

PEMANFAATAN MORTAR HEBEL SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN UNTUK MENINGKATKAN MUTU BETON K.250 (PENELITIAN)

Rochman¹⁾, Wiji Lestarini, S.T., M.T.²⁾, Agus Juara, S.T., M.T.³⁾
Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al Quran Wonosobo
Email: abduhrochman73@gmail.com¹⁾, lestariniw@yahoo.co.id²⁾, agusjuara@unsiq.ac.id³⁾

ABSTRAK

Di jaman modern sekarang ini dengan populasi penduduk yang cukup padat, kebutuhan lahan untuk perumahan sudah mulai sulit dan mahal. Untuk mengatasi masalah ini banyak dibuat bangunan bertingkat yang tentu saja memiliki beban yang cukup tinggi, sehingga diperlukan beton yang memiliki kekuatan terhadap tekanan yang tinggi juga.

Selain beton dalam konstruksi bangunan dikenal juga istilah mortar. Saat ini sudah banyak tersedia mortar kemasan siap pakai Dalam mortar ini terdapat bahan filler yang berfungsi meningkatkan kepadatan dan additive yang berfungsi meningkatkan kelecakan dan daya rekat. Mortar ini lebih dikenal dengan nama mortar hebel.

Dalam teknologi pembuatan beton, banyak pula inovasi untuk meningkatkan mutu beton salah satunya adalah dengan menambah campuran proporsi beton normal (Admixture). Fungsi dari Admixture ini adalah untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan workability dan kuat tekan beton.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton K.250 dengan mengganti sebagian semen menggunakan mortar hebel dengan variasi persentase penggantian 2,5%, 5,0%, 7,5%, dan 1,0%. Setelah dilakukan penelitian dan pengujian terhadap sampel beton, didapatkan hasil bahwa penggantian sebagian semen dengan mortar hebel menimbulkan penurunan pada kuat tekan beton.

Untuk penelitian yang akan datang disarankan agar mortar yang dipakai untuk mengganti sebagian agregat halus.

Kata kunci : Mortar Hebel, Admixture, Kuat Tekan Beton.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di jaman modern sekarang ini, dengan populasi penduduk yang cukup padat, kebutuhan lahan untuk perumahan sudah mulai sulit dan semakin mahal. Apalagi di wilayah perkotaan. Sehingga untuk mengatasi masalah ini banyak dibuat bangunan bertingkat, baik itu untuk kebutuhan perumahan maupun untuk perkantoran. Bangunan bertingkat tentu saja memiliki beban yang cukup tinggi, sehingga diperlukan beton yang memiliki kekuatan terhadap tekanan yang tinggi juga.

Selain beton dalam konstruksi bangunan dikenal juga istilah mortar. Mortar terdiri dari agregat halus (pasir) dan bahan perekat (tanah liat, kapur, semen Portland) dan air. Saat ini dipasaran juga sudah banyak tersedia mortar instan atau mortar siap pakai yang dikemas dalam keadaan kering.

Makin berkembangnya teknologi pada semen instan atau mortar dimasukan bahan filler sebagai pengisi yang berfungsi meningkatkan kepadatan serta mengurangi porositas bahan adukan dan additive yang berfungsi meningkatkan kelecakan dan daya rekat. Selain ditambahkan zat additive, ada pula yang ditambahkan abu vulkanik untuk meningkatkan kekerasannya didalam air, gerabah halus atau terakota, kapur, aluminium oksida, silikon dioksida, dan bahan kimia lainnya. Mortar yang beredar dipasaran

lebih dikenal dengan nama mortar hebel. Mortar hebel memiliki sifat lebih cepat kering dan tentu saja lebih cepat keras.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan dalam upaya mencari alternatif pengganti sebagian bahan dasar beton yang berupa semen, diganti sebagian dengan mortar hebel. Penelitian Tugas Akhir ini akan dijabarkan permasalahan yang akan dibahas **yaitu :**

1. Berapa nilai maksimum yang dicapai nilai mutu beton dengan penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton?
2. Seberapa besar pengaruh penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi penggantian 2,5%, 5%, 7,5%, 10%.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun penelitian yang kami lakukan mempunyai maksud yaitu :

1. Untuk mengetahui nilai maksimum yang dicapai nilai mutu beton dengan penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui besar pengaruh penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi penggantian 2,5%, 5%, 7,5%, 10%.

Selain itu hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan yang bermanfaat bagi pihak yang terkait dalam penelitian pembuatan beton.

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka penelitian dibatasi pada masalah berikut :

1. Kuat tekan yang akan diuji adalah beton K.250.
2. Semen Portland yang digunakan adalah semen Tiga Roda
3. Agregat halus berupa pasir sungai Serayu yang diperoleh dari desa Panggisari Kecamatan Mandiraja Banjarnegara.
4. Agregat kasar yang berupa batu pecah berasal dari Desa Panggisari, Kec. Mandiraja, Banjarnegara, Jawa Tengah.
5. Mortar hebel yang digunakan adalah mortar dengan merk MU-200 (Mortar Utama) untuk acian, plester dan beton .
6. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo Jawa Tengah.
7. Tidak mempelajari reaksi, sifat, dan kandungan kimia yang terjadi pada pembetonan.
8. Hanya meninjau kuat tekan beton yang dihasilkan dari variasi penggunaan mortar hebel.
9. Tidak membahas keuntungan secara ekonomis dari penggunaan mortar hebel.
10. Jenis benda uji berupa :Silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk uji tekan beton sebanyak 2 buah, tiap campuran, dan kubus beton dengan ukuran 15cm x 15 cm x 15 cm untuk uji tekan beton sebanyak 1 buah tiap campuran.

2. Landasan Teori

2.1 Tinjauan Umum

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Pemilihan material yang layak komposisinya akan diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas

yang disyaratkan dan memenuhi persyaratan yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi (Mulyono, 2004). Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

2.2 Penelitian Terdahulu

Kantius Wenda (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “ Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Beton ” dengan hasil penelitiannya adalah Perbandingan semen dengan pasir untuk mortar yang menghasikan kuat tekan maksimum 1 : 5.dan semakin besar nilai resapan atau porositas dari setiap variasi komposisi benda uji silinder semakin menurun begitu juga dengan kuat tekannya.

Melki Y. Tode (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “ Uji Kuat Tekan Beton Normal Dan Mortar Yang Menggunakan Agregat Maubesi” dengan hasil penelitianantara lain nilai kuat tekan mortar hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan mortar dengan agregat halus Takari lebih kuat dibandingkan dengan nilai kuat tekan mortar dengan agregat halus Maubesi.

2.3 Penelitian Yang Akan Dilakukan

Dengan referensi dari berbagai sumber, akan dilakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan semen mortar hebbel sebagai pengganti sebagian semen untuk meningkatkan mutu beton K.250.

Dalam penelitian ini menitik beratkan pada berapa nilai maksimum yang dicapai nilai mutu beton dengan penggunaan mortar hebbel sebagai pengganti sebagian semen, dan seberapa besar pengaruh penggunaan mortar hebbel sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi penggantian 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%.

2.4 Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton tergantung dari kualitas masing masing material pembentuknya (Nawy, 1998).

2.5 Agregat

Agregat adalah bahan bahan campuran beton yang saling diikat oleh semen (CUR 2, 1993). Agregat ini harus bergradasi sehingga masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogeny, dan rapat dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat besar (Nawy, 1998). Oleh karena itu kualitas agregat sangat memegang peranan dalam hal kekuatan dan durabilitas beton, serta berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat beton yang berpengaruh terhadap daya tahan dan kekompakan struktur (Surendra, S & Ahmad, S.H 1994). Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.6 Pengujian Karakteristik Material

Semua material yang perdigunakan untuk campuran beton harus melalui proses pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui sifat fisik pada setiap agregat.

2.7 Perencanaan Campuran Beton (*mix Design*)

Dalam merencanakan campuran beton dilakukan Berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 : Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Langkah-langkah Mix Design beton normal.

2.8 Pengujian Kuat Tekan Beton

Mutu beton merupakan klasifikasi kegunaan beton itu sendiri yang terdiri dari beberapa karakteristik juga menyatakan kekuatan tekan luas bidang permukaan.

Mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (Ameri-can Concrete Institute). $1 \text{ MPa} = 10 \text{ kg/cm}^2$. Uji kuat tekan yang dilakukan meliputi

- Kuat tekan karakteristik
- Kuat tekan beton $f'c$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium, yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan mortar hebel terhadap kuat tekan beton. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kuat tekan yang dihasilkan beton dengan K 250.

3.1 Bahan, Alat, dan Benda Uji Penelitian

Bahan baku yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah:

- Agregat halus (pasir Kali Serayu)
- Agregat kasar (batu pecah dari Panggisari kec. Mandiraja)
- Semen (merek Tiga Roda)
- Air (Lab. Unsiq)
- Mortar Hebel yang digunakan merk MU-200

Peralatan-peralatan yang digunakan antara lain:

- Timbangan digital (weight balance digital) dengan ketelitian 0,1gr.
- Gelas ukur,berkapasitas 500 cc, 2 buah.
- Pengaduk dari kayu.
- Cawan.
- Oven.
- Talam.
- Cetok
- Kerucut Abrams.
- Alat pengaduk beton.
- Cetakan beton (mould steel).
- Compression Testing Machine.

Benda uji penelitian meliputi

- Silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- Kubus dengan panjang setiap sisinya 15 cm.

Pada setiap pengujian menggunakan 2 buah silinder dan 1 buah kubus. Untuk pengganti dari mortar hebel menggunakan varian presentase jumlah 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. Penggantian ini dilakukan dengan mengurangi berat semen dan diganti dengan mortar hebel sesuai dengan prosentase yang telah ditentukan.

3.2 Pengujian Bahan

Pengujian bahan yang dilakukan meliputi :

- Uji gradasi
- Uji kadar lumpur
- Uji kadar air

3.3 Pembuatan *Mix Design*

Seperti yang sudah disampaikan sebelumnya pembuatan mix design dengan kuat tekan rencana $>20,75 \text{ MPa}$. Hasil mix design tersebut digunakan untuk pembuatan silinder beton. Metode perancangan campuran beton mengacu pada SK SNI T-15-1990-03 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang merupakan adopsi dari metode Department of Environment (DoE).

Langkah-langkah perancangan campuran beton dengan metode Department of Environment (DoE) sebagai berikut:

1. Menetapkan mutu beton yang disyaratkan ($f'c$).
2. Menetapkan target standar deviasi (S).

3. Menghitung besarnya margin (M)
4. Menghitung kuat tekan rata-rata (f^c).
5. Menentukan jenis material penyusun beton.

3.4 Pembuatan benda uji

Setelah proporsi campuran agregat diketahui langkah selanjutnya yaitu pembuatan benda uji, yang meliputi pengadukan beton, uji kelecakan adukan dengan pengujian slump, pengecoran ke dalam cetakan, pelepasan benda uji serta perawatannya. Dalam pembuatan benda uji harus diperhatikan cara pengadukan beton, uji slump, cara penuangan ke dalam cetakan, pelepasan benda uji dari cetakan dan perawatan benda uji. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman dalam air selama 28 hari.

3.5 Pengujian

Pengujian beton dilakukan pada umur 28 hari. Pada tahapan ini dilakukan pengujian kuat tekan dengan cara mengamati kuat tekan dengan menggunakan Compression Testing Machine.

3.6 Analisa data

Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

3.7 Pengambilan kesimpulan

Pada tahapan ini data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian

4. HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data yang diperoleh setelah melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, UNSIQ. Hasil penelitiannya adalah sebagai berikut :

- Pengujian kadar lumpur.

Dari hasil pengamatan dan pengujian kadar lumpur berdasarkan volume, didapat data sebagai berikut:

- Tinggi pasir+air = 600 mm
- Tinggi pasir = 580 mm

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \left(\frac{A-B}{A}\right) \times 100\% &= \left(\frac{600-580}{600}\right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{20}{600}\right) \times 100\% \\ &= 3,33\% \end{aligned}$$

Jadi, nilai dari pengujian kadar lumpur yang dilakukan terhadap pasir didapat sebesar 3,33%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI S-04-1998-F yaitu senilai 5% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

- Pengujian kadar air.

Dari hasil pengamatan dan pengujian kadar air berdasarkan volume, didapat data sebagai berikut:

- Berat awal = 1000 gram
- Berat setelah dioven = 978 gram

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \left(\frac{A-B}{B}\right) \times 100\% &= \left(\frac{1000-978}{978}\right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{22}{978}\right) \times 100\% \\ &= 2,24\% \end{aligned}$$

Jadi, nilai dari pengujian kadar lumpur yang dilakukan terhadap pasir didapat sebesar 2,24%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM yaitu senilai 4% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

- Uji gradasi

Tabel 4.1 Menentukan gradasi halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Tembus Kumulatif	Masuk	Daerah II
10	100		100
4,8	99		90-100
2,4	93,1		75-100
1,2	80,3		55-90
0,6	53,4		35-59
0,3	31,3		8-30
0,15	10,9		0-10

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Tabel 4.2 Menentukan gradasi kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen tembus kumulatif	Masuk	Persen maks 40
40	100		95-100
20	37,8		30-70
10	11,9		10-35
4,8	0		0-5

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

- Perhitungan *mix design*

Tabel 4.3 *Mix design*

No	Uraian	Jumlah
1.	Kuat tekan rencana benda uji ($f'c$)	20,75 Mpa
2.	Deviasi standar (S)	-
3.	Nilai tambah (M)	7,0MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($f'cr$)	27,75 MPa
5.	Jenis semen	Semen tipe I
6.	Jenis agregat halus	Alami, Kali Serayu
	Jenis agregat kasar	Batu pecah Ø 40 mm

No	Uraian	Jumlah
7.	Faktor air semen	0,54
8.	Faktor air semen maksimum (ditetapkan)	0,54 (nilai terendah)
9.	Nilai slump	100 ± 20 mm
10.	Ukuran maksimum agregat Kasar	40 mm
11.	Jumlah kebutuhan air	218,4 liter
12.	Jumlah semen	404,44 Kg
13.	Jumlah semen minimum	280 Kg
14.	Jumlah Semen yang dipakai	404,44 Kg (Yang Terbesar)
15.	Penyesuaian FAS	-
16.	Daerah gradasi agregat halus	Masuk Zona II
17.	Persen agregat halus	43,1%
18.	Berat jenis agregat campuran	2,7 Kg/m ³
19.	Berat jenis beton	2385 Kg/m ³
20.	Kebutuhan agregat	1763,16 Kg/m ³
21.	Kebutuhan agregat halus	759,92 Kg/m ³
22.	Kebutuhan agregat kasar	1003,24 Kg/m ³

Sumber : Uji Laboratorium

- Pengujian *slump*

Tabel 4.4 Nilai slump tiap variasi benda uji

No	Mortar Hebel (%)	Jumlah sampel		h (cm)	hs (cm)	h-hs (cm)
		Silinder	Kubus			
1	Normal	2	1	20	12	8
2	2,50	2	1	20	10	10
3	5,00	2	1	20	9,5	10,5
4	7,50	2	1	20	9	11
5	10,00	2	1	20	9	11

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

- Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Berikut merupakan data hasil uji kuat tekan dari benda uji beton yang dimodifikasi:

Tabel 4.5 Data Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

no	Mortar Hebel	tekanan			kode
		silinder 1	silinder 2	kubus	
1	beton normal	310000	320000	470000	N
2	2,5%	280000	270000	440000	R 1
3	5%	220000	260000	400000	R2
4	7,5%	240000	240000	400000	R 3
5	2%	200000	230000	370000	R4

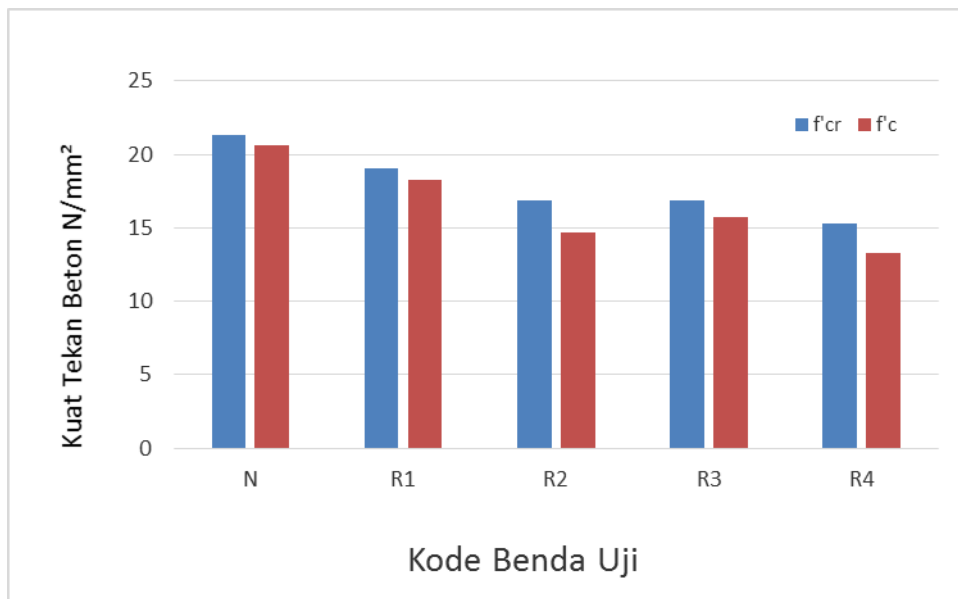
Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Tabel 4.6. Data Kuat Tekan Beton Konversi Umur 28 Hari dengan Deviasi Standar

No	Kode Benda Uji	Benda Uji	A	P	f _{cr} 28 hari (N/mm)	Konversi f _c ke kubus	f _c 28 hari (N/mm ²)	f _{cr}	(f _c - f _{cr})	(f _c - f _{cr}) ²	Σ(f _c - f _{cr}) ²	s	f _c
			(mm ²)	(N)									
1	N	silinder	17671,46	310000	17,54	21,14	21,14	21,28	-0,15	0,02	0,46	0,39	20,64
2		silinder	17671,46	320000	18,11	21,82	21,82		0,54	0,29			
3		kubus	22500	470000	20,89	20,89	20,89		-0,39	0,15			
4	R1	silinder	17671,46	280000	15,84	19,09	19,09	19,02	0,07	0,01	0,67	0,47	18,25
5		silinder	17671,46	270000	15,28	18,41	18,41		-0,61	0,37			
6		kubus	22500	440000	19,56	19,56	19,56		0,54	0,29			
7	R2	silinder	17671,46	220000	12,45	15,00	15,00	16,83	-1,84	3,37	5,05	1,30	14,71
8		silinder	17671,46	260000	14,71	17,73	17,73		0,89	0,80			
9		kubus	22500	400000	17,78	17,78	17,78		0,94	0,89			
10	R3	silinder	17671,46	240000	13,58	16,36	16,36	16,83	-0,47	0,22	1,33	0,67	15,74
11		silinder	17671,46	240000	13,58	16,36	16,36		-0,47	0,22			
12		kubus	22500	400000	17,78	17,78	17,78		0,94	0,89			
13	R4	silinder	17671,46	200000	11,32	13,64	13,64	15,25	-1,62	2,62	4,22	1,19	13,31
14		silinder	17671,46	230000	13,02	15,68	15,68		0,43	0,18			
15		kubus	22500	370000	16,44	16,44	16,44		1,19	1,42			

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

*) $f_c = f_{cr} - (1,64 \times S)$



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Hasil Kuat Tekan

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

4.2 Pembahasan

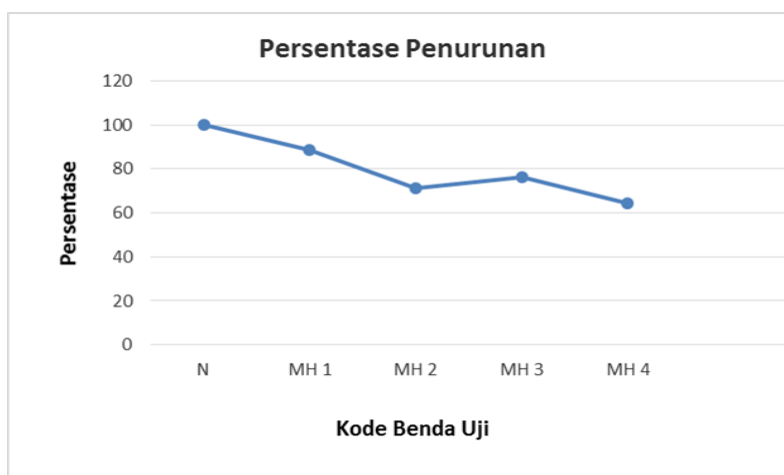
Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang dihasilkan membuktikan bahwa penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen, tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton. Untuk benda uji pembanding menggunakan beton normal (N) dengan kuat tekan beton 20,64 Mpa. Pada percobaan pertama dengan varian mortar hebel 2,5%, dengan kode benda uji (R1) menghasilkan kuat tekan beton 18,25 MPa nilai ini lebih rendah dari beton normal yang digunakan sebagai pembanding. Pada percobaan kedua dengan varian mortar hebel 5% (R2) menghasilkan kuat tekan beton 14,71MPa, terjadi penurunan kuat tekan dari standar beton normal dan benda uji (R1). Percobaan ketiga (R3) yaitu menggunakan mortar hebel 7,5% menghasilkan kuat tekan 15,74 MPa, terjadi peningkatan jika dibandingkan dengan (MH2), akan tetapi tetap mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton normal dan (R1). Sedangkan pada percobaan terakhir (R4) yaitu menggunakan mortar hebel 10% menghasilkan kuat tekan 13,31 MPa, terjadi penurunan dari benda uji beton normal, (R1), (R2), dan benda uji (R3).

Dari data tersebut didapatkan kuat tekan yang selalu lebih rendah dari kuat tekan beton normal. Berikut data hasil pengujian yang disajikan dalam table dan grafik dibawah ini.

Tabel 4.7 Persentase Penurunan Nilai Kuat Tekan Benda Uji.

No	Kode benda uji	f'c	Persentase
1	N	20,64	100,00
2	R1	18,25	88,42
3	R2	14,71	71,26
4	R3	15,74	76,25
5	R4	13,31	64,48

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.2 Grafik Presentase Penurunan.

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil pengujian kuat tekan masing masing benda uji, membuktikan bahwa semakin banyak jumlah mortar hebel yang digunakan maka semakin besar penurunan kuat tekan yang dihasilkan.
- Adanya penurunan kuat tekan beton dengan penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen membuktikan bahwa penggunaan mortar hebel sebagai pengganti sebagian semen tidak dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang perlu menjadi perhatian dalam melaksanakan penelitian, yaitu sebagai berikut:

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan mortar sebagai pengganti sebagian semen pada kuat tekan beton.
- Agar diperoleh benda uji yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, benda uji akan keropos sehingga mempengaruhi hasil kuat tekan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fathoni, Abdurrahman, Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2006.
<https://ejournal.unitomo.ac.id>
<https://ejournal.petra.ac.id>
- L.J. Murdock dan K.M. Brook. (1986). Bahan dan Praktek Beton (edisi keempat) Jl. Kramat IV No. 11, JAKARTA: ERLANGGA.
- Mulyono, Tri. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Neville, Adam. (1981). Properties of Concrete 3rd edition. Michigan: Pitman Pub. Nugraha, Paul & Antoni. (2007). TEKNOLOGI BETON dari Material, Pembuatan, ke beton Kinerja Tinggi. Yogyakarta: C.V. Andi Offset (Penerbit ANDI).
- Sutami. Konstruksi Beton Indonesia. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta 1971. SNI 1971:2011, Metode pengujian kadar air agregat.
- SNI 03-1972-1990. Metode Pengujian Slump Beton. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2493-1991. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Pusjatan-Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukaan, Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1992. Teknologi Beton, Biro Penerbit, Yogyakarta.