

# Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu

Febri Satrio Nugroho; Putra Bintang Rizalditya;  
Rr.M.I Rretno Susilorini dan Budi Santosa

e-mail: bosfebri@gmail.com, dan putrabintang03@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang

## **Abstract**

*The reseearch used amyllum as a modified polymer and honey as its added ingredient. There were with 3 compositions with honey, 0%; 0.03%; and 0.3%, and also 6 amyllum compositions, 0.1%; 0.2%; 0.5%; 1%; 2%; and 5%. The number of specimens with 20 cm in length and 10 cm were 270 that were tested for compressive strength, and the number of specimens with 30 cm length and 15 cm in diameter were 90 that tested for splitting tensile strength. The results of this research met conclusions: (1). Optimum compressive strength achieved by specimen KT-M0,03-G with 0,03% honey and 0,5% amyllum of cement weight; (2) Optimum splitting tensile strength achieved by specimen KTB-M0-A with 0,% honey and 0,10% amyllum of cement weight;*

*Keyword : modified polymer concrete; compressive strength; splitting tensile strength; amyllum; honey*

## **Abstrak**

Penelitian ini menggunakan amyllum sebagai polimer termodifikasi dan madu sebagai bahan tambahannya, dengan madu memiliki 3 komposisi yaitu, 0 %; 0,03 %; dan 0,3%, serta di setiap komposisi madu terdapat 6 komposisi amyllum yaitu, 0,1 %; 0,2 %; 0,5 %; 1 %; 2 %; dan 5 %. Jumlah benda uji berukuran panjang 20 cm, dan diameter 10 cm adalah 270 benda uji untuk pengujian kuat tekan, dan jumlah benda uji berukuran panjang 30 cm, dan diameter 15 cm total adalah 90 benda uji untuk uji kuat tarik belah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Pada pengujian kuat tekan beton, hasil optimum yang didapat adalah benda uji KT-M0,03-G dengan komposisi bahan tambah madu sebesar 0,03% dan amyllum sebesar 0,5% dari berat semen; (2) Pada pengujian kuat tarik belah beton, didapat hasil optimum pada benda uji KTB-M0-A dengan komposisi madu 0% dan amyllum 0,10% dari berat semen.

Kata Kunci: beton polimer termodifikasi; kuat tekan; kuat tarik belah; *amyllum*; madu

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas pengetahuan di sektor industri konstruksi, dibuktikan dengan munculnya gagasan baru dan penelitian untuk memberikan inovasi pada dunia konstruksi, salah satunya adalah beton.

Beton merupakan pilihan populer di sektor industri konstruksi untuk menunjang proses pembangunan sebuah konstruksi bangunan.

Inovasi dilakukan pada beton dengan menambahkan bahan tambah dalam campurannya, bahkan mencari solusi pengganti bahan penyusun dari beton tersebut tanpa mengurangi sifat dan karakteristik beton tersebut.

Dalam penelitian ini, digunakan polimer alami yaitu amylum, dan madu sebagai bahan tambah. Inovasi tersebut, diharapkan mampu memberikan kekuatan yang lebih baik dari kekuatan rencana, dan tentunya pemilihan material yang baik juga menunjang tercapainya hasil yang maksimal.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung yang berjudul “Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Semarang dan Demak untuk Mitigasi Pengurangan Resiko Bencana Banjir dan Rob Akibat Perubahan Iklim” (Susilorini, et.al., 2017) yang memperoleh pendanaan dari INSINAS RPI (2017 – 2019), Kemristekdikti, Nomor Kontrak 35/INS/PPK/E/E4/2017-2019.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton merupakan material komposit yang tersusun dari agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah jika diperlukan, yang mengalami proses kimiawi oleh air. (Mac Gregor, 1997).

Beton sendiri merupakan bagian penting dalam dunia konstruksi. Selain itu bahan penyusun beton haruslah merupakan pilihan yang terbaik untuk menghasilkan kualitas beton yang terbaik.

### 2.2 Semen

Menurut ASTM C-150, 1985, semen *Portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang terdiri dari silikat – silikat kalsium yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama - sama dengan bahan utamanya. Semen merupakan komponen utama beton, yaitu sebagai pengikat antar bahan penyusun lainnya.

### 2.3 Air

Pada proses produksi beton, air berfungsi memunculkan reaksi kimia yang dihasilkan semen untuk memberikan reaksi kepada agregat. Kandungan dan proporsi air yang digunakan juga diperhatikan, apabila kekurangan air akan menghambat proses reaksi kimia dari semen dan kelebihan air akan menyebabkan beton lemah terhadap proses hidrasi.

### 2.4 Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun dalam proses produksi beton. Agregat sendiri merupakan sekumpulan batir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya yang merupakan hasil disintegrasi oleh alah atau penghancuran oleh alat penghancur. Agregat adalah salah satu faktor penentu kemampuan beton. Material yang dipilih pun harus memiliki sarat yang dibutuhkan untuk mencapai kekuatan yang direncanakan.

## 2.5 Beton Polimer

Beton polimer merupakan beton yang bahan penyusunnya adalah polimer alami (bukan sebagai bahan tambah), bisa menggantikan sepenuhnya atau menggantikan sebagian (termodifikasi). Polimer yang digunakan adalah polimer alami amyllum yang sering disebut pati.

## 2.6 Bahan Tambah Beton

Bahan tambahan beton merupakan suatu zat yang ditambahkan sebelum, saat atau sesudah proses produksi beton. Berguna untuk mempengaruhi karakter beton untuk memenuhi kebutuhan selama di lapangan.

Bahan tambah yang digunakan adalah madu. Madu menurut SNI 01-3545-2004, adalah cairan yang dihasilkan oleh lebah yang berasal dari berbagai sumber *nectar*. Madu berfungsi sebagai retarder, pengikat antara semen dan polimer alami itu sendiri.

## 2.7 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu sifat mekanis beton, yaitu kemampuan beton menerima gaya tekan persatuan luas. Nilai kuat tekan diperoleh dari benda uji berukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- $f_c'$  = kuat tekan (MPa)
- P = beban tekan (N)
- A = luas penampang ( $mm^2$ )

## 2.8 Kuat Tarik belah

Kuat tarik belah merupakan nilai kuat tarik dari benda uji berbentuk silinder yang melalui proses

pembebanan dengan benda uji diletakkan sejajar mendatar di meja uji dengan alat uji kuat tekan.

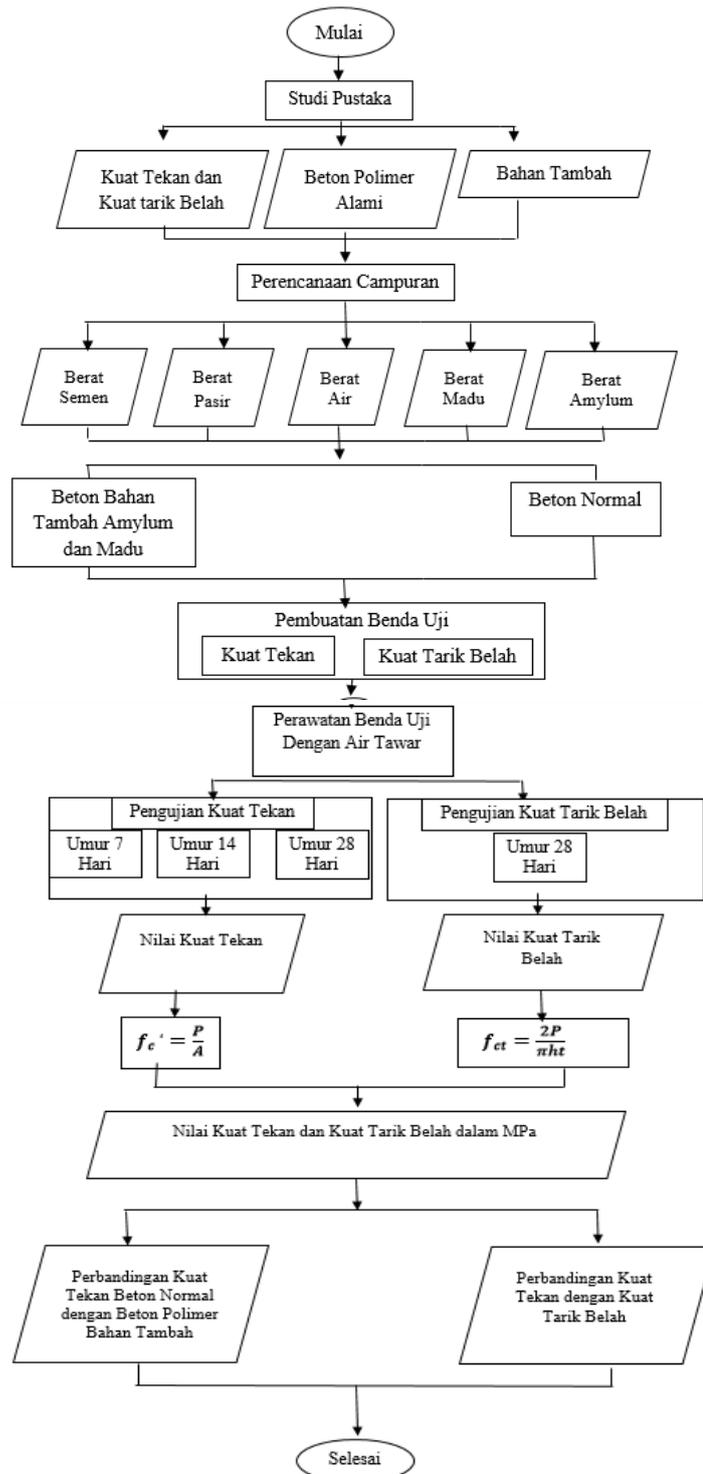
Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

$$f_t' = \frac{2P}{\pi ht} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- $f_t'$  = kuat tarik belah beton pada umur 28 hari (N/mm<sup>2</sup>)
- P = beban maksimum (N)
- h = tinggi silinder beton (mm)
- t = diameter silinder beton (mm)

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Jalannya Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data dari penelitian yang pernah ada sebelumnya tentang pengaruh madu terhadap kuat tarik dan kuat tekan beton. Inovasi muncul dalam penelitian ini dengan menambah *amylum*. Tahap selanjutnya yaitu merencanakan benda uji silinder dengan mempersiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air, *amylum*, serta madu.

Agar mendapat hasil beton yang maksimal perlu adanya pengujian bahan terlebih dahulu. Beberapa pengujian diantaranya pengujian kadar air, kadar lumpur, dan kandungan zat organik pada agregat halus.

Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji beton polimer termodifikasi alami *amylum* serta bahan tambah madu. Pada umur 1 hari, benda uji dilepas dari silinder dan dilakukan perawatan dengan cara direndam di dalam air (*curing*) selama 28 hari.

Setelah umur beton 28 hari, benda uji diangkat lalu dikeringkan dengan cara di angin-angin lalu dilakukan pengujian. Selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik pada beton lalu hasil yang muncul dicatat. Dari hasil pengujian kuat tarik dan kuat tekan benda uji beton, kemudian dilakukan analisa dan pembahasan.

### 3.2 Perencanaan Beton

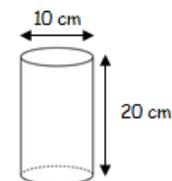
Tabel dibawah ini adalah tabel komposisi beton. Berikut kandungan bahan tambah dan jumlah benda uji yang dilakukan dalam penelitian ini:

**Tabel 3.1** Desain Percobaan Beton

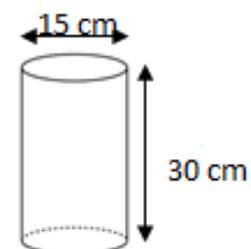
Kode Benda Uji	Madu (% Berat Semen)	Amylum (% Berat Semen)	Jumlah Benda Uji Utk Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Utk Kuat Tarik
KT-B-0-A	0	0.1	15	5
KT-B-0-B		0.2	15	5
KT-B-0-C		0.5	15	5
KT-B-0-D		1	15	5
KT-B-0-E		2	15	5
KT-B-0-F		5	15	5
KT-B-0-G	0.03	0.1	15	5
KT-B-0-H		0.2	15	5
KT-B-0-I		0.5	15	5
KT-B-0-J		1	15	5
KT-B-0-K		2	15	5
KT-B-0-L		5	15	5
KT-B-0-M	0.3	0.1	15	5
KT-B-0-N		0.2	15	5
KT-B-0-O		0.5	15	5
KT-B-0-P		1	15	5
KT-B-0-Q		2	15	5
KT-B-0-R		5	15	5
TOTAL BENDA UJI			270	90

### 3.3 Benda Uji Percobaan

Benda uji yang dibuat berbentuk silinder beton untuk uji kuat tarik dengan dimensi diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan untuk uji kuat tekan memiliki dimensi diameter 10 cm, dan tinggi 20 cm sesuai SNI 03-4810-1998. Kuat tekan rencana sebesar 30 MPa.



**Gambar 3.2** Benda Uji Kuat Tekan Beton (D= 10 cm, T= 20 cm)



**Gambar 3.3** Benda Uji Kuat Tarik Belah Beton (D= 15 cm, T= 30 cm)

### 3.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji baik dimensi 10 cm × 20 cm maupun dimensi 15 cm × 30 cm dilakukan dengan cara direndam di genangan air atau *Curing*. *Curing* dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton sudah mengeras. Perawatan ini dilakukan supaya tidak ada gangguan pada saat beton mengalami proses hidrasi. Perawatan pada beton bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan beton yang maksimal. Proses *curing* dilakukan hingga umur beton mencapai 28 hari.

### 3.5 Tata Cara Pengujian

#### 3.5.1 Tata Cara Pengujian Kuat Tekan

Pengujian beton dilaksanakan setelah proses *curing* selesai atau pada saat beton mencapai umur 28 hari. Pengujian mengacu pada ASTM C39 dengan menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) berkapasitas 250 KN. Cara pengujian dengan memberi beban pada benda uji. Benda uji diletakkan di tengah tumpuan penampang beton. Tuas yang ada pada mesin digerakkan secara manual agar mesin dapat bekerja dan dilakukan secara berulang hingga benda uji hancur. Catat hasil pengetesan yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk yang ada di mesin CTM.



**Gambar 3.4** *Compression Machine*  
CO-325.4

#### 3.5.2 Tata Cara Pengujian Kuat Tarik

Proses pengujian kuat tarik dengan cara meletakkan silinder secara mendatar diatas pelat dan ditekan pada bagian atas silinder secara merata. Pengujian silinder menggunakan alat bantu berupa papan kayu yang diletakkan dibagian atas dan bawah silinder. Setelah terpasang, proses pengujian dilakukan dengan cara menekan tuas yang ada pada alat CTM secara manual hingga benda uji retak dan kemudian hancur. Lalu catat hasil yang ditunjukkan oleh jarum yang ada pada mesin CTM.



**Gambar 3.5** Posisi Benda Uji Kuat Tarik Belah Saat Pengetesan

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 PENGUJIAN BAHAN

#### 4.1.1 PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Berikut merupakan hasil pengujian agregat kasar:

1. Penyerapan air dan *Specific Gravity* dari hasil uji bahan agregat halus, diperoleh hasil:
  - a. *Apparent Specific Gravity* : 4,4
  - b. *Bulk Specific Gravity* kondisi kering: 3,5
  - c. *Bulk Specific Gravity* kondisi SSD : 3,9
  - d. % penyerapan air : 5,65 %

#### 4.1.2 PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Berikut merupakan hasil pengujian agregat kasar:

1. Kadar lumpur, dengan hasil 3,84 %
2. Penyerapan air dan *Spesific Gravity* dari hasil uji bahan agregat halus, diperoleh hasil:
  - a. *Apparent Specific Gravity* : 3,84
  - b. *Bulk Specific Gravity* kondisi kering: 2,68
  - c. *Bulk Specific Gravity* kondisi SSD: 2,78
  - d. % penyerapan air : 3,76 %

#### 4.1.2 PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Hasil dari pengujian madu disajikan Tabel 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Laboratorium Madu

No	Nama Sampel	Parameter	Nilai	Satuan	Metode
1	Madu	Fruktosa	586	gr/L	HPLC
		Glukosa	Negatif		
		Sukrosa	Negatif		
		Kadar Air	16,150 ± 0,263	% Berat	

#### 4.1.2 PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Hasil dari pengujian *amylum* disajikan Tabel 4.3. sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Laboratorium Amylum

No	Kode	Air	Abu	Lemak	Protein	Karbohidrat	Lignin
		%	%	%	%	%	%
1	Tepung Beras	11,875	0,424	0,652	5,888	81,160	11,293

### 4.2 PERENCANAAN CAMPURAN

#### 4.2.1 PERENCANAAN CAMPURAN BETON

Adapun ketentuan yang ditentukan dalam perencanaan campuran adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton : 30 MPa,

2. Nilai tambah (M): 5 Mpa, kuat tekan rencana rerata sebesar 35 MPa untuk maksimal dan 25 Mpa untuk minimum,
3. Jenis agregat halus : Semen Portland tipe I (PPC),
4. Jenis agregat kasar : Pasir Muntilan,
5. Jenis semen: Batu Pecah,
6. Ukuran maks. Kerikil : 20 mm,
7. Nilai slump : 10 cm ± 2 cm ,

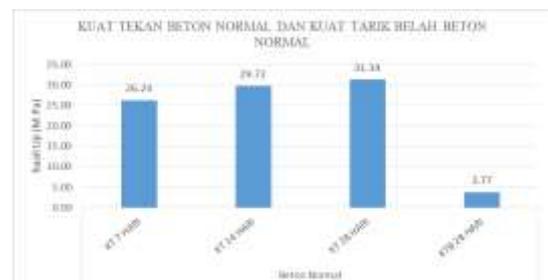
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dihasilkan perhitungan kebutuhan untuk campuran beton setiap 1 m<sup>3</sup>beton sebagai berikut:

1. Air : 225 liter
2. Semen : 500 kg
3. Pasir : 951 kg/m<sup>3</sup>
4. Kerikil : 1424 kg/m<sup>3</sup>

Sehingga didapat perbandingan antara berat kerikil : pasir : semen : air yaitu: 2,85 : 1,91 : 1 : 0,45.

### 4.3 HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Dari 3 buah benda uji dari masing-masing rincian tersebut dilakukan uji tekan dan dihitung rerata dari hasil pengujian tersebut. Hasil pengujian kuat tekan rerata untuk beton normal, sebagai berikut:



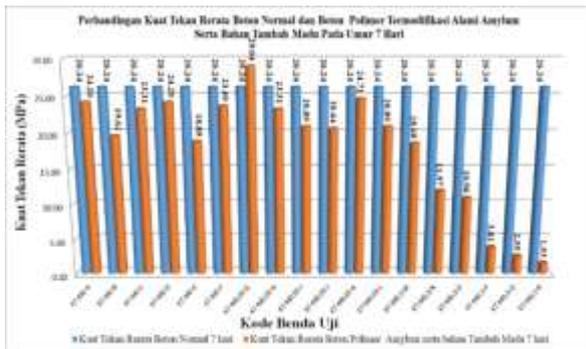
**Gambar 4.1** Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Normal Rerata Beton

Gambar 4.1 merupakan beton normal tanpa zat tambahan amyllum dan madu. Hasil pengujian pada umur ke 28 hari memiliki kekuatan rerata tertinggi yaitu sebesar 31,34 MPa, sedangkan untuk umur 7 hari memiliki kekuatan rerata terendah sebesar 26,24 untuk kuat tekan beton

normal. Dan untuk kuat tarik belah sebesar 3,77 MPa.

#### 4.3.1 Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu Pada Umur 7 Hari

Berikut perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang telah termodifikasi madu dan *amylum* umur 7 Hari:



**Gambar 4.2** Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Umur 7 Hari

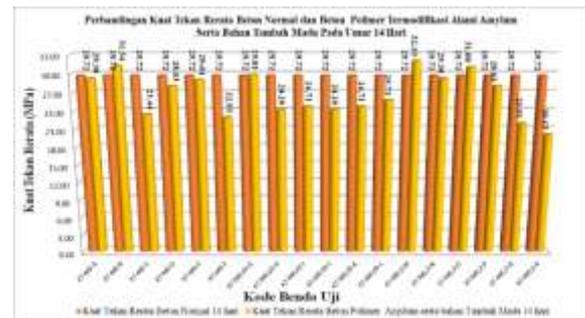
Benda uji dengan kode KT-M0,3-R dengan komposisi polimer alami *amylum* (5% dari berat semen) dan bahan tambah madu (0,3% dari semen). Pengujian pada umur 7 hari, menunjukkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0,3-R memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,53 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan rerata beton normal sebesar 26,24 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0,3-R memiliki nilai kuat tekan rerata lebih kecil dari nilai kuat tekan rerata beton normal pada umur 7 hari.

Benda uji dengan kode KT-M0,03-G dengan komposisi polimer alami *amylum* (0,1% dari berat semen) dan bahan tambah madu (0,03% dari semen). Pengujian pada umur 7 hari, menunjukkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0,03-G memiliki nilai kuat tekan sebesar 29,04 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan rerata beton normal sebesar 26,24 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kode

KT-M0,03-G memiliki nilai kuat tekan rerata lebih besar dari nilai kuat tekan rerata beton normal pada umur 7 hari.

#### 4.3.2 Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu Pada Umur 14 Hari

Berikut perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang telah termodifikasi madu dan *amylum* umur 14 Hari:



**Gambar 4.3** Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Umur 14 Hari

Benda uji dengan kode KT-M0-E dengan komposisi polimer alami *amylum* (2% dari berat semen) dan bahan tambah madu (0% dari semen). Pengujian pada umur 14 hari, menunjukkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0-E memiliki nilai kuat tekan sebesar 19,04 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan rerata beton normal sebesar 29,72 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0-E memiliki nilai kuat tekan rerata lebih kecil dari nilai kuat tekan rerata beton normal pada umur 14 hari.

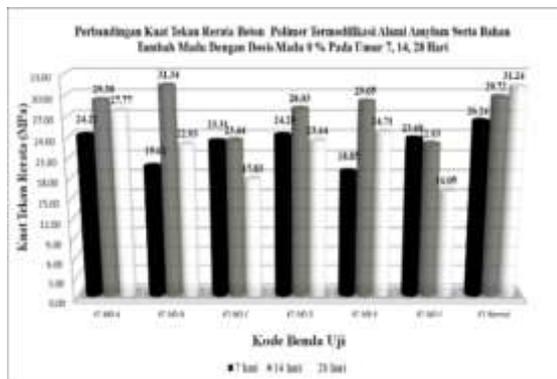
Benda uji dengan kode KT-M0,3-O dengan komposisi polimer alami *amylum* (0,5% dari berat semen) dan bahan tambah madu (0,3% dari semen). Pengujian pada umur 14 hari, menunjukkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0,3-O memiliki nilai kuat tekan sebesar 31,08 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tekan rerata beton normal sebesar 29,72 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kode



uji dengan kode KT-M0-R memiliki nilai kuat tarik belah sebesar 2,58 MPa. Sedangkan untuk nilai kuat tarik belah rerata beton normal sebesar 3,77 MPa. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan kode KT-M0-R memiliki nilai kuat tarik belah rerata lebih kecil dari nilai kuat tarik belah rerata beton normal pada umur 28 hari.

#### 4.3.5 Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu 0% Pada Umur 7, 14, 28 Hari

Berikut perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang telah termodifikasi madu 0% pada umur 7, 14, 28 hari:

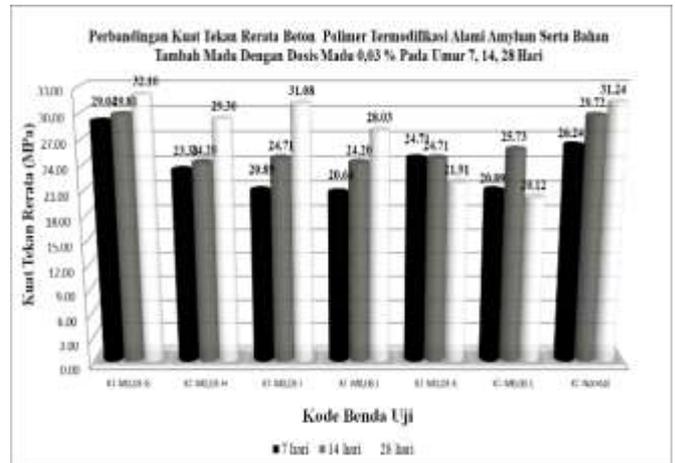


**Gambar 4.5** Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* serta Bahan Tambah Madu dengan dosis Madu 0% pada Umur 7, 14, dan 28 Hari

Dari gambar 4.5, dapat diketahui bahwa hasil dari pengujian kuat tekan beton polimer termodifikasi alami *amylum* serta bahan tambah madu paling optimum terdapat pada benda uji dengan kode KT-M0-A. Kode uji KT-M0-A memiliki grafik kenaikan yang stabil dan mengalami penurunan kekuatan yang tidak terlalu signifikan dibanding kode benda uji lainnya.

#### 4.3.6 Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu Dengan Dosis Madu 0,03% Pada Umur 7, 14, 28 Hari

Berikut perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang telah termodifikasi madu 0,03% pada umur 7, 14, 28 hari:

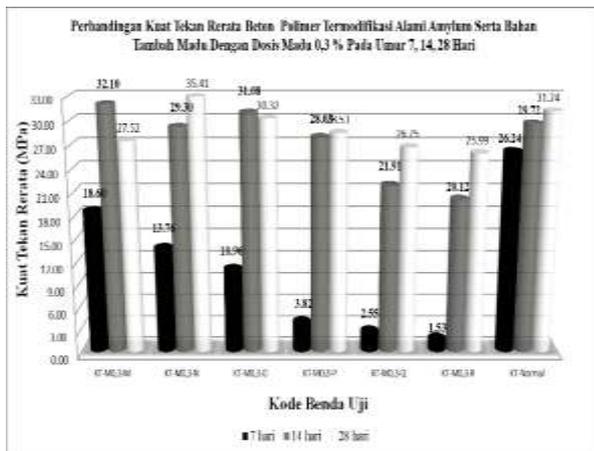


**Gambar 4.6** Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* serta Bahan Tambah Madu dengan dosis Madu 0,03% pada Umur 7, 14, dan 28 Hari

Dari gambar 4.6, dapat diketahui bahwa hasil dari pengujian kuat tekan beton polimer termodifikasi alami *amylum* serta bahan tambah madu paling optimum terdapat pada benda uji dengan kode KT-M0,03-G. Kode uji KT-M0,03-G memiliki grafik kenaikan yang stabil. Kode uji KT-M0,03-G memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari nilai kuat tekan yang direncanakan.

#### 4.3.7 Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu Dengan Dosis Madu 0,3% Pada Umur 7, 14, 28 Hari

Berikut perbandingan kuat tekan beton normal dan beton yang telah termodifikasi madu 0,03% pada umur 7, 14, 28 hari:



**Gambar 4.7** Perbandingan Kuat Tekan Rerata Beton Normal dan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* serta Bahan Tambah Madu dengan dosis Madu 0,3% pada Umur 7, 14, dan 28 Hari

Dari gambar 4.7, dapat diketahui bahwa hasil dari pengujian kuat tekan beton polimer termodifikasi alami *amyllum* serta bahan tambah madu paling optimum terdapat pada benda uji dengan kode KT-M0,3-N. Kode uji KT-M0,3-N memiliki grafik kenaikan yang stabil. Kode uji KT-M0,3-N memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari nilai kuat tekan yang direncanakan. Kode uji KT-M0,3-N juga memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dikarenakan bahan yang digunakan lebih sedikit dibanding kode uji lainnya.

#### 4.3.8 Perbandingan Kuat Tekan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* Serta Bahan Tambah Madu Umur 28 hari



**Gambar 4.8** Perbandingan *Amylum* Kuat Tekan Beton Polimer Termodifikasi Alami *Amylum* serta Bahan Tambah Madu pada Umur 28 Hari

Dari pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, nilai kuat tekan berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton tertinggi pada komposisi madu 0,03 % dengan *amyllum* dibawah 1 % yaitu sebesar 37,71 MPa, tetapi kuat tekan beton optimum terdapat pada madu 0,03 % juga tetapi dengan komposisi *amyllum* dibawah 1 % akan tetapi komposisinya lebih kecil dari kuat tekan beton tertinggi, sehingga komposisi ini efisien dan ekonomis.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

1. Hasil uji kuat tekan beton tertinggi pada umur 7 hari adalah benda uji dengan komposisi madu 0,03 % dan *amyllum* 0,1 %, yaitu sebesar 29,04 MPa, untuk hasil uji kuat tekan beton terendah adalah benda uji dengan dengan komposisi madu 0,3 % dan *amyllum* 5 %, yaitu sebesar 1,53 MPa,
2. Hasil uji kuat tekan beton tertinggi pada umur 14 hari adalah benda uji dengan komposisi madu 0 % dan *amyllum* 0,2 %, yaitu sebesar 31,34

MPa, untuk hasil uji kuat tekan beton terendah adalah benda uji dengan dengan komposisi madu 0,3 % dan *amylum* 5 %, yaitu sebesar 20,13 MPa,

3. Hasil uji kuat tekan beton tertinggi pada umur 28 hari adalah benda uji dengan komposisi madu 0,03 % dan *amylum* 0,5 %, yaitu sebesar 37,71 MPa, untuk hasil uji kuat tekan beton terendah adalah benda uji dengan kode dengan komposisi madu 0 % dan *amylum* 5 %, yaitu sebesar 16,05 MPa,
4. Pada pengujian kuat tekan beton, hasil optimum yang didapat adalah benda uji KT-M0,03-G dengan komposisi bahan tambah madu sebesar 0,03% dan *amylum* sebesar 0,5% dari berat semen, karena gradasi kuat tekan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari terus mengalami peningkatan, memiliki kuat tekan tinggi dengan mempertimbangkan komposisi yang efisien dan ekonomis,
5. Hasil uji kuat tarik belah tertinggi didapat dari benda uji dengan komposisi madu 0 % dan *amylum* 0 %, yaitu sebesar 3,88 MPa sedangkan hasil uji kuat tarik terendah didapat dari benda uji dengan komposisi madu 0,3 % dan *amylum* 5 %, yaitu sebesar 2,58 MPa,
6. Pada pengujian kuat tarik belah beton, didapat hasil optimum yaitu sebesar 3,88 MPa pada benda uji KTB-M0-A dengan komposisi madu 0% dan *amylum* 0,10% dari berat semen,
7. Persentase kenaikan kuat tarik benda uji KTB-M0-A terhadap benda uji kuat tarik belah normal sebesar 1,07%.
8. Perbandingan antara kuat tekan dan kuat tarik belah memiliki nilai yang presentase gradasi kenaikan yang bagus dan benda uji dengan

komposisi madu 0,03 % dan *amylum* 0,1 %, yaitu sebesar 9,9 %.

## 5.2 SARAN

1. Penggunaan bahan tambah madu dan *amylum* untuk beton dalam penelitian ini dapat dikembangkan dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya,
2. Perlu diadakan penelitian lanjutan pada campuran kuat tekan beton dengan komposisi madu 0,03% dan *amylum* 0,5%,
3. Perlu diadakan penelitian lanjutan menggunakan madu dengan komposisi dan kandungan madu merek lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 1995. *Concrete and Agregates, Annual Book Of ASTM Standard, Vol. 04.02*. Philadelphia: ASTM.
- ASTM C39, *Standar Metode Tes untuk Kuat Tekan Silinder Uji Beton*. Annual Books of ASTM Standards.
- ASTM C150. *Spesifikasi Standar untuk Semen Portland*. Annual Books of ASTM Standards.
- Chasanah, N. 2001. Kadar Dekstrosa, Levulosa, Maltosa, serta Fruktosa Madu Segar dan Madu Bubuk dengan Bahan Pengisi Campuran Gum Arab dan Dekstin. **Skripsi**. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor
- Claus, E.P., Varro E., Tyler., Lynn R. B., 1970. *Pharmacognosy, Lea & Febiger*, Philadelphia: 247.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1994. *Madu* (SNI 01-3545-1994), Jakarta.
- , 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton* (SNI 03-2491-2002), Jakarta.
- , 2004. *Semen Portland* (SNI 15-2049-2004). Jakarta.

- , 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder yang Dicitak* (SNI 1974:2011), Jakarta.
- Dipohusodo, I. 1996. ***Manajemen Proyek dan Konstruksi***. Yogyakarta.
- Gregor, M., 1997. Reinforced Concrete Mechanics and Design. 3<sup>rd</sup>.
- Haryanto, A.T., & Pangestu, F. 2015. Optimasi Campuran Mortar dan Beton dengan Polimer Alami Gracilaria Sp. dan Bahan Tambah Madu. **Tugas Akhir**. Semarang: Fakultas Teknik Unika Soegijapranata.
- Haach, et al. 2013. **Development of a New Test For Determination of Tensile Strength of Concrete Blocks**. Vancouver.
- Hapsari, G. & Wahyu, R. 2013. Pengaruh Penggunaan Serbuk Agar-agar (Gracilaria sp.) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mortar Polimer. **Tugas Akhir**. Semarang: Fakultas Teknik Unika Soegijapranata.
- Susilorini, Rr. M. I. R. 2007. Model Masalah Cabut-Serat Nylon 600 Tertanam dalam Matriks Sementitis yang Mengalami Fraktur. **Disertasi**. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Susilorini, Rr. M. I. R. & Suwarno, D. 2009. **Mengenal dan Memahami Teknologi Beton**. Semarang: Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
- Susilorini, Rr. M. I. R. 2012. **Beton Bajik Untuk Dunia Berkelanjutan**. Semarang: Penerbit Surya Perdana Semesta (SPS).
- Susilorini, Rr. M. I. R., Hardjasaputra, H., Tudjono, S. 2014. Inovasi Beton Bajik untuk Beton Berkelanjutan. **Laporan Akhir**. Hibah Kompetensi Tahun Pertama, Ditlitabmas, Ditjen Dikti.
- Susilorini, Rr. M.I. R, Suwarno, DJ., Santosa, Budi. 2017. Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Semarang dan Demak untuk Mitigasi Pengurangan Resiko Bencana Banjir dan Rob Akibat Perubahan Iklim, Semarang, **Laporan Akhir**, INSINAS RPI, Tahun Pertama, DPTI, Kemenristekdikti.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. **Teknologi Beton**. Yogyakarta: Nafiri.
- Wulandari, A. 2008. Studi Perilaku Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Dengan Menggunakan Agregat Daur Ulang. **Skripsi**. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia.