

# Pengaruh *Curing Oven* Terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Lokal Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen

Evita A.Lalo<sup>#1</sup>, Ronny E. Pandaleke<sup>#2</sup>, Dody M. J. Sumajouw<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>evitarnesta@gmail.com; <sup>2</sup>ronny\_pandaleke@yahoo.com; <sup>3</sup>dody\_sumajouw@unsrat.ac.id

## Abstrak

Perawatan (*curing*) beton ialah salah satu tindakan yang dilakukan untuk mencegah agar beton segar tidak kehilangan air terlalu cepat sehingga beton tidak cepat mengalami keretakan. Salah satu cara perawatan beton yaitu dengan *curing oven*. Dalam penelitian ini, abu sekam padi digunakan untuk menggantikan sebagian semen pada campuran beton. Pembakaran pada sekam padi menjadi abu menghilangkan zat-zat organik yang kemudian menghasilkan sisa pembakaran yang kaya akan silika ( $\text{SiO}_2$ ). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perawatan beton dengan cara oven terhadap nilai kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Pengujian dilakukan pada umur 1 hari, 7 hari dan 28 hari, dengan perawatan perendaman, perawatan suhu ruang, serta perawatan dengan suhu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton dengan substitusi parsial semen menggunakan abu sekam padi, pada umur 1 hari kuat tekan tertinggi berada pada perawatan oven suhu 70°C sebesar 5,12 MPa, umur 7 hari kuat tekan tertinggi berada pada perawatan suhu ruang sebesar 10,75 MPa, sedangkan umur 28 hari kuat tekan tertinggi berada pada perawatan oven suhu 50°C sebesar 15,87 MPa.

**Kata kunci** – abu sekam padi, *curing oven*, kuat tekan, perawatan.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada perkembangan saat ini, pembangunan di bidang teknik sipil mengalami peningkatan sehingga beton menjadi bahan yang paling banyak digunakan dalam pembangunan. Beton merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Namun beton juga dapat menggunakan bahan tambah untuk memperoleh beton yang sesuai dengan keinginan. Salah satu bahan alternatif yang diteliti sebagai bahan tambah untuk menggantikan semen pada campuran

beton ialah abu sekam padi. Abu sekam padi merupakan material pozzolan yang berasal dari sisa pembakaran sekam padi. Pembakaran pada sekam padi menjadi abu menghilangkan zat-zat organik yang kemudian menghasilkan sisa pembakaran yang kaya akan silika ( $\text{SiO}_2$ ).

Perawatan (*curing*) beton ialah salah satu tindakan yang dilakukan untuk mencegah agar beton segar tidak kehilangan air terlalu cepat sehingga beton tidak cepat mengalami keretakan. Salah satu cara yang paling sering dilakukan untuk perawatan beton ialah dengan mengaliri air ke beton secara berkala. Namun metode tersebut mempunyai proses yang lama. Selain dengan cara tersebut perawatan beton juga dapat dilakukan dengan *curing oven*. *Curing oven* adalah perawatan beton dengan temperatur pada suhu di atas suhu ruangan, dimana beton dimasukkan ke wadah yang bersuhu panas berupa oven sehingga dapat mempercepat peningkatan kuat tekan beton dan mempersingkat waktu perawatan. Maka dari itu pada penelitian kali ini akan membahas mengenai pengaruh perawatan beton dengan cara temperatur oven terhadap nilai kuat tekan beton dengan penambahan abu sekam padi dan membandingkannya dengan perawatan dengan cara perendaman serta perawatan pada suhu ruang.

### B. Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu pada perawatan oven terhadap kuat tekan beton dengan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen dan membandingkannya dengan perawatan perendaman serta perawatan suhu ruang.
2. Bagaimana perbandingan nilai kuat tekan antara beton tanpa ASP dan beton dengan ASP terhadap perawatan perendaman, perawatan oven dan perawatan suhu ruang.

### C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi suhu pada perawatan *curing oven* terhadap kuat tekan beton dengan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen
2. Untuk melihat perbandingan antara nilai kuat tekan beton dengan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen terhadap perawatan *oven*,

perawatan perendaman, serta dengan perawatan suhu ruang.

3. Untuk melihat perbandingan nilai kuat tekan antara beton tanpa ASP dan beton dengan ASP terhadap perawatan perendaman, perawatan oven dan perawatan suhu ruang.

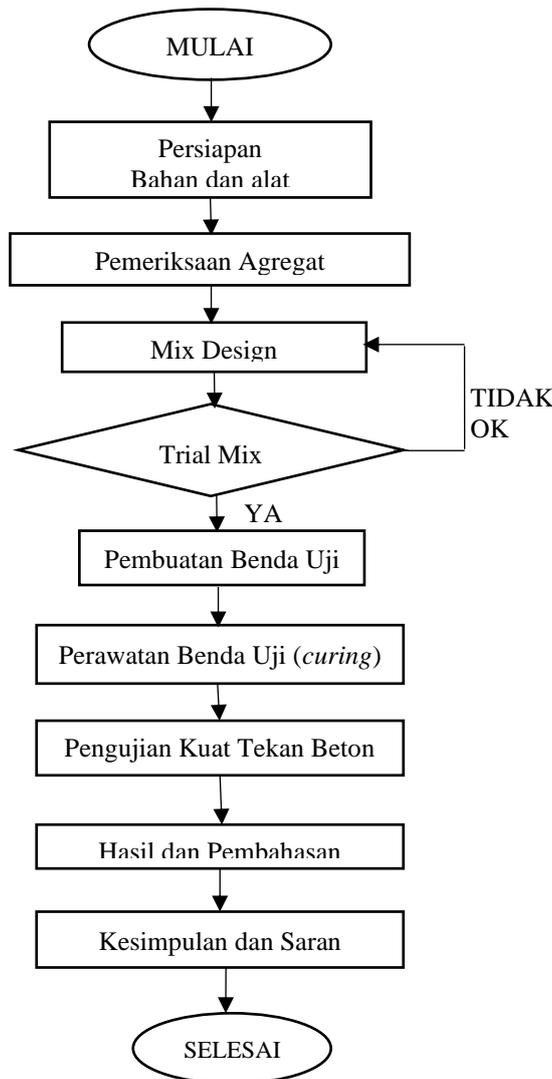
**D. Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diketahui perbandingan nilai kuat tekan beton dengan perawatan perendaman, perawatan temperatur tinggi (*curing oven*), dan perawatan suhu ruang terhadap beton dengan penambahan abu sekam padi. Sehingga dengan demikian dapat diketahui perawatan mana yang menghasilkan beton yang terbaik.

**E. Batasan Masalah**

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
2. Material yang digunakan:

- a. Semen yang digunakan ialah semen Portland dengan merk Tonasa.
  - b. Agregat kasar berasal dari daerah Lansot, Kemah.
  - c. Agregat halus berasal dari daerah Girian.
  - d. Air yang digunakan adalah air dari Sumur Fakultas Teknik Unsrat.
  - e. Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambah pada beton berasal dari daerah Watulinye, Minahasa Tenggara.
3. Benda uji yang digunakan ialah berbentuk silinder 100 mm x 200 mm.
  4. Bahan tambah berupa abu sekam padi yang lolos saringan no. 200.
  5. Penambahan abu sekam padi sebanyak 0 % dan 10 % dari berat semen.
  6. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 1, 7 dan 28 hari.
  7. Perawatan yang dilakukan berupa *curing oven* pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C serta dengan perendaman dan suhu ruang terhadap benda uji.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Umum

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan alat dan bahan, pemeriksaan material, perencanaan campuran lalu pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan yang dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian sesuai kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Pemeriksaan material yang dilakukan dibatasi hanya pada material tertentu yang penting dalam perhitungan campuran. Benda uji dalam penelitian ini ialah beton dengan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi campuran 0% dan 10% dari berat semen. Waktu pengujian yang dilakukan pada saat benda uji berumur 1 hari, 7 hari, dan 28 hari. Sedangkan perawatan yang diberikan pada benda uji berupa perendaman, perawatan oven pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C, serta perawatan dengan suhu ruang.

### B. Diagram Alir

Kegiatan penelitian memiliki alur seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Komposisi Campuran Beton

Berdasarkan hasil dari pemeriksaan material untuk mix design maka menurut ACI 211.1–91 dengan FAS 0,62 (nilai FAS ditetapkan dari beberapa kali trial mix design) dibutuhkan komposisi campuran beton untuk mutu beton 20 MPa yang ditampilkan pada Tabel 1.

### B. Pemeriksaan Nilai Slump

Dari Tabel 2, nilai *slump* yang didapatkan pada setiap pengecoran untuk masing–masing campuran sesuai dengan nilai *slump* yang telah ditetapkan yaitu 75–100 mm. Campuran beton dengan dan tanpa adanya tambahan abu sekam padi dianggap bisa diterapkan karena memiliki *workability* yang baik.

### C. Pemeriksaan Berat Volume Beton

Hasil dari perhitungan berat volume rata–rata beton tanpa ASP pada umur 1 hari dapat dilihat pada tabel 3 dan berat volume rata–rata beton dengan ASP 10% pada umur 1 hari dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 diketahui bahwa rata–rata berat volume beton tanpa ASP dan beton dengan ASP termasuk dalam jenis beton normal (dapat dilihat pada tabel Klasifikasi Berat Volume Beton menurut ACI). Berat volume rata–rata baik pada beton tanpa ASP maupun pada beton dengan ASP mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu perawatan maka penguapan pada benda uji akan semakin besar.

## D. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

### 1. Kuat Tekan Beton tanpa ASP

Dari pemeriksaan rata–rata kuat tekan beton tanpa ASP pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa *curing oven* mempengaruhi kuat tekan pada beton. Pada umur 1 hari kuat tekan dengan perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 3,14 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 4,74 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 4,96 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 5,22 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 5,91 MPa. Perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan tertinggi yang mana lebih tinggi jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang, hal itu disebabkan suhu perawatan yang semakin tinggi akan meningkatkan laju kekuatan beton pada umur awal.

Pada umur 7 hari kuat tekan dengan perawatan perendaman menghasilkan kuat tekan sebesar 13,83 MPa, perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 11,93 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 12,39 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 11,89 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 11,13 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 10,59 MPa. Pada perawatan oven nilai kuat tekan beton tertinggi berada pada suhu 40°C, dimana lebih tinggi jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang dan lebih rendah jika dibandingkan dengan perawatan perendaman. Pada umur 28 hari kuat tekan dengan perawatan perendaman menghasilkan kuat tekan sebesar 20,18 MPa, perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 14,26 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 16,43 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 15,65 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 13,73 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 12,25 MPa. Pada perawatan oven nilai kuat tekan beton tertinggi berada pada suhu 40°C, dimana lebih tinggi jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang dan lebih rendah jika dibandingkan dengan perawatan perendaman. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu perawatan maka kehilangan air pada beton akan semakin banyak yang mengganggu proses hidrasi.

### 2. Kuat Tekan Beton dengan ASP

Dari hasil pemeriksaan rata–rata kuat tekan beton dengan ASP pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa *curing oven* mempengaruhi kuat tekan pada beton. Pada umur 1 hari kuat tekan dengan perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 2,39 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 4,04 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 4,73 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 4,93 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 5,12 MPa. Perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan tertinggi yang mana lebih tinggi jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang. Semakin tinggi suhu perawatan maka kuat

tekan beton dengan ASP pada umur 1 hari semakin meningkat.

Pada umur 7 hari kuat tekan dengan perawatan perendaman menghasilkan kuat tekan sebesar 9,93 MPa, perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 10,75 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 10,71 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 10,63 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 9,69 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 8,40 MPa. Pada perawatan oven nilai kuat tekan beton tertinggi berada pada suhu 40°C, dimana lebih tinggi jika dibandingkan dengan perawatan perendaman dan sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang. Semakin tinggi suhu perawatan oven yang digunakan maka kuat tekan beton dengan ASP umur 7 hari akan semakin menurun. Pada umur 28 hari kuat tekan dengan perawatan perendaman menghasilkan kuat tekan sebesar 14,39 MPa, perawatan suhu ruang menghasilkan kuat tekan sebesar 15,79 MPa, perawatan oven 40°C menghasilkan kuat tekan sebesar 14,81 MPa, perawatan oven 50°C menghasilkan kuat tekan sebesar 15,87 MPa, perawatan oven 60°C menghasilkan kuat tekan sebesar 11,79 MPa, dan perawatan oven 70°C menghasilkan kuat tekan sebesar 10,97 MPa. Kuat tekan dengan perawatan oven 50°C

menghasilkan kuat tekan tertinggi dibandingkan dengan perawatan yang lainnya. Sehingga untuk suhu terbaik pada perawatan oven terletak pada suhu 50°C.

#### **E. Perbandingan Kuat Tekan Beton tanpa ASP dan Kuat Tekan Beton dengan ASP**

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa pada umur 28 hari perawatan perendaman kuat tekan beton dengan ASP lebih rendah 28,7% daripada beton tanpa ASP yaitu 14,39 MPa, pada perawatan suhu ruang kuat tekan beton dengan ASP lebih tinggi 10,8% daripada beton tanpa ASP yaitu 15,79 MPa, pada perawatan oven 40°C kuat tekan beton dengan ASP lebih rendah 9,9% daripada beton tanpa ASP yaitu 14,81 MPa.

Pada perawatan oven 50°C kuat tekan beton dengan ASP lebih tinggi 1,4% daripada beton tanpa ASP yaitu 15,87 MPa, pada perawatan oven 60°C kuat tekan beton dengan ASP lebih rendah 14,1% daripada beton tanpa ASP yaitu 11,79 MPa, serta pada perawatan oven 70°C kuat tekan beton dengan ASP lebih rendah 10,5% daripada beton tanpa ASP yaitu 10,97 MPa. Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kuat Beton tanpa ASP dan Kuat Tekan Beton dengan ASP Umur 28 Hari Pada Setiap Perawatan.

**TABEL 1**  
**Komposisi Campuran per m<sup>3</sup>**

Komposisi Campuran			
Bahan	Satuan	Komposisi	
		0%	10%
Semen	Kg	330,645	297,581
Air	Kg	210,561	210,561
Agregat Kasar	Kg	833,028	833,028
Agregat Halus	Kg	829,953	829,953
ASP	Kg	0	33,065

**TABEL 2**  
**Nilai Slump**

Kode	Jenis Perawatan	Persentase ASP	Nilai Slump (mm)
BN1	Beton tanpa ASP Perawatan Perendaman	0%	95
BN-A1	Beton tanpa ASP Perawatan Suhu Ruang	0%	88

BN-A2	Beton tanpa ASP Perawatan Oven 40°C	0%	92
BN-A3	Beton tanpa ASP Perawatan Oven 50°C	0%	93
BN-A4	Beton tanpa ASP Perawatan Oven 60°C	0%	97
BN-A5	Beton tanpa ASP Perawatan Oven 70°C	0%	89
ASP1	Beton dengan ASP Perawatan Perendaman	10%	84
ASP-A1	Beton dengan ASP Perawatan Suhu Ruang	10%	88
ASP-A2	Beton dengan ASP Perawatan Oven 40°C	10%	89
ASP-A3	Beton dengan ASP Perawatan Oven 50°C	10%	76
ASP-A4	Beton dengan Asp Perawatan Oven 60°C	10%	89
ASP-A5	Beton dengan ASP Perawatan Oven 70°C	10%	90

**TABEL 3**  
Rata-rata Berat Volume Beton tanpa ASP

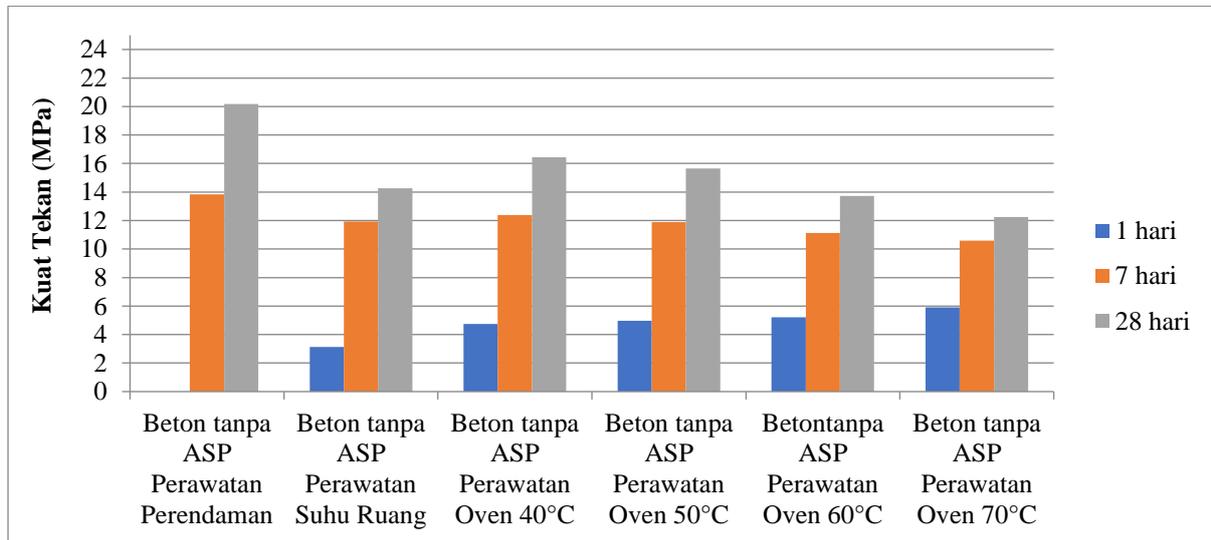
Kode	Rata-rata Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Rata-rata Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
BN1	3,4481	0,00157	2195,1180
BN-A1	3,4362		2187,5529
BN-A2	3,4298		2183,5068
BN-A3	3,3949		2161,2817
BN-A4	3,3714		2146,3211
BN-A5	3,3362		2123,8626

**TABEL 4**  
Rata-rata Berat Volume Beton dengan ASP

Kode	Rata-rata Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Rata-rata Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
ASP1	3,4531	0,00157	2198,3117
ASP-A1	3,4388		2189,2364
ASP-A2	3,4180		2175,9593
ASP-A3	3,3918		2159,2586
ASP-A4	3,3680		2144,1637
ASP-A5	3,3353		2123,3109

**TABEL 5**  
Hasil Periksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton tanpa ASP

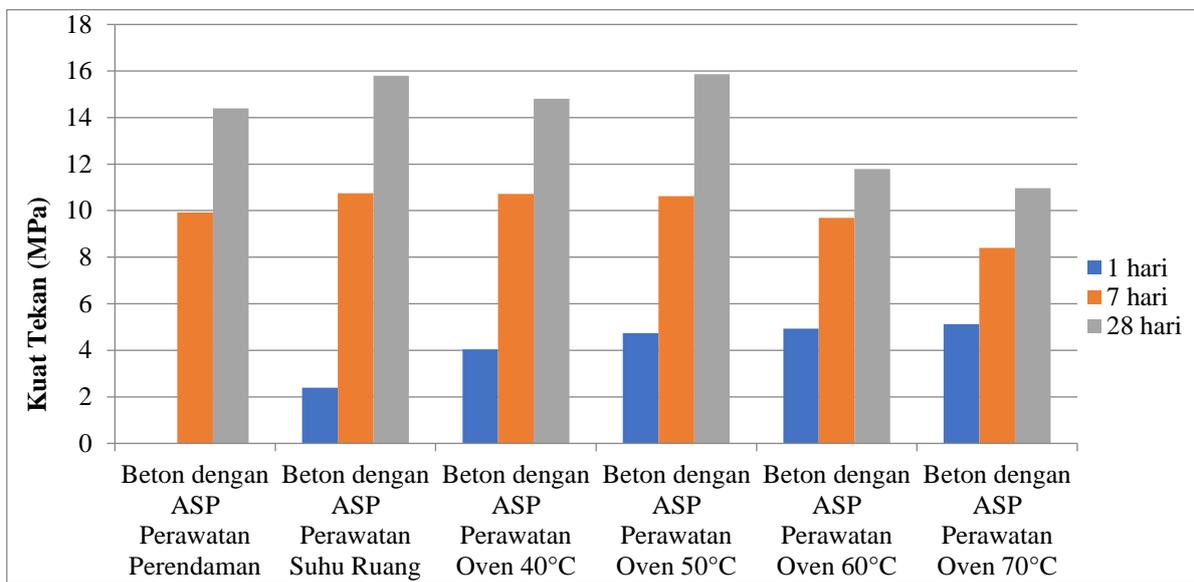
Kode	Jenis Perawatan	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)		
		Umur Beton (hari)		
		1	7	28
BN1	Perendaman	-	13,83	20,18
BN-A1	Suhu Ruang	3,14	11,93	14,26
BN-A2	Oven 40°C	4,74	12,39	16,43
BN-A3	Oven 50°C	4,96	11,89	15,65
BN-A4	Oven 60°C	5,22	11,13	13,73
BN-A5	Oven 70°C	5,91	10,59	12,25



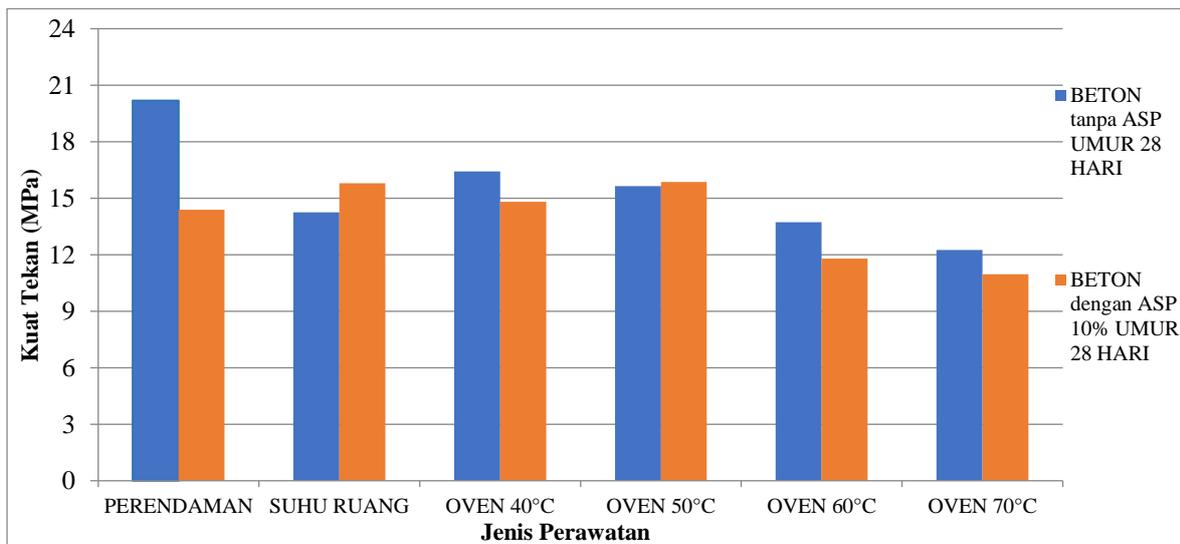
**Gambar 2. Diagram Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton tanpa ASP**

**TABEL 6**  
**Hasil Periksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton dengan ASP**

Kode	Jenis Perawatan	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)		
		Umur Beton (hari)		
		1	7	28
ASP1	Perendaman	-	9,93	14,39
ASP-A1	Suhu Ruang	2,39	10,75	15,79
ASP-A2	Oven 40°C	4,04	10,71	14,81
ASP-A3	Oven 50°C	4,73	10,63	15,87
ASP-A4	Oven 60°C	4,93	9,69	11,79
ASP-A5	Oven 70°C	5,12	8,40	10,97



**Gambar 3. Diagram Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton dengan ASP**



**Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Beton tanpa ASP dan Kuat Tekan Beton dengan ASP Umur 28 Hari Pada Setiap Perawatan**

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton dengan ASP 10% yang diperoleh dengan perawatan oven pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C, pada umur 1 hari menunjukkan semakin tinggi suhu perawatan yang digunakan dengan batasan suhu 70°C maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton dengan kuat tekan maksimum berada pada suhu 70°C yaitu 5,12 MPa. Pada umur 7 hari menunjukkan semakin tinggi suhu perawatan yang digunakan dengan batasan suhu 70°C maka semakin rendah nilai kuat tekan beton dengan kuat tekan optimal pada suhu 40°C yaitu 10,71 MPa, sedangkan pada umur 28 hari kuat tekan beton optimum berada pada suhu 50°C yaitu 15,87 MPa.
2. Nilai kuat tekan beton dengan ASP 10% yang diperoleh dengan perawatan oven pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C, pada umur 1 hari perawatan pada suhu 70°C memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi 114% jika dibandingkan dengan perawatan perawatan suhu ruang. Pada umur 7 hari perawatan suhu 40°C memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi 7,89% jika dibandingkan dengan perawatan perawatan perendaman dan memiliki kuat tekan yang hampir sama dengan perawatan suhu ruang. Pada umur 28 hari perawatan suhu 50°C memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi 10,28% jika dibandingkan dengan perawatan perawatan perendaman dan lebih tinggi 0,5% jika dibandingkan dengan perawatan suhu ruang.
3. Pada umur 1 dan 7 hari beton tanpa ASP memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan beton dengan ASP pada setiap perawatan. Namun pada umur 28 hari kuat tekan beton dengan ASP lebih tinggi pada perawatan suhu ruang dan perawatan oven 50°C dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa ASP dengan perawatan yang sama. Dimana pada perawatan suhu ruang kuat tekan beton dengan ASP yang lebih tinggi 10,8% daripada kuat tekan beton tanpa ASP. Sedangkan pada perawatan oven 50°C kuat tekan beton dengan ASP lebih tinggi 1,4% daripada beton tanpa ASP, namun masih tidak melebihi kuat tekan beton tanpa ASP dengan perawatan perendaman.
4. Pada perawatan perendaman, nilai kuat tekan beton dengan ASP 10% lebih rendah dibandingkan kuat tekan beton tanpa ASP yang mana berbanding terbalik pada penelitian yang dilakukan oleh Heldita (2018).
5. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa perawatan oven dengan ASP 10% hanya meningkatkan kuat tekan beton di umur awal saja. Namun pada umur 7 dan 28 hari perawatan oven akan menurunkan nilai kuat tekan beton seiring pertambahan suhu pada perawatan dengan batas suhu 70°C.

##### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh suhu pada beton dengan penambahan abu sekam padi terhadap sifat mekanik lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh suhu pada beton dengan penambahan abu sekam padi terhadap sifat kimia.
3. Jika akan digunakan untuk pengecoran, kuat tekan rencana sebaiknya lebih tinggi dibandingkan kuat tekan yang akan digunakan serta batas suhu maksimum untuk perawatan oven berada pada suhu 50°C.

#### KUTIPAN

##### A. Buku

- [1] Mulyono, T., 2006. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [2] Tjokrodinuljo, kardiyo. 1996. *Teknologi beton*, nafiri, Yogyakarta

##### B. Peraturan, Undang-Undang, Standar

- [3] ACI Committee 211.1-91. 1993. *Standart Practice for Selecting Proportion For Nomal, Heavyweight, Dan Mass Concrete*. ACI. Detroit.
- [4] ASTM C 125-1995., Annual Book of ASTM Standards 1995. Vol.04.02, Concrete And Aggregate, Philadelphia.
- [5] ASTM C-33. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, United States.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, *Pedoman Beton 1989*. SKBI.1.4.53.1989. Draft consensus., Jakarta: DPU, 1989.
- [7] PUBI. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Bandung.
- [8] SIBIMA KONSTRUKSI. 2018. *Spesifikasi Umum*, Jakarta Indonesia.
- [9] SNI 03-1974-1990. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.
- [10] SNI 03-2834-2000. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- [11] SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- [12] SNI 15-2049-2004. 2004. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- [13] SNI 2847-2013. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Bandung.
- [14] SNI 2847-2019. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

**C. Jurnal**

- [15] Amalia, M. 2018. Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Semen terhadap Kuat Tekan Beton dengan Perlakuan Perendaman Air Tawar dan Air Laut. Universitas Jember, Jawa Timur.
- [16] Dina, H. 2018. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Agregat Kasar Ex Desa Sungai Kacil, Agregat Halus Ex Desa Karang Bintang, Abu Sekam Padi Ex Desa Berangas). Tapak Vol. 8 No. 1.
- [17] Masdar, Helmi, Widyawati, R., Irianti, L., Annisa, M. A. 2019. Sifat Mekanik Beton Reaktif yang Menggunakan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Sebagian Semen dan Perlakuan Perawatan Panas (Heat Curing). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [18] Mindess, Sydney, dan Young, J. F. 1981. 'Concrete'. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [19] Nawy, E.G. 1985. Reinforce Concrete a Fundamental Approach. Sidney. Mac Graw-Hill Book Company.
- [20] Neville A. M. & Brooks J. J. 1987. "Concrete Technology". London, UK.
- [21] Neville A. M. 2002. "Properties of Concrete". Pittman Publishing Ltd, London.
- [22] Nizar, R. F. 2011. Skripsi "Menentukan Kuat Tekan Beton Dengan Perbandingan Campuran 1 : 3 : 5 Berdasarkan Perawatan (Cruing)". Universitas Komputer Indonesia.
- [23] Novi, A, Kumaat, E. J., Wallah, S. E., Tanudjaja, H. 2013. Perbandingan Kuat Tekan antara Beeton dengan Perawatan pada Elevated Temperature dan Perawatan dengan cara Perendaman serta Tanpa Perawatan. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 3.
- [24] Sri, R., As'ad, S., Sunarmasto. 2013. Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi. Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 1 No. 4.
- [25] Taylor. 1997. Cement Chemistry. London: Thomas telford.