

## BETON MUTU K-400 DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SUPERPLASTISIZER

Djaka Suhirkam<sup>1)</sup>, Dafrimon<sup>2)</sup>

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Polstri  
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

<sup>1)</sup>E-mail: [Djaka\\_suhirkam@yahoo.com](mailto:Djaka_suhirkam@yahoo.com)

<sup>2)</sup>E-mail: [dafrimon@pnsmail.go.id](mailto:dafrimon@pnsmail.go.id)

### ABSTRAK

*Beton adalah suatu bahan material menyerupai batu yang dihasilkan dari campuran bahan – bahan dengan perbandingan tertentu dari semen , agregat halus ( pasir ) , agregat kasar ( koral/split ) dan air tanpa atau dengan bahan tambah . Campuran tersebut akan mengeras pada suatu cetakan yang sesuai dengan keinginan. Semen dengan air akan bereaksi secara kimiawi dengan mengikat partikel dari agregat agregat menjadi suatu masa yang sangat padat. Dalam mempermudah pekerjaan perlu penambahan air yang melampaui jumlah air yang dibutuhkan untuk beraksi, penambahan ini diperlukan supaya campuran pasta beton dapat mengisi celah – celah dan membungkus tulangan dengan sempurna. Bila hal ini dilaksanakan maka kemungkinan kekuatan beton akan menurun, karena faktor air semennya terlalu berlebih. Kekuatan beton dipengaruhi oleh kualitas bahan pembentuk beton, kepadatan dan FAS, sehingga jumlah air yang digunakan dalam pembuatan beton sangat menentukan kekuatannya. Untuk menanggulangnya digunakan bahan tambah Superplasticizer yang dapat mengurangi penggunaan air, tetapi akan meningkatkan kekuatan tekan beton serta memudahkan dalam pelaksanaannya.*

*Untuk meningkatkan kekuatan beton perlu dilakukan penambahan bahan tambah mineral dalam campuran beton. Bahan tambah yang dimaksud adalah bahan tambah yang berupa material yang mengandung pozzolan yang halus dengan komposisi banyak mengandung silika. Salah satu material yang mengandung pozzolan yang banyak mengandung silika adalah abu sekam padi yang halus.*

*Abu sekam padi sebagai pozzolan digunakan untuk pengganti sebagian semen apakah akan mempengaruhi terhadap kekuatan beton. Untuk itu dilakukan penelitian di Laboratorium Bahan untuk mengetahui sejauh mana pengaruhnya bila sebagian semen diganti dengan abu sekam padi pada beton K – 400 . Dalam penelitian ini persentase semen yang diganti dengan abu sekam padi sebesar 2,5% , 5% , 7,5% , dan 10% dengan menggunakan superplastizicer sebesar 0,6% terhadap air yang digunakan. Dalam penelitian menggunakan benda uji kubus untuk kuat tekan dan benda uji silinder untuk kuat tarik.*

*Hasil kuat tekan dan kuat tarik beton yang menggunakan abu sekam padi dan superplastizicer hasilnya lebih besar bila dibandingkan dengan beton normal. Lebih besar persentase penggunaan abu sekam kekuatannya lebih meningkat .*

**Kata Kunci :** Beton , Abu Sekam Padi , superplastizicer , Peningkatan kekuatan .

### PENDAHULUAN

Beton diperoleh dari bahan campuran yang terdiri dari semen , agregat halus , agregat kasar dan air tanpa atau dengan bahan tambah membentuk bahan padat seperti batu. Untuk mengetahui perilaku komponen beton perlu mempelajari perilaku dari elemen pembentuk beton, sehingga pengetahuan karakteristik dari masing – masing komponen. Menurut Dr. Edward G. Nawi (1998) Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembantuknya. Dengan demikian perlu dibicarakan ubgsi dari masing – masing

komponen tersebut sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Dengan demikian seorang perencana dan ahli bahan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak dan komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan serviceability.

Dalam merencanakan beton banyak parameter yang akan mempengaruhi kekuatan tekan beton terutama dipengaruhi oleh kualitas material pembentuknya. Kepadatannya dan FAS. Bila menggunakan air semen rendah dan kepadatan tinggi maka akan didapatkan beton yang

mempunyai kekuatan tekan tinggi. Bila menggunakan FAS rendah maka sulit pengerjaannya. Untuk menanggulangi penggunaan air yang rendah bisa ditanggulangi dengan pemakaian/penambahan superplastizicer kedalam campuran beton yang mempunyai sifat mengencerkan, sehingga akan mempermudah pengerjaan dan dapat meningkatkan kekuatan tekan beton.

Beton mempunyai kekuatan tekan yang tinggi seperti kekuatan batu, sehingga cocok digunakan sebagai elemen/struktur yang memikul gaya tekan yang besar seperti kolom. Akan tetapi beton merupakan material yang mudah retak, hal ini disebabkan beton mempunyai tegangan tarik yang kecil bila dibandingkan dengan tegangan tekannya.

Beton biasanya digunakan untuk bahan bangunan gedung yang memikul beban berat seperti pondasi, kolom, balok, tangga, pelat lantai. Juga digunakan untuk bangunan air seperti tanggul, bendung dan juga digunakan untuk bangunan jembatan misalnya abutmen, lantai jembatan, pondasi.

Pozzolan merupakan material yang mempunyai kandungan silika yang sangat tinggi, salah satu pozzolan adalah abu sekam padi. Dalam pembakaran batu bata yang menggunakan sekam padi suhunya mencapai 600 s/d 700°C dan kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam abu sekam padi (Laboratorium Analitik Universitas Udayana) adalah :

- SiO<sub>2</sub> : 88,92 %
- FeO<sub>3</sub> : 0,608 %
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 0,674 %

Menurut Dharma Putra (2006) bila suatu material mengandung SiO<sub>2</sub> + FeO<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lebih dari 70 % dapat digolongkan sebagai pozzolan.

Dari eksperimen yang telah dilakukan oleh Dharma Putra 2006 yang menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton dan eksperimen dari Fandhi Hernando 2009 yang menggunakan fly ash sebagai pengganti sebagian dari semen dengan penambahan superplastizicer.

Dari hasil eksperimen diatas, maka kita ingin mengetahui seberapa besar pengaruhnya bila sebagian semen diganti dengan abu sekam padi dan dengan penambahan superplastizicer terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton mutu K – 400 dengan variasi persentase abu sekam padi terhadap semen 2,5 % ; 5 % ; 7,5 % dan 10 % dan menggunakan penambahan superplastizicer 0,6% dengan umur penekanan 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

## Beton

Beton diperoleh dengan mencampurkan material semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan kadang – kadang ditambah dengan material lain. Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik harus memperhatikan material – material pembentuknya dan komposisinya. Tidak saja kualitas material yang baik akan tetapi juga diperhatikan mengenai keseragaman secara keseluruhan.

Faktor yang mempengaruhi karakteristik beton sebagai berikut :

1. Kepadatan
  - Faktor yang mempengaruhi kepadatan beton diantaranya :
    - Gradasi agregat
    - Proporsi campuran
    - Kadar air
2. Kekuatan
  - Beton harus mempunyai kekuatan tekan yang tinggi dan mempunyai daya tahan terhadap berbagai jenis kegagalan
3. Faktor Air Semen
  - Faktor air semen harus dikontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan tekan yang diharapkan.
4. Tektur
  - Beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan yang tahan terhadap perubahan cuaca.

Selain faktor tersebut diatas masih ada faktor lain yang mempengaruhinya yaitu interfase antara agregat kasar dengan matrik semen pasir. Interfase adalah daerah peralihan disekeliling agregat kasar yang akan mempengaruhi rendahnya kekuatan tekan beton. Kondisi ini akan hilang apabila ditambah bahan silika yang sangat halus.

## Semen dan Air

Semen yang digunakan untuk pembuatan beton yaitu semen portland berupa semen hidrolik yang mempunyai fungsi sebagai pengikat bahan penyusun beton. Dalam proses pengerasan semen portland membutuhkan air yang berfungsi terjadinya reaksi kimia dalam proses hidrasi.

Semen portland dibuat dari bahan yang mengandung kalsium oksida (CaO), lempung yang mengandung silika dioksida (SiO<sub>3</sub>) dan aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan yaitu air harus bersih (jernih) tidak mengandung garam, asam, minyak, alkali, zat organik dan bahan yang sifatnya akan merusak beton dan tulangan baja. Air yang berasal dari alam terbuka biasanya mengandung zat – zat yang terlarut seperti lumpur dan kotoran

lainnya yang sifatnya mempengaruhi mutu beton. Air yang digunakan untuk campuran beton sebaiknya air tawar yang bersih dan dapat diminum.

Perbandingan antara air dan semen dalam pembuatan beton biasa disebut Faktor Air Semen ( FAS ). Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai faktor air semen antara 0,40 – 0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. (Istimawan Dipohusoda hal. 4 ).

**Agregat**

Indonesia terletak didaerah tropis dan sebagian besar dilalui oleh jalur pegunungan dan gunung berapi, karena itu Indonesia sangat kaya akan jenis – jenis bebatuan alam. Di Indonesia mempunyai dua jenis iklim yaitu kemarau / panas dan penghujan / basah hal ini akan mempengaruhi proses pelapukan bebatuan.

Bebatuan bila dilihat dari asalnya ada dua yaitu berasal dari alam misalnya koral / agregat kasar , pasir alami / agregat halus, dan yang berasal dari buatan misalnya agregat dari mesin penggiling, pecahan beton.

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton dibagi menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus biasa disebut pasir yang lewat saringan diameter Ø 5 mm, sedangkan yang tidak lewat atau tertinggal disaringan Ø 5 mm ini disebut agregat kasar.

**Abu Sekam Padi**

Indonesia dikenal dengan Negara agraris dimana sebagian besar masyarakat kita petani yang menanam padi. Dari tanaman padi akan menghasilkan beras dan limbah berupa kulit padi. Limbah kulit padi atau sekam padi banyak digunakan untuk membakar batu bata yang kemudian menghasilkan abu sekam padi. Abu sekam padi banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai abu gosok untuk membersihkan peralatan makan sehingga kurang ekonomis. Dalam proses penggilingan gabah akan menghasilkan beras dan sekam padi, dimana sekam padi akan berpisah dengan besar. Sekam padi merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan. Dari proses penggilingan gabah akan menghasilkan limbah berupa sekam padi sebesar 16,3 s/d 28 % (Nugraha dan Setiawati, 2006 ).

Abu sekam padi telah diteliti oleh beberapa peneliti yang menyatakan bahwa abu sekam padi mengandung unsur silika yang cukup tinggi. Malawi ( 1996 ) melakukan

penelitian mengenai potensi abu sekam padi sebagai bahan pozzolan pada mortar semen. Oleh sebab itu penelitian ini akan menggunakan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton .

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Bahan Penelitian**

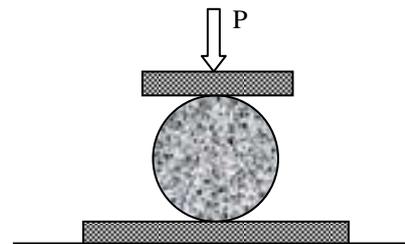
Penelitian ini menggunakan bahan – bahan sebagai berikut :

1. Air menggunakan air dari PDAM
2. Agregat halus digunakan dari Tanjung Raja OKI .
3. Agregat Kasar digunakan dari daerah Lahat .
4. Semen digunakan dari produksi Pabrik Baturaja.
5. Sekam padi diambil dari daerah Palembang.
6. Superplastizicer SP 430

**Benda Uji Beton**

Benda uji yang akan digunakan dalam penelitian adalah untuk pengujian tarik dan pengujian tekan. Oleh karena itu benda uji berbentuk sebagai berikut :

1. Pengujian kuat tarik.  
Untuk pengujian kuat tarik benda uji berupa silinder dengan ukuran berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

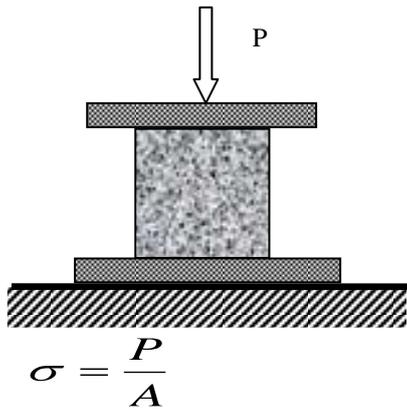


$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi DL}$$

Keterangan :

- f'ct = Kuat tarik belah
- P = Beban maksimum
- D = Diameter selinder beton
- L = Tinggi silinder

2. Pengujian kuat tekan.  
Untuk pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran ( 15x15x15)cm



Dimana :  
 σ = kuat tekan beton  
 P = Beban maksimum  
 A = Luas penampang

**Campuran Beton**

Campuran beton dari hasil mix desain untuk beton K-400 didapat campuran beton untuk pembuatan benda uji untuk 1 m<sup>3</sup> beton sebagai berikut :

**Tabel 1** Campuran Beton K-400 untuk 1 m<sup>3</sup>

No.	Bahan	Berat ( kg )	FAS
1	Semen Portland	455,56	0,450
2	Agregat Halus ( pasir )	579,72	
3	Agregat Kasar (2/3)	787,74	
4	Agregat kasar (1/2)	337,60	
5	Air	205	

**Persentase Penggantian Semen**

Penggantian semen dengan abu sekam padi dan superplastizicer ( SP 430 ) sebagai berikut:

- Perlakuan 1 : Penggantian 0 % Abu sekam Padi
- Perlakuan 2 : Penggantian 2,5 % Abu Sekam Padi + SP
- Perlakuan 3 : Penggantian 5 % Abu Sekam Padi + SP
- Perlakuan 4 : Penggantian 7,5 % Abu Sekam Padi + SP
- Perlakuan 5 : Penggantian 10 % Abu Sekam Padi + SP

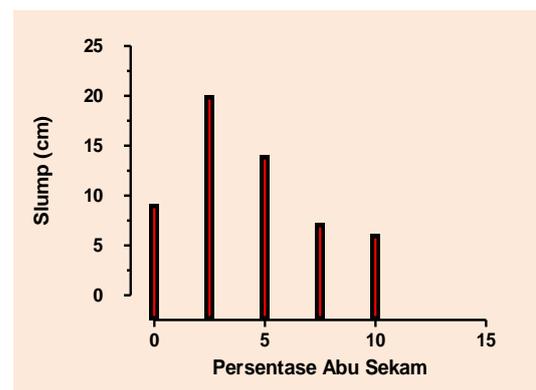
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

➤ **Pengujian Beton Segar :**

Pengujian beton segar mempunyai maksud supaya dalam pelaksanaan pengecoran beton ( workabilitas beton). Pengujian beton segar dengan menggunakan kerucut Abrahams yaitu pengujian slump untuk setiap campuran beton K-400. Pengujian slump untuk setiap campuran seperti dibawah ini.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Slump

No	Kode Benda Uji	Slump Rata - rata ( cm )
1	BN4	9,10
2	BN4.AS-2,5% +SP	20,00
3	BN4.AS-5% + SP	14,00
4	BN4.AS-7,5% + SP	7,20
5	BN4.AS-10% + SP	6,10



**Gambar 1** Kurva Slump Beton Normal dengan Beton Campuran Abu Sekam Padi + Superplastizicer.

Terlihat bahwa pada beton normal slumpnya 9,10 cm sedangkan pada beton dengan penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi yang menggunakan superplastizicer terjadi kenaikan slump sampai penggantian 5%, hal ini menunjukkan bahwa beton dengan penambahan superplastizicer mudah dalam pelaksanaan.

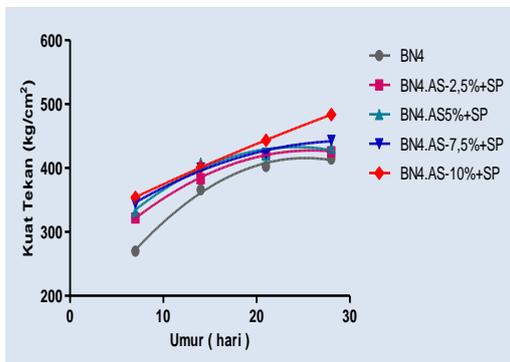
➤ **Pengujian Kuat tekan :**

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 ; 14 ; 21 dan 28 hari . Dari pengujian kuat tekan beton K-400 normal dengan penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi dan superplastizicer sebagai berikut :

**Tabel 3** Hasil kuat tekan beton

Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> ) Umur			
	7	14	21	28
BN4	269,78	366,22	402,52	414,07
BN4.AS-2,5%+SP	321,93	383,11	422,37	425,63
BN4.AS – 5%+SP	331,41	407,85	420,15	431,11
BN4.AS - 7,5%+SP	344,44	400,30	422,96	451,26
BN4.AS-10%+SP	354,22	401,04	443,41	483,70

Dari tabel diatas didapat hubungan antara kuat tekan beton rata-rata dengan umur beton. Dengan menggunakan analisa regresi non linier dengan bentuk persamaan polinomial didapat hubungan kuat tekan beton rata-rata dengan umur beton dengan penambahan persentasi abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen sebesar 2,5 % ; 5 % ;7,5 % dan 10 % dengan menggunakan *Superplasticizer* sebesar 0,6 % dapat dilihat pada kurva sebagai berikut :



**Gambar 2** Kurva Kuat Tekan Beton K-400 antara Beton Normal dengan Beton Campuran Abu Sekam Padi + Superplastizicer

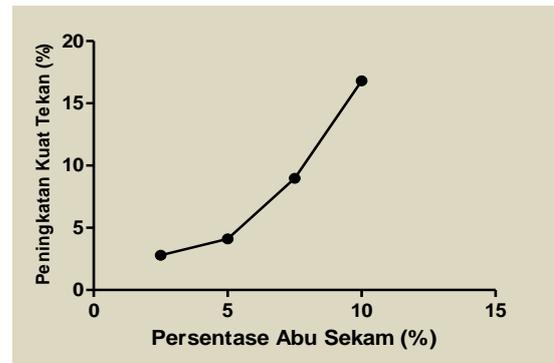
Dari kurva kuat tekan beton K-400 diatas disimpulkan bahwa beton dengan penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi ditambah dengan *superplastizicer* terjadi peningkatan kekuatannya. Persentase peningkatan kekuatan beton sebagai berikut .

**Tabel 4** Persentase Peningkatan Kuat Tekan beton

Kode Benda Uji	Peningkatan Kuat Tekan Beton Umur ( % )			
	7	14	21	28
BN4.AS-2,5%+SP	19,330	4,612	4,931	2,791
BN4.AS-5%+SP	22,844	11,367	4,379	4,115
BN4.AS-7,5%+SP	27,674	9,305	5,078	8,981
BN4.AS-10%+SP	31,364	9,508	10,158	16,816

Dari tabel diatas terlihat bahwa peningkatan kekuatan tekan beton yang terjadi pada beton dengan campuran abu sekam padi ditambah *superplastizicer* pada beton umur 7 hari 19,330 % sampai 31,364% ; beton umur 14 hari 4,612 % sampai 11,367 % ; beton umur 21 hari 4,931 % sampai 10,156 % dan beton umur 28 hari 2,791 % sampai 16,816 % .

Dari persentase peningkatan kekuatan tekan beton K-400 dapat digambarkan hubungan kuat tekan dengan persentase abu sekam padi pada umur 28 hari sebagai berikut :



**Gambar 3** Peningkatan Kuat Tekan Beton Campuran Abu Sekam Padi + Superplastizicer terhadap Beton Norman

Dilihat dari kurva dapat dijelaskan bahwa penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian dari semen dan *superplastizicer* dapat meningkatkan kekuatan tekan beton.

➤ **Pengujian Kuat Tarik**

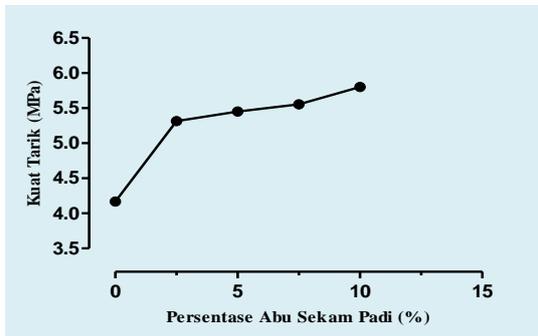
Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada beton umur 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder. Hasil kuat tarik belah pada beton K-400 sebagai berikut :

**Tabel 5** Hasil kuat Tarik Beton Umur 28 hari:

No.	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Tarik ( MPa )
1	BN4	28	4,169
2	BN4.AS – 2,5% + SP	28	5,315
3	BN4.AS – 5% + SP	28	5,451
4	BN4.AS – 7,5% + SP	28	5,555
5	BN4.AS – 10% + SP	28	5,800

Tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan abu sekam padi dan *superplastizicer*

dapat menaikkan kuat tarik beton, semakin besar persentase penambahan abu sekam, semakin tinggi kuat tariknya. Hubungan kuat tarik rata – rata beton normal dan beton dengan penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi dan superplastizicer dapat dilihat pada diagram dibawah ini.



**Gambar 4** Peningkatan kuat tarik beton normal dengan beton campuran abu sekam padi dan superplastizicer.

➤ **Persentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan**

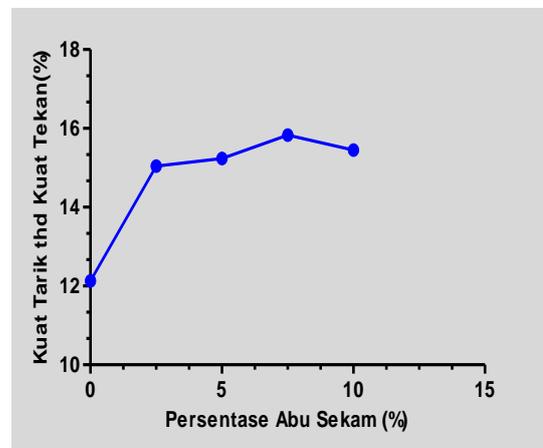
Nilai kuat tarik dan kuat tekan pada beton tidak berbanding lurus, setiap usaha untuk memperbaiki mutu kekuatan beton hanya akan meningkatkan kekuatan tarik yang kecil (tidak signifikan). Dalam bukunya Istimawan bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya dan menurut Dr. Edward G. Nawi kekuatan tarik beton  $f'_{ct}$  adalah dengan rumus  $0,10 f'_{c} < f'_{ct} < 0,2 f'_{c}$

Kuat tekan dalam percobaan menggunakan kubus tekan sehingga kuat tekannya mempunyai satuan  $Kg/cm^2$  sehingga harus dikonfirmasi kedalam MPa sesuai dengan kuat tariknya. Kuat tekan dikonfirmasi dengan mengkalikan dengan factor 0,83 ( $kg/cm^2 : 10$ ) x 0,83.

**Tabel 6** Persentase Kuat Tarik terhadap Kuat Tekan Beton umur 28 hari

Kode Benda Uji	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	Persentase Kuat Tarik thd Kuat Tekan (%)
BN4	4,169	34,368	12,130
BN4.AS-2,5%+SP	5,315	35,327	15,045
BN4.AS-5%+SP	5,451	35,782	15,234
BN4.AS-7,5%+SP	5,555	37,455	14,831
BN4.AS-10%+SP	5,800	40,147	14,447

Bila dilihat dari tabel diatas maka terlihat bahwa kuat tarik beton besarnya antara 12,130 % sampai 15,234 % dari kuat tekan beton. Persentase terkecil pada beton normal yaitu kuat tarik sebesar 12,130 % kuat tekan , sedangkan persentase terbesar pada beton dengan penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 5 % dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,6 % dimana kuat tariknya sebesar 15,234 % dari kuat tekannya.



**Gambar 4** Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Tekan Beton.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dari uraian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Dalam pengujian slump untuk :
  - Beton normal 9,10 cm
  - Abu sekam 2,5% + SP 20,00 cm
  - Abu sekam 5% + SP 14,00 cm
  - Abu sekam 7,5% + SP 7,20 cm
  - Abu sekam 10% + SP 6,10 cm
- Hasil kuat tekan beton umur 28 hari terjadi peningkatan :
  - Beton normal  $414,0 kg/cm^2$  ( 34,37 MPa )
  - Abu sekam 2,5% + SP  $425,33kg/cm^2$  (35,33 MPa)
  - Abu sekam 5% + SP  $431,11 kg/cm^2$  (35,78 MPa )
  - Abu sekam 7,5% + SP  $451,26 kg/cm^2$  (37,45 MPa)
  - Abu sekam 10% + SP  $483,70 kg/cm^2$  (40,15 MPa)
- Hasil Kuat tarik beton umur 28 hari
  - Beton normal 4,169 MPa
  - Abu sekam 2,5% + SP 5,315 MPa
  - Abu sekam 5% + SP 5,451 MPa
  - Abu sekam 7,5% + SP 5,555 MPa
  - Abu sekam 10% + SP 5,800 MPa

4. Prosentase kuat tarik terhadap kuat tekan beton .
  - Beton normal 12,130 %
  - Abu sekam 2,5% + SP 15,145 %
  - Abu sekam 5% + SP 15,234 %
  - Abu sekam 7,5% + SP 14,831 %
  - Abu sekam 10% + SP 14,447 %
5. Dilihat dari hasil persentase antara kuat tarik dan kuat tekan antara 12,130 % sampai 15,234 %, jadi persentase kuat tarik terhadap kuat tekan sesuai dengan teori yaitu antara 10% sampai 20% ( Dr. Edward G Nawi ).
6. Campuran beton yang menggunakan abu sekam padi dan superplastizicer persentase abu semakin besar semakin tinggi kekuatannya.

#### Saran

Dengan penggantian sebagian semen dengan abu sekam padi slumpnya menurun dan bila ditambah *superplasticizer* sebesar 0,6% slump masih cukup rendah sehingga sulit untuk dikerjakan. Untuk mengetahui apakah dengan menggunakan *superplasticizer* 1 % kekuatannya meningkat dan kelecakannya naik, perlu dilakukan penelitian lanjutan

#### DAFTAR PUSTAKA

As'at Pujiyanto dkk , Jurnal, *Beton Mutu Tinggi Dengan Admixture Superplastiziser Dan Aditif Silicafume*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Chu-Kia Wang, Charles G. Salon, “ *Disain Beton Bertulang*” , Terjemahan Ir. Binsar Hariandja, M. Eng., Ph.D., Erlangga , Jakarta

Johnner P. Sitompul dkk , Jurnal , *Penerapan Spouted-bed Dalam Pembuatan Natrium Silikat dari Abu Sekam Padi: hidrodinamika, perpindahan massa dan perolehan silikat* .  
[www.lp.itb.ac.id/prduct/vol31no1/johnner/johnner.html](http://www.lp.itb.ac.id/prduct/vol31no1/johnner/johnner.html).

Istimawan Dipohusodo, 1999 , *Struktur Beton Bertulang* , Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Khairul Lakum C , Journal , 2010 , *Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Peningkatan Kekuatan Beton* , Perpustakaan Universitas Sumatera Utara  
 Amiruddin, ST., 2000 , *Merancang Campuran Beton* , Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya , Palembang

Dharma Putra , Jurnal , 2006 , *Penambahan Abu Sekam Pada Beton dalam Mengantisipasi Kerusakan Akibat Magnesium Sulfat pada Air Laut* , Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No. 2 Juli 2006

Nugraha Paul , Antoni , 2007 , *Teknologi Baton , dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi* , Penerbit Andi kerjasama dengan LPPM Universitas Kristen Petra, Yogyakarta .

Tri Mulyono,Ir. MT., 2005 , *Teknologi Beton* , Penerbit Andi , Yogyakarta