,57\%$

Modulus kehalusan butir agregat kasar kerikil batu pecah Kubu Karangasem tidak memenuhi karena melebihi standar ketentuan modulus kehalusan butir yang berkisar antara 6% sampai 7,10%. Pemeriksaan kadar air agregat kasar dari dua percobaan yaitu 0,23% dan 0,13% dengan rata-rata dari kedua percobaan adalah

Kadar air rata-rata = $\frac{\%Ka1 + \%Ka2}{2} = 0,18\%$

Agregat kasar kerikil batu pecah Kubu Karangasem memenuhi standar spesifikasi dimana nilai kadar air tidak melebihi 1,06%. Sedangkan rata-rata kadar lumpur dari agregat kasar kerikil batu pecah Kubu Karangasem yaitu 0,65% nilai ini memenuhi karena tidak melebihi batas maksimum 1%. Untuk pengujian dan analisa berat jenis kerikil batu pecah Kubu Karangasem dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Pengujian Berat Jenis serta Absorpsi Kerikil Batu Pecah Kubu Karangasem

No.	Uraian Percobaan	Berat Benda Uji Percobaan n 1	Berat Benda Uji Percobaan n 2	Rata-rata	Satuan
1.	Berat kotak takar Kerikil	1083	1037		gram
2.	Berat Kering Oven (Bk)	1027,6	983,1		gram

No.	Uraian Percobaan	Berat Benda Uji Percobaan 1	Berat Benda Uji Percobaan 2	Rata-rata	Satuan
3.	Berat Kerikil Dalam Air (Ba)	616	585		gram
4.	Berat Jenis Bulk BK $Ba+Bj-Bt$	2,2	2,17	2,185	N/m ³
5.	Berat Jenis SSD Bj2 $Ba2+Bj2-Bt2$	2,31	2,29	2,3	N/m ³
6.	Berat Jenis Semu BK2 $Ba2-BK2$	2,49	2,46	2,475	N/m ³
7.	Absorpsi BJ2-BK2 $\frac{BJ2-BK2}{BK2} \times 100\%$	5,39	5,48	5,435	%

2. Rancangan Campuran Beton

Mix design pada penelitian ini menerapkan spesifikasi propertis agregat halus dari pasir Kubu Karangasem. Untuk hasil rancangan campuran beton tertera dalam tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil perancangan *mix design* beton

No.	Uraian	Keterangan
1.	Daya tekan beton yang ditargetkan pada umur 28 hari dengan bagian tidak memenuhi 5%	21MPa (213,045Kg/cm ²),
2.	Deviasi standar	50 kg/cm ²
3.	Nilai selisih	82 kg/cm ²
4.	Kekuatan standar yang ditargetkan	295,045 kg/cm ²
5.	Jenis semen	Gersik Type II
6.	Jenis agregat halus	Batu tak dipecahkan (alami)
7.	Jenis agregat kasar	Batu Pecah (buatan)
8.	Faktor air semen hitung	0,58
9.	Faktorair semen Maksimum	0,6
10.	<i>Slump</i>	60 mm – 180 mm
11.	Ukuran besar butir maksimum	40 mm
12.	Kadar air bebas	185
13.	Kadar semen	316,23 kg/m ³
14.	Kadar semen minimum	275 kg/m ³
15.	Susunan butir agregat halus	Gradasi Zone II
16.	Persentase agregat halus	38,5%
17.	Persentase agregat kasar	61,5%
18.	Berat jenis material agregat gabungan	2,722 kg/liter
19.	Berat jenis beton	2450 kg/m ³
20.	Kandungan agregat gabungan	1948,77 kg/m ³
21.	Kandungan agregat halus	750,2765 kg/m ³
22.	Kandungan agregat kasar	1198,494 kg/m ³

Dari hasil perhitungan *mix design* tersebut dapat diketahui perbandingan komposisi beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 5. Perbandingan Campuran Beton Kondisi Sebenarnya

Campuran Volume	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
Per m ³ Beton	259,523	316,23	758,7246	1135,513
Perbandingan	1	2,39	3,59	

3. Nilai *Slump*

Prosedur penyusunan rencana kombinasi beton biasa, ditetapkan nilai *slump* sebesar 60 mm sampai 180 mm, BSN., 15-1990-03. Nilai *slump* dari hasil pengujian di laboratorium berdasarkan akumulasi rata-rata 6 kali campur untuk setiap agregat halus diperoleh pasir Kubu Karangasem memiliki rata-rata nilai *slump* yaitu 150 mm sedangkan untuk pasir Handel Manggarai Barat memiliki rata-rata nilai *slump* yaitu 149,3 mm. Dari kedua agregat halus dalam penelitian ini memiliki nilai *slump* yang memenuhi spesifikasi teknis.

4. Pengujian Kuat Tekan

a. Kuat Tekan Pasir Kubu Karangasem

Adapun data dari hasil perhitungan tegangan hancur benda uji dari setiap umur beton untuk pasir Kubu Karangasem adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kuat Tekan Tiap Umur Benda Uji Pasir Kubu Karangasem

No. Benda Uji	Kuat Tekan Tiap Umur Benda Uji Pasir Kubu Karangasem					
	Kuat Tekan Umur 7 Hari		Kuat Tekan Umur 21 Hari		Kuat Tekan Umur 28 Hari	
	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa
KA-1	134,5	13,1	152,0	14,9	146,9	14,4
KA-2	125,5	12,3	144,4	14,1	142,3	13,9
KA-3	138,4	13,5	136,9	13,4	148,7	14,5
KA-4	119,6	11,7	149,9	14,7	153,4	15,0
KA-5	110,3	10,8	156,0	15,3	152,6	14,9
KA-6	117,6	11,5	123,0	12,0	138,7	13,6
KA-7	123,4	12,1	159,9	15,6	140,3	13,7
KA-8	129,9	12,7	139,8	13,7	143,2	14,0

Tabel 7. Hasil Hitungan Statistik Deskriptif Pasir Kubu Karangasem

Umur Benda Uji	Banyak Benda Uji	Minimum	Maksimum	Standar Deviasi
Umur 7 Hari	8	110,33	138,47	9,23
Umur 21 Hari	8	123,00	159,98	12,19
Umur 28 Hari	8	138,76	153,44	5,51

- b. Kuat Tekan Pasir Handel Manggarai Barat
Adapun hasil perhitungan tegangan hancur benda uji dari setiap umur beton untuk pasir Handel Manggarai Barat tercantum pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Kuat Tekan Tiap Umur Benda Uji Pasir Handel Manggarai Barat

No. Benda Uji	Kuat Tekan Tiap Umur Benda Uji Pasir Handel Manggarai Barat					
	Kuat Tekan Umur 7 Hari		Kuat Tekan Umur 21 Hari		Kuat Tekan Umur 28 Hari	
	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa
HA-1	49,97	4,90	51,47	5,04	56,13	5,50
HA-2	44,30	4,34	63,48	6,22	62,47	6,12
HA-3	44,51	4,36	55,35	5,42	59,61	5,84
HA-4	44,65	4,37	58,28	5,71	59,05	5,79
HA-5	54,14	5,30	66,26	6,49	66,84	6,55
HA-6	49,01	4,80	52,71	5,16	71,92	7,05
HA-7	43,87	4,30	63,33	6,21	59,12	5,79
HA-8	49,11	4,81	62,60	6,13	65,87	6,45

Tabel 9. Hasil Hitungan Statistik Deskriptif Pasir Handel Manggarai Barat

Umur Benda Uji	Banyak Benda Uji	Minimum	Maksimum	Standar Deviasi
Umur 7 Hari	8	43,87	54,14	3,69
Umur 21 Hari	8	51,47	66,26	5,53
Umur 28 Hari	8	56,13	71,92	5,22

SIMPULAN

- Berdasarkan analisa perhitungan statistik deskriptif dari pasir Kubu Karangsem dan pasir Handel Manggarai Barat dapat diketahui nilai kuat tekan maksimum dari 48 buah benda uji yaitu 159,98 kg/cm² (15,68 MPa) terdapat pada sampel pasir Kubu Karangasem
- Nilai kuat tekan maksimum dari benda uji untuk pasir Handel Manggarai Barat yaitu 71,92 kg/cm² (7,05 MPa) nilai ini tidak

mencapai kekuatan tekan yang direncanakan.

- Berdasarkan ketentuan batas minimum (6,89 MPa) dan batas maksimum (17,24 MPa) beton struktural ringan, BSN., 03-3449-2000). Dapat disimpulkan bahwa pasir Handel Manggarai Barat hanya dapat digunakan untuk bangunan struktural ringan (non struktur).

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. Kabupaten Manggarai Barat, 2021. *Indikator Ekonomi*, Labuan Bajo: Badan Pusat Statistik Kabupaten Manggarai Barat.
- BSN. ISSO., 1990. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. SK SNI T-15-1990-03, Cetakan Pertama, Teknologi Beton, Yogyakarta, pp.3.
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. SNI. 03-1971-1990, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam*. SK. SNI. S-04-1989-F. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*. SK. SNI. M-106-1990-03. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 2002. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A: Bahan Bangunan Bukan Logam*. SNI. 03-6861.1-2002. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. SNI 1974:2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- BSN. Standar Nasional Indonesia, 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI. 2847:2013. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN., Standar Nasional Indonesia, 2016. *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970:2016. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN., Standar Nasional Indonesia, 2016. *Spesifikasi Agregat Beton*. SNI 8321: 2016. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

MacGregor, James G. 1997. *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Mulyono, Try, 2004. *Teknologi Beton*, Ed. II, Yogyakarta: Andi

Sukowijaya, I. N. dan Satyamo, I. 2011. Pemanfaatan Pasir dan Kerikil Gunung Agung Kabupaten Karangasem Sebagai Beton Normal. *Jurnal Universitas Gadjah Mada*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>