

ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON PASIR QUARRY MAMUYA TOBELO DENGAN PASIR QUARRY MALANU KOTA SORONG

Wennie Mandela¹, Stefany Margareta²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Saint Paul Sorong, Papua Barat Indonesia, 98414

✉ e-mail: wennie88sorong@gmail.com

Abstract

The sand quarry in Sorong City is used by the community in construction work, one of which is building the Malanu sand quarry to build houses and shops. Structural works that require concrete quality $f'c > 25$ MPa use sand from outside the city of Sorong, such as from Mamuya Tobelo, North Halmahera, so it requires a fairly large cost and longer mobilization time. The purpose of the study was to determine the comparison of the compressive strength of the concrete produced using Tobelo Quarry sand and Malanu Quarry sand and to determine the characteristics of the two types of sand. The research method is an experimental research conducted in a laboratory. The results of the examination of the fine aggregate material of Malanu sand have a silt content of 7.60%, including coarse sand (gradation 1), a saturated surface dry density level of 2.88 and a water absorption rate of 2.15%. The fine aggregate of Tobelo sand has a mud content value of 3.80%, including fine sand (gradation 4), a saturated surface dry density value of 2.62 and a water absorption value of 1.69%. The average compressive strength value of the concrete cylinder uses Malanu sand, the age of 7 days is 10.95 MPa, the age of 14 days is 15.10 MPa and the age of 28 days is 17.17 MPa. The average compressive strength value of concrete cylinders uses Tobelo sand, the age of 7 days is 13.02 MPa, the age of 14 days is 17.17 MPa and the age of 28 days is 20.00 MPa. The compressive strength of the concrete cylinder using Tobelo sand is greater than the compressive strength of the Malanu sand concrete cylinder with the difference in the compressive strength values for the age of 7 days 18.90%, 14 days 13.70% and 28 days 16.48%.

Keywords: Compressive strength, Concrete Cylinder, Malanu, Tobelo

Abstrak

Quarry pasir di Kota Sorong digunakan masyarakat dalam pekerjaan konstruksi, salah satunya quarry pasir Malanu untuk membangun rumah tinggal dan pertokoan. Pekerjaan struktur yang membutuhkan mutu beton $f'c > 25$ MPa menggunakan pasir dari luar kota sorong seperti dari Mamuya Tobelo Halmahera Utara, sehingga dibutuhkan biaya yang cukup besar dan mobilisasi waktu lebih lama. Tujuan penelitian ini, yakni mengetahui perbandingan kekuatan tekan beton yang didapatkan memanfaatkan pasir Quarry Tobelo dan pasir Quarry Malanu serta mengetahui karakteristik dari kedua jenis pasir tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Hasil pemeriksaan karakteristik material agregat halus pasir Malanu memiliki nilai kadar lumpur 7,60%, termasuk kedalam pasir kasar (gradasi 1), nilai berat jenis kering permukaan 2,88 dan nilai penyerapan air 2,15%. Agregat halus pasir Tobelo memiliki nilai kadar lumpur 3,80%, termasuk kedalam pasir halus (gradasi 4), nilai berat jenis kering permukaan 2,62 dan nilai penyerapan air 1,69%. Nilai kuat tekan silinder beton rata-rata menggunakan pasir Malanu, usia 7 hari 10,95 MPa, usia 14 hari 15,10 MPa dan usia 28 hari 17,17 MPa. Nilai kuat tekan silinder beton rata-rata menggunakan pasir Tobelo, usia 7 hari 13,02 MPa, usia 14 hari 17,17 MPa dan usia 28 hari 20,00 MPa. Kuat tekan silinder beton menggunakan pasir Tobelo lebih besar dibandingkan kuat tekan silinder beton pasir Malanu dengan selisih nilai kuat tekan untuk usia 7 hari 18,90%, usia 14 hari 13,70% dan usia 28 hari 16,48%.

Kata kunci: Kuat Tekan, Malanu, Silinder Beton, Tobelo

Pendahuluan

Dari letak geografis kota Sorong merupakan kawasan yang strategis sebagai pintu gerbang perdagangan domestik di Papua Barat. Hal ini mempercepat perkembangan infrastruktur di wilayah ini, terutama dari sisi pembangunan baik itu

bangunan rumah tinggal, gedung bertingkat, jembatan, drainase, dermaga dan peningkatan jalan.

Beton termasuk unsur utama penyusun dan penopang struktur bangunan oleh karena itu membutuhkan mutu beton yang sesuai dengan spesifikasinya [1],[2]. Untuk memenuhi mutu beton yang baik dan

kuat tentu tergantung kepada materialnya yaitu: kerikil, pasir, semen, dan air berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Adapun Pasir adalah bagian dari material pembentuk beton mempunyai kualitas yang beragam [3]. Jika dibandingkan, pasir dari suatu tempat akan mempunyai tingkat kualitas berbeda dengan tempat yang lain, penyebabnya adanya kandungan lumpur atau kotoran pada pasir berbeda antara tempat yang satu dengan tempat lainnya [4]. Kualitas pasir yang dimanfaatkan bagi campuran beton mempengaruhi kekuatan tekan yang dihasilkan oleh beton tersebut.

Terdapat beberapa quarry pasir di Kota Sorong yang digunakan masyarakat dalam pekerjaan konstruksi, salah satunya quarry pasir Malanu untuk membangun rumah tinggal dan pertokoan. Akan tetapi pekerjaan struktur yang membutuhkan mutu beton $f'c > 25$ MPa menggunakan pasir dari luar kota sorong seperti dari daerah Mamuya Tobelo Halmahera Utara, sehingga membutuhkan biaya cukup besar dan mobilisasi dengan waktu lebih lama dibandingkan menggunakan material lokal.

Peneliti tertarik melakukan studi perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan dari masing-masing quarry tersebut.

Adapun tujuan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Untuk mengetahui karakteristik dari pasir Quarry Tobelo dan pasir Quarry Malanu Kota Sorong.
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan pasir Quarry Tobelo dan pasir Quarry Malanu kota Sorong.

Landasan Teori

Beton

Beton merupakan bahan bangunan konstruksi yang paling banyak dimanfaatkan, karena adanya keunggulan dari beton sendiri jika dibandingkan dengan bahan bangunan konstruksi lainnya [5]. Kekuatan beton tidak hanya ditentukan oleh material bahan penyusunnya, tetapi juga ditentukan oleh komposisi bahan dan proses pembuatannya [6]. Sehingga dalam penggunaan sebagai bahan konstruksi,

pengetahuan tentang bahan, proses pembuatan, pengujian dan perilaku beton harus dipelajari dengan baik. Saat ini, beton yang sering digunakan adalah beton normal. Beton normal yaitu beton yang memiliki berat isi 2200–2500 kg/m³ yang memanfaatkan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah[7].

Kuat Tekan

Kekuatan desak atau tekan beton adalah salah satu andalan utama bahan ini. Kekuatan yaitu tingkat kemampuan suatu bahan, guna menahan tegangan hingga runtuh. Pada beton, proses runtuh ditunjukkan dengan terjadinya retakan halus. Bila dibandingkan, kuat tekan beton jauh lebih tinggi daripada kuat tariknya. Sehingga, pemanfaatannya yang utama itu diarahkan di sifat tekan tersebut. Pada usia 28 hari, adalah penentuan kuat tekan beton [8].

Kekuatan tekan beton juga dipengaruhi oleh kadar lumpur dari material agregat, terutama agregat halus. Beberapa hasil penelitian kadar lumpur di kota Sorong yang mempengaruhi kuat tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (a) kadar lumpur agregat halus quarry Sorong senilai 7,4% dan nilai kuat desak beton senilai 13 MPa, (b) kadar lumpur agregat halus quarry Manokwari senilai 4,8% dan nilai kuat tekan beton 14 MPa [9].

Hasil penelitian lainnya menunjukkan: (a) kadar lumpur pasir dari quarry Km. 14 kota Sorong sesudah dicuci dengan durasi 4 jam menghasilkan nilai 4%, , (b) besaran mutu beton yang didapatkan adalah 15,11 MPa [10].

Dalam praktek ada tiga macam bentuk benda uji yang sering dipakai, yaitu kubus dengan ukuran 100 x 100 x 100 mm, 150 x 150 x 150 mm, silinder dengan ukuran 150 x 300 mm, 100 x 200 mm, dan prisma. Dari hasil pengujian benda uji silinder, dapat dihitung kuat tekan hancur beton yang diperoleh dengan rumus [3]. Dimana:

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

Keterangan:

$f'c$ = Kuat tekan rata-rata beton (Mpa)

P = Beban maksimal beton (kg)

A = Luas penampang beton (cm²)

Material Penyusun Beton

a. Agregat

70-80% dari seluruh volume beton akan diisi oleh agregat. Dengan begitu, karakteristik agregat amat mempengaruhi kekuatan beton yang didapatkan. Suatu sifat agregat, yang akan mempengaruhi kekuatan desak beton yaitu kekuatan agregat itu sendiri. Agregat diharuskan padat dan kuat, bersih dari kotoran dan lumpur serta stabil secara kimiawi. Gradasi agregat yang baik menyebabkan terisinya semua rongga beton, dengan demikian ukuran pori beton berkurang [11]. Berdasarkan penelitian, Pasir gunung Merapi yaitu pasir yang berkualitas baik, disebabkan partikelnya mempunyai sudut. Pola partikel yang mempunyai sudut itulah yang menjadikan ikatan pasir gunung merapi dengan semen menjadi lebih kuat [12]

b. Semen

Semen yaitu bahan campuran yang secara kimiawi aktif sesudah berkaitan dengan air. Agregat tidak mempengaruhi secara signifikan dalam reaksi kimia itu, peran agregat yakni bahan pengisi yang bisa mencegah perubahan volume beton setelah proses aduk berakhir dan memperbaiki daya tahan beton yang didapatkan [13]. Semen yaitu produk industri yang amat komplis, dengan campuran juga struktur yang beragam. Semen dapat diklasifikasikan menjadi 2 kelompok, yaitu : 1). Semen hidrolis dan 2). Semen non hidrolis. Semen hidrolis mampu mengikat dan memadat saat dalam air. Sebagai contoh, semen alumina semen pozzolan, semen terak, semen pertland. Semen non hidrolis tidak bisa mengikat juga memadat di dalam air, namun dapat memadat di udara. Misalnya, kapur [14].

c. Air

Air difungsikan dalam proses terjadinya beton guna membasahi agregat dan mempengaruhi proses kimiawi semen, juga memudahkan proses pembuatan beton. Air yang dikonsumsi umumnya bisa dimanfaatkan untuk adukan beton. Adapun senyawa berbahaya yang terdapat di dalam air, air terkontaminasi minyak, garam, atau bahan kimia lainnya jika digunakan dalam adukan beton bisa

membuat kualitas beton menurun, bahkan bisa mengubah sifat dan karakteristik beton yang didapatkan [15].

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil, Politeknik Katolik Saint Paul Kota Sorong, Papua Barat

Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis eksperimental dimana dilakukan di laboratorium. Pada Penelitian ini, menggunakan dua jenis agregat halus (pasir) dari dua quarry yang berbeda daerahnya. Sampel yang diambil akan dicampur dengan agregat kasar, semen dan air yang kemudian diketahui karakteristik mutu beton yang dihasilkan. Pengujian ini akan dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil, Politeknik Katolik Saint Paul Kota Sorong untuk menganalisis perbandingan kuat tekan beton dari dua quarry pasir tersebut.

Jumlah Benda uji

Benda uji yang digunakan yaitu 18 silinder beton, masing-masing terdiri dari sampel silinder beton yang menggunakan pasir Malanu Kota sorong dan sampel silinder beton yang menggunakan pasir Tobelo Mamuya Halmahera Utara. Sampel silinder beton akan dibuat di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Saint Paul Sorong dengan dimensi silinder beton 15 x 30 cm.

Bahan, Alat dan Tahapan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk rangkaian pengujian pada penelitian ini, mencakup: (1) Semen portland type 1 (2) Agregat kasar batu pecah (3) agregat halus pasir yang berasal dari Mamuya tobelo dan Malanu Kota sorong, (4) Air bersih diperoleh dari PDAM kota sorong.

Alat-alat yang dipakai antara lain: (1) Penggetar siever dan ayakan (2) Mesin desak beton (3) Cetakan Beton, (4) Mesin molen, (5) Tongkat penusuk Kerucut Abrams (6) Gelas ukur dan piknometer, (7) Mistar, (8) Neraca.

Pengujian material dan perhitungan pencampuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 [16].

- (1) Pemeriksaan Agregat Halus
 - a) Butiran yang lolos ayakan NO.200
 - b) Pengecekan berat jenis dan kadar air pasir
 - c) Pengecekan berat isi padat
 - d) Pengecekan berat isi gembur
 - e) Pemeriksaan Modulus Halus Butir
- (2) Pemeriksaan Agregat Kasar
 - a) Pemeriksaan berat jenis dan kadar air kerikil
 - b) Pemeriksaan berat isi padat
 - c) Pemeriksaan berat isi gembur
 - d) Pemeriksaan Modulus Halus Butir
- (3) Perhitungan mix disain
- (4) Pembuatan benda uji sesuai dengan hasil hitungan mix disain yang telah direncanakan
- (5) Melakukan uji tekan beton di Laboratorium.
- (6) Analisa Hasil Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Material Agregat

a. Pengujian Material Agregat Kasar

Pengujian karakteristik pada agregat kasar batuh pecah quarry PII di laboratorium Politeknik Saint Paul Sorong mencakup :

- 1) Uji berat jenis dan kadar air agregat kasar [2]
- 2) Pengujian Analisa saringan agregat kasar / Modulus Halus Butir (MHB)[4]
- 3) Uji berat isi padat agregat kasar
- 4) Uji berat isi gembur agregat kasar

Data hasil uji ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Uji Material Agregat Kasar Batu Pecah PII

Jenis Pengujian	Agregat Kasar (Batu Pecah PII)
Berat Jenis (SSD)	2,79
Penyerapan air (%)	2,83
Modulus Halus Butir (MHB)	7,85
Berat isi padat (gr/cm ³)	1,45
Berat isi gembur (gr/cm ³)	1,31

Dari hasil uji material agregat kasar pada tabel 1 didapat nilai berat jenis 2,79, penyerapan air 2,83%, modulus halus butir 7,85, berat satuan lepas 1,31 gr/cm³, berat satuan padat 1,45 gr/cm³. Hasil pengujian menunjukkan bahwa material normal yang digunakan ini terkategori dalam jenis agregat normal yang disyaratkan mempunyai berat satuan diantara 1,2 - 1,6 gr/cm³.

b. Pengujian Material Agregat Halus

Pengujian karakteristik pada agregat halus pasir quarry Malanu dan pasir quarry Tobelo di laboratorium Politeknik Saint Paul Sorong meliputi :

- 1) Uji butiran yang lewat ayakan No.200 atau kadar lumpur.
- 2) Uji kadar air juga berat jenis [1]
- 3) Uji Modulus Halus Butir (MHB)/ Analisa saringan agregat halus [4]
- 4) Uji berat isi padat agregat halus
Uji berat isi gembur agregat halus

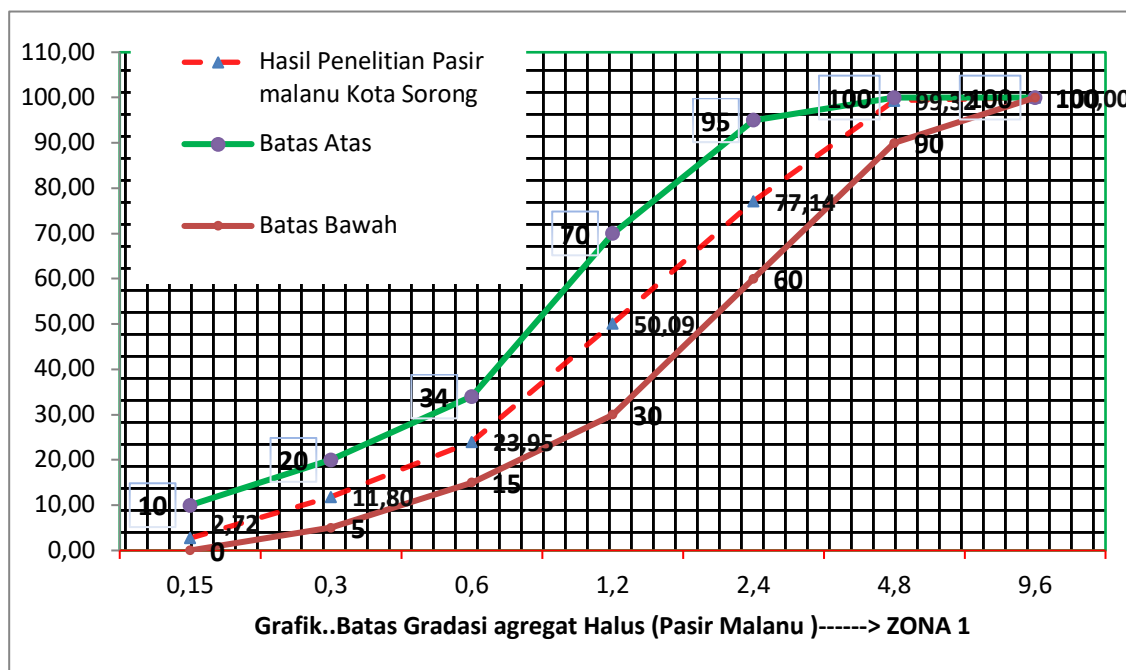
Data hasil uji ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Uji Material Agregat Halus Pasir Malanu, Kota Sorong

Jenis Pengujian	Agregat Halus (Pasir Malanu)
Kadar lumpur (%)	7,60
Berat Jenis (SSD)	2,88
Penyerapan air (%)	2,15
Modulus Halus Butir (MHB)	4,33
Berat isi padat	1,67
Berat isi gembur (gr/cm ³)	1,37

Dari hasil uji karakteristik agregat halus pasir Malanu Kota Sorong dapat dilihat pada tabel 2. Nilai kadar lumpur yang dihasilkan sebesar 7,60% belum memenuhi syarat lewat ayakan no.200 (0.075 mm) yaitu dalam SNI maksimum 5%. Untuk nilai berat jenis kering permukaan (SSD) 2,88 memenuhi syarat dengan interval 1,60 - 3,30 , penyerapan kadar air senilai 2,15% sesuai interval syarat 0,5 - 5%. Sedangkan modulus halus butir (MHB) sebesar 4,33 melebihi syarat interval yaitu 1,50 – 3,80 dan berat volume 1,45 memenuhi syarat 1,40 – 1,90.

Berdasarkan hasil uji susunan butir agregat halus pasir Malanu ditetapkan masuk **zona 1** yaitu pasir kasar. Ditunjukkan di grafik berikut:

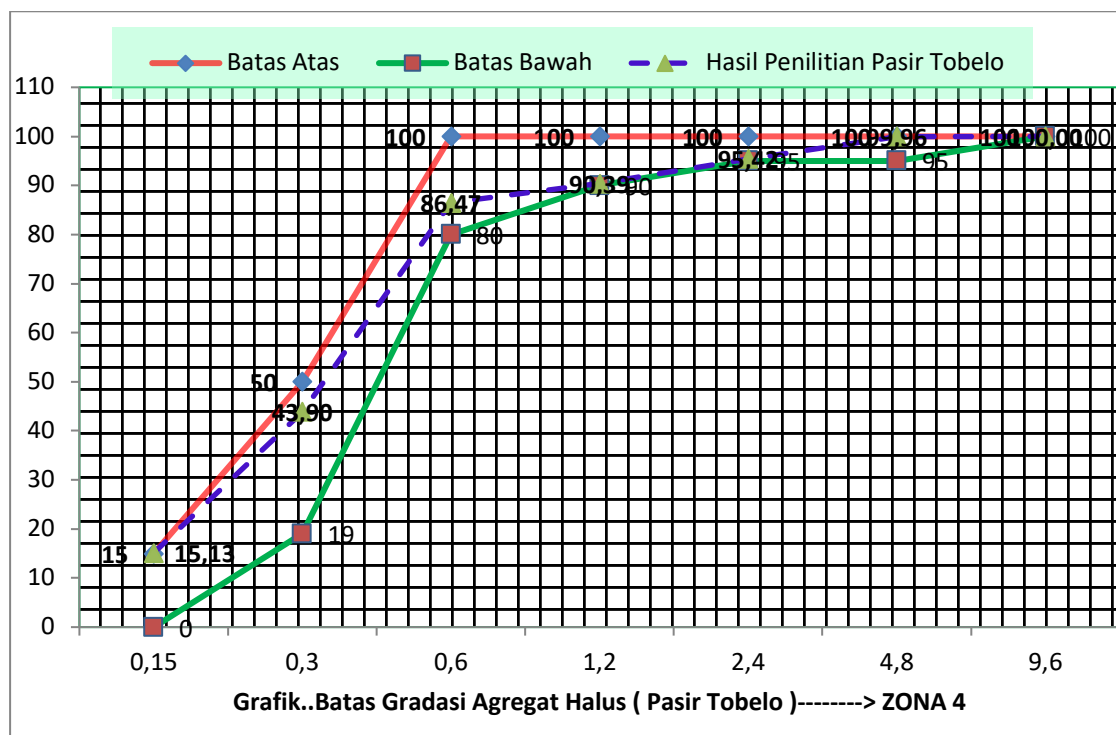


Tabel 3. Hasil Pengujian Material Agregat Halus Pasir Tobelo, Mamuya

Jenis Pengujian	Agregat Halus (Pasir Tobelo)
Kadar lumpur (%)	3,80
Berat Jenis (SSD)	2,62
Penyerapan air (%)	1,69
Modulus Halus Butir (MHB)	2,62
Berat isi padat	1,56
Berat isi gembur (gr/cm ³)	1,42

Hasil uji karakteristik agregat halus pasir Tobelo, Mamuya dapat dilihat pada tabel 3. Nilai kadar lumpur yang dihasilkan sebesar 3,80% memenuhi syarat lewat saringan no.200 (0.075 mm) yaitu dalam SNI nilai tertinggi 5%. Nilai berat jenis kering permukaan (SSD) 2,62 memenuhi syarat dengan interval 1,60 - 3,30 , penyerapan kadar air sebesar 1,69% memenuhi interval syarat 0,5 - 5%. Sedangkan modulus halus butir (MHB) sebesar 2,62 memenuhi syarat interval yaitu 1,50 – 3,80 dan berat volume 1,56 memenuhi syarat 1,40 – 1,90

Berdasarkan hasil pengujian susunan butir agregat halus pasir Tobelo ditetapkan masuk **zona 4** yaitu pasir halus. Dapat dilihat pada grafik berikut:



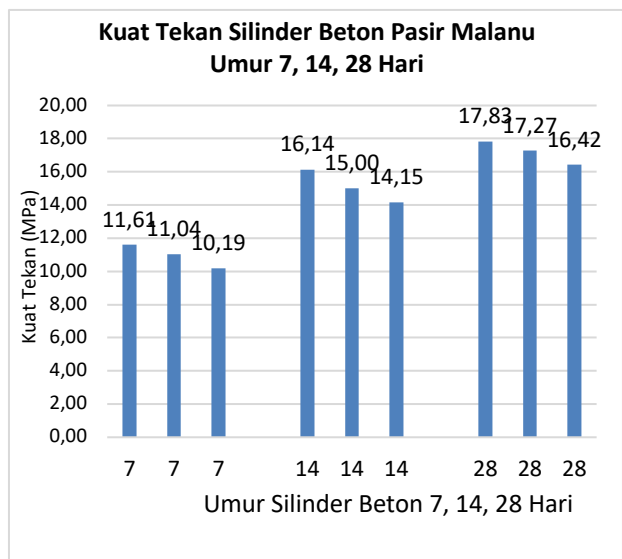
Hasil Pengujian Kuat Desak Silinder Beton

Sesudah proses pembuatan dan pemeliharaan benda uji silinder beton kemudian dilakukan proses uji kuat desak silinder beton menggunakan mesin tekan beton di laboratorium [3]. Hasil pengujian dan perhitungan kuat desak yang didapatkan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Desak Silinder Beton Pasir Malanu, Kota Sorong

No Benda Uji	Umur (hari)	Slump (cm)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
MA7	7	9	205	11,61	
MB7	7	10	195	11,04	10,95
MC7	7	12	180	10,19	
MA14	14	9	285	16,14	
MB14	14	10	265	15,00	15,1
MC14	14	12	250	14,15	
MA28	28	9	315	17,83	
MB28	28	10	305	17,27	17,17
MC28	28	12	290	16,42	

Grafik 1. Kuat Tekan Silinder Beton Pasir Malanu Umur 7, 14 dan 28 Hari

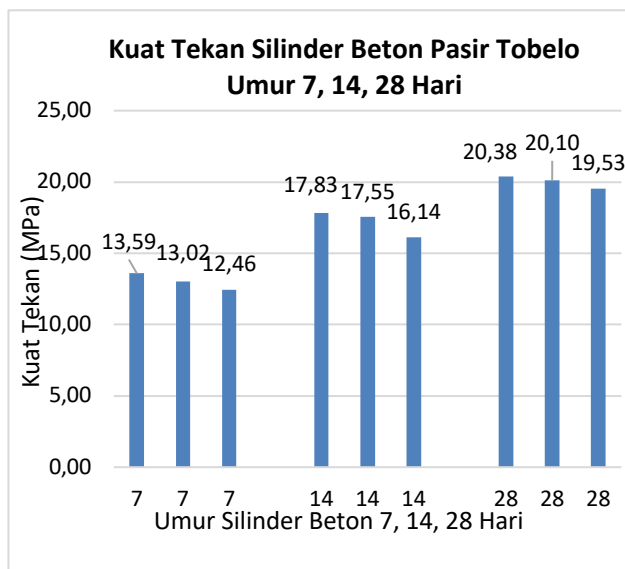


Pada grafik 1 menunjukkan bahwa kuat desak silinder beton terus bertambah seiring meningkatnya umur beton. Kuat desak silinder beton umur 7 hari persentase kekuatan beton 65%, umur 14 hari persentase kekuatan beton 85% dan umur 28 hari persentase kekuatan beton 100%.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Beton Pasir Tobelo, Mamuya

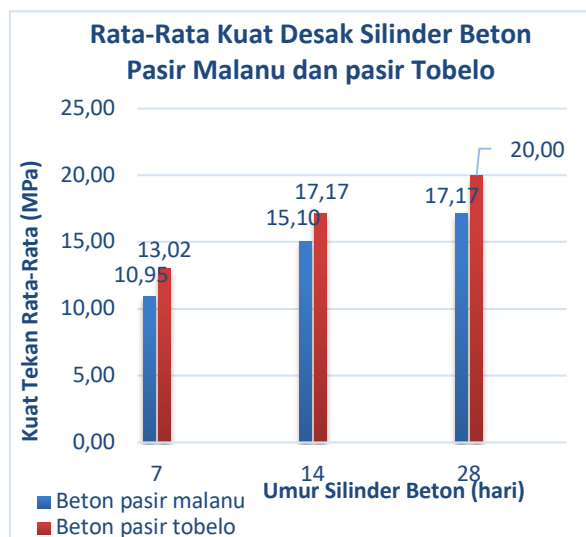
No Benda Uji	umur (hari)	Slump (cm)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
TA7	7	10	240	13,59	
TB7	7	9	230	13,02	13,02
TC7	7	12	220	12,46	
TA14	14	10	315	17,83	
TB14	14	9	310	17,55	17,17
TC14	14	12	285	16,14	
TA28	28	10	360	20,38	
TB28	28	9	355	20,10	20,00
TC28	28	12	345	19,53	

Grafik 2. Kuat Tekan Silinder Beton Pasir Tobelo Umur 7, 14 dan 28 Hari



Pada grafik 2 menunjukkan bahwa kuat desak silinder beton terus bertambah seiring meningkatnya umur beton. Kuat tekan silinder beton umur 7 hari persentase kekuatan beton 65%, umur 14 hari persentase kekuatan beton 85% dan umur 28 hari persentase kekuatan beton 100%.

Grafik 3. Rata-Rata Kuat Desak Silinder Beton Menggunakan Pasir Malanu dan Pasir Tobelo



Grafik 3 dapat kita lihat nilai kuat tekan rata-rata silinder beton yang memanfaatkan pasir Malanu, umur 7 hari yang kuat tekannya 10,95 MPa, umur 14 hari dengan kuat tekan 15,10 MPa dan umur 28 hari dengan kuat tekan 17,17 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat

teknanya rata-rata silinder beton yang memanfaatkan pasir Tobelo, umur 7 hari dengan kuat tekan 13,02 MPa, umur 14 hari dengan kuat tekan 17,17 MPa serta umur 28 hari yang kuat tekannya 20,00 MPa. Dari kuat tekan rata-rata silinder beton menggunakan pasir Malanu dan Pasir Tobelo terdapat perbedaan kuat tekan yang dihasilkan. Pada penelitian ini, silinder beton yang menggunakan pasir Tobelo memiliki kuat desak yang lebih besar bila dibandingkan dengan silinder beton yang menggunakan pasir Malanu. Selisih nilai kuat tekan silinder beton untuk umur 7 hari 18,90%, umur 14 hari 13,70% dan umur 28 hari 16,48%

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini, sebagai berikut :

- a. Hasil pemeriksaan karakteristik material agregat halus pasir Malanu
- b. memiliki nilai kadar lumpur 7,60%,
- c. termasuk kedalam pasir kasar (gradasi 1) dengan nilai berat jenis kering permukaan 2,88 dan nilai penyerapan air 2,15%.
- d. Hasil pemeriksaan karakteristik material agregat halus pasir Tobelo memiliki nilai kadar lumpur 3,80%, termasuk kedalam pasir halus (gradasi 4) dengan nilai berat jenis kering permukaan 2,62 dan nilai penyerapan air 1,69%.
- e. Nilai kuat tekan silinder beton rata-rata dengan menggunakan pasir Malanu, umur 7 hari 10,95 MPa, umur 14 hari 15,10 MPa dan umur 28 hari 17,17 MPa
- f. Nilai kuat tekan silinder beton rata-rata dengan menggunakan pasir Tobelo, umur 7 hari 13,02 MPa, umur 14 hari 17,17 MPa dan umur 28 hari 20,00 MPa.
- g. Silinder beton menggunakan pasir Tobelo memiliki kuat desak yang lebih tinggi bila dibandingkan kuat tekan silinder beton menggunakan pasir Malanu. Selisih nilai kuat desak silinder beton untuk umur 7 hari 18,90%, umur 14 hari 13,70% dan umur 28 hari 16,48%.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih untuk Direktorat Riset dan Pengabdian

Masyarakat, berdasarkan surat keputusan No. 11/E1/KPT/2021 dalam pembiayaan Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan topik “Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Pasir Quarry Mamuya Tobelo Dengan Pasir Quarry Malanu Kota Sorong”. Serta rekan-rekan dosen Teknik sipil Poltek Saint Paul Sorong dan Tim Laboratorium Beton.

Daftar Pustaka

- [1] B. Haryadi, “Dan Biaya Oleh Kontraktor Sebagai Pemenang Pelelangan Pembangunan Gedung Pemerintah Lainnya Di Daerah Kabupaten Sleman Yogyakarta Tahun 2012,” vol. X, no. 1, 2014.
- [2] B. S. N. (BSN), “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019),” *Standar Nas. Indones.*, no. 8, pp. 653–659, 2019.
- [3] A. Hasyim and D. Kartikasari, “Pembuatan Beton Campuran Styrofoam Menggunakan Agregat Pasir Bengawan Solo,” *UKARsT*, vol. 4, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.30737/ukarst.v4i1.697.
- [4] F. V. Supit, R. Pandaleke, and S. O. Dapas, “Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara,” *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 476–484, 2016.
- [5] Y. S. Kandi, R. Ramang, and R. Cornelis, “Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 4, pp. 74–86, 2012.
- [6] H. Prayuda and A. Pujiyanto, “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi Dan Agregat Kali Progo,” *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.20961/jrrs.v2i1.24316.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa,” (SNI 7656) *Badan Standarisasi Nas.*, p. 52, 2012.
- [8] R. S. Rizqi, D. Teknik, S. Dan, F. Teknik, and U. G. Mada, “Halaman Judul Tugas Akhir,” 2016.

- [9] H. Pristianto and U. M. Sorong, "Analisa Perbandingan Kualitas Beton Dengan Agregat Halus," no. April, 2018, doi: 10.31227/osf.io/7ta4j.
- [10] W. Mandela and A. D. S. Purwatoro, "Potensi Pemanfaatan Limbah Pii Quarry Sebagai Pengganti Agregat Halus Beton," *Constr. Mater. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–35, 2019, doi: 10.32722/cmj.v1i1.1326.
- [11] F. Teknik and U. Islam, "e ISSN 2581-0855 Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Pada Kasar Dari Kecamatan Mantup," *UKaRsT*, vol. 3, no. 1, pp. 18–27, 2019.
- [12] D. Pertiwi, B. Wibowo, E. Kasiati, T. MN, and A. G. Sabban, "Perbandingan Penggunaan Pasir Lumajang dengan Pasir Gunung Merapi terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, p. 13, 2011, doi: 10.12962/j12345678.v9i2.2686.
- [13] Rahmat, I. Hendriyati, and M. S. Anwar, "Analisis Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Reduced Water dan Accelerated Admixture," *InfioTeknikoTeknik*, vol. 17, no. 2, pp. 205–218, 2016.
- [14] A. Wiyono, A. Karjanto, "Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air," *eUREKA J. Penelit*, 2017, [Online]. Available: <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/619>.
- [15] Z. B. M. A, "Uji Eksperimental Pengaruh Glass Fibre Reinforced Polymer (GFRP) Terhadap Perkuatan Sengkang Kolom Beton Bertulang," pp. 17–55, 2017, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/27838>.
- [16] S. P. Rancang and A. Santoso, "Studi Perbandingan Rancang Campur Beton Normal Menurut Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656:2012," *Inf. dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 13, no. 2, pp. 105–115, 2017.