

PENGARUH PENAMBAHAN SAT ADDITIVE ADDITION H.E TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Ni Ketut Sri Astatu Sukawati

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati, Denpasar

Jl. Kamboja No.11A, Kreneng Denpasar, Bali 80233

E-mail:sriastatusukawati@yahoo.com

Abstrak – Beton dengan berbagai variannya menjadi kebutuhan dasar dalam membuat sebuah bangunan. Campuran betonpun beraneka ragam tergantung dari perencanaan yang dibuat sebelumnya. Campuran semen biasanya berupa campuran batu buatan, semen, air dan agregat halus serta agregat kasar. Agregat (agregat halus dan agregat kasar) berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. (Subakti, A.,1994). Namun dalam pembuatan bangunan sering campuran beton ditambahkan bahan (additive) namun masih ada rasa kurang yakin pada saat pembongkaran cetakan dan acuan sebelum beton mencapai kekuatan yang cukup untuk memikul berat sendiri dan beban-beban pelaksanaan yang bekerja padanya. Untuk mengatasi waktu pelaksanaan pekerjaan yang berkaitan dengan beton perlu dicarikan alternatif pemecahannya, misalnya dengan mencari bahan alternatif campuran beton atas dasar pertimbangan dengan tidak mengurangi mutu dari beton tersebut. Dari hasil penelitian sebelumnya disebutkan bahwa akibat penggantian sebagian semen dengan Fly Ash, maka kuat desak dan kuat tarik beton mengalami peningkatan (Budhi Saputro, A., 2008). Berdasarkan uraian di atas maka penulis berupaya untuk meneliti tentang seberapa kuat tekan karakteristik beton yang terjadi dengan penambahan bahan tambahan (additive) Addition H.E dalam campuran beton dan adakah pengaruh bahan tambahan (additive) Additon H.E terhadap peningkatan kuat tekan karakteristik beton tersebut. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan bahan tambahan (additive) Additon H.E adalah bahwa setelah dilaksanakan test kuat tekan kubus beton dan analisa kuat tekan beton dari 10 benda uji, dimana pada masing-masing percobaan dilaksanakan pembuatan benda uji kubus dengan penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, 120 cc, dan 200 cc dapat mempercepat dan meningkatkan Kuat Tekan Karakteristik Beton.

Kata Kunci : Sat Aditive, Kuat Tekan, Beton

Abstract - Concrete with various variants is a basic requirement in building a building. The concrete mixture is diverse depending on the planning made beforehand. The cement mixture is usually in the form of a mixture of artificial stone, cement, water and fine aggregates and coarse aggregates. Aggregates (fine aggregates and coarse aggregates) function as fillers in concrete mixtures. (Subakti, A., 1994). However, in building construction, additives are often added, but there is still a sense of uncertainty at the time of dismantling the mold and the reference before the concrete reaches sufficient strength to carry its own weight and the carrying loads acting on it. To overcome the time of carrying out work related to concrete, it is necessary to find an alternative solution, for example by looking for alternative ingredients of concrete mixture on the basis of consideration without reducing the quality of the concrete. From the results of previous studies it was stated that due to the partial replacement of cement with Fly Ash, the strength of the pressure and tensile strength of the concrete had increased (Budhi Saputro, A., 2008). Based on the description above, the author seeks to examine how the compressive strength of concrete characteristics that occur by adding additives Addition H.E in the concrete mixture and is there any additive Additon H.E effect on the increase in the compressive strength characteristic of the concrete. From the results of the study, it was found that the compressive strength of the concrete with the addition of additives HE was that after the compressive strength test of the concrete cube was carried out and the analysis of concrete compressive strength of 10 specimens, in each experiment a cube specimen was made with the addition of additons. HE with a dose of 80 cc, 120 cc, and 200 cc can accelerate and increase the compressive strength of concrete characteristics.

Keywords: Additive, Compressive Strength, Concrete

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan batu buatan yang dibuat dari campuran semen, air dan agregat halus serta agregat kasar. Agregat (agregat halus dan agregat

kasar) berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. (Subakti, A.,1994).

Pembuatan bangunan di lapangan yang berkaitan dengan beton sering ditambahkan

bahan (*additive*) namun masih ada rasa kurang yakin pada saat pembongkaran cetakan dan acuan sebelum beton mencapai kekuatan yang cukup untuk memikul berat sendiri dan beban-beban pelaksanaan yang bekerja padanya. Untuk mengatasi waktu pelaksanaan pekerjaan yang berkaitan dengan beton perlu dicarikan alternatif pemecahannya, misalnya dengan mencari bahan alternatif campuran beton atas dasar pertimbangan dengan tidak mengurangi mutu dari beton tersebut. Dari hasil penelitian sebelumnya disebutkan bahwa akibat penggantian sebagian semen dengan *Fly Ash*, maka kuat desak dan kuat tarik beton mengalami peningkatan (Budhi Saputro, A., 2008).

Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 disebutkan bahwa untuk memperbaiki mutu beton, sifat-sifat pengerjaan, waktu pengikatan dan pengerasan ataupun untuk maksud-maksud lain, dapat dipakai bahan-bahan pembantu. Pemakaian bahan-bahan pembantu harus dapat dibuktikan dengan hasil-hasil percobaan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah yang akan ditelaah dalam penelitian ini adalah berapa kuat tekan karakteristik beton yang terjadi dengan penambahan bahan tambahan (*additive*) Addition H.E dalam campuran beton dan adakah pengaruh bahan tambahan (*additive*) Additon H.E terhadap peningkatan kuat tekan karakteristik beton?

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunan yang terdiri dari bahan semen *hidrolik (portland cement)*, agregat kasar, agregat halus dan air juga dapat ditambahkan zat *addictive* dengan campuran tertentu yang kemudian akan mengering, mengeras dan mempunyai bentuk sesuai dengan acuan / cetakan yang dibentuk. (Mulyono, T., 2003).

Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, beton didefinisikan sebagai suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu apabila diperiksa dengan sejumlah besar benda-benda uji, nilainya akan menyebar sekitar suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebaran dari hasil-hasil pemeriksaan ini akan kecil atau besar tergantung pada tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya.

2.2. Sifat – Sifat Beton

Pada umumnya beton memiliki sifat kuat menerima gaya tekan tetapi kurang mampu menerima gaya tarik, sehingga untuk mengatasi hal tersebut dipakailah tulangan untuk memikul gaya tarik yang terjadi apabila beton menerima gaya tarik. Di samping sifat tekan dan tarik, beton juga memiliki sifat awet dan kedap air yang dapat diandalkan. Selain itu sifat-sifat beton lain adalah susut, rangkai dan retak beton.

3. Pembahasan

3.1. Analisis Bahan-Bahan Beton

Hasil analisis bahan yang diperoleh dari percobaan di laboratorium harus sesuai dengan syarat-syarat material pembentuk beton yang ditentukan dalam pedoman pengerjaan beton. Data ini selanjutnya akan dipakai dalam menghitung *Mix Design* campuran beton.

3.1.1. Agregat Halus (Pasir)

Dari hasil pemeriksaan pasir di laboratorium di dapat data pasir sebagai berikut :

1. Berat jenis (*Spesifik gravity*) pasir Klungkung dalam keadaan SSD = 2,444 gr dan penyerapan air pasir klungkung = 1.978 % dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Pemeriksaan Berat Jenis Dan

NO	URAIAN	KETERANGAN
1	Berat Pasir SSD (Bj)	500,00 gram
2	Berat picnometer + Air (Ba)	629,00 gram
3	B. picnometer + Pasir SSD +Air (Bt)	924,40 gram
4	Berat Pasir Kering oven (Bk)	490,30 gram
5	Berat jenis Bulk = $\frac{Bk}{Ba + Bj - Bt}$	2,396 Kg/lt
6	Berat jenis SSD = $\frac{Bj}{Ba + Bj - Bt}$	2,444 Kg/lt
7	Penyerapan Air = $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	1.978 %

Penyerapan Air Dalam Pasir

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

2. Gradasi agregat halus (pasir) Klungkung dengan modulus kehalusan (F_m) = 2,71 dapat dilihat pada table 4.2. Nilai ini memenuhi syarat menurut *British Standar* (BS) yaitu modulus kehalusan untuk pasir berkisar antara 1,5-3,8.

Tabel 3.2 Pemeriksaan Gradasi pasir

Ayakan	Percobaan				Jumlah diatas ayakan	Jumlah yang lolos
	NO	Ø (mm)	I	II	Jumlah	(%)
3/8"	10	0	0	0	0	100
3/16"	5	0	0	0	0	100
.7	2,36	162,1	157,2	319,3	15,965	84,035
.14	1,18	167,2	159,6	326,8	16,340	67,695
.25	600	178,2	191,4	369,7	18,485	49,21
.52	300	251,5	264,3	515,8	25,79	23,42
.100	150	196,2	183,9	380,1	19,005	4,415
Pan		44,7	43,6	88,3	4,415	0

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

$$FM = \frac{15,965 + 32,305 + 50,79 + 76,58 + 95,585}{100} = 2,71$$

3. kadar lumpur (*Mud Content*) pasir Klungkung = 1,0 %. Berarti pasir memenuhi syarat untuk campuran beton sesuai yang disyaratkan dalam PBI 71 bahwa agregat halus untuk campuran beton tidak boleh mengandung

NO	URAIAN	KETERANGAN
1	Berat Pasir kering oven (V1)	1000 gram
2	Berat pasir setelah dicuci dan dioven (V2)	990 gram
3	Kadar Lumpur = $\frac{V1 - V2}{V1} \times 100\%$	1 %

lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering.

Tabel 3.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

4. Berat satuan (*Unit Weight*) pasir Klungkung = 1,40 Kg/lt dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 3.4 Pemeriksaan Berat Satuan Pasir

No	URAIAN	KETERANGAN	
		RODDING	SOVELING
1	Berat kotak takar	2164 gr	2164 gr
2	Berat Kotak takar + air	4094 gr	4094 gr
3	Berat Air	1930 gr	1930 gr
4	Volume kotak takar = $\frac{\text{Berat Air}}{1000}$	1,93 lt	1,93 lt
5	Berat kotak takar + pasir	4997,71 gr	4736,71 gr
6	Berat Pasir	2833,71 gr	2572,71 gr
7	Berat Satuan = $\frac{\text{Berat pasir}}{\text{Vol Kotak takar}}$	1468,24 gr	1333,01 gr
8	Rata-rata	1400,63 gr/lt	

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

5. Kadar air (*Surface Moisture*) pasir Klungkung = 5,11 % dapat dilihat pada table 3.5

Tabel 3.5 Pemeriksaan Kadar Air

No.	URAIAN	KETERANGAN
1	Berat cawan kosong (W1)	55 gram
2	Berat cawan + Pasir sesungguhnya (W2)	909,0 gram
3	Berat cawan + Pasir kering Oven (W3)	867,5 gram
4	Berat air (W2 – W3)	41,5 gram
5	Berat pasir kering (W3 – W1)	812,5 gram
6	Kadar air = $\frac{(w2 - w3)}{(w3 - w1)} \times 100 \%$	5,11 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

3.1.2 Agregat Kasar (Koral)

Dari pemeriksaan agregat kasar (koral) pada percobaan pendahuluan di laboratorium didapat data mengenai Koral sebagai berikut:

1. Gradasi agregat kasar (koral) didapat modulus kehalusan (fm) = 7,02 dapat dilihat pada tabel 4.6 memenuhi syarat *British Standar* yaitu modulus kehalusan agregat kasar antara 5-8.

Tabel 3.6 Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

Ayakan		Percobaan			(%)	Jumlah di atas ayakan	Jumlah yang lolos
NO	Ø (mm)	I	II	Jumlah			
3/2"	37,5	22	38	60	1,20	1,2	98,8
3/4"	20	952	1013	1965	39,20	40,5	59,5
3/8"	10	751	712	1463	29,26	69,76	30,24
3/16"	5	660	672	1332	26,64	90,4	9,6
7	2,36	115	65	180	3,60	100	0
Pan							

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di laboratorium

$$FM = \frac{1,2 + 40,5 + 69,76 + 90,4 + 100 + 400}{100} = 7,02$$

2. Berat jenis (*Specific gravity*) koral dalam keadaan SSD = 2,483 gram penyerapan airnya (*water absorbtion*) = 2,976 %. Dapat dilihat pada tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Air

NO	URAIAN	KETERANGAN
1	Berat krikil oven (Bk)	4200 gram
2	Berat krikil SSD (Bj)	4325 gram
3	Berat krikil dalam air (Ba)	2583 gram
5	Berat jenis Bulk = $\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,411 gr/lt
6	Berat jenis SSD = $\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,483 gr/lt
7	Berat jenis semu = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,597 gr/lt
8	Penyerapan Air = $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	2,976 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

3. Berat satuan (*unit weight*) koral dari pemeriksaan di dapat 1,517 Kg/lit dapat dilihat pada tabel 3.8 sebagai berikut.

Tabel 3.8 Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Kasar

No	URAIAN	KETERANGAN	
		RODDING	SOVELING
1	Berat kotak takar	6295 gr	6295 gr
2	Berat Kotak takar + air	13416 gr	13416 gr
3	Berat Air	7121 gr	7121 gr
4	Volume kotak takar = $\frac{\text{Berat Air}}{1000}$	7,121 lt	7,121 lt
5	Berat kotak takar + Batu pecah	17450 gr	16745 gr
6	Berat batu pecah	11156 gr	10450 gr
7	Berat Satuan = $\frac{\text{Berat batu pecah}}{\text{Vol Kotak takar}}$	1566,53 gr	1467,49 gr
8	Rata-rata	1517,49 gr /lt	

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

4. Kadar lumpur (*mud content*) Koral dari hasil pemeriksaan didapat = 0,41 % dapat dilihat pada tabel 3.9. Nilai ini menunjukkan bahwa Koral tersebut sudah memenuhi syarat untuk campuran beton, karena agregat kasar untuk campuran beton yang disyaratkan dalam PBI 71 adalah tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering.

Tabel 3.9 Pemeriksaan Kadar Lumpur

NO	URAIAN	KETERANGAN
1	Berat batu pecah kering oven (V1)	1000 gram
2	Berat batu pecah setelah dicuci dan dioven (V2)	999,59 gram
3	Kadar Lumpur = $\frac{V1 - V2}{V1} \times 100\%$	0,41 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

5. Kadar air (*surface moisture*) koral ini dari hasil pemeriksaan di laboratorium didapat 2,08 % dapat dilihat pada tabel 3.10 sebagai berikut.

Tabel 3.10 Pemeriksaan Kadar Air

No	URAIAN	KETERRANAGN
1	Berat cawan kosong (W1)	55,00 gram
2	Berat cawan + Batu pecah sesungguhnya (W2)	1023,70 gram
3	Berat cawan + Batu Pecah kering Oven (W3)	1004,00 gram
4	Berat air (W2 – W3)	19,70 gram
5	Berat Batu pecah kering (W3 – W1)	948,00 gram
6	Kadar air = $\frac{(w2 - w3)}{(w3 - w1)} \times 100 \%$	2,08 %

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

3.1.3 Semen

Karena semen merupakan hasil buatan pabrik, dimana dalam proses pembuatannya sudah mendapat pengawasan yang ketat sehingga dalam penelitian ini tidak dilaksanakan pemeriksaan yang khusus. Dengan anggapan bahwa semua semen Portland yang diproduksi di Indonesia bermutu baik.

Tetapi yang perlu diperhatikan sebelum semen *Portland* dipakai untuk campuran beton adalah bentuk butiran dari semen yang dapat diteliti secara *visual*, sehingga dapat diketahui apakah butiran semen mengalami penggumpalan atau tidak. Bila semen menggumpal maka semen tersebut tidak boleh dipakai untuk campuran beton. Pada penelitian ini pemeriksaan terhadap semen hanya dilakukan pemeriksaan terhadap berat satuannya saja. Dari hasil pemeriksaan semen type 1 merek Gresik didapat berat satuannya = 1,223 kg/lit.

Tabel 3.11 Pemeriksaan Berat Satuan Semen

No	URAIAN	KETERANGAN	
		RODDIN G	SOVELING
1	Berat kotak takar	2164 gr	2164 gr
2	Berat Kotak takar + air	4094 gr	4094 gr
3	Berat Air	1930 gr	1930 gr
4	Volume kotak takar Berat Air $= \frac{1000}{1000}$	1,93 lt	1,93 lt
5	Berat kotak takar + Semen	4663 gr	4284 gr
6	Berat semen	2499 gr	2220 gr
7	Berat Satuan = $\frac{\text{Berat Semen}}{\text{Vol Kotak takar}}$	1294,8 gr	1150 gr
8	Rata-rata	1222,5 gr / lt	

Sumber : Hasil Pemeriksaan Bahan di Laboratorium

3.2 Rancangan Campuran Beton (Concrete Mix Design)

Setelah dilakukan pemeriksaan bahan-bahan beton maka selanjutnya dilakukan rancangan campuran beton. Dalam membuat rancangan campuran beton pada penelitian ini dipakai cara SK SNI-T-15-1990-03 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" atau cara "DOE /Current British Method"

3.2.1 Ketentuan-Ketentuan Campuran Beton

Sebelum dilaksanakan campuran beton maka perlu diketahui ketentuan-ketentuan yang dipakai dalam pertimbangan dalam membuat rencana campuran beton atau mix design, dalam penelitian ini ketentuan-ketentuan yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton karakteristik yang dikehendaki adalah 225 Kg/cm², untuk umur beton 28 hari dengan jumlah yang mungkin tidak memenuhi syarat terbatas sampai 5%.
2. Semen yang dipakai adalah semen type 1.
3. Beton yang direncanakan tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, sehingga jumlah semen minimum yang dipakai adalah 325 Kg/m³, dengan nilai faktor air semen minimum 0,60 (PBI '71).
4. Nilai slump yang dikehendaki 80 mm sampai 120 mm.
5. Ukuran butir agregat maksimum 1 ½ in.
6. Jenis agregat kasar Klungkung
7. Jenis agregat halus pasir Klungkung.

3.2.2 Langkah-langkah Perhitungan Mix Design Beton

1. Deviasi standard, dari tabel 4.5.1. PBI '71 deviasi standard antara 45 sampai 55 maka diambil nilai rata-rata $S = 50 \text{ Kg/cm}^2$.
2. Nilai tambah (margin) $= k \times s$; $k = 1,64$
 $= 1,64 \times 50$
 $= 82 \text{ Kg/cm}^2$.
3. Menentukan kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr})
 $F'_{cr} = f'_c + 1,64 \times s$
 $= 225 + 1,64 \times 50 = 307 \text{ Kg/cm}^2$.
4. Menentukan nilai faktor air semen.
Dari tabel 3.12 dapat diketahui perkiraan kuat tekan beton pada umur 3 hari, 7 hari, 28 hari, dan 91 hari, untuk faktor air semen 0,50

Tabel 3.12 Perkiraan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0,50.

Type semen	Type agregat kasar	Kuat tekan beton (N/mm ²) Pada umur			
		3 hari	7 hari	28 hari	91 hari
Type I	Koral Split	18 23	27 33	40 47	48 55
Type III	Koral Split	25 30	34 40	46 53	53 60
Type V	Koral Split	18 23	27 33	40 47	48 55

Sumber : SK SNI-T-15-1990-03

Catatan: 1 Mpa = 10,145 Kg/cm².

Untuk semen type I jenis agregat kasar adalah split pada tabel 3.12 diperoleh perkiraan kekuatan beton umur 28 hari = 47 Mpa = 476,815 Kg/cm².
Jadi untuk $F'_{cr} = 307 \text{ Kg/cm}^2 = 30,26 \text{ Mpa}$, nilai faktor air semennya dapat dicari dengan menggunakan grafik 3.1 yang diambil dari Properties of Concrete by AM Neville.

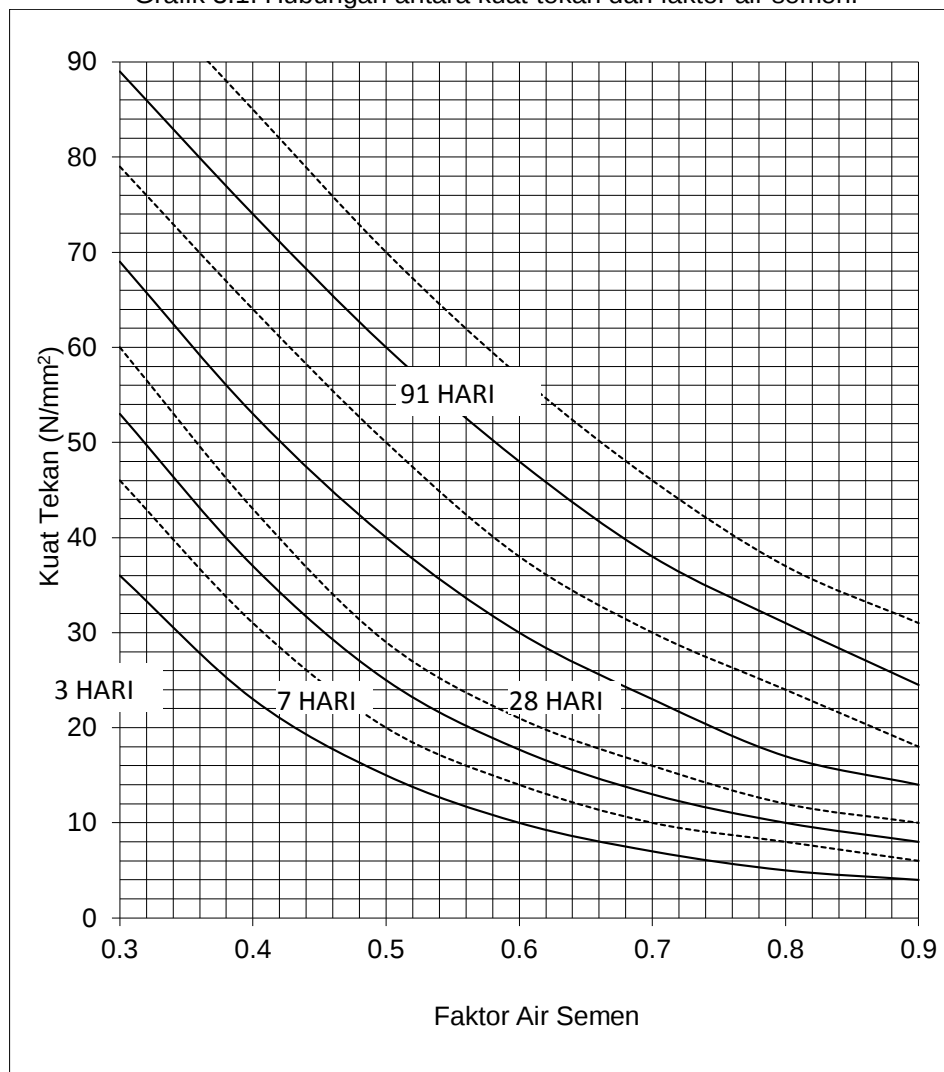
Caranya adalah sebagai berikut:

- a. Pada sumbu vertikal cari harga 4,7 MPa kemudian tarik garis horisontal yang memotong

garis vertikal (yang melalui $W/C = 0,50$) ketemu titik A.

- b. Dari titik A kemudian dibuat lengkungan grafik.
- c. Tarik garis horisontal melalui angka 30,26 Mpa pada sumbu vertikal yang akan memotong lengkung tersebut ketemu titik B.
- d. Dari titik B tarik garis vertikal yang akan memotong sumbu horisontal, maka akan diperoleh $W/C = 0,65$.
- e. W/C maksimum diketahui 0,60 dari grafik 4.1 diperoleh $W/C = 0,65$, kemudian harga W/C yang dipakai adalah yang lebih kecil, yaitu 0,60.

Grafik 3.1. Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.



Sumber : SK SNI-T-15-1990-03

———— Semen tipe I, II dan IV

..... Semen Tipe III

5. Menentukan kadar air bebas yang diperlukan untuk mencapai nilai slump 60 mm sampai 180 mm dengan menggunakan tabel 3.13

Tabel 3.13. Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan beton

Agregat kasar		Jumlah air yang diperlukan (Kg/m ³ adukan untuk mencapai nilai slump (mm))			
Ukuran maksimum (mm)	Type Agregat	0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Split Korai	180 150	205 180	230 205	250 225
20	Split Korai	170 135	190 160	210 180	225 195
40	Split Korai	155 115	175 140	190 160	205 175

Sumber : SK SNI –T–15 -1990-03

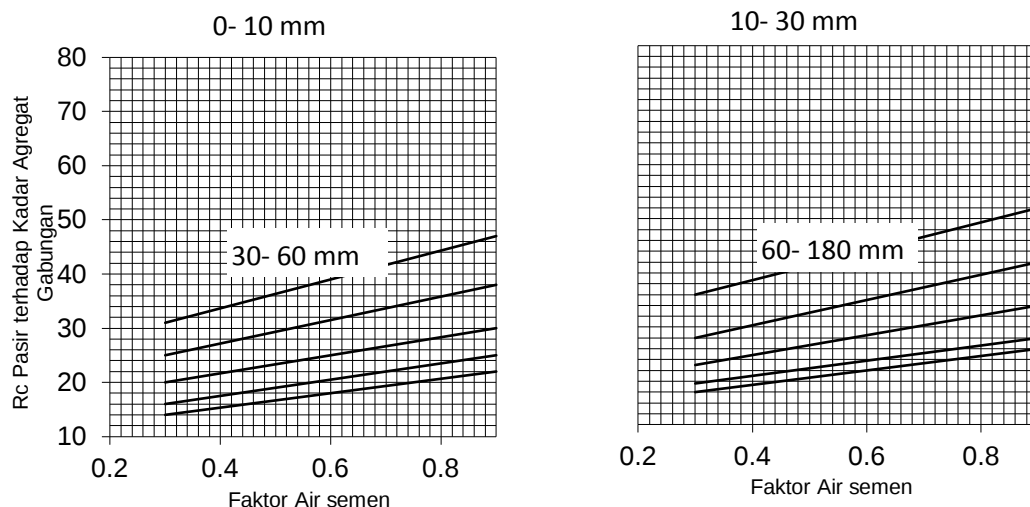
Dalam penelitian ini nilai slump yang diinginkan adalah 60 mm – 180 mm, ukuran agregat maksimum 40 mm, jenis agregat kasar adalah split, maka kadar air

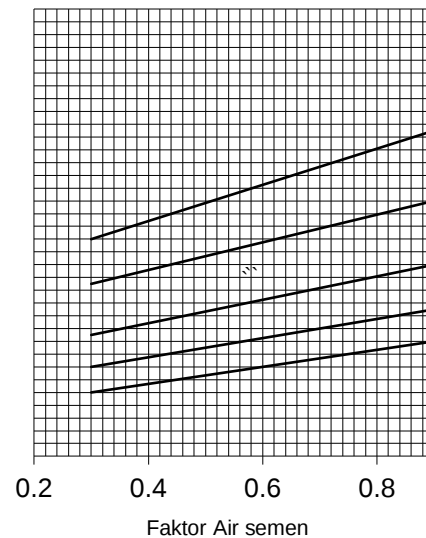
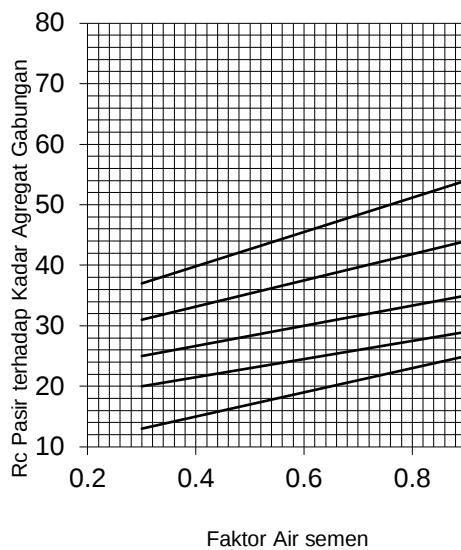
bebasnya dicari dengan rumus : $\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$.

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas (W)} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\ &= \frac{2}{3} \times 175 \\ &\quad + \frac{1}{3} \cdot 205 \\ &= 185 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Menentukan jumlah semen
W/C diperoleh dari langkah no. d yaitu W/C
= 0,60
W/C = 0,60
185/C = 0,60
C = $185/0,60 = 308,33 \text{ kg/m}^3$
C = $308,33 \text{ kg/m}^3$ lebih kecil dari jumlah semen minimum yang diisyaratkan sebesar 325 kg/m^3 .
7. Menentukan letak zone pasir
Setelah digambar kurve gradasi pasir (dengan diperoleh dari hasil pemeriksaan gradasi pasir) pada ke 4 zone, ternyata pasir yang dipakai termasuk pada zone 2.
8. Menentukan persentase pasir pada campuran agregat halus (pasir) + agregat kasar (Korai).
Dengan memakai grafik 2 yang diambil dari "Properties of Concrete" by AM. Neville, untuk ukuran agregat maksimum 40 mm dengan nilai slump 60 mm – 180 mm.

Grafik 3.2. Menentukan persentase jumlah pasir yang dianjurkan untuk daerah susunan butir No. 1, 2, 3, 4.





Cara penggunaan grafik 3.2 adalah sebagai berikut :

Cari nilai W/C (faktor air semen) = 0,60, kemudian tarik garis vertikal memotong zone pasir 2, sehingga dari grafik di dapat persentase pasir antara 34% dan 44%, kemudian dicari nilai rata-ratanya. Persentase pasir = $\frac{1}{2}$ (34% + 44%) = 39%

9. Menentukan berat jenis agregat gabungan

BJ. Agregat gabungan = (% agg. halus x BJ. agg. halus) + (% agg. Kasar x BJ. agg. kasar)

BJ. agregat gabungan = (39% x 2,444) + (61% x 2,483)

BJ. agregat gabungan = 2,468 kg/liter

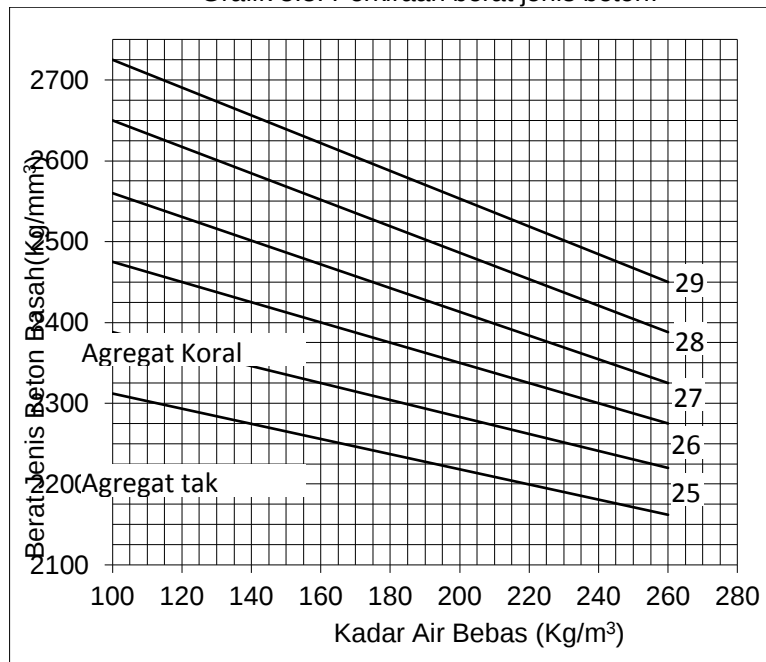
10. Menentukan berat jenis beton

Untuk mendapatkan berat jenis beton dipakai grafik 4.3 yang dikutip dari properties of concrete by AM. Neville.

Caranya adalah sebagai berikut:

- Tentukan jumlah air bebas yang diperlukan untuk 1 m³ adukan beton, dari langkah No. e, didapat jumlah air bebas sebesar (W) = 185 kg/m³.
- Selanjutnya pada grafik 4.3 dicari nilai 185, kemudian tarik garis vertikal yang memotong garis miring (garis yang melewati angka yang menunjukkan BJ agregat gabungan = 2,468 kg/liter). Dari titik perpotongan tersebut, tarik garis horisontal yang memotong ordinat yang menunjukkan berat jenis beton, dan dari grafik didapat BJ beton = 2275 kg/m³.

Grafik 3.3. Perkiraan berat jenis beton.



Sumber : SK SNI-T-15-1990-03

BERAT JENIS AGREGAT
GABUNGAN (PASIR,
KERIKIL, KORAL ATAS
DASAR KERING
PERMUKAAN

11. Menentukan proporsi campuran beton
 - a. Kadar agregat gabungan

$$= \text{BJ. beton} - (\text{jumlah kadar air bebas} + \text{semen})$$

$$= 2275 - (185 + 325) = 1765 \text{ kg/m}^3$$
 - b. Kadar agregat halus

$$= \% \text{ agregat halus} \times \text{kadar agregat gabungan}$$

$$= 39\% \times 1765 = 0,39 \times 1765$$

$$= 688,35 \text{ kg/m}^3$$
 - c. Kadar agregat kasar

$$= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus}$$

$$= 1765 - 688,35 = 1076,65 \text{ kg/m}^3$$
12. Hasil mix design beton dalam keadaan SSD.
 Untuk 1m^3 beton diperlukan material dalam keadaan SSD adalah sebagai berikut:
 Semen = 325 Kg
 Pasir = 688,35 kg
 Koral = 1076,65 kg
 Air = 185 kg
13. Koreksi material campuran beton
 Karena dalam pembuatan benda uji kubus menggunakan agregat dalam keadaan sebenarnya, sedangkan mix design beton tersebut di atas menggunakan material dalam keadaan

SSD maka perlu dilakukan koreksi terhadap jumlah material campuran beton sebagai berikut:

$$\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times D/100$$

$$\text{Air} = b - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100$$

Dimana:

$$B = \text{Jumlah air} = 185 \text{ kg/m}^3$$

$$C = \text{jumlah agregat halus} = 688,35 \text{ kg/m}^3$$

$$D = \text{jumlah agregat kasar} = 1076,65 \text{ kg/m}^3$$

$$C_a = \text{absorpsi air pada agregat halus} = 1,978 \%$$

$$D_a = \text{absorpsi air pada agregat kasar} = 2,976 \%$$

$$C_k = \text{kandungan air dalam agregat halus} = 5,11 \%$$

$$D_k = \text{Kandungan air dalam agregat kasar} = 2,08 \%$$

Koreksi hasil MIX design:

$$\begin{aligned} \text{a. Agregat halus} &= 688,35 + (5,11\% - 1,978\%) \times 688,35/100 \\ &= 688,565 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Agregat kasar} &= 1076,65 + (2,08\% - 2,976\%) \times 1076,65/100 \\ &= 1076,553 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{c. Air}$$

$$\begin{aligned}
 &= 185 - (5,11\% - 1,978\%) \times \\
 &688,35/100 - (2,08\% - 2,976\%) \times \\
 &1076,65/100 \\
 &= 184,881 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi hasil mix design beton setelah dikoreksi adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= 325 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Pasir} &= 688,565 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Koral} &= 1076,553 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Air} &= 184,881 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

3.2. Pembuatan Campuran Beton

Dalam penelitian ini campuran beton dibuat untuk 4 (empat) perlakuan dimana untuk 1 m³ beton dan 10 benda uji diperlukan material dalam keadaan SSD dapat dilihat pada table sebagai berikut:

Tabel 2.14 Kebutuhan Bahan Dalam Keadaan SSD Untuk 1 m³

Nama Bahan	Kg/m ³	Kebutuhan Bahan Untuk 1 m ³			
		0 cc (Kg)	80 cc (Kg)	120 cc (Kg)	200 cc (Kg)
Semen	325	325	325	325	325
Pasir	688,565	688,565	688,565	688,565	688,565
Koral	1076,553	1076,553	1076,553	1076,553	1076,553
Additon H.E	0	0	520	780	1300
Air	184,881	184,881	184,881	184,881	184,881

Sumber : Hasil Mix Design

Tabel 3.15 Kebutuhan Bahan Untuk 10 Benda uji (Kg)

Nama Bahan	Kg/m ³	Kebutuhan Bahan Untuk 10 Benda Uji (Kg)			
		0 cc (Kg)	80 cc (Kg)	120 cc (Kg)	200 cc (Kg)
Semen	10,969	10,969	10,969	10,969	10,969
Pasir	23,239	23,239	23,239	23,239	23,239
Koral	36,539	36,539	36,539	36,539	36,539
Additon H.E	0	0	17,55	26,32	43,88
Air	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240

Sumber : Hasil Mix Design

3.3. Hasil Pengujian Beton

3.3.1 Hasil Pengujian Nilai Slump

Sebelum memulai pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan pengujian slump pada adukan beton. Ini dilakukan untuk menjamin agar nilai air semen tetap sesuai rencana. Nilai slump diambil adalah 80 mm sampai 120 mm.

Control untuk Slump Test

Upper Control Limit = 120 mm

Lower Control Limit = 80 mm

Target Value = (120 + 80) : 2 = 100 mm

Upper Warning Limit = 120 – (120 x 5 %)

= 114 mm

Lower warning Limit = 80 – (80 x 5 %)

= 79,95 mm

Hasil pengujian nilai slump kubus beton tiap percobaan ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3.16. Hasil Pengujian Nilai Slump

Benda Uji	Ulangan	I 0 cc (Cm)	II 80 cc (Cm)	III 120 cc (Cm)	IV 200 cc (Cm)
Kubus 15x15x15	1	10,80	10,70	10,60	10,30
	2	10,90	10,70	10,60	10,40
	Rata-rata	10,85	10,70	10,60	10,35

Dari Tabel 3.16 diketahui bahwa penambahan Additon H.E berpengaruh pada nilai Slump. Hal ini disebabkan karena Zat kimia tertentu yang terdapat dalam campuran Additon H.E mempengaruhi campuran beton sehingga beton cepat mengering.

3.3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari masing-masing benda uji untuk tiap percobaan, maka dilakukan test kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton dengan kapasitas 150 ton. Pengujian ini dilakukan pada empat percobaan / perlakuan dimana tiap percobaan / perlakuan terdiri dari 10 benda uji (Subakti, A., 1986).

1. Perlakuan I dalam hal ini sebagai kontrol, yaitu pengujian dilakukan pada campuran beton yang tidak dilakukan penambahan Additon H.E, dengan dosis 0 cc

2. Perlakuan II adalah campuran beton yang telah dilakukan penambahan Additon H.E, dengan dosis 80 cc
3. Perlakuan III adalah campuran beton yang telah dilakukan penambahan Additon H.E, dengan dosis 120 cc
4. Perlakuan IV adalah campuran beton yang telah dilakukan penambahan Additon H.E, dengan dosis 200 cc

Umur benda uji pada saat di test 7,14,21 dan 28 hari (Wangsadinata, W., 1971). hasil test kubus beton tiap percobaan / perlakuan ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3.17 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 7 hari (0 cc)

N o	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	7 hari	7120	50000	144,44	0,57	0,32
2	7 hari	7230	48000	138,67	-5,20	27,04
3	7 hari	7250	49000	141,56	-2,31	5,34
4	7 hari	7280	50000	144,44	0,57	0,32
5	7 hari	7510	50000	144,44	0,57	0,32
6	7 hari	7600	49000	141,56	-2,31	5,34
7	7 hari	7380	51000	147,33	3,46	11,97
8	7 hari	7085	51000	147,33	3,46	11,97
9	7 hari	7133	50000	144,44	0,57	0,32
10	7 hari	7134	50000	144,44	0,57	0,32
				1.438,65		63,26

f_u : 7 hari = 0,65

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,00

$$\sigma^1b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1bm = \frac{\sum \sigma^1b}{n} = \frac{1.438,65}{10} = 143,87$$

S =

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{63,26}{9}} = 2,65$$

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k.s = 143,87 - 1,83 \cdot 2,65 = 139,02 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.18 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 7 hari (80 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	7 hari	7320	51000	147,33	-3,18	10,11
2	7 hari	7430	51000	147,33	-3,18	10,11
3	7 hari	7250	53000	153,11	2,60	6,76
4	7 hari	7380	52000	150,22	0,29	0,08
5	7 hari	7410	52000	150,22	0,29	0,08
6	7 hari	7500	52000	150,22	0,29	0,08
7	7 hari	7380	52000	150,22	0,29	0,08
8	7 hari	7185	53000	153,11	2,60	6,76
9	7 hari	7235	53000	153,11	2,60	6,76
10	7 hari	7130	52000	150,22	-0,29	0,08
				1.505,09		40,90

f_u : 7 hari = 0,65

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1bm = \frac{\sum_1^n \sigma^1b}{n} = \frac{1.505,09}{10} = 150,51$$

S =

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{40,90}{9}} = 2,13$$

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k.s$$

$$= 150,51 - 1,83 \cdot 2,13 = 146,61 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.19 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 7 hari (120 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	7 hari	7125	56000	161,78	-1,16	1,35
2	7 hari	7330	57000	164,67	1,73	2,99
3	7 hari	7250	57000	164,67	1,73	2,99
4	7 hari	7180	56000	161,78	-1,16	1,35

5	7 hari	7210	56000	161,78	-1,16	1,35
6	7 hari	7500	57000	164,67	1,73	2,99
7	7 hari	7180	57000	164,67	1,73	2,99
8	7 hari	7285	55000	158,89	4,05	16,40
9	7 hari	7430	57000	164,67	1,73	2,99
10	7 hari	7210	56000	161,78	-1,16	1,35
				1.629,36		36,75

f_u : 7 hari = 0,65

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_1^n \sigma^1 b}{n} = \frac{1.629,36}{10} = 162,94$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{36,75}{9}} = 2,02$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 162,94 - 1,83 \cdot 2,02 = 159,63 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.20 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 7 hari (200 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b_m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2$
1	7 hari	7320	62000	179,11	-4,34	18,84
2	7 hari	7230	64000	184,89	1,44	2,07
3	7 hari	7250	63000	182,00	-1,45	2,10
4	7 hari	7280	63000	182,00	-1,45	2,10
5	7 hari	7110	64000	184,89	1,44	2,07
6	7 hari	7150	64000	184,89	1,44	2,07
7	7 hari	7480	63000	182,00	-1,45	2,10
8	7 hari	7285	65000	187,78	4,33	18,75
9	7 hari	7535	64000	184,89	1,44	2,07
10	7 hari	7340	63000	182,00	-1,45	2,10
				1.834,45		54,27

f_u : 7 hari = 0,65

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{1.834,45}{10} = 183,45$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{54,27}{9}} = 2,46$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 183,45 - 1,83 \cdot 2,46 = 178,95 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.21 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 14 hari (0 cc)

N o	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b_m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2$
1	14 hari	7210	58000	226,84	0	0
2	14 hari	6995	59000	230,76	3,92	15,37
3	14 hari	7280	58000	226,84	0	0
4	14 hari	7245	57000	222,93	-3,91	15,29
5	14 hari	7195	58000	226,84	0	0
6	14 hari	7090	58000	226,84	0	0
7	14 hari	7125	59000	230,76	3,92	15,37
8	14 hari	7375	57000	222,93	-3,91	15,29
9	14 hari	7135	58000	226,84	0	0
10	14 hari	7140	58000	226,84	0	0
				2.268,42		61,32

f_u : 14 hari = 0,88

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{2.268,42}{10} = 226,84$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{61,32}{9}} = 2,62$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 226,84 - 1,83 \cdot 2,62 = 222,06 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.22 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 14 hari (80 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	14 hari	7235	59000	230,76	1,57	2,46
2	14 hari	7210	58000	226,84	-2,35	5,52
3	14 hari	6870	58000	226,84	-2,35	5,52
4	14 hari	7127	58000	226,84	-2,35	5,52
5	14 hari	7233	59000	230,76	1,57	2,46
6	14 hari	7237	58000	226,84	-2,35	5,52
7	14 hari	7215	58000	226,84	-2,35	5,52
8	14 hari	7075	59000	230,76	1,57	2,46
9	14 hari	7150	60000	234,67	5,48	30,03
10	14 hari	7245	59000	230,76	1,57	2,46
				2.291,91		67,47

f_u : 14 hari = 0,88

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1b = \frac{P}{A} \times f_{ux} f_b$$

$$\sigma^1bm = \frac{\sum \sigma^1b}{n} = \frac{2.291,91}{10} = 229,19$$

S =

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{67,47}{9}} = 2,74$$

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k.s$$

$$= 229,19 - 1,83 \cdot 2,74 = 224,18 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.23 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 14 hari (120 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	14 hari	7155	60000	234,67	-5,87	34,46
2	14 hari	7210	61000	238,58	-1,96	3,84
3	14 hari	7260	61000	238,58	-1,96	3,84
4	14 hari	7170	62000	242,49	1,95	3,80
5	14 hari	7560	62000	242,49	1,95	3,80

6	14 hari	7095	62000	242,49	1,95	3,80
7	14 hari	7215	61000	238,58	-1,96	3,84
8	14 hari	7050	63000	246,40	5,86	34,34
9	14 hari	7120	61000	238,58	-1,96	3,84
10	14 hari	7210	62000	242,49	1,95	3,80
				2.405,35		99,36

f_u : 14 hari = 0,88

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum \sigma^1 b}{n} = \frac{2.405,35}{10} = 240,54$$

S =

$$\sqrt{\frac{\sum (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{240,54}{9}} = 3,32$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 240,54 - 1,83 \cdot 3,32 = 234,46 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.24 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 14 hari (200 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b_m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2$
1	14 hari	7155	66000	250,31	-2,74	7,51
2	14 hari	7210	64000	250,31	-2,74	7,51
3	14 hari	7260	65000	254,22	1,17	1,37
4	14 hari	7170	64000	250,31	-2,74	7,51
5	14 hari	7160	65000	254,22	1,17	1,37
6	14 hari	7095	65000	254,22	1,17	1,37
7	14 hari	7215	65000	254,22	1,17	1,37
8	14 hari	7050	66000	258,13	5,08	25,81
9	14 hari	7125	65000	254,22	1,17	1,37
10	14 hari	7130	64000	250,31	-2,74	7,51
				2.530,47		62,70

f_u : 14 hari = 0,88

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{2.530,47}{10} = 253,05$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{62,70}{9}} = 2,64$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 253,05 - 1,83 \cdot 2,64 = 248,22 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.25 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 21 hari (0 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b_m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2$
1	21 hari	7210	58000	244,89	5,07	25,70
2	21 hari	6995	56000	236,44	-3,38	11,42
3	21 hari	7280	55000	232,22	-7,60	57,76
4	21 hari	7245	57000	240,67	0,85	0,72
5	21 hari	7195	56000	236,44	-3,38	11,42
6	21 hari	7090	57000	240,67	0,85	0,72
7	21 hari	7125	57000	240,67	0,85	0,72
8	21 hari	7377	58000	244,89	5,07	25,70
9	21 hari	7250	56000	236,44	-3,38	11,42
10	21 hari	7310	58000	244,89	5,07	25,70
				$\frac{2.398,2}{2}$		171,28

f_u : 21 hari = 0,95

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b_m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{2.398,22}{10} = 239,82$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b_m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{171,28}{9}} = 4,36$$

$$\sigma^1 b_k = \sigma^1 b_m - k.s$$

$$= 239,82 - 1,83 \cdot 4,36 = 231,84 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.26 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 21 hari (80 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	21 hari	7235	63000	266,00	-3,80	14,44
2	21 hari	7210	63000	266,00	-3,80	14,44
3	21 hari	6975	64000	270,22	0,42	0,18
4	21 hari	7127	65000	274,44	4,64	21,53
5	21 hari	7233	64000	270,22	0,42	0,18
6	21 hari	7237	64000	270,22	0,42	0,18
7	21 hari	7215	65000	274,44	4,64	21,53
8	21 hari	7075	64000	270,22	0,42	0,18
9	21 hari	7115	63000	266,00	-3,80	14,44
10	21 hari	7215	64000	270,22	0,42	0,18
				2.697,98		87,28

fu : 21 hari = 0,95

fb : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1bm = \frac{\sum \sigma^1b}{n} = \frac{2.697,98}{10} = 269,80$$

S =

$$\sqrt{\frac{\sum (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{87,28}{9}} = 3,11$$

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k.s$$

$$= 269,80 - 1,92 \cdot 3,11 = 264,11 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.27 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 21 hari (120 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	21 hari	7155	71000	299,78	-4,22	17,81
2	21 hari	7210	72000	304,00	0	0
3	21 hari	7260	72000	304,00	0	0
4	21 hari	7170	73000	308,22	4,22	17,81
5	21 hari	7560	71000	299,78	-4,22	17,81
6	21 hari	7095	72000	304,00	0	0

7	21 hari	7215	73000	308,22	4,22	17,81
8	21 hari	7050	71000	299,78	-4,22	17,81
9	21 hari	7105	72000	304,00	0	0
10	21 hari	7355	73000	308,22	4,22	17,81
				3.040,00		106,86

f_u : 21 hari = 0,95

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b m = \frac{\sum \sigma^1 b}{n} = \frac{3.040,00}{10} = 304,00$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum (\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{106,86}{9}} = 3,45$$

$$\sigma^1 b k = \sigma^1 b m - k.s$$

$$= 304,00 - 1,83 \cdot 3,45 = 297,69 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.28 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 21 hari (200 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2$
1	21 hari	7155	78000	329,33	-4,23	17,89
2	21 hari	7210	79000	333,56	0	0
3	21 hari	7260	81000	342,00	8,44	71,23
4	21 hari	7170	79000	333,56	0	0
5	21 hari	7560	78000	329,33	-4,23	17,89
6	21 hari	7095	81000	342,00	8,44	71,23
7	21 hari	7215	79000	333,56	0	0
8	21 hari	7050	78000	329,33	-4,23	17,89
9	21 hari	7236	78000	329,33	-4,23	17,89
10	21 hari	7143	79000	333,56	0	0
				3.333,56		214,02

f_u : 21 hari = 0,95

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{3.333,56}{10} = 333,56$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{214,02}{9}} = 4,88$$

$$\sigma^1 b k = \sigma^1 b m - k.s$$

$$= 333,56 - 1,83 \cdot 4,88 = 324,63 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.29 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 28 hari (0 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2$
1	28 hari	7020	72000	320,00	-5,78	33,41
2	28 hari	7230	73000	324,44	-1,34	1,80
3	28 hari	7250	72000	320,00	-5,78	33,41
4	28 hari	7280	73000	324,44	-1,34	1,80
5	28 hari	7510	73000	324,44	-1,34	1,80
6	28 hari	7100	74000	328,89	3,11	9,67
7	28 hari	7080	73000	324,44	-1,34	1,80
8	28 hari	7085	73000	324,44	-1,34	1,80
9	28 hari	7130	75000	333,33	7,55	57,00
10	28 hari	7150	75000	333,33	7,55	57,00
				3.257,75		199,49

f_u : 28 hari = 1.00

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b m = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma^1 b}{n} = \frac{3.257,75}{10} = 325,78$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{199,49}{9}} = 4,71$$

$$\sigma^1 b k = \sigma^1 b m - k.s$$

$$= 325,78 - 1,83 \cdot 4,71 = 317,16 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.30 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 28 hari (80 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	28 hari	7020	73000	324,44	-6,23	38,81
2	28 hari	7230	74000	328,89	-1,78	3,17
3	28 hari	7150	75000	333,33	2,66	7,08
4	28 hari	7080	76000	337,78	7,11	50,55
5	28 hari	7010	73000	324,44	-6,23	38,81
6	28 hari	7200	75000	333,33	2,66	7,08
7	28 hari	7180	73000	324,44	-6,23	38,81
8	28 hari	7085	7400	328,89	-1,78	3,17
9	28 hari	7010	76000	337,78	7,11	50,55
10	28 hari	7105	75000	333,33	2,66	7,08
				3.306,65		245,11

fu : 28 hari = 1.00

fb : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1b = \frac{P}{A} \times f_{ux} \times f_b$$

$$\sigma^1bm = \frac{\sum_1^n \sigma^1b}{n} = \frac{3.306,65}{10} = 330,67$$

S =

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma^1b - \sigma^1bm)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{245,11}{9}} = 5,22$$

$$\sigma^1bk = \sigma^1bm - k.s$$

$$= 330,67 - 1,83 \cdot 5,22 = 321,12 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.31 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 28 hari (120 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton (σ^1b) (kg/cm ²)	$\sigma^1b - \sigma^1bm$	$(\sigma^1b - \sigma^1bm)^2$
1	28 hari	7010	76000	337,78	4,00	16,00
2	28 hari	7230	74000	328,89	-4,89	23,91
3	28 hari	7250	75000	333,33	-0,45	0,20
4	28 hari	7280	75000	333,33	-0,45	0,20
5	28 hari	7010	74000	328,89	-4,89	23,91
6	28 hari	7150	76000	337,78	4,00	16,00

7	28 hari	7065	77000	342,22	8,44	71,23
8	28 hari	7085	75000	333,33	-0,45	0,20
9	28 hari	7075	74000	328,89	-4,89	23,91
10	28 hari	7065	75000	333,33	-0,45	0,20
				3.337,77		175,76

f_u : 28 hari = 1.00

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b m = \frac{\sum \sigma^1 b}{n} = \frac{3.337,77}{10} = 333,78$$

S =

$$\sqrt{\frac{\sum (\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{175,76}{9}} = 4,42$$

$$\sigma^1 b k = \sigma^1 b m - k.s$$

$$= 333,78 - 1,83 \cdot 4,42 = 325,69 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.32 Hasil Test Kubus Beton 15 x 15 x 15 umur 28 hari (200 cc)

No	Umur Benda Uji	Berat Kering Beton (gr)	Beban Max (kg)	Tegangan Beton ($\sigma^1 b$) (kg/cm ²)	$\sigma^1 b - \sigma^1 b m$	$(\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2$
1	28 hari	7115	82000	364,44	6,22	38,69
2	28 hari	7210	82000	364,44	6,22	38,69
3	28 hari	7250	80000	355,56	-2,66	7,08
4	28 hari	7230	79000	351,11	-7,11	50,55
5	28 hari	7014	81000	360,00	1,78	3,17
6	28 hari	7150	79000	351,11	-7,11	50,55
7	28 hari	7080	80000	355,56	-2,66	7,08
8	28 hari	7085	82000	364,44	6,22	38,69
9	28 hari	7045	80000	355,56	-2,66	7,08
10	28 hari	7025	81000	360,00	1,78	3,17
				3.582,22		244,75

f_u : 28 hari = 1.00

f_b : kubus 15 x 15 x 15 cm = 1,0

$$\sigma^1 b = \frac{P}{A} \times f_u \times f_b$$

$$\sigma^1 b m = \frac{\sum \sigma^1 b}{n} = \frac{3.582,22}{10} = 244,75$$

$S =$

$$\sqrt{\frac{\sum (\sigma^1 b - \sigma^1 b m)^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{244,75}{9}} = 5,21$$

$$\sigma^1 b k = \sigma^1 b m - k.s$$

$$= 330,1 - 1,83 \cdot 5,21 = 348,69 \text{ kg/cm}$$

Tabel 3.33. Kuat Tekan Beton Umur 7, 14, 21 dan 28 Hari, Dengan Penambahan Additon H.E (0 cc, 80 cc, 120 cc Dan 200 cc)

Umur Beton	Kuat Tekan Beton	PENAMBAHAN ADDITON H.E			
		0 cc	80 cc	120 cc	200 CC
7 Hari	(Kg/Cm ²)	139,02	146,61	159,63	178,95
	(Hari)	7,00	7,38	8,04	9,01
	(%)	0	5,46	14,83	28,72
14 Hari	(Kg/Cm ²)	222,06	224,18	234,46	248,22
	(Hari)	14	14,13	14,78	15,65
	(%)	0	0.90	5,53	11,72
21 Hari	(Kg/Cm ²)	231,84	264,11	297,69	324,63
	(Hari)	21	23,92	26,96	29,40
	(%)	0	13,92	28,40	40,02
28 Hari	(Kg/Cm ²)	317,16	321,12	325,69	348,69
	(Hari)	28	28,35	28,75	30,78
	(%)	0	1,25	2,69	9,94

Dari Tabel 3.33 diketahui hal-hal sebagai berikut :

- Hasil Penelitian menunjukkan bahwa pada umur beton 7 hari dengan penambahan bahan tambahan (Additive) Additon H.E menyebabkan:
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 7 hari setara dengan beton biasa umur 7,38 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 5,46 % tetapi hasil yang diperoleh

tidak sesuai dengan yang telah tercantum dalam brosur prodak Additon H.E yaitu dengan menggunakan dosis 80 cc kekuatan tekan beton umur 10 hari setara dengan beton biasa umur 28 hari.

- Penambahan Additon H.E dengan dosis 120 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 7 hari setara dengan beton biasa umur 8,04 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar

- 14,83 % tetapi hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan yang telah tercantum dalam brosur prodak Additon H.E yaitu dengan menggunakan dosis 120 cc kekuatan tekan beton umur 7 hari setara dengan beton biasa umur 28 hari.
- Penambahan Additon H.E dengan dosis 200 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 7 hari setara dengan beton biasa umur 9,01 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 28,72 % tetapi hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan yang telah tercantum dalam brosur prodak Additon H.E yaitu dengan menggunakan dosis 200 cc kekuatan tekan beton umur 5 hari setara dengan beton biasa umur 28 hari.
2. Pada umur beton 14 hari dengan penambahan bahan tambahan (*Additive*) Additon H.E menyebabkan:
- Penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 14 hari setara dengan beton biasa umur 14,13 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 0,90 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 120 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 14 hari setara dengan beton biasa umur 14,78 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 5,53 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 200 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 14 hari setara dengan beton biasa umur 15,65 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 11,72 %
3. Pada umur beton 21 hari dengan penambahan bahan tambahan *Additive* Additon H.E menyebabkan:
- Penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 21 hari setara dengan beton biasa umur 23,92 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 13,92 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 120 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 21 hari setara dengan beton biasa umur 26,96 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 28,40 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 200 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 21 hari setara dengan beton biasa umur 29,40 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 40,02 %
4. Pada umur beton 28 hari dengan penambahan bahan tambahan (*Additive*) Additon H.E menyebabkan:
- Penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 28 hari setara dengan beton biasa umur 28,35 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 1,25 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 120 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 28 hari setara dengan beton biasa umur 28,75 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 2,69 %
 - Penambahan Additon H.E dengan dosis 200 cc, menyebabkan percepatan kuat tekan beton dari umur 28 hari setara dengan beton biasa umur 30,78 hari dan menyebabkan peningkatan terhadap kuat tekan beton sebesar 9,94 %
- Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan alternative lain bahan dasar dari beton untuk dapat meningkatkan mutu beton diantaranya yaitu dengan jalan mengurangi atau menambahkan bahan tambahan tertentu untuk mendapatkan mutu beton yang lebih baik, seperti yang dilakukan oleh Wibawa Sastra, I Made. 2004. Penelitian Penggunaan Pecahan Genteng Pejaten Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton

Meningkatkan Kuat Tekan Karakteristik Beton. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Imaculata Maria G.M. 2009. Penelitian Penambahan Serbuk Batu Tabas Karangasem Dalam Mengatasi Pengaruh Magnesium Klorida Pada Campuran Beton. Denpasar: Tugas Akhir Universitas Mahasaraswati.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan kimia dapat meningkatkan secara signifikan kuat tekan beton. Seperti yang telah dilakukan oleh Harianto, Setijadi. M.N., 2005. Dalam penelitiannya menggunakan penambahan *Simultan Sika Viscocrete (SV)* dan *Sikament-520 (S-520)*

pada prosentase tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton. Sebenarnya masih ada tipe additive-additive lain yang dapat meningkatkan secara signifikan kuat tekan beton, tapi pemanfaatannya sendiri untuk industri readymix di Indonesia belum maksimal. Additive-additive yang maksud yaitu: VMA (*viscosity-modifying admixtures*), SRA (*shrinkage reducing admixture*) dan AWA (*anti washout agent*). (Teknologi Additive dan Admixture).

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Tabel 3.1. Kuat Tekan Beton Umur 7, 14, 21 dan 28 Hari, Dengan Penambahan Additon H.E (0 cc, 80 cc, 120 cc Dan 200 cc)

Umur Beton	Kuat Tekan Beton	PENAMBAHAN ADDITON H.E			
		0 cc	80 cc	120 cc	200 CC
7 Hari	(Kg/Cm ²)	139,02	146,61	159,63	178,95
	(Hari)	7,00	7,38	8,04	9,01
	(%)	0	5,46	14,83	28,72
14 Hari	(Kg/Cm ²)	222,06	224,18	234,46	248,22
	(Hari)	14	14,13	14,78	15,65
	(%)	0	0.90	5,53	11,72
21 Hari	(Kg/Cm ²)	231,84	264,11	297,69	324,63
	(Hari)	21	23,92	26,96	29,40
	(%)	0	13,92	28,40	40,02
28 Hari	(Kg/Cm ²)	317,16	321,12	325,69	348,69
	(Hari)	28	28,35	28,75	30,78
	(%)	0	1,25	2,69	9,94

Dari hasil penelitian kuat tekan beton dengan penambahan bahan tambahan (*additive*) Additon H.E dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Setelah dilaksanakan test kuat tekan kubus beton dan analisa

kuat tekan beton dari 10 benda uji, dimana pada masing-masing percobaan dilaksanakan pembuatan benda uji kubus dengan penambahan Additon H.E dengan dosis 80 cc, 120 cc, dan 200 cc dapat mempercepat dan

meningkatkan Kuat Tekan Karakteristik Beton.

- Setelah dilaksanakan test kubus beton dengan umur 7,14,21 dan 28 hari diperoleh hasil kuat tekan beton sebagai berikut:

4.2 Saran

Saran yang dapat dikemukakan sehubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu diadakan penelitian lanjutan pada penambahan bahan tambahan (*additive*) addition H.E. dalam dosis tertentu untuk memperoleh percepatan waktu pengerasan yang lebih cepat dan kuat tekan karakteristik beton yang maksimal.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik agar digunakan benda uji yang lebih banyak atau sesuai persyaratan PBI,71 untuk masing-masing campuran beton.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Budhi Saputro, A., 2008. Penelitian Kuat tekan dan kuat tarik beton mutu tinggi dengan Fly Ash sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan kuat tekan 45 MPa. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. <http://www.scribd.com/doc/37457495/Kuat-Tekan-Dan-Kuat-Tarik-Beton>. Download, 10-10-2010.
- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal. SK SN/T-15-1990-03. Cetakan Pertama, DPU – Yayasan LPMB, 1991. Bandung
- Harianto, Setijadi. M,N., 2005. Pengaruh penambahan *Simultan Sika Viscocrete-Sikament-520* Pada Beton PPC-AKB Ditinjau Terhadap Kuat Tekan. Yogyakarta: Hasil Penelitian Universitas Janabadra.
- Imaculata Maria G.M. 2009. Penelitian Penambahan Serbuk Batu Tabas Karangasem Dalam Mengatasi Pengaruh Magnesium Klorida Pada Campuran Beton. Denpasar: Tugas Akhir Universitas Mahasaraswati.
- Mulyono. T., 2003. Teknologi Beton. Andi: Jakarta
- Subakti. A., 1994. Teknologi Beton Dalam Praktek. Jurusan Teknik Sipil FTSP. Institut teknologi sepuluh November Surabaya. Surabaya
- Teknologi Additivedan Admixture. 2008. Type – type additive yang ada di Industri Indonssia. <http://sasonov.wordpress.com/2008/02/02/teknologi-additive-dan-admixture/>. Download, 10-10-2010.
- Wangsadinata. W., 1971. Peraturan beton Bertulang Indonesia N.I – 2. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Wibawa Sastra, I Made. 2004. Penelitian Penggunaan Pecahan Genteng Pejaten Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Meningkatkan Kuat Tekan Karakteristik Beton. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati.