

PENGARUH PENAMBAHAN TAWAS PADA CAMPURAN BETON MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR LOKAL KALIMANTAN TIMUR DAN AGREGAT HALUS EX. MAHAKAM DITINJAU DARI KUAT TEKAN

Fachriza Noor Abdi¹, Heri Sutanto², Elmo Dwi Prandaka³

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua
Jalan Sambaliung No.9, Samarinda 75119, Telp: 0541-736834, Fax: 0541-749315
e-mail: elmoprandakaa@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi beton terutama beton mutu tinggi sekarang ini sangat pesat. Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan. Pada dasarnya bahan pembuatan beton mutu tinggi sama dengan bahan pembuatan beton normal, tetapi untuk meningkatkan kuat tekannya perlu menggunakan bahan tambah dan jenis agregat tepat dalam campuran beton. Jenis bahan tambah yang dipakai dalam penelitian ini adalah bahan tambah Tawas yang dipasaraan .

Penelitian ini dimulai dengan pengujian terhadap masing-masing bahan penyusun dan membuat rancangan adukan beton berdasarkan metode SKSNIT-15-1990-03 menggunakan 6 (enam) variasi, yaitu : 0%, 1%, 2%, dan 3% Tawas dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan K-350, selanjutnya adalah pembuatan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran tiap sisinya 15 cm sebanyak 36 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 3 benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 7 hari dievaluasi berdasarkan SNI 03-1974-1993.

Hasil penelitian dari nilai kuat tekan beton dengan penambahan Tawas Belum mencapai kuat tekan rencana. Penggunaan bahan tambah Tawas sebesar 1%, 2%, dan 3%, berdasarkan penambahan Tawas secara berturut-turut dengan pengujian 7 hari agregat Batu Besaung, Senoni, dan Sambera didapatkan kuat tekan beton tertinggi persentase 1%, nilai kuat tekan 399,85 kg/cm², meningkat 8,3%, kadar optimum 2,24% pada Batu besaung persentase 1%, nilai kuat tekan 433,25 kg/cm² meningkat 3,4%, kadar optimum 2,31% pada Senoni persentase 2%, nilai kuat tekan 338,60 kg/cm², meningkat 11,2% kadar optimum 1,35%, pada Sambera, kadar optimum penambahan tawas 1% hingga 2%.

Kata kunci: Tawas, Bahan Tambah, Kuat Tekan.

1. PENDAHULUAN

Beton sebagai material yang sangat populer dan luas penggunaannya. Hampir semua elemen konstruksi dari berbagai jenis struktur dapat dibuat dari beton. Kuat tekannya yang tinggi merupakan salah satu keunggulan yang dimiliki beton.

Teknologi konstruksi terus mengalami peningkatan. Hal ini tidak lepas dari kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju, seperti jembatan, bangunan gedung bertingkat, bendungan, dan fasilitas lainnya.

Penelitian ini menggunakan 3 jenis agregat lokal Kalimantan timur diantaranya Senoni, Sambera, dan Batu Besaung, pada penelitian sebelumnya pada agregat Senoni dan Sambera tidak mencapai keteria kuat tekan, pada penelitian ini akan membandingkan agregat lokal tersebut dan pengarang Tawas sebagai bahan tambah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847-2002). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana pada usia 28 hari.

2.1.1 Definisi

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisian antara gregat kasar dan halus dan kadang-kadang ditambahkan additive atau admixture bila diperlukan.

2.1.2 Perkembangan Beton

Paten pertama untuk beton pracetak dibuat tahun 1875 oleh *William Lascelles*, untuk sistem bangunan perumahan. *Eugene Freyssinet* dari Perancis mengembangkan beton pratekan pada tahun 1927. Pada tahun 1946 diperkenalkan *cladding* dari beton pracetak untuk bangunan tingkat tinggi. Perkembangan pemakaian beton berlanjut terus hingga sekarang.

2.1.3 Proses Terjadinya Beton

Proses awal terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen, selanjutnya jika ditambahkan dengan agregat halus

menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton.

2.1.4 Keunggulan dan Kelemahan Beton

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

- a. Kelebihan beton adalah :
 1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 2. Mampu memikul beban yang berat.
 3. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
 4. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- b. Kekurangan beton adalah :
 1. Bentuk yang telah dibuat tidak dapat diubah.
 2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 3. Berat.
 4. Daya pantul suara yang besar.

2.1.5 Jenis-jenis Beton

Beton terbagi menjadi 3 yaitu :

1. Beton normal
Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan.
2. Beton ringan
Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat isi < 2200 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan.
3. Beton berat
Beton berat adalah beton yang mempunyai berat isi > 2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang menggunakan bahan tambahan.

2.1.6 Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naiknya secara cepat (*linier*) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus-kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun ke depan. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 28 hari.

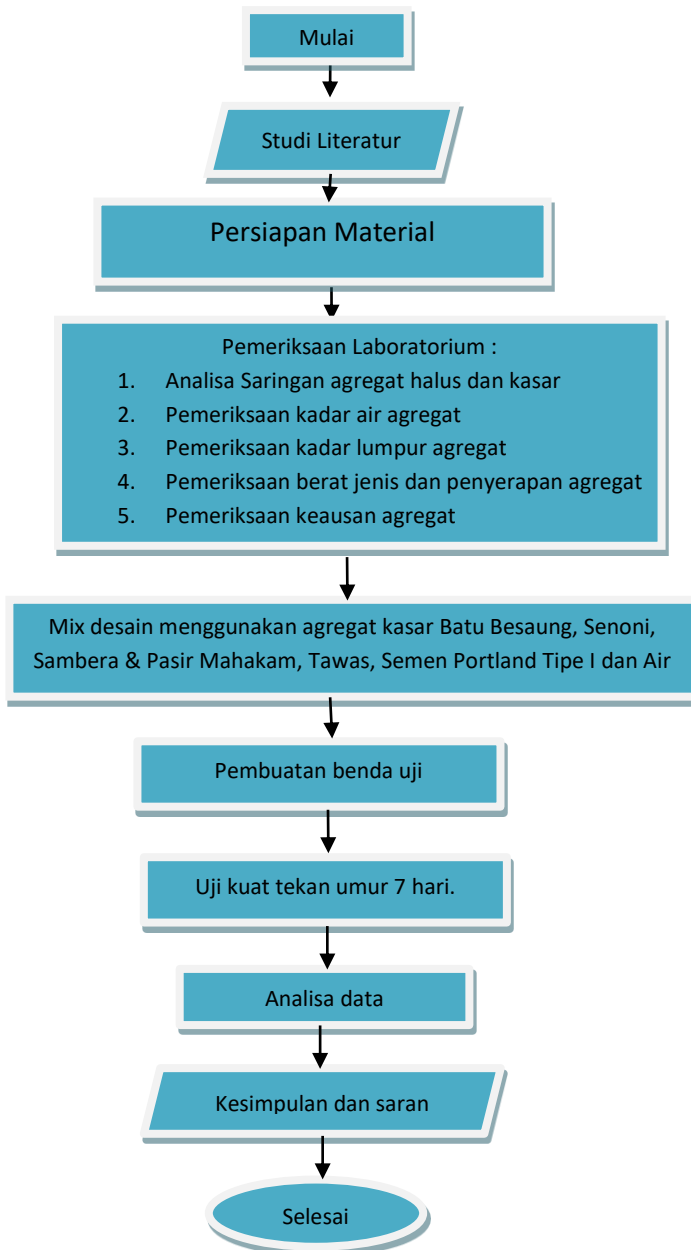
2.1.7 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan metode penelitian dari mulai persiapan sampai dengan pengambilan kesimpulan dan saran, adapun tahapan penelitian ini ada pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian campuran beton dengan menggunakan bahan tambah Tawas dengan agregat lokal Batu Besaung, Senoni, dan Sambera melalui pengujian kadar air agregat, analisa saringan agregat, berat jenis dan penyerapan air agregat, kadar lumpur agregat, dan keausan agregat kasar. Pengujian dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Samarinda.

Jenis Pengujian Agregat	Agregat Halus Mahakam	Agregat kasar Batu Besaung	Agregat kasar Senoni	Agregat kasar Sambera	Spesifikasi Standar agregat halus	Spesifikasi Standar agregat kasar
Berat jenis Agregat SSD	2,70	2,68	2,65	2,68	2,5 - 3,0	2,5 - 3,0
Penyerapan	0,44%	1,10 %	1,31 %	2,71 %	< 3,1%	-
Kadar Air	0,51 %	2,59 %	5,82 %	4,81 %	-	-
Kadar Lumpur	4,20 %	0,25 %	1,16 %	2,91 %	< 5%	< 1%
Modulus Halus Butir	2,54	7,98	7,92	7,98	1,5 - 3,8	5,0 - 8,0
Keausan Agregat	-	26,48%	22,77%	26,88%	-	< 40%

ANALISA SARINGAN AGREGAT

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT BATU BESAUANG

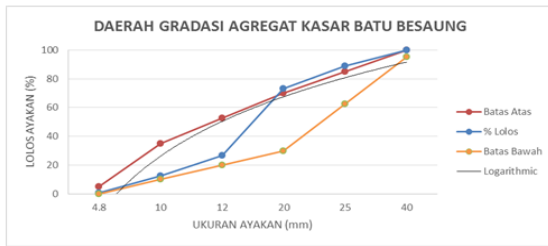
Agregat Kasar Batu Besaung	Ukuran Saringan (40mm)				Keterangan
	4.8	10	20	40	
% Lolos saringan	5	35	70	100	Batas Atas
	0.78	12.32	72.98	100	% Lolos
	0	10.00	30	95	Batas Bawah

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT SENONI

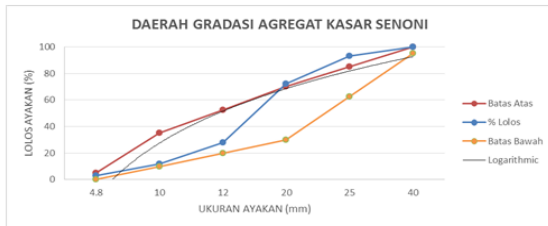
Agregat Kasar Senoni	Ukuran Saringan (40mm)				Keterangan
	4.8	10	20	40	
% Lolos saringan	5	35	70	100	Batas Atas
	3.16	11.90	72.27	100	% Lolos
	0	10.00	30	95	Batas Bawah

TABEL ANALISA SARINGAN AGREGAT SAMBERA

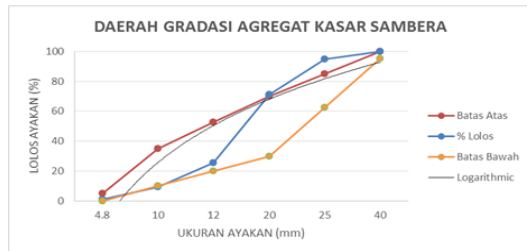
Agregat Kasar Sambera	Ukuran Saringan (40mm)				Keterangan
	4.8	10	20	40	
% Lolos saringan	5	35	70	100	Batas Atas
	1.07	9.35	71.26	100	% Lolos
	0	10.00	30	95	Batas Bawah



Gambar 4.1 Daerah gradasi agregat kasar Batu Besaung



Gambar 4.2 Daerah gradasi agregat kasar Senoni



Gambar 4.3 Daerah gradasi agregat kasar Sambera

4.6 Mix Design

4.6.1 Perhitungan Mix Design dengan Metode SNI SK.SNI.T-15-1990-03

- Kuat Tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (K) = 350 kg/cm^2 .
- Standar deviasi (S) = tidak ada.
- Nilai tambah (m) = $1.64 \times S$.
Karena data deviasi standar tidak ada, maka nilai $m = 12 \text{ MPa}$.
Konversi MPA $> \text{kg/cm}^2$ $m = 12 \times 10,19 = 122,32 \text{ kg/cm}^2$
- Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan $f'c_r = (f'c) + (m) = 350 + 122,32 = 472,3 \text{ kg/cm}^2$.
- Jenis Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe I.
- Jenis agregat :
 - Agregat kasar : Agregat kasar lokal
 - Batu Besaung
 - Senoni
 - Sambera
 - Agregat halus : Pasir Mahakam
- FAS ditentukan
 - Nilai kuat tekan pada umur 28 hari berdasarkan jenis semen (**Semen Portland Tipe I**) agregat kasar (**Batu pecah**) = **45 MPa** dan benda uji (**Kubus**)

- Lihat Gambar 4.5 benda uji kubus, tarik garis tegak lurus pada FAS 0.50, sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan.
- Tarik garis mendatar dari kuat tekan yang didapat dari Gambar 4,5, sampai memotong garis tegak lurus untuk FAS 0.5. Gambar kurva baru.
- Dari kurva baru tersebut tarik garis mendatar untuk kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru tersebut. Kemudian tarik ke bawah hingga didapat nilai FAS.

Faktor air semen bebas (FAS) = 0,48

- Tetapkan FAS maksimum menurut Lampiran Tabel K. Dari langkah (7) dan (8) diambil yang paling rendah.
Faktor air semen FAS maksimum = 0,52
- Nilai slump rencana ditetapkan = 60 s/d 180 mm
- Ukuran butir nominal agregat maksimum = 40 mm Lampiran Tabel L.
- Tentukan nilai kadar air bebas dari Lampiran Tabel M. Kadar air bebas untuk agregat gabungan = $\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$, dimana W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus, dan W_k untuk agregat kasar. Untuk permukaan agregat yang kasar, harus ditambah air kira-kira 10 liter per meter kubik beton. Koreksi suhu diatas 20°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per meter kubik adukan beton
kadar air bebas = 215
- Kadar semen = $\frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{FAS}} = \frac{215}{0,48} = 447,92 \text{ kg/m}^3$
- Kadar semen maksimum diabaikan karena tidak ditetapkan.
- Tetapkan FAS maksimum menurut Lampiran Tabel L
Faktor air semen FAS minimum = 325 kg/m^3
- FAS yang disesuaikan = 0,48
- Susunan butir agregat halus sesuai dengan syarat SK.SNI.T-15-1990-03 masuk dalam daerah gradasi **zona IV**
- Tetapkan persentase agregat halus terhadap campuran berdasarkan nilai *slump*, FAS, dan besar nominal agregat maksimum. Karena agregat halus masuk daerah gradasi **zona IV** peneliti menghindari keropos karena kurangnya persentase pasir terhadap agregat gabungan maka gradasi agregat maksimum di naikan ke **zona III**
Persentase agregat halus = 30%, didapat dari grafik
- Berat jenis relatif agregat (SSD)

- Berat jenis relatif = $(30 \% \times \text{BJ Pasir Mahakam kondisi SSD}) + (70 \% \times \text{BJ Agregat kondisi SSD})$
- Berat jenis relatif Batu Besaung = $(30 \% \times 2,64) + (70 \% \times 2,68) = 2,67 \text{ kg/cm}^2$
- Berat jenis relatif Senoni = $(30 \% \times 2,64) + (70 \% \times 2,65) = 2,65 \text{ kg/cm}^2$
- Berat jenis relatif Sambera = $(30 \% \times 2,64) + (70 \% \times 2,64) = 2,64 \text{ kg/cm}^2$
- Berat jenis beton agregat Batu Besaung = 2385 kg/cm^3
- Berat jenis beton agregat Senoni = 2360 kg/cm^3
- Berat jenis beton agregat Sambera = 2350 kg/cm^3
19. Kadar agregat campuran = berat jenis beton – (kadar semen + kadar air bebas)
- Batu Besaung = $2385 - (447,92 + 215) = 1722,08 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat campuran = berat jenis beton – (kadar semen + kadar air bebas)
- Senoni = $2360 - (447,92 + 215) = 1697,08 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat campuran = berat jenis beton – (kadar semen + kadar air bebas)
- Sambera = $2350 - (447,92 + 215) = 1687,08 \text{ kg/m}^3$
20. Kadar agregat halus = $30 \% \times \text{kadar agregat campuran}$
- Batu Besaung = $30 \% \times 1722,08 \text{ kg/m}^3 = 516,63 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat halus = $30 \% \times \text{kadar agregat campuran}$
- Senoni = $30 \% \times 1697,08 \text{ kg/m}^3 = 509,13 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat halus = $30 \% \times \text{kadar agregat campuran}$
- Sambera = $30 \% \times 1687,08 \text{ kg/m}^3 = 506,13 \text{ kg/m}^3$
21. Kadar agregat kasar = kadar agregat campuran - kadar agregat halus
- Batu Besaung = $1722,08 - 516,63 \text{ kg/m}^3 = 1205,46 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat kasar = kadar agregat campuran - kadar agregat halus
- Senoni = $1697,08 - 509,13 \text{ kg/m}^3 = 1187,96 \text{ kg/m}^3$
- Kadar agregat kasar = kadar agregat campuran - kadar agregat halus
22. Kebutuhan teoritis untuk 1 m^3 beton adalah :
- Agregat Batu Besaung
- Air : 215 kg
- Semen : 447,92 kg
- Pasir : 516,63 kg
- Batu Pecah : 1205,46 kg
- Total : 2385 kg
- Agregat Senoni
- Air : 215 kg
- Semen : 447,92 kg
- Pasir : 509,13 kg
- Batu Pecah : 1187,96 kg
- Total : 2360 kg
- Agregat Sambera
- Air : 215 kg
- Semen : 447,92 kg
- Pasir : 506,13 kg
- Batu Pecah : 1180,96 kg
- Total : 2350 kg
25. Perbandingan Dalam Berat :
- Agregat Batu Besaung:
- Air : Semen : Pasir : Koral = $0,44 : 1 : 1,15 : 2,73$
- Agregat Senoni:
- Air : Semen : Pasir : Koral = $0,36 : 1 : 1,14 : 2,77$
- Agregat Sambera:
- Air : Semen : Pasir : Koral = $0,42 : 1 : 1,13 : 2,69$
26. Menghitung volume benda uji :
- Benda uji berbentuk kubus dengan sisi 15cm
- Volume = sisi x sisi x sisi
- = $15 \times 15 \times 15 = 3,375 \times 10^{-3}$

m³

27. Volume dilebihkan sebesar 20 % dari volume yang ada, untuk menghindari dari kekurangan bahan akibat campuran yang menempel pada *mixer* dan terbuangnya bahan secara tidak sengaja dalam pembuatan beton yang disebabkan selama proses pembuatan beton.

$$= 20 \% \times 3,375 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,000675 \text{ m}^3$$

Sehingga volume untuk 1 sampel :

$$= 3,375 \times 10^{-3} \text{ m}^3 + 0,000675 \text{ m}^3 = 0,00405 \text{ m}^3$$

Tabel 4.16 Total material yang digunakan untuk tiap variasi 3 buah benda uji Batu Besaung

Bahan	Variasi 0% (kg)	Variasi 1% (kg)	Variasi 2% (kg)	Variasi 3% (kg)
Air	2,39	2,39	2,39	2,39
Semen	5,44	5,44	5,44	5,44
Pasir	6,28	6,28	6,28	6,28
Agregat	14,87	14,87	14,87	14,87
Tawas	0,000	0,054	0,109	0,163

Tabel 4.17 Total material yang digunakan untuk tiap variasi 3 buah benda uji Senoni

Bahan	Variasi 0% (kg)	Variasi 1% (kg)	Variasi 2% (kg)	Variasi 3% (kg)
Air	1,96	1,96	1,96	1,96
Semen	5,44	5,44	5,44	5,44
Pasir	6,19	6,19	6,19	6,19
Agregat	15,08	15,08	15,08	15,08
Tawas	0,000	0,054	0,109	0,163

Tabel 4.18 Total material yang digunakan untuk tiap variasi 3 buah benda uji Sambera

Bahan	Variasi 0% (kg)	Variasi 1% (kg)	Variasi 2% (kg)	Variasi 3% (kg)
Air	2,31	2,31	2,31	2,31
Semen	5,44	5,44	5,44	5,44
Pasir	6,15	6,15	6,15	6,15
Agregat	14,65	14,65	14,65	14,65
Tawas	0,000	0,054	0,109	0,163

Total material yang di gunakan untuk seluruh variasi.

Air	=	26,66	kg
Semen	=	65,31	kg
Pasir	=	74,50	kg
Agregat Batu Besaung	=	59,46	kg
Agregat Senoni	=	60,34	kg
Agregat Sambera	=	58,60	kg
Tawas	=	0,98	kg

Pada penelitian ini perancangan *mix design* menggunakan metode SKSNIT-15-1990-03 dimana metode ini dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum sehingga metode ini lazim digunakan .

4.7 Proses Pembuatan Beton

Material yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji dipersiapkan terlebih dahulu. Hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data- data yang dibutuhkan dalam perancangan campuran beton, meliputi jenis semen, jenis agregat kasar dan halus, gradasi dan besar butir butiran maximum. Agar tetap terjaga konsistensi rancangannya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaannya tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkannya beton yang tak sesuai dengan rencana akan semakin besar.

4.7.1 Campuran Beton Normal dan Beton Dengan Penambahan Tawas

Campuran beton terdiri dari semen (semen Tonasa tipe I), agregat halus (ex.Mahakam), agregat kasar (ex.Batu Besaung, Senoni, dan Sambera), air dan bahan untuk beton campuran yang menggunakan bahan tambah Tawas . Rancangan campuran beton K-350 dengan total sampel 36 sampel, 9 sampel beton normal dan 27 sampel beton campuran bahan tambah menggunakan Tawas untuk masa perawatan 7 hari.

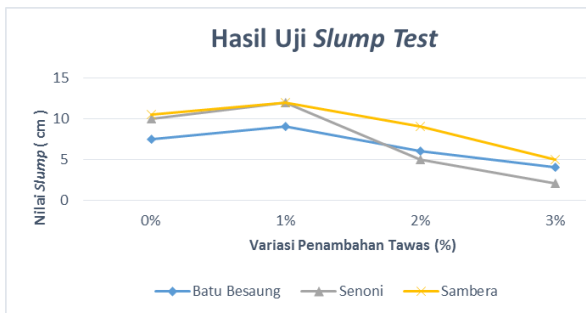
4.8 Hasil Pengujian Keleccakan

Pada penelitian ini pemeriksaan nilai slump yang dilakukan di peroleh hasil pada Tabel sebagai berikut:

Batu Besang	
Variasi Tawas	Nilai Slump (cm)
0%	7.5
1%	9
2%	6
3%	4

Senoni	
Variasi Tawas	Nilai Slump (cm)
0%	10
1%	12
2%	5
3%	2

Sambera	
Variasi Tawas	Nilai Slump (cm)
0%	10.5
1%	12
2%	9
3%	5



4.9 Perhitungan Kuat Tekan

4.9.1 Langkah Perhitungan Kuat Tekan Beton

Setelah beton dirawat dan telah berumur 7 hari, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat mesin kuat tekan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin tes kuat tekan beton di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda. Setelah didapatkan hasil data kuat tekan beton, maka dapat dihitung kuat tekan beton. Perhitungan yang dipakai dalam analisa uji kuat tekan yaitu sebagai berikut :

- Menghitung nilai slump (keleccakan)

$$\text{Nilai slump} = \text{tinggi cetakan} - \text{tinggi benda uji}$$
- Mencari luas bidang kubus
 Sisi Kubus = 15 cm
 Luas Bidang = sisi x sisi

$$= 15 \times 15 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$= 225 \text{ cm}^2$$

- Nilai beban (KN) diperoleh dari pemeriksaan sampel/benda uji pada mesin tes kuat tekan. Nilai tersebut memiliki satuan KN, sehingga proses konversinya dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut :

Mencari nilai kuat tekan beton kubus (f'_{ck}) per satuan luas (kg/cm^2)

$$f'_{ck} \text{ (kg/cm}^2\text{)} =$$

$$\frac{\text{Hasil Pembacaan Manometer (kg)} \times 1000 / 9.81}{\text{Luas Bidang}}$$

$$\text{Dimana : } 1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$$

- Mencari nilai kuat tekan beton kubus (f'_{ck}) dalam Mpa

$$f'_{ck} \text{ (Mpa)} = \frac{f'_{ck} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \times 9.81}{10^2}$$

Diketahui : $1 \text{ cm}^2 = 10^2 \text{ mm}^2$

- Konversi nilai kuat tekan beton ke bentuk silinder (f'_{c}).

$$f'_{c} \text{ (Mpa)} = [0,76 + (0,2 \times \text{Log} \left(\frac{f'_{ck} \text{ (Mpa)}}{15} \right))] \times f'_{ck} \text{ (Mpa)}$$

Faktor konversi bentuk untuk benda uji kubus terdapat pada Lampiran Tabel R.

Faktor konversi umur pada semen Portland biasa dan Portland dengan kekuatan awal tinggi dapat dilihat pada Tabel S.

- Mencari nilai kekuatan tekan estimasi 7 hari ($f'_{cr \text{ est}}$)

$$f'_{cr \text{ est}} \text{ (Mpa)} = f'_{c} \text{ (Mpa)} \times \frac{\text{Faktor konversi bentuk}}{\text{Faktor konversi umur}}$$

- Mencari nilai kekuatan tekan rata-rata (f'_{cr}). Nilai kekuatan tekan rata-rata didapat dengan perhitungan

$$f'_{cr} \text{ (Mpa)} = \frac{\sum f'_{cr \text{ est}}}{\sum \text{Benda Uji}}$$

- Mencari nilai standar deviasi (S)
 Nilai standar deviasi didapat dengan perhitungan sebagai berikut

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Diketahui:

$$S = \text{Standar deviasi, Mpa}$$

X_i = Nilai hasil kuat tekan umur 7 hari pada sampel benda uji.

-

\bar{x} = Nilai rata-rata kuat tekan umur 7 hari.

n = Jumlah sampel/benda uji.

- Mencari nilai faktor pengali standar deviasi (k)
 Faktor pengali standar deviasi untuk berbagai jumlah sampel/benda uji disajikan dalam Lampiran Tabel T.

10. Evaluasi nilai kekuatan tekan.
Evaluasi ini bertujuan untuk menguji apakah kekuatan beton telah tercapai sesuai rencana atau belum.

$$F'c \text{ (Mpa)} = f'cr - (S \times k)$$

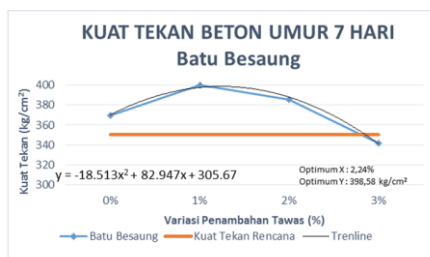
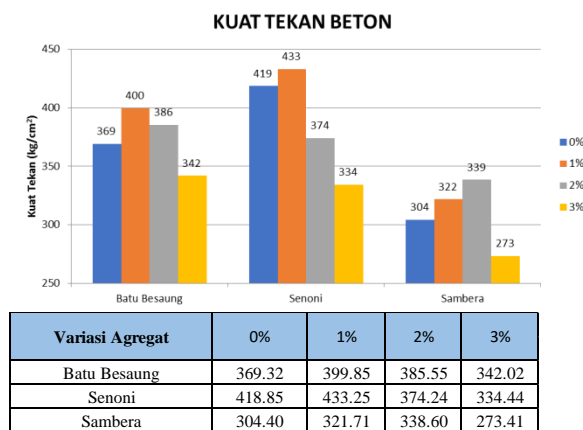
Dimana :

- $F'cr$: Nilai Kuat Tekan
 S : Standar Deviasi
 K : Faktor Pengali Standar Deviasi

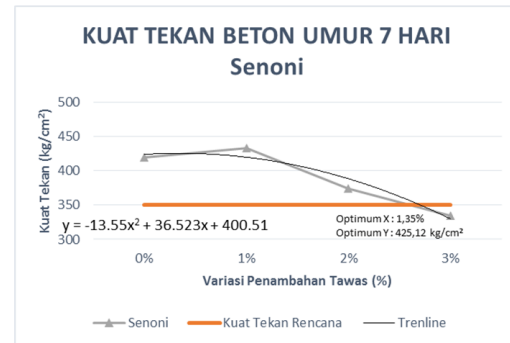
4.9.2 Pembahasan Hasil Perhitungan Kuat tekan Beton

Setelah dilakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari dengan kuat tekan yang direncanakan (K-350) sebanyak 36 benda uji, yang terdiri dari 4 variasi campuran. Untuk masing-masing variasi dibuat 3 benda uji yang berbentuk kubus dengan ukuran sisinya 15 cm untuk kuat tekan, dimana setiap variasi dengan pemberian bahan pengganti Tawas sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%, terhadap berat semen.

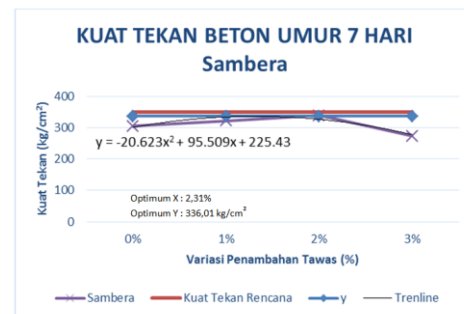
Dibawah ini adalah tabel dan gambar yang memuat nilai kuat tekan untuk masing-masing variasi campuran (untuk hasil lengkap pengujian kuat tekan beton yang berupa tabel dan gambar dapat dilihat berikut ini).



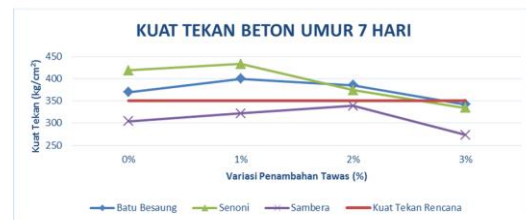
Gambar 4.17 Grafik nilai kuat tekan beton Batu Besaung umur 7 hari



Gambar 4.18 Grafik nilai kuat tekan beton Senoni umur 7 hari



Gambar 4.19 Grafik nilai kuat tekan beton Sambera umur 7 hari



Gambar 4.20 Grafik nilai kuat tekan beton berdasarkan penambahan Tawas umur 7 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan pada tabel 4.17, 4.18, dan 4.19, didapatkan hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan penambahan Tawas mencapai kuat tekan rencana. Penggunaan bahan tambah Tawas sebesar 1%, 2%, 3%, berdasarkan penambahan Tawas secara berturut-turut dengan pengujian 7 hari agregat Batu Besaung didapatkan kuat tekan beton, 399,85 kg/cm², 385,55 kg/cm², 342,02 kg/cm² kadar optimum 2,24% penambahan Tawas, agregat Senoni didapatkan kuat tekan beton, 433,25 kg/cm², 374,24 kg/cm², 334,44 kg/cm² kadar optimum 1,35% penambahan Tawas, agregat Sambera didapatkan kuat tekan beton, 321,71 kg/cm², 338,60 kg/cm², 273,41 kg/cm² kadar optimum 2,31% penambahan Tawas.

Jenis Agregat	Variasi Tawas (%)	Kuat Tekan Beton	Persentase Peningkatan (%)
Batu Besaung	0	369.32	0.0
	1	399.85	8.3
	2	385.55	4.4
	3	342.02	-7.4
Senoni	0	418.85	0.0
	1	433.25	3.4
	2	374.24	-10.7
	3	334.44	-20.2
Sambera	0	304.40	0.0
	1	321.71	5.7
	2	338.60	11.2
	3	273.41	-10.2

Gambar 4.21 Persentase nilai kuat tekan beton berdasarkan penambahan Tawas

Setelah diberi penambahan Tawas, nilai kuat tekan beton meningkat dari nilai kuat tekan beton normal, pada agregat Batu Besaung, Senoni, dan Sambera yang tidak masuk kuat tekan rencana hanya agregat Sambera. pada Batu Besaung peningkatan nilai kuat tekan pada persentase 1% mengalami peningkatan kuat tekan hingga 8,3%, persentase 2% meningkat 4,4% ,dan persentase 3% menurun 7,4% ,pada Senoni peningkatan nilai kuat tekan pada persentase 1% mengalami peningkatan kuat tekan hingga 3,4%, persentase 2% menurun 10,7% ,dan persentase 3% menurun 20,2% ,dan pada Sambera peningkatan nilai kuat tekan pada persentase 1% mengalami peningkatan kuat tekan hingga 5,7%, persentase 2% meningkat 11,2% ,dan persentase 3% menurun 10,2% ,seperti yang ditunjukkan Gambar 4.21 nilai kuat tekan tertinggi pada agregat Senoni campuran 1% didapat kuat tekan 433,25 kg/cm² dan terendah pada agregat Sambera campuran 3% dengan kuat tekan 273,41 kg/cm².

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai bahan tambah menggunakan Tawas ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh penambahan Tawas terhadap campuran beton pada umur 7 hari kuat tekannya mengalami peningkatan, kuat tekan rencana (K-350) dapat di capai pada agregat Batu Besaung dan Senoni sedangkan Sambera tidak, dengan ditambah bahan tambah Tawas mengalami peningkatan kuat tekan, agregat Batu Besaung kuat tekan tertinggi pada persentase 1% dengan kuat tekan 399,85 kg/cm², dari beton normal meningkat 8,3% kemudian menurun pada persentase 2% dan 3% hingga 342,02 kg/cm², agregat Senoni kuat tekan tertinggi pada persentase 1% dengan kuat tekan 433,25 kg/cm² , dari beton normal meningkat 3,4% kemudian menurun pada persentase 2% dan 3% hingga 334,44 kg/cm², agregat Sambera kuat tekan tertinggi pada

persentase 2% 338,6 kg/cm², dari beton normal meningkat 11,2 % kemudian menurun pada persentase 3% hingga 273,41 kg/cm².

2. Pengaruh Penambahan Tawas dengan semua persentase terhadap penambahan campuran beton yang mengalami peningkatan untuk kuat tekan tertinggi pada agregat Batu Besaung 398,58 kg/cm² dengan kadar optimum 2,24% penambahan Tawas, agregat Senoni 425,12kg/cm² dengan kadar optimum 1,35% penambahan Tawas, dan agregat Sambera 336,01 kg/cm² dengan kadar optimum 2,31% penambahan Tawas.
3. Penambahan Tawas terhadap campuran beton dapat meningkatkan nilai *slump* pada persentase 1% namun ketika persentase 2% hingga persentase 3% mengalami penurunan yang signifikan, penambahan Tawas di bawah 2% dapat meningkatkan kelecakan .

DAFTAR PUSTAKA

1. Tri Mulyono.,2004, TEKNOLOGI BETON, Edisi II, Yogyakarta:Andi
2. Paul Nugraha, dan Antoni.,2007, TEKNOLOGI BETON (dari material, pembuatan, kebeton kinerja tinggi). Yogyakarta:Andi
3. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. SNI 03-1971-1990.
4. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Slump Beton*. SNI 03-1972-1990.
5. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990.
6. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Keausan Agregat Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 03-2417-1991
7. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus*. SNI 03-1968-1990
8. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 03-1969-1990
9. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar

- Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 03-1970-1990
10. Rr. Danar mastutu widiyani, Tinjauan nilai slump dan kuat desak beton terhadap variasi pemakaian tawas sebagai bahan tambah. Yogyakarta.
 11. Frans Erick Purba, Studi kuat tekan beton dengan bahan tambah waterproof damdex menggunakan agregat kasar ex. Palu dan agregat halus ex. Pasir laut Balikpapan. Samarinda
 12. Budi santoso, Pengaruh penambahan *silica fume* pada campuran beton menggunakan agregat kasar palu dan agregat halus pasir palu ditinjau dari kuat tekan. Samarinda
 13. Wahyudi, Perbandingan nilai kuat tekan beton sampel core drill dan sampel beton normal dengan menggunakan agregat lokal sambera Kalimantan timur. Samarinda