

# Kuat Tekan Beton Menggunakan Material Tanah Mediteran Asal Dusun Kadinge

Abdias Tandy Arrang<sup>1</sup>, Parea Rusan Rangan<sup>2</sup>, Salmon Sendana<sup>3</sup>, Yulieanti S. Mapaliey<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja,  
Jl. Nusantara No. 12, Makale, Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

<sup>1</sup>diastandy@gmail.com, <sup>2</sup>pareausanrangan68@gmail.com, <sup>3</sup>salmonsendana95@gmail.com, <sup>4</sup>yantimapaliey@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p><b>Kata Kunci:</b> Beton Kuat Tekan Tanah Mediteran.</p>	<p>Beton merupakan material yang sangat banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur, hal ini disebabkan oleh karena material penyusun beton tersedia melimpah di alam. Penelitian ini memanfaatkan tanah mediteran sebagai substitusi agregat halus dan substitusi semen untuk mengetahui kelayakan tanah mediteran dalam campuran beton dilihat dari kuat tekan yang dicapai.</p> <p>Dalam penelitian ini digunakan metode kajian eksperimental laboratorium, yaitu melakukan uji kuat tekan terhadap benda uji dengan komposisi tanah mediteran sebagai substitusi agregat halus sebesar 25 % dan 50 %, dan tanah mediteran lolos saringan No. 200 yang dipanaskan hingga suhu 400 0 C sebagai substitusi semen 3 % dan 5 %. Kuat rencana tekan beton sebesar 20 MPa dengan slump 100 mm.</p> <p>Hasil penelitian memperlihatkan kuat tekan beton yang disubstitusi agregat halus 25% dan 50% sebesar 20,05 MPa dan 13,739 MPa, atau hanya mencapai 94,23 % dan 60 % kuat tekan beton tanpa tanah mediteran (21,235 MPa). Sementara kuat tekan beton substitusi semen 3 % dan 5 % sebesar 17,74 MPa dan 14,53 MPa, atau hanya mencapai 83,59% dan 68,45 % kuat tekan beton tanpa tanah mediteran.</p>
<p><b>Keywords:</b> Concrete Compressive Strength Mediterranean Soil.</p>	<p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Concrete is one of material that is widely used in infrastructure development, this is due to the abundance of concrete building materials available in nature. This study utilizes mediterranean soil as a substitute for fine aggregate and cement substitution to determine the feasibility of the mixed-concrete mediterranean soil against the achieved compressive strength.</p> <p>In this research, a laboratory experimental study method was used, that is conducting a compressive strength test on sample with the composition of the Mediterranean soil as a fine aggregate substitution of 25% and 50%, and the mediterranean soil passed sieve No. 200 which is heated to a temperature of 400 0 C as a cement substitute for 3% and 5%. The compressive strength of the concrete is 20 MPa with a slump of 100 mm.</p> <p>The results showed that the compressive strength of 25% and 50% fine aggregate substitution concrete was 20.05 MPa and 13.739 MPa, or only 94.23% and 60% compressive strength of concrete without mediterranean soil (21.235 MPa). Meanwhile, the compressive strength of 3% and 5% cement substitution concrete was 17.74 MPa and 14.53 MPa, or only 83.59% and 68.45% compressive strength of concrete without mediterranean soil.</p>

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



## I. Pendahuluan

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang sangat banyak digunakan dalam pembangunan baik pada bangunan gedung, jembatan, bendungan, maupun konstruksi yang lainnya. Material penyusun beton adalah agregat yang terdiri dari agregat halus berupa pasir alam atau buatan berupa abu batu dan agergat kasar berupa

kerikil alami atau batu pecah dari mesin *crusher*, bahan lain yaitu pasta semen yang berupa campuran air dan semen. Beton digemari sebagai material bangunan karena agregat kasar dan agregat halus mudah diperoleh dan tersedia banyak di alam. Banyak penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan berbagai material alam diberbagai daerah. Misalnya penelitian Rangan dkk (2020) yang meneliti karakteristik geopolimer dengan memanfaatkan bahan yang terbuang misalnya pemanfaatan abu sekam padi, abu jerami padi dan lain-lain.

Di Dusun Kadinge, Kecamatan Ulusalu Kabupaten Tana Toraja, masyarakat memanfaatkan tanah mediteran sebagai agregat halus dalam campuran mortar maupun beton, namun belum ada penelitian ilmiah terhadap kinerjanya. Tanah Mediteran adalah tanah yang berasal dari batuan beku berkapur atau batu gamping yang di dalamnya terkandung karbonat dengan CaO dan Silica (SiO<sub>2</sub>) kadar tinggi dan berat jenis yang cukup rendah (Nilawardani, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kinerja beton yang menggunakan tanah mediteran sebagai substitusi sebagian agregat halus pasir sebesar 25 % dan 50% serta menggunakan tanah mediteran yang dibakar sebagai substitusi sebagian semen sebesar 3% dan 5%. Kuat tekan rencana beton adalah 20 MPa.

## II. Tinjauan Pustaka

### A. Material Penyusun Beton

#### 1) Agregat

Agregat adalah material pengisi dalam beton dan merupakan bahan penyusun terbanyak, sekitar 70 % volume beton adalah agregat. Pemilihan jenis agregat adalah suatu hal yang perlu diperhatikan karena dalam campuran pembuatan beton sangat dipengaruhi oleh sifat agregat (Tjokrodinuljo, 2007). Dari segi gradasi agregat dibagi atas agregat halus dan agregat kasar. Keduanya dapat berupa agregat alami seperti pasir dan kerikil atau buatan dari mesin *crusher* yaitu batu pecah dan abu batu.

Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh kekuatan material berupa ketahanan terhadap impact dan terhadap keausan. Interkoneksi antar agregat juga memberikan kontribusi positif bagi kekakuan beton.

#### 2) Semen Portland

Bahan pengikat beton adalah semen Portland. Agar dapat berfungsi sebagai pengikat semen membutuhkan air sebagai pereaksi. Pencampuran semen dan air dalam kadar tertentu dikenal dengan pasta semen. Butiran agregat sebagai pengisi beton direkatkan oleh pasta semen, menjadi suatu massa yang kompak dan kuat saat campuran telah mengering.

Menurut SK SNI S-04-1989-F dalam Tjokrodinuljo, 2007, semen Portland dibagi dalam 5 tipe yaitu :

- a) Tipe I, adalah semen yang diperuntukkan bagi konstruksi umum, tanpa persyaratan yang khusus;
- b) Tipe II, semen Portland ini dirancang untuk jenis beton konstruksi tahan sulfat menghasilkan panas hidrasi yang sedang;
- c) Tipe III, semen Portland jenis ini dirancang dengan kekuatan awal tinggi;
- d) Tipe IV, semen Portland yang dirancang menghasilkan panas hidrasi rendah;
- e) Tipe V : semen Portland yang dirancang digunakan pada beton yang sangat tahan terhadap sulfat.

#### 3) Air

Air dibutuhkan sebagai pereaksi semen. Disamping itu dibutuhkan sejumlah air agar campuran beton segar mudah untuk dikerjakan. Menurut Priyosulistiyono (2002) dalam Arrang (2008) setidaknya dibutuhkan air sebanyak 25 % dari berat semen agar seluruh semen dapat bereaksi, selebihnya air berguna melumaskan butiran – butiran agregat sehingga adukan mudah mengalir dalam pengerjaan.

Rasio berat air terhadap semen dalam suatu adukan beton disebut faktor air semen (fas). Namun semakin tinggi faktor air semen akan mengurangi sifat kohesi adukan dan dapat mengakibatkan kekuatannya rendah. Syarat air untuk pencampuran beton adalah bening (tidak memiliki warna), tidak memiliki rasa jika dikecap dan tidak berbau.

#### 4) Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan lain yang bisa dicampurkan ke dalam adukan beton selain agregat dan pasta semen. Tujuannya untuk memperbaiki sifat-sifat beton, misalnya : mempercepat pengerasan, mengurangi penggunaan air, menghambat waktu pengikatan, dan lain-lain. Sebagian besar *admixture* adalah produksi pabrik. Penambahan *admixture* dapat dilakukan pada sebelum, sesudah maupun saat pengadukan beton.

Bahan tambah telah banyak digunakan dalam konstruksi beton. Sebelum digunakan di lapangan, penggunaan bahan tambah perlu diteliti dahulu di laboratorium untuk mengetahui apakah sifat yang diinginkan dapat

tercapai. Perlu diperhatikan apakah bahan tambah yang digunakan telah memenuhi ketentuan yang diberikan SNI (Mulyono, 2003).

#### B. Kelecekan (Workabilitas)

Kelecekan beton adalah kemudahan pengerjaan beton segar saat dicampur, diaduk dan dituang ke dalam cetakan dimana homogenitas beton tetap dapat dipertahankan.

Pengujian kelecekan beton dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu : Uji *slump test*, uji *compacting factor test*, uji *VB test*, uji *flow table test* dan *ball penetration test*. Masing-masing uji tersebut tersebut saling melengkapi dan memiliki *range* yang berbeda.

#### C. Berat Beton

Berat beton dalam m<sup>3</sup>/kg adalah sifat beton keras yang perlu diperhatikan. Salah satu kekurangan struktur yang menggunakan beton adalah berat struktur yang sangat tinggi. Namun secara umum kekuatan tekan beton berbanding lurus dengan berat beton. Oleh karena tersusun dari campuran yang rapat dan padat serta agregat yang keras cenderung memiliki berat jenis yang tinggi pula.

#### D. Kuat Tekan Beton

Material beton adalah material yang sangat kuat terhadap gaya tekan. Definisi kuat tekan adalah besar gaya maksimum yang menyebabkan sebuah benda uji beton hancur dibagi luas penampang silinder. Dalam SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton dirumuskan sebagai berikut:

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

Di mana  $F_c'$  adalah kuat tekan dalam satuan MPa atau N/mm<sup>2</sup>, P adalah gaya tekan maksimum dalam satuan Newton (N) sedangkan A merupakan luas penampang silinder benda uji dalam satuan mm<sup>2</sup>.

#### E. Tanah Mediteran

Tanah Mediteran adalah tanah yang berasal dari batuan beku mengandung kapur atau batuan gamping dengan kandungan karbonat tinggi dan kadar CaO serta Silica (SiO<sub>2</sub>) tinggi dan berat jenisnya rendah. Tanah berkapur mengandung kalsium dan magnesium, karena dua unsur kimia tersebut sering ditemukan bergabung dengan karbonat. Tanah kapur adalah bahan utama dalam produksi semen yang di dalamnya terkandung senyawa: Calsium Oksida (CaO), Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Silika Oksida (SiO<sub>2</sub>), Magnesium Oksida (MgO) dan Besi Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Nilawardani, 2019).

Adapun komposisi dari tanah mediteran dapat dilihat dalam Tabel 1 (Muhammad Syarif, 2018 dalam Nilawardani, 2019).

Tabel 1. Komposisi Tanah Mediteran

No.	Senyawa	Berat (%)
1	SiO <sub>2</sub>	23,68
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15
4	CaO	19,35
5	MgO	0,018
6	SO <sub>3</sub>	1,66
7	LOI	-
8	Na <sub>2</sub> O	0,01
9	K <sub>2</sub> O	0,09

### III. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium. Dalam penelitian ini tanah mediteran dimanfaatkan sebagai : 1) Bahan substitusi sebagian agregat halus dengan variasi 25 % dan 50 %. 2) Tanah mediteran yang lolos saringan No. 200 dipanaskan hingga suhu 400 °C, dan digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen dengan variasi 3% dan 5%.

Batu pecah asal Lampan digunakan sebagai agregat kasar dan pasir asal Tapparan. Sementara semen portland yang digunakan adalah semen tipe 1 dengan merek dagang Tonasa.

Seluruh pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja. Tahapan penelitian sebagai berikut : 1) Uji karakteristik agregat. 2) Uji gradasi agregat 3) Rancangan campur beton. 4) Pembuatan benda uji. 5) Pengujian workabilitas. 6) Uji berat beton, dan 7). Uji kuat tekan beton.

Benda uji berbentuk silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Kuat tekan rencana beton adalah 20 MPa dengan rencana slump sebesar 100 mm. Benda uji yang dibutuhkan dalam penelitian sebanyak 45 buah dengan perincian seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

Variasi	Umur Perawatan (Hari)		
	3	14	28
0 %	3	3	3
Subs. Ag. Halus 25 %	3	3	3
Subs. Ag. Halus 50 %	3	3	3
Subs. Semen 3 %	3	3	3
Subs. Semen 5 %	3	3	3
Sub Total	15	15	15
<b>Total</b>	<b>45</b>		

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### A. Pengujian Karakteristik Bahan

Hasil uji karakteristik agregat kasar asal Lampan dan agregat halus asal Tapparan secara berturut-turut dapat terlihat dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus Asal Lampan

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Kadar Air	3,02 %	0,5 – 5 %
Bobot Isi :		
Kondisi Lepas	1,32	1,2 - 1,9
Kondisi Padat	1,45	1,2 - 1,9
Kadar Lumpur	1,25 %	0,2 – 6 %
BJ Bulk	2,53	1,6 – 3,1
BJ SSD	2,53	1,6 – 3,1
BJ Semu	2,53	1,6 – 3,1
Penyerapan	1,73 %	0,2 – 5 %

Dari Tabel 3 terlihat bahwa agregat halus asal Lampan memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai material penyusun beton.

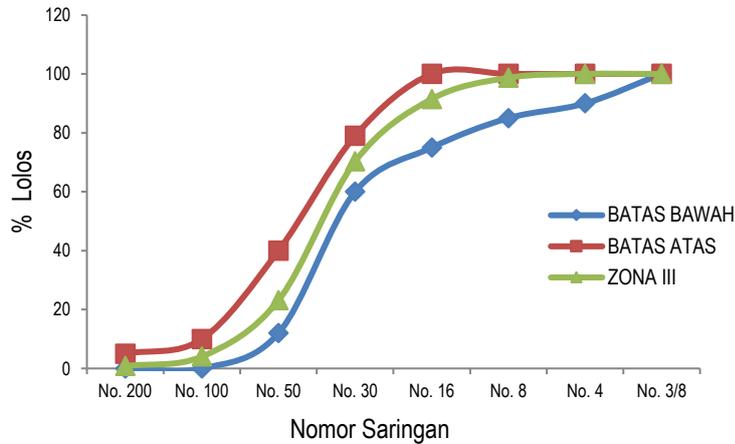
Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar Asal Tapparan

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Kadar Air	3,02 %	0,5 – 5 %
Bobot Isi :		
Kondisi Lepas	1,27	1,2 - 1,9
Kondisi Padat	1,45	1,2 - 1,9
Kadar Lumpur	1,6 %	0,2 – 6 %
BJ Bulk	2,53	1,6 – 3,1
BJ SSD	2,56	1,6 – 3,1
BJ Semu	2,62	1,6 – 3,1
Penyerapan	1,40 %	0,2 – 5 %
Abrasi	24,08	15 – 40 %

Tabel 4 menunjukkan agregat kasar asal Tapparan memenuhi syarat sebagai material penyusun beton. Pemeriksaan visual terhadap semen menunjukkan semen dalam keadaan baik dalam kemasan yang tertutup rapat. Hasil uji berat jenis diperoleh berat jenis semen sebesar 3,26. Sementara berat jenis semen yang disubstitusi tanah mediteran bakar 3% dan 5 % adalah 3,01 dan 2,8.

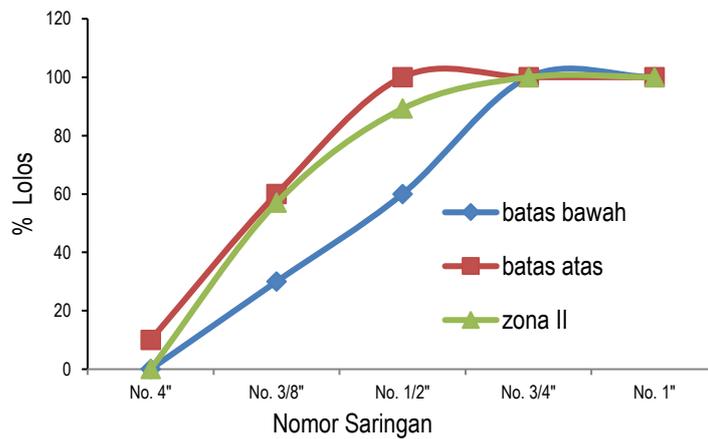
B. Pengujian Gradasi Agregat

Grafik hasil uji gradasi agregat halus asal Lampan dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat bahwa pasir asal Lampan masuk dalam gradasi zona III.



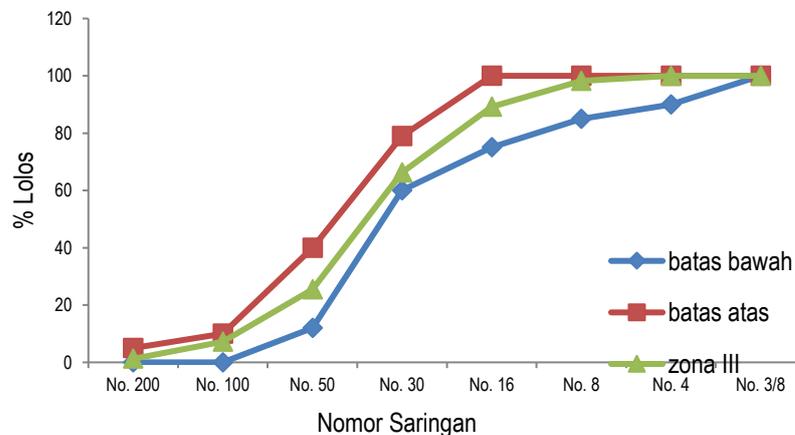
Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Halus Asal Lampan

Sementara grafik hasil uji gradasi agregat kasar asal Tapparan dapat dilihat pada Gambar 2. Dari hasil uji gradasi tersebut terlihat bahwa maksimum diameter batu pecah Tapparan sebesar 20 mm.

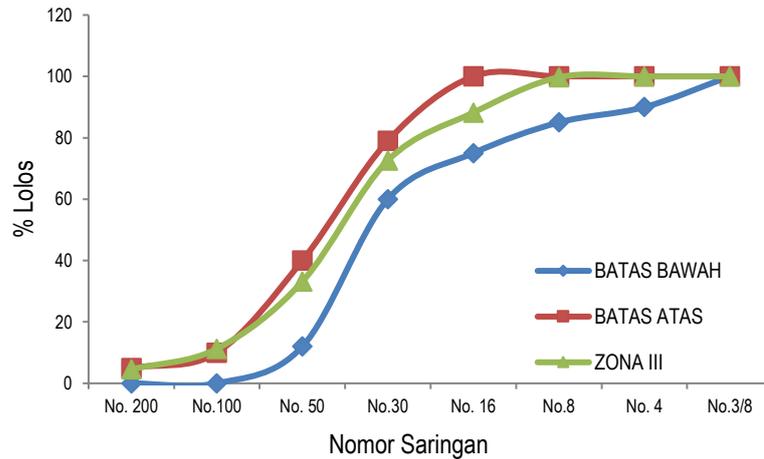


Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Kasar Asal Tapparan

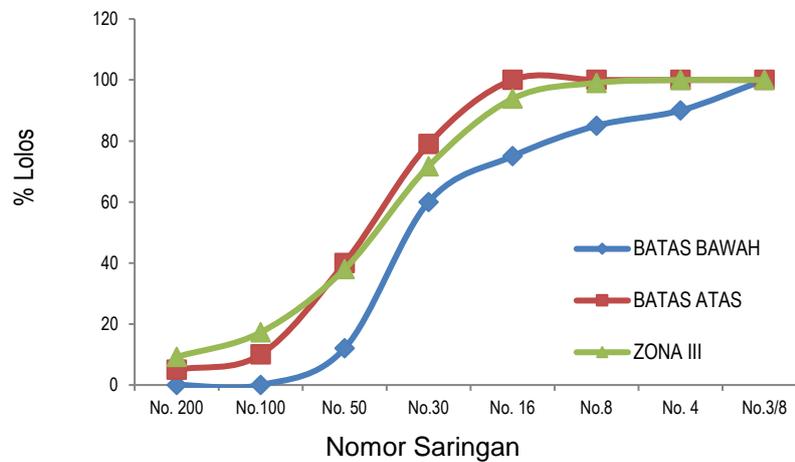
Hasil uji gradasi tanah mediteran termasuk pada zona III seperti pada Gambar 3. Sementara gradasi agregat halus asal Lampan yang ditambahkan tanah mediteran dengan komposisi 75 % : 25 % masuk dalam zona III terlihat pada Gambar 4 dan komposisi 50% : 50% pada Gambar 5 juga masuk pada zona III.



Gambar 3. Grafik Gradasi Tanah Mediteran Dusun Kadinge



Gambar 4. Grafik Gradasi Halus Tapappran Disubstitusi Tanah Mediteran Dusun Kadinge 25 %



Gambar 5. Grafik Gradasi Halus Tapappran Disubstitusi Tanah Mediteran Dusun Kadinge 50%

C. Rancangan Campuran Beton

Kuat tekan rencana beton pada umur 28 hari hari adalah 20 MPa. Slump direncanakan sebesar 100 mm. Komposisi dari campuran beton dirancang berdasarkan SNI 03-2834-2000. Tabel 5 memperlihatkan hasil rancang campur beton tanpa tanah mediteran.

Tabel 5. Komposisi Material Beton Fc' 20 MPa untuk benda Uji Tanpa Tanah Mediteran

Semen (Kg)	Air (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
2,663	1,305	3,802	7,060

D. Uji Workabilitas

Uji slump beton digunakan untuk menilai workabilitas beton. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Slump

Variasi	Slump (mm)
Tanpa T. Mediteran	90
Subs. Ag. Halus 25 %	80
Subs. Ag. Halus 50 %	86
Subs Semen 3 %	85
Subs. Semen 5 %	95

Hasil uji slump memenuhi persyaratan rencana slump, dimana direncanakan slump 100 mm dan persyaratan slump  $100 \pm 20$  mm.



Gambar 6. Uji Slump Beton Segar

#### E. Berat Beton

Hasil uji berat beton memperlihatkan bahwa berat beton masih masuk dalam berat beton normal. Selengkapnya rata-rata berat beton pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Berat Beton

Variasi	Berat Beton (Kg/m <sup>3</sup> )
Tanpa T. Mediteran	2.224,07
Subs. Ag. Halus 25 %	2.201,61
Subs. Ag. Halus 50 %	2.103,10
Subs Semen 3 %	2.277,47
Subs. Semen 5 %	2.257,28

#### F. Uji Kuat Tekan Beton

Penentuan nilai kuat tekan dilakukan diperoleh dengan alat uji *compressive test* di laboratorium dan yang memperlihatkan gaya tekan maksimum () yang menyebabkan benda uji hancur. Data kemudian diolah dengan membagi nilai  $P_{maks}$  dengan luas penampang silinder seperti pada Persamaan (1) yang menghasilkan nilai kuat tekan dari tiap benda uji.

Hasil uji kuat tekan berbagai variasi benda uji disajikan pada umur 3 hari tersaji dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Variasi	A	$P_{Maks}$	$F_c'$	$F_c'$ rata-rata
	mm	N	MPa	MPa
Tanpa T. Mediteran	17662,5	230	13,022	13,399
	17662,5	235	13,305	
	17662,5	245	13,871	
Subs. Ag. Halus 25 %	17662,5	240	13,588	12,456
	17662,5	220	12,456	
	17662,5	200	11,323	
	17662,5	120	6,794	

Variasi	A	P <sub>Maks</sub>	Fc'	Fc' rata-rata
	mm	N	MPa	MPa
Subs. Ag. Halus 50 %	17662,5	150	8,493	
	17662,5	130	7,360	
Subs Semen 3 %	17662,5	195	11,040	
	17662,5	200	11,323	11,229
	17662,5	200	11,323	
Subs. Semen 5 %	17662,5	150	8,493	
	17662,5	155	8,776	8,587
	17662,5	150	8,493	

Hasil uji kuat tekan berbagai variasi benda uji disajikan pada umur perawatan 14 hari dan 28 dapat dilihat dalam Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

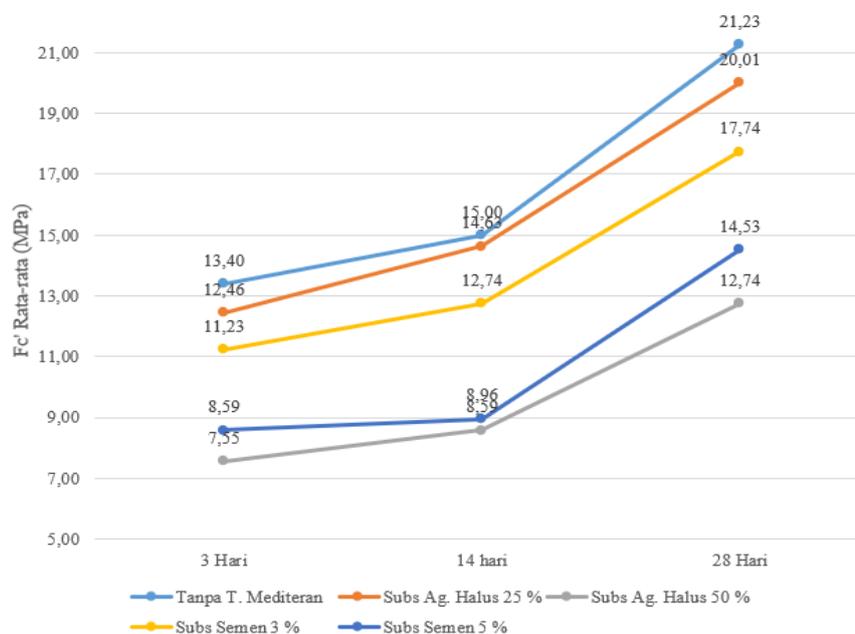
Variasi	A	P <sub>Maks</sub>	Fc'	Fc' rata-rata
	mm	N	MPa	MPa
Tanpa T. Mediteran	17662,5	265	15,004	
	17662,5	260	14,720	15,004
	17662,5	270	15,287	
Subs. Ag. Halus 25 %	17662,5	250	14,154	
	17662,5	260	14,720	14,626
	17662,5	265	15,004	
Subs. Ag. Halus 50 %	17662,5	150	8,493	
	17662,5	155	8,776	8,587
	17662,5	150	8,493	
Subs Semen 3 %	17662,5	220	12,456	
	17662,5	255	14,437	12,739
	17662,5	200	11,323	
Subs. Semen 5 %	17662,5	155	8,776	
	17662,5	150	8,493	8,964
	17662,5	170	9,625	

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Variasi	A	P <sub>Maks</sub>	Fc'	Fc' rata-rata
	mm	N	MPa	MPa
Tanpa T. Mediteran	17662,5	400	22,647	
	17662,5	375	21,231	21,232
	17662,5	350	19,816	
Subs. Ag. Halus 25 %	17662,5	350	19,816	
	17662,5	370	20,948	20,005
	17662,5	340	19,250	
Subs. Ag. Halus 50 %	17662,5	225	12,739	
	17662,5	230	13,022	13,739
	17662,5	220	12,456	

Variasi	A	P Maks	Fc'	Fc' rata-rata
	mm	N	MPa	MPa
Subs Semen 3 %	17662,5	325	18,401	17,740
	17662,5	315	17,834	
	17662,5	300	16,985	
Subs. Semen 5 %	17662,5	255	14,437	14,532
	17662,5	265	15,004	
	17662,5	250	14,154	

Hasil pengujian kuat tekan dari Tabel 8, 9 dan 10 di atas dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Berbagai Variasi Terhadap Umur Perawatan

Dari Gambar 7 terlihat bahwa penggunaan tanah mediteran asal Dusun Kadinge yang disubstitusikan pada agregat halus tidak memberikan dampak positif. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton substitusi agregat halus 25% sebesar 20,005 MPa masih memenuhi kuat tekan rencana (20 MPa) namun lebih rendah dari kuat tekan beton tanpa tanah mediteran yaitu 21,235 MPa, atau hanya sebesar 94,23%. Kuat tekan Substitusi agregat halus 50% hanya sebesar 13,739 MPa, atau hanya 60% terhadap kuat tekan beton tanpa tanah mediteran.

Sementara kuat tekan benda uji yang substitusi semen 3% dan 5% sebesar 17,74 MPa dan 14,53 MPa atau hanya mencapai 83,56% dan 68,45% dari kuat tekan tanpa tanah mediteran.

## V. Kesimpulan

Hasil penelitian penggunaan tanah mediteran pada campuran beton ini adalah : 1) Kuat tekan beton yang menggunakan tanah mediteran sebagai substitusi agregat halus 25% dan 50% adalah 20,05 MPa dan 13,739 MPa atau hanya mencapai 94,23% dan 60% kuat tekan beton tanpa tanah mediteran. 2) Kuat tekan beton yang menggunakan tanah mediteran lolos saringan No. 200 yang dipanaskan hingga suhu 400<sup>o</sup> C sebagai substitusi semen sebesar 3% dan 5% adalah 17,74 MPa dan 14,53 MPa atau hanya mencapai 83,56% dan 68,45% kuat tekan beton tanpa tanah mediteran.

---

**Daftar Pustaka**

- [1] Anonim, (1990), SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tahan Beton, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- [2] Anonim, (2000), SNI 03-2834-2000, Tata Cara Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- [3] Arrang, Abdias T., (2008). Aplikasi Modified Proctor pada Roller Compacted No Fines Concrete dengan Agregat 5-10 mm, Thesis, UGM, Yogyakarta.
- [4] Mulyono, Tri, (2004), Teknologi Bahan, Andi Offset, Yogyakarta
- [5] Nilawardani, Sri Devi, (2019), Pengaruh Penggunaan Tanah Mediteran Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Beton, Jurnal, Unhas, Makassar.
- [6] Rangan, Parea R., dkk, (2020), Characteristics of geopolymer using rice straw ash, fly ash and laterite soil as eco-friendly materials, International Journal of Geomate, 19(73), pp. 77–81.
- [7] Rangan, Parea R., dkk, (2020), Compressive strength of laterite soil stabilized with rice straw ash and fly ash based geopolymer; IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 419(1), 012026
- [8] Tjokrodimulyo, Kardiyono, (2007), Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.