

**“Pengaruh Penggunaan Agregat Batu Bata Dan
Agregat Batu Pecah Terhadap Kekuatan Tekan
Beton”**

ADI SUBANDI

ABSTRAK Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan sifat – sifat dari beton yang menggunakan agregat batu bata dan agregat batu pecah. Sifat – sifat yang akan diteliti adalah kekuatan tekan (τ_c) dengan menggunakan dua macam variasi campuran agregat sebagai bahan perbandingan.

Data-data yang dipergunakan diperoleh dari pengamatan langsung melalui uji laboratorium dari beberapa sampel yang disyaratkan yang merupakan benda uji tes beton dengan bentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm, Pengujian akan meliputi pengujian kuat tekan, pada beton umur 28 hari, berdasarkan Standar Konstruksi Bangunan Indonesia 1.453.1989-UDC : 693.5. Penggunaan batu bata sebagai campuran beton tidak dapat dipakai sebagai campuran beton mutu tinggi karena prosentase penyerapannya lebih tinggi dan density nya sangat kecil. Namun disisi lain penggunaan agregat batu pecah lebih ekonomis jika dibandingkan dengan menggunakan agregat batu bata karna harga batu bata lebih mahal dibandingkan batu pecah kecuali batu bata yang digunakan batu bata bekas. Kuat tekan yang dihasilkan pada agregat batu pecah 276.66 kg/cm², sedangkan pada agregat batu bata dihasilkan kuat tekan sebesar 140.07 kg/cm²

Kata kunci : beton, agregat, batu bata, kuat tekan.

1. Pendahuluan

Beton adalah batuan buatan yang didapat dengan cara mencampurkan bahan butiran (agregat), dengan air dan semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat dengan komposisi tertentu sesuai dengan sifat-sifat mekanik yang hendak dicapai. Penggunaan beton di Indonesia pada bidang konstruksi sangat dominan disebabkan karena kayanya sumber daya alam untuk bahan-bahan pembuat beton tersebut. Beton ringan adalah salah satu jenis beton yang menggunakan agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi persyaratan kuat tekan beton ringan untuk tujuan struktural.

Salah satu agregat yang digunakan untuk campuran beton ringan adalah pecahan batu bata merah digunakan untuk mendapatkan mutu beton yang memenuhi persyaratan kekuatan beton ringan struktural.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah campuran agregat. Campuran agregat yang digunakan dalam beton ini adalah pecahan batu bata merah yang mempunyai bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan agregat batu pecah biasa. Hal ini disebabkan oleh tingkat porositas (banyaknya pori-pori yang terdapat pada agregat) yang dimiliki oleh agregat batu bata tersebut lebih besar dibandingkan dengan agregat batu pecah biasa.

Dalam penelitian ini akan dianalisis uji tekan beton. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pecahan batu bata merah dan batu pecah.

2. Tinjauan Pustaka

Secara umum definisi beton adalah bahan yang diperoleh dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Agregat kasar dan halus berfungsi sebagai inklusi. Semen dan air adalah campuran bahan pengikat hidrolis terhadap agregat kasar dan halus.

Dalam kesatuan massa bahan komposit ini, agregat kasar dan halus memberikan konstruksi pasif sebagai penguat dan harganya yang relatif murah dapat meningkatkan faktor ekonomis beton. Campuran semen dan air secara aktif (melalui proses reaksi kimianya), memberikan kontribusi dominan dalam pembentukan komposit massa beton karena tanpa adanya unsur pengikat tidaklah mungkin dapat diperoleh satuan massa kompak dan keras.

Parameter-parameter yang mempengaruhi kekuatan beton :

- Kualitas semen
- Proporsi semen terhadap campuran
- Kekuatan dan kebersihan agregat
- Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
- Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
- Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
- Perawatan beton.

A. Unsur-unsur Bahan campuran Beton

Untuk bahan penyusun beton semen digunakan agregat kasar, agregat halus, semen dan air sedangkan bahan pengisi beton agregat ringan menggunakan agregat agregat ringan (batu bata), agregat pasir, semen dan air.

1). Semen

Semen merupakan bahan perekat dalam campuran beton, karena mempunyai sifat adhesi dan kohesi yang dapat mengikat butir-butir material menjadi satu kesatuan. Bahan baku semen adalah batu kapur, tanah liat, pasir silika, pasir besi dan gipsum.

Reaksi hidrasi semen merupakan reaksi eksotermik, dimana hidrasi sangat mempengaruhi laju kenaikan panas. Panas hidrasi tergantung dari komposisi kimia semen dan jumlah panas hidrasi yang dihasilkan dari bahan-bahan pembentuknya. Waktu yang dibutuhkan untuk perubahan semen dari bentuk cair menjadi keras disebut waktu pengikatan.

Faktor yang mempengaruhi pengikatan semen, antara lain :

- Kehalusan, makin halus semen waktu ikat semakin cepat.

- Air, makin sedikit jumlah air yang direncanakan maka waktu pengikat semakin cepat.
- Suhu, makin tinggi suhu waktu pengikat semakin cepat.
- Penambahan bahan kimia.

2). Air

Air sangat menentukan kemudahan pekerjaan dan kekuatan beton, perbandingan jumlah air dan semen sangat mempengaruhi mutu beton. Makin besar perbandingan jumlah air-semen, beton makin mudah dikerjakan tetapi mutu beton akan semakin rendah. Rasio air - semen optimum akan menghasilkan mutu beton yang terbaik.

Selain kuantitas air, kualitas air juga harus diperhatikan. Air kotor dapat mempengaruhi pengikatan semen dan akan menimbulkan korosi pada tulangan beton. Air untuk campuran beton harus terbebas dari bahan-bahan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik, alkali, garam, dll yang dapat mempengaruhi mutu beton.

3). Agregat

Kualitas agregat sangat menentukan kualitas beton, karena lebih dari 70 % beton diisi oleh agregat. Agregat dalam beton berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat beton dan berpengaruh terhadap daya tahan dan kekompakan struktur. Pemakaian jumlah agregat yang banyak dapat mempengaruhi ekspansi panas. Penilaian terhadap agregat antara lain terhadap ukuran, gradasi, kebersihan, kekerasan, kemulusan, bentuk butiran dan tekstur permukaan.

Agregat dikatakan mulus secara fisik jika agregat tidak mengalami perubahan volume akibat pemanasan, pendinginan, pembasahan. Bentuk dan kehalusan tekstur permukaan agregat mempengaruhi kekuatan beton. Permukaan yang kasar mengakibatkan gaya adhesi (ikatan antara agregat dan pasta) akan semakin kuat. Kebersihan agregat akan mempengaruhi kekuatan beton sebaiknya agregat tidak mengandung bahan-bahan seperti lempung, lanau, arang batu, plastik, bahan organik dan garam organik. Ikatan yang lebih kuat dihasilkan jika luas permukaan material semakin luas dan heterogen. Klasifikasi agregat secara umum ditinjau dari

bentuk dan ukuran agregat. Agregat alam berbentuk bulat sedangkan agregat batu pecah berbentuk tajam dan runcing.

Berdasarkan ukuran butir agregat dapat dibedakan atas agregat kasar dan agregat halus.

- Agregat kasar pada campuran beton merupakan komponen yang paling berperan dalam memikul beban yang diterima oleh beton. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai kesatuan massa yang homogen dan rapat. Adapun jenis buatan yang biasa dipakai sebagai agregat kasar dalam campuran beton adalah :
 - Batu pecah alami, bahan ini didapat dari batu cadas atau batu pecah yang digali dan dihancurkan. Batuan ini dapat berasal dari gunung berapi, batuan sediment atau batuan metamorf.
 - Kerikil alami, bahan ini didapat dari proses alami yaitu pengikisan tepi maupun dasar sungaun oleh air yang mengalir. Kerikil ini menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah.
- Agregat halus merupakan pengisi celah-celah yang ada antar lain agregat kasar. Agregat halus ini biasanya berupa pasir yang ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 dan no. 10 saringan standart Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, partikel yang kecil dari saringan no.100 dan bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik agar butiran-butiran halus dapat mengisi celah-celah kosong secara kontinyu

B. Beton Agregat Ringan

Bahan pembentuk beton ringan harus mencakup ketentuan mengenai agregat ringan yang digunakan dengan pertimbangan utamanya adalah ringannya bobot dan tingginya kekuatan yang meliputi persyaratan mengenai komposisi kimia, sifat fisis serta penggantian pasir alam.

Dalam perencanaan pelaksanaan pekerjaan beton, penilaian mutu agregat ringan yang

digunakan untuk beton ringan struktural dalam pembuatannya harus mendapatkan mutu agregat ringan yang memenuhi persyaratan kekuatan untuk beton ringan struktural.

Ada beberapa macam bentuk agregat ringan :

- 1) Agregat ringan buatan adalah agregat yang dibuat dengan mengembangkan atau memanaskan bahan - bahan, seperti terak dari peleburan besi, tanah liat diatomit, abu terbang, tanah serpih, batu tulis dan lempung;
- 2) Agregat ringan alami adalah agregat yang diperoleh dari bahan - bahan alami seperti batu apung, batu letusan gunung atau bekuan lahar;

Beton ringan struktural adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi persyaratan kuat tekan beton untuk tujuan struktural.

Salah satu agregat yang digunakan untuk campuran beton ringan adalah pecahan batu bata merah.

C. Batu bata

Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun di perkotaan yang berfungsi untuk bahan bangunan konstruksi.

Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata umumnya dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan non-struktural, di samping berfungsi sebagai struktural.

Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban yang ada di atasnya.

Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi baik non-struktural ataupun struktural perlu adanya

peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batu bata sendiri (material dasar lempung yang digunakan) maupun sebagai penambahan bahan campuran beton yang digunakan sebagai agregat.

3. Presentasi Data dan Analisis

Data yang diambil pada analisa data ini adalah contoh material bahan campuran beton yaitu batu bata dan batu pecah.

Dalam analisa data ini batu bata, batu pecah dan pasir tersebut akan dibuat sebagai campuran beton. Adapun hasil akhir dari percobaan :

- Merencanakan campuran beton dengan kuat tekan beton K. 225 dengan menggunakan batu bata.
- Merencanakan campuran beton dengan kuat tekan beton K. 225 dengan menggunakan batu pecah.
- Menguji kuat tekan yang dapat dicapai oleh kedua jenis agregat tersebut untuk dibandingkan hasilnya.

A. Data Hasil Percobaan Laboratorium

Adapun hasil percobaan laboratorium terhadap kedua contoh material bahan campuran beton adalah sebagai berikut :

1). Agregat Batu Pecah

- a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tabel 3. 1 Penentuan Specific Gravity Agregat Kasar

Pemeriksaan	I
Berat Contoh SSD (gr)	1968
Berat Contoh Dalam Air (gr)	1775
Berat Contoh Kering (gr)	1900
Apparent Specific Gravity	15,2
Bulk Specific Gravity Kondisi Kering	9,8
Bulk Specific Gravity Kondisi SSD	10
Persentase Penyerapan Air (%)	3,6

Tabel 3. 2 Penentuan Specific Gravity Agregat Halus

Pemeriksaan	I
Berat Piknometer (gr)	177

Berat Contoh SSD (gr) B	500
Berat Piknometer + Air + Contoh SSD (gr)	916
Berat Piknometr + Air (gr)	596
Berat Contoh Kering (gr)	475
Apparent Specific Gravity	3,06
Bulk Specific Gravity Kondisi Kering	2,6
Bulk Specific Gravity Kondisi SSD	2,8
Persentase Penyerapan Air (%)	5,26

Tabel 3. 3 Penentuan Kadar Lumpur

Pemeriksaan	I
Berat Contoh Awal W1 (gr)	100
Berat Talam W2 (gr)	9,5
Berat Talam + Contoh Tanah Kering W3 (gr)	106,75
Berat Contoh Kering W4 = W3 - W2 (gr)	97
Kadar Lumpur (%)	2,8

Tabel 3. 4 Penentuan Kadar Air Agregat Kasar

Pemeriksaan	I
Berat Talam W1 (gr)	300
Berat Talam + Benda Uji Awal W2 (gr)	1300
Benda Uji W3 = W2 - W1 (gr)	1000
Berat Talam + Benda Uji Kering W4 (gr)	1260
Benda Uji Kering W5 = W4 - W1 (gr)	960
Kadar Air (%)	4,0
Kadar Air (%)	-

Tabel 3. 5 Penentuan Kadar Air Agregat Halus

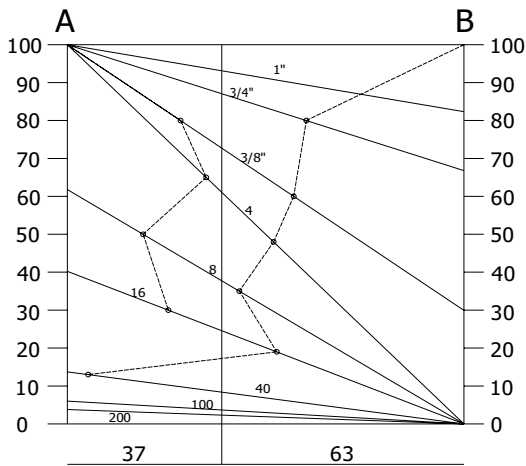
Pemeriksaan	I
Berat Talam W1 (gr)	300
Berat Talam + Benda Uji Awal W2 (gr)	2300
Benda Uji W3 = W2 - W1 (gr)	2000
Berat Talam + Benda Uji Kering W4 (gr)	2200
Benda Uji Kering W5 = W4 - W1 (gr)	1900
Kadar Air (%)	5,0
Kadar Air (%)	-

Tabel 3. 6 Analisa Saring Agregat Kasar

No. Ayakan	Berat Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)
2 ½"	0	0	0	100,00
1 ½"	0	0	0	100,00
1"	556,5	17,65	17,65	82,35
¾"	490	15,54	33,19	66,81
⅜"	1163,5	36,90	70,09	29,91
No.4	943	29,91	100,00	0,00
PAN	0	0	100,00	0,00

Tabel 3. 7 Analisa Saring Agregat Halus

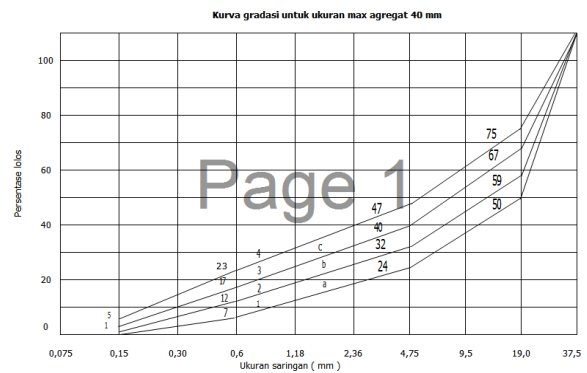
No. Ayakan	Berat Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)
No. 8	705,5	38,20	38,20	61,80
No. 16	398	21,55	59,75	40,25
No. 40	490	26,53	86,28	13,72
No. 100	242,5	13,13	99,40	0,60
No. 200	4	0,22	99,62	0,38
PAN	7	0,38	100,00	0,00



Gambar 3. 1 Persentase Analisa Saringan Untuk Agregat Batu Pecah

Tabel 3. 8 Analisa Saring Agregat Gabungan

No. Ayakan	Persentase Tembus Kumulatif (%)				
	Agregat A	Agregat B	A x 37/100	B x 63/100	Agregat Gabungan
2 ½"	100,00	100,00	37,00	63,00	100,00
1 ½"	100,00	100,00	37,00	63,00	100,00
1"	100,00	82,35	37,00	51,88	88,88
¾"	100,00	66,81	37,00	42,09	79,09
⅜"	100,00	29,91	37,00	18,84	55,84
No.4	100,00	0,00	37,00	0,00	37,00
No. 8	61,80	0,00	22,87	0,00	22,87
No. 16	40,25	0,00	14,89	0,00	14,89
No. 40	13,72	0,00	5,08	0,00	5,08
No. 100	0,60	0,00	0,22	0,00	0,22
No. 200	0,38	0,00	0,14	0,00	0,14
PAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Gambar 3. 2 Kurva Gradasi untuk ukuran max agregat 40 mm

Tabel 3. 9 Penentuan Berat Isi Agregat Kasar Dan Halus

PEMERIKSAAN AGREGAT HALUS	PADAT
Volume Wadah (cm ³)	96
Berat Wadah (gr)	13
Berat Wada + Benda Uji (gr)	139
Berat Benda Uji (gr)	126
Berat Isi (gr/cm ³)	1,3
Berat Isi (kg/dm ³)	1,3
PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR	PADAT
Volume Wadah (cm ³)	96
Berat Wadah (gr)	13
Berat Wada + Benda Uji (gr)	141
Berat Benda Uji (gr)	128
Berat Isi (gr/cm ³)	1,33
Berat Isi (kg/dm ³)	1,33

2). Agregat Batu Bata

1. Pemeriksaan Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar

Tabel 3. 10 Penentuan Specific Grafity Agregat Kasar Batu bata

PEMERIKSAAN				I
Berat Contoh SSD (gr)				2000
Berat Contoh Dalam Air (gr)				1022
Berat Contoh Kering (gr)				1612
Apparent Specific Gravity				2,73
Bulk Specific Gravity Kondisi Kering				1,6
No. Ayakan	Berat Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)	Persentase Tertinggal Kumulatif (gram)
37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	1350,00	15,69	15,69	84,31
9,50	610,00	77,21	92,91	7,09
4,75	0,00	7,09	100,00	0,00
2,36	0,00	0,00	100,00	0,00
1,18	0,00	0,00	100,00	0,00
PAN	0,00	0,00	100,00	0,00
Bulk Specific Gravity Kondisi SSD				2
Persentase Penyerapan Air (%)				24,07

Tabel 3. 11 Penentuan Specific Grafity Agregat Halus Batu bata

PEMERIKSAAN		I
Berat Piknometer (gr)		177
Berat Contoh SSD (gr) B		500
Berat Piknometer + Air + Contoh SSD (gr)		916
Berat Piknometr + Air (gr)		596
Berat Contoh Kering (gr)		475
Apparent Specific Gravity		3,06
Bulk Specific Gravity Kondisi Kering		2,6
Bulk Specific Gravity Kondisi SSD		2,8
Persentase Penyerapan Air (%)		5,26

Tabel 3. 12 Penentuan Kadar Lumpur Batu Bata

PEMERIKSAAN		I
Berat Contoh Awal W1 (gr)		500
Berat Talam W2 (gr)		131
Berat Talam + Contoh Tanah Kering W3 (gr)		613,24
Berat Contoh Kering W4 = W3 - W2 (gr)		482
Kadar Lumpur (%)		3,6

Tabel 3. 13 Penentuan Kadar Air Agregat Kasar Batu bata

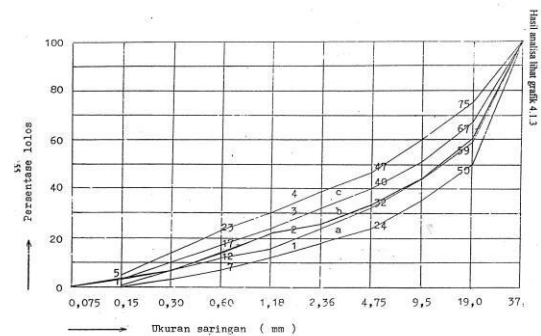
PEMERIKSAAN		I
Berat Talam W1 (gr)		128,8

Berat Talam + Benda Uji Awal W2 (gr)	1128,8
Benda Uji W3 = W2 - W1 (gr)	1000
Berat Talam + Benda Uji Kering W4 (gr)	974,5
Benda Uji Kering W5 = W4 - W1 (gr)	845,7
Kadar Air (%)	15,4

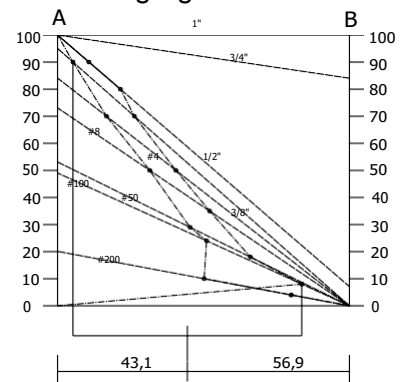
Tabel 3. 14 Penentuan Kadar Air Agregat Halus Batu bata

PEMERIKSAAN		I
Berat Talam W1 (gr)		1000
Berat Talam + Benda Uji Awal W2 (gr)		1450
Benda Uji W3 = W2 - W1 (gr)		450
Berat Talam + Benda Uji Kering W4 (gr)		1390
Benda Uji Kering W5 = W4 - W1 (gr)		390
Kadar Air (%)		13,3

Tabel 3. 15 Analisa Saring Agregat Kasar Batu Bata



Gambar 3. 3 Kurva Gradasi Batu bata untuk ukuran max agregat 40 mm



Gambar 3. 4 Persentase Analisa Saringan Untuk Agregat Batu Bata

Tabel 3. 16 Analisa Saring Agregat Gabungan Batu Bata

No. Ayakan	Persentase Tembus Kumulatif (%)				
	Agregat A Halus	Agregat B Kasar	A x 56,9/100	B x 43,1/100	Agregat Gabungan
37,50	100,00	100,00	56,90	43,10	100,00
19,00	100,00	84,31	56,90	36,34	93,24
9,50	100,00	7,09	56,90	3,06	59,96
4,75	95,16	0,00	54,14	0,00	54,14
2,40	84,89	0,00	48,30	0,00	48,30
1,18	73,65	0,00	41,91	0,00	41,91
0,60	53,86	0,00	30,65	0,00	30,65
0,30	49,30	0,00	28,05	0,00	28,05
0,15	20,85	0,00	11,86	0,00	11,86
PAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 3. 17 Penentuan Berat Isi Agregat Kasar Dan Halus Batu Bata

Pemeriksaan Agregat Halus	Padat
Volume Wadah (cm ³)	3004,51
Berat Wadah (gr)	5000
Berat Wada + Benda Uji (gr)	9420
Berat Benda Uji (gr)	4420
Berat Isi (gr/cm ³)	1,5
Berat Isi (kg/dm ³)	1,5
Pemeriksaan Agregat Kasar	Padat
Volume Wadah (cm ³)	3004,51
Berat Wadah (gr)	5000
Berat Wada + Benda Uji (gr)	9060
Berat Benda Uji (gr)	4060
Berat Isi (gr/cm ³)	1,35
Berat Isi (kg/dm ³)	1,35

B. Pengujian Kekuatan Tekan

Metode yang dilakukan meliputi pengujian kekuatan tekan beton (*Compact test*). Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan benda uji kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm yang kemudian di test pada umur 7 hari yang kemudian dikonversikan ke umur 28 hari. Kuat tekan beton diketahui dengan cara membagi beban ultimate yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang ditekan, yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma_c = p / A$$

Dimana:

- σ_c = Kekuatan tekan beton (kg/cm²)
- P = Beban ultimate (kg)
- A = Luas penampang

C. Data-data Hasil Pengujian Kuat Tekan Campuran Beton di Laboratorium

Adapun data-data hasil test kuat tekan campuran beton dilaboratorium yang masing-masing benda uji sebanyak 8 buah didapat data sebagai berikut :

1. Agregat batu bata :

Tabel 3. 18 Hasil Pengujian Campuran Agregat Batu bata

No	Benda Uji	Berat (kg)	Tekanan Max (kg)
1	Kubus 15 x 15 x 15	6.059	18500
2	Kubus 15 x 15 x 15	5.794	19000
3	Kubus 15 x 15 x 15	5.988	18000
4	Kubus 15 x 15 x 15	6.075	18500
5	Kubus 15 x 15 x 15	5.978	18000
6	Kubus 15 x 15 x 15	5.977	18500
7	Kubus 15 x 15 x 15	6.080	18500
8	Kubus 15 x 15 x 15	5.975	18000

2. Agregat Batu Pecah :

Tabel 3. 19 Hasil Pengujian Campuran Agregat Batu Pecah

No	Benda Uji	Berat (kg)	Tekanan Max (kg)
1	Kubus 15 x 15 x 15	8.054	38500
2	Kubus 15 x 15 x 15	8.128	38000
3	Kubus 15 x 15 x 15	7.968	38000
4	Kubus 15 x 15 x 15	8.045	37500
5	Kubus 15 x 15 x 15	7.984	38500
6	Kubus 15 x 15 x 15	7.967	38000
7	Kubus 15 x 15 x 15	7.895	38500
8	Kubus 15 x 15 x 15	7.955	38000

D. Hasil Perhitungan Analisis

1. Agregat Batu Bata

Tabel 3. 20 Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Campuran Agregat Batu Bata

No	Benda Uji	Umur Hari	Berat (kg)	Berat Isi (kg/cm ²)	Luas Bidang (Cm ²)
1	Kubus	7	6.059	1.795	225
2	Kubus	7	5.794	1.717	225
3	Kubus	7	5.988	1.774	225
4	Kubus	7	6.075	1.800	225
5	Kubus	7	5.978	1.771	225
6	Kubus	7	5.977	1.770	225
7	Kubus	7	6.085	1.802	225
8	Kubus	7	5.975	1.770	225

No	Benda Uji	Tekanan Max (Kg)	σ_b (kg/cm ²)	() ² Kubus (kg/cm ²)
1	Kubus	18500	147.61	7.01
2	Kubus	19000	144.97	3.91
3	Kubus	18000	141.94	9.15
4	Kubus	18500	148.00	9.22

5	Kubus	18000	141.70	10.64
6	Kubus	18500	145.61	0.42
7	Kubus	18500	148.23	10.76
8	Kubus	18000	141.63	11.11
Σ			1159.70	62.22

$$\sigma_m = \frac{\sigma_b}{n} = \frac{1159.70}{8} = 144.96$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{\sum_1^n (\sigma_m - \sigma_b)^2}{n-1}\right)} = \sqrt{\frac{62.22}{8-1}} = 2.98$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - (1.64 \times S) = 144.96 - (1.64 \times 2.98) = 140.07 \text{ kg/cm}^2$$

2. Agregat Batu Pecah

Tabel 3. 21 Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Tekan Campuran Agregat Batu Pecah

No	Benda Uji	Umur Hari	Berat (kg)	Berat Isi (kg/cm ²)	Luas Bidang (Cm ²)
1	Kubus	7	8.054	2.386	225
2	Kubus	7	8.128	2.408	225
3	Kubus	7	7.968	2.361	225
4	Kubus	7	8.045	2.384	225
5	Kubus	7	7.984	2.366	225
6	Kubus	7	7.967	2.360	225
7	Kubus	7	8.025	2.377	225
8	Kubus	7	7.995	2.368	225

No	Benda Uji	Tekanan Max (Kg)	σ _b (kg/cm ²)	() ² Kubus (kg/cm ²)
1	Kubus	27000	286.36	0.51
2	Kubus	27500	294.34	52.85
3	Kubus	27000	283.31	14.22
4	Kubus	27000	286.04	1.07
5	Kubus	27500	289.13	4.22
6	Kubus	27000	283.27	14.49
7	Kubus	27500	290.61	11.89
8	Kubus	27000	284.26	8.42
Σ			2297.32	107.67

$$\sigma_m = \frac{\sigma_b}{n} = \frac{2297.32}{8} = 287.165$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{\sum_1^n (\sigma_m - \sigma_b)^2}{n-1}\right)} = \sqrt{\frac{107.67}{8-1}} = 6.40$$

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - (1.64 \times S) = 287.165 - (1.64 \times 6.40) = 276.66 \text{ kg/cm}^2$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dipaparkan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari data hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium terhadap beton dengan benda uji kubus beton yang dirancang dengan menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (SK. SNI. T-15-1990-03) maka dapat dilihat bahwa penggunaan batu bata dan batu pecah dapat mempengaruhi kuat tekan beton.
2. Penggunaan batu bata sebagai campuran beton tidak dapat dipakai sebagai campuran beton mutu tinggi karena prosentase penyerapannya lebih tinggi dan density nya sangat kecil .
3. Penggunaan agregat batu pecah lebih ekonomis jika dibandingkan dengan menggunakan agregat batu bata karna harga batu bata lebih mahal dibandingkan batu pecah kecuali batu bata yang digunakan batu bata bekas, misal: sisa-sisa perombakan rumah.
4. Kuat tekan yang dihasilkan pada agregat batu pecah 276.66 kg/cm²,sedangkan pada agregat batu bata dihasilkan kuat tekan sebesar 140.07 kg/cm².

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Mulyati. 2014. “Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar dan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Normal”. Jurnal Momentum Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang Vol.16 No.2, Padang.
2. Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton. Jakarta:Penerbit Andi.
3. Nugraha, Paul. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET
4. Raharjo, Aidyl Bagus. 2015. Pengaruh Penggunaan Bahan *Additive Silicafume dan Superplasticizer* Terhadap Perilaku Fisis dan Mekanis Beton Mutu Tinggi Pasca Bakar”. Skripsi Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara, Medan.

5. Rakhmawati, Anis. 2012. “Pengaruh Tahi Besi Sebagai Pengganti Pasir Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan”. Jurnal Teknik Sipil Universitas Tidar Magelang Vol.37 No.1, Magelang.
6. Sagel, R. 1997. Pedoman Pengerjaan Beton. Jakarta: Erlangga.
7. Tjokrodimuljo, Kardiono. 1998. Teknologi Beton. Nafiri. Yogyakarta