

# Studi Perancangan Campuran Beton Menggunakan Abu Batu Sebagai Agregat Halus

MUHAMMAD MALIK IBRAHIM, PRIYANTO SAELAN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung  
Email: m.malik.ibrahim2504@gmail.com

## ABSTRAK

*Salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan pembuat beton adalah abu batu. Abu batu merupakan limbah dari proses pemecahan bongkahan batu. Ditinjau dari ukuran butirannya maka abu batu merupakan agregat halus. Abu batu memiliki penyerapan air yang lebih tinggi daripada pasir alami, maka dari itu untuk mendapatkan kelecakan campuran beton yang sama dengan kelecakan campuran beton menggunakan pasir alami, penggunaan abu batu sebagai agregat halus dalam campuran beton perlu tambahan air. Namun hal ini akan menyebabkan faktor air-semen bertambah. Sehingga hasil kuat tekan akan menurun. Hal ini sesuai dengan hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air-semen. Perencanaan yang dilakukan adalah dengan menaikkan faktor granular ( $G$ ) dan menaikkan kuat tekan rencana berdasarkan teori Dreux. Abu batu pada penelitian ini digunakan sebagai substitusi pasir alami dengan proporsi 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Hasil penelitian ini memperlihatkan penggunaan abu batu sebagai agregat halus lebih dari 40% akan sangat drastis menurunkan kuat tekan beton.*

**Kata kunci:** *perencanaan, substitusi, campuran beton, abu batu, agregat halus*

## ABSTRACT

*One of the wastes that can be used as a substitute for concrete materials is stone ash. Stone ash is a waste from the process of stone crusher. Consider from the size of the grain, stone ash as fine aggregate. Stone ash has a higher water absorption than natural sand, therefore to get the concrete workability that is the same as the concrete workability using natural sand, the use of stone ash as fine aggregate in the concrete mixture needs additional water. But this will cause the cement-water ratio to increase. So that the compressive strength will decrease. This is following the relationship between the compressive strength of concrete and the cement-water ratio. Engineering is done by increasing the granular factor ( $G$ ) and increasing the compressive strength of the plan based on Dreux theory. Stone ash in this study was used as a substitute for natural sand with a proportion of 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%. The results of this research show that the use of stone ash as fine aggregate of more than 40% will greatly reduce the compressive strength of the concrete.*

**Keywords:** *engineering, substitute, concrete mixture, stone ash, fine aggregate*

## 1. PENDAHULUAN

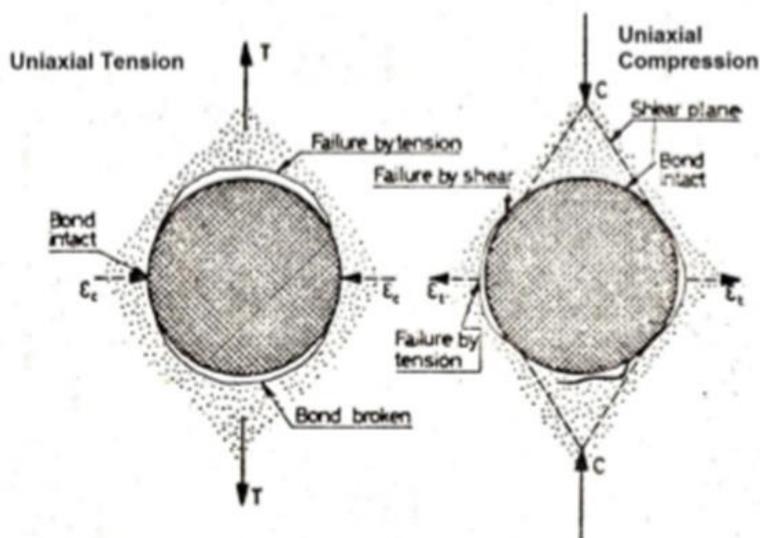
Penelitian abu batu sebagai agregat halus pengganti pasir alami dalam campuran beton telah dilakukan oleh Kurnyawan dan rekan (2014). Abu batu pada penelitian ini digunakan sebagai substitusi agregat halus alami (pasir alami) dengan proporsi 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Untuk mendapatkan kelecakan campuran beton yang sama dengan kelecakan campuran beton menggunakan pasir alami, penggunaan abu batu memerlukan tambahan air karena penyerapan air abu batu lebih tinggi daripada pasir alami. Hal ini akan menyebabkan faktor air-semen menjadi bertambah. Hasil dari penelitian menunjukkan penurunan kuat tekan beton. Hal ini sesuai dengan hubungan antara kuat tekan beton dengan faktor air-semen. Persentase penambahan air pada penelitian sebelumnya akan digunakan pada perancangan campuran beton pada penelitian ini untuk mendapatkan kelecakan campuran beton yang sama dengan kelecakan campuran beton menggunakan pasir alami. Sedangkan perancangan yang dilakukan adalah menaikkan faktor granular ( $G$ ) dan menaikkan kuat tekan rencana berdasarkan teori *dreux*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Agregat Halus dalam Campuran Beton

Agregat Halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batuan yang mempunyai ukuran terbesar 5,0 mm atau tertahan di saringan no. 4. Hasil desintegrasi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk cenderung membulat dan bertekstur kasar.

Fungsi agregat halus dalam campuran beton adalah membentuk mortar yang mengikat agregat kasar seperti diperlihatkan pada **Gambar 1**. Keruntuhan beton akibat beban tekan terjadi pada mortar. Dengan demikian maka agregat halus dalam campuran beton berfungsi selain sebagai bahan pengisi yang membentuk mortar yang mengikat agregat kasar juga berfungsi membentuk kekuatan beton.



**Gambar 1. Fungsi agregat halus dalam campuran beton  
(Sumber: Al-Attar, T.S., 2013)**

Agar agregat halus dalam campuran beton dapat berperan sesuai keutamaannya, agregat halus harus memenuhi syarat-syarat menurut SK SNI S-04-1989-F. Syarat tersebut adalah:

- Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari, hujan, dan lain-lain.
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton.
- Agregat halus tidak boleh mengandung banyak bahan organik terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari ABRAMS-HARDER dengan larutan NaOH 3%.
- Angka kehalusan (*fineness modulus*) untuk agregat halus antara 1,5-3,5.  
Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam ukuran butirnya sesuai **Tabel 1**.

**Tabel 1. Gradasi Agregat Halus**

Ukuran Saringan		SNI 03-2843-2000			ASTM C-33	
		Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	Fine Aggregate
SNI [cm]	ASTM	Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4	Sieve Analysis
9,6	3/8 in	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100	100 - 100
4,8	no. 4	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	95 - 100
2,4	no. 8	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,2	no. 16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
0,6	no. 30	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
0,3	no. 50	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	5 - 30
0,15	no. 100	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 10

## 2.2 Metode Perancangan Campuran Cara Dreux

Dreux Gorrise merumuskan kuat tekan beton ditentukan oleh kekuatan mortar, rasio air-semen, dan jumlah agregat dalam campuran beton dan dinyatakan dengan **Persamaan 1**.

$$f_c = G * f_{pc} * (c/w - 0,5) \quad \dots(1)$$

dengan:

- $f_c$  = kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari,
- $f_{pc}$  = kekuatan tekan mortar semen pada umur 28 hari,
- $G$  = faktor granular atau faktor kekompakan butiran,
- $c/w$  = rasio berat semen terhadap air.

Besarnya faktor granular oleh Dreux Gorrise dirumuskan seperti pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Nilai Faktor Granular (G)**

Kualitas Agregat	Diameter Agregat Kasar [mm]		
	$D < 16$	$25 < D < 40$	$D \geq 63$
Baik Sekali	0,55	0,60	0,65
Normal	0,45	0,50	0,55
Dapat Dipakai	0,35	0,40	0,45

### 2.3 Penelitian Lebih Lanjut Mengenai Faktor Granular ( $G$ )

Penelitian lebih lanjut mengenai faktor granular ( $G$ ) telah dilakukan oleh Thesia (2013) yang dikaitkan dengan komposisi agregat dalam campuran beton. Formulasi faktor granular ( $G$ ) dinyatakan dalam **Persamaan 2**.

$$G = k * v_{pasir} \quad \dots(2)$$

dengan:

$G$  = faktor granular,

$k$  = konstanta yang nilainya diberikan pada **Tabel 3**,

$v_{pasir}$  = volume pasir dalam 1 m<sup>3</sup> beton.

**Tabel 3. Nilai  $k$  untuk  $0,40 \leq G \leq 0,60$**

No	$v_{pasir}/v_{total\ agregat}$	$k$
1.	$\leq 0,26$	3
2.	0,26 - 0,29	2
3.	0,29 - 0,39	1,8
4.	0,39 - 0,43	1,5
5.	0,43 - 0,49	1,8
6.	$\geq 0,5$	1,5

(Sumber: Thesia, Z., 2013)

### 2.4 Penelitian Sebelumnya Mengenai Penggunaan Abu Batu

Penelitian penggunaan abu batu sebagai agregat halus dalam campuran beton telah dilakukan oleh Kurnyawan dan rekan (2014). Pada penelitian yang dilakukan Kurnyawan pengurangan jumlah pasir yang digunakan dalam campuran beton ditentukan berdasarkan penambahan persentase abu batu. Persentase abu batu yang digunakan adalah 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Pada kebutuhan material penelitian ini terdapat penambahan air seiring dengan bertambahnya persentase abu batu. Hal ini disebabkan karena abu batu memiliki daya serap air yang lebih tinggi daripada pasir alami. Kebutuhan material pada penelitian yang dilakukan Kurnyawan dan rekan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

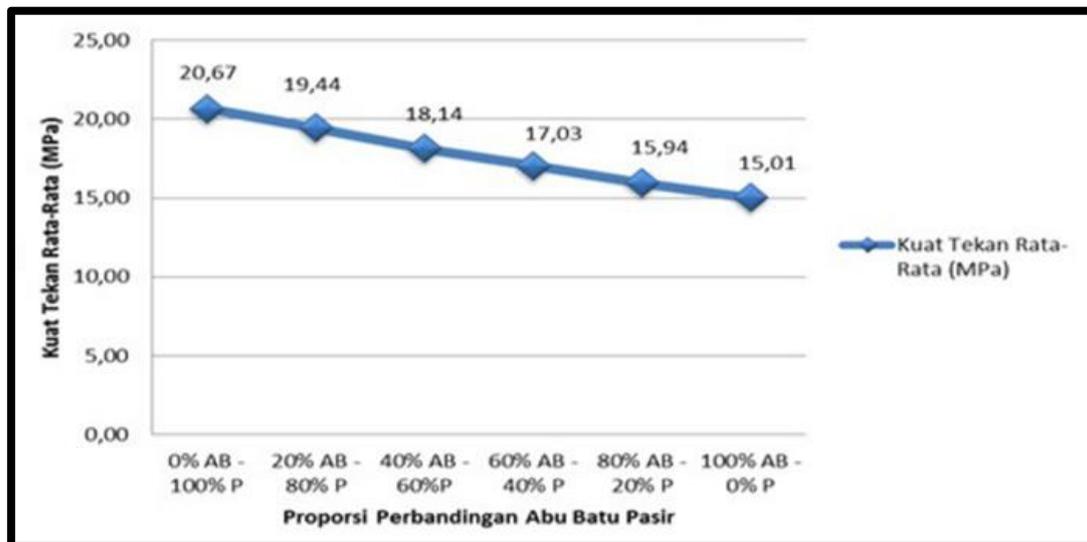
**Tabel 4. Kebutuhan Material**

No.	Perlakuan			Kebutuhan Mix Design				Slump Rata-rata [cm]
	Abu Batu [%]	Pasir [%]	Semen [kg]	Abu Batu [kg]	Pasir [kg]	Kerikil [kg]	Air [liter]	
1	0	100	10,665	0	17,587	41,132	7,412	9
2	20	80	10,665	3,448	14,069	41,132	7,481	9,5
3	40	60	10,665	6,897	10,552	41,132	7,550	11,5
4	60	40	10,665	10,345	7,035	41,132	7,619	10,5
5	80	20	10,665	13,793	3,517	41,132	7,688	11
6	100	0	10,665	17,242	0	41,132	7,757	12

(Sumber: Kurnyawan, D., 2014)

Penambahan air pada campuran beton abu batu akan menyebabkan faktor air-semen menjadi bertambah, sehingga kuat tekan beton abu batu menjadi menurun. Hal ini sesuai

hubungan kuat tekan beton dengan faktor air-semen. Penurunan kuat tekan beton hasil penelitian Kurnyawan dan rekan (2014) disajikan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Hubungan kuat tekan dan proporsi perbandingan abu batu-pasir (Sumber: Kurnyawan, D., 2014)**

Hasil penelitian yang dilakukan Kurnyawan dan rekan (2014) menunjukkan penggunaan abu batu pada campuran beton sebagai agregat halus dengan proporsi substitusi sebesar 100% akan menghasilkan kuat tekan sebesar 72% dari kuat tekan campuran beton menggunakan pasir alami.

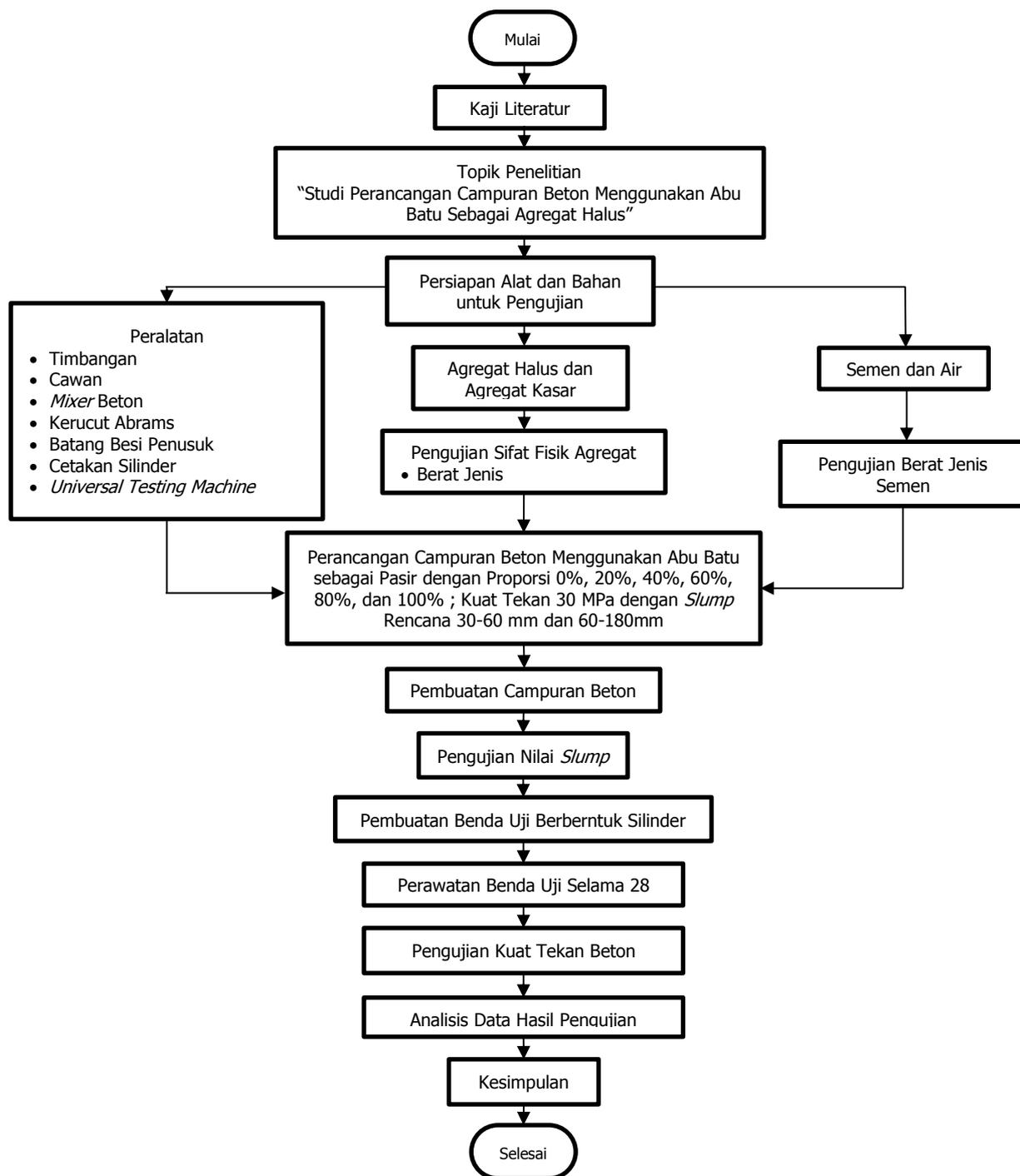
### 2.5 Perekayasa Campuran Beton Abu Batu Sebagai Agregat Halus

Ditinjau berdasarkan rumus Dreux, untuk mempertahankan kuat tekan beton abu batu agar tidak terjadi penurunan maka perlu ada suatu variabel yang diperbesar. Dalam hal ini faktor granular ( $G$ ) dapat diperbesar. Faktor granular diperbesar berdasarkan rumus Dreux mengikuti persentase penambahan air. Perekayasa lain adalah dengan menaikkan kuat tekan rencana dengan menggunakan data penurunan kuat tekan penelitian sebelumnya untuk mencapai kuat tekan yang ditargetkan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengenai studi perancangan campuran beton menggunakan abu batu sebagai agregat halus disajikan dalam tahapan-tahapan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Bagan alir prosedur penelitian**

### 3.2 Data Penelitian

Data sekunder yang digunakan berasal dari penelitian yang dilakukan Kurnyawan dan rekan (2014) berupa persentase penambahan air pada campuran beton abu batu yang disajikan pada **Tabel 4**, serta persentase penurunan kuat tekan campuran beton abu batu yang disajikan pada **Gambar 2**. Data primer terdiri dari hasil pemeriksaan sifat fisik material yang disajikan pada **Tabel 5** serta data komposisi campuran beton yang disajikan pada **Tabel 6**, **Tabel 7**, dan **Tabel 8**.

**Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik**

No	Pemeriksaan	Abu Batu	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat Jenis SSD	2,55	2,55	2,71
2	Berat Jenis Kering	2,475	2,41	2,66

**Tabel 6. Komposisi Campuran Beton dengan  $G$  Dinaikkan dan *Slump* 30-60 mm**

Bahan	% Abu Batu					
	0	20	40	60	80	100
Semen [kg]	338,2	338,2	338,2	338,2	338,2	338,2
Pasir [kg]	771,63	626,7	475,54	320,69	162,67	0
Abu Batu [kg]	0	156,68	317,03	481,04	650,7	822,47
Batu Pecah [kg]	1007,63	990,47	973,32	956,2	936,44	919,38
Air Tambah [kg]	20	21,9	23,8	25,7	27,6	29,5
Air [kg]	190	190	190	190	190	190

**Tabel 7. Komposisi Campuran Beton dengan  $G$  Dinaikkan dan *Slump* 60-180 mm**

Bahan	% Abu Batu					
	0	20	40	60	80	100
Semen [kg]	364,9	364,9	364,9	364,9	364,9	364,9
Pasir [kg]	776,41	622,33	473,64	318,35	192,83	0
Abu Batu [kg]	0	155,58	315,76	477,52	771,3	977,77
Batu Pecah [kg]	931,59	919,75	899,99	885,57	698,97	676,89
Air Tambah [kg]	31	33,05	35,1	37,15	39,2	41,25
Air [kg]	205	205	205	205	205	205

**Tabel 8. Komposisi Campuran Beton dengan  $f_c$  Dinaikkan dan *Slump* (60-180) mm**

Bahan	% Abu Batu					
	0	20	40	60	80	100
Semen [kg]	364,9	364,9	364,9	364,9	364,9	364,9
Pasir [kg]	776,41	622,33	473,64	318,35	192,83	0
Abu Batu [kg]	0	155,58	315,76	477,52	771,3	977,77
Batu Pecah [kg]	931,59	919,75	899,99	885,57	698,97	676,89
Air Tambah [kg]	31	33,05	35,1	37,15	39,2	41,25
Air [kg]	205	205	205	205	205	205

### 3.3 Variabel Penelitian

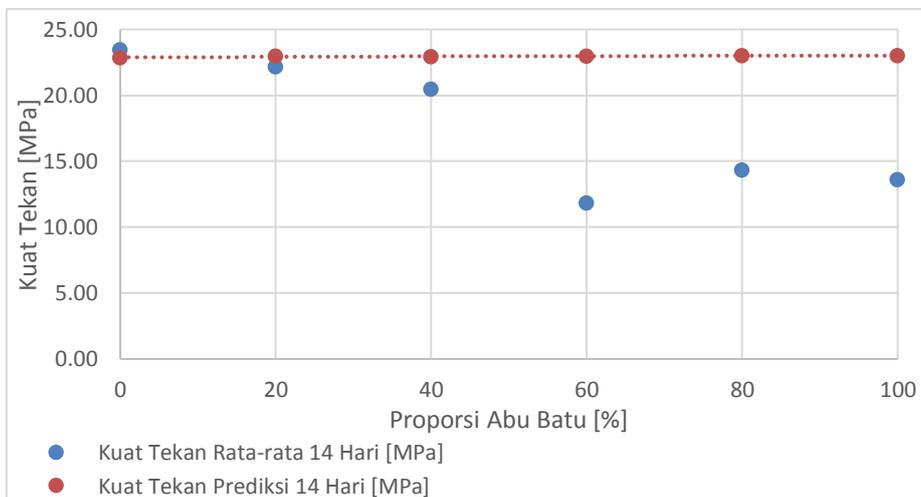
Variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Proporsi abu batu yang digunakan sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%.
2. Nilai *slump* rencana campuran beton sebesar 30-60 mm dan 60-180 mm.

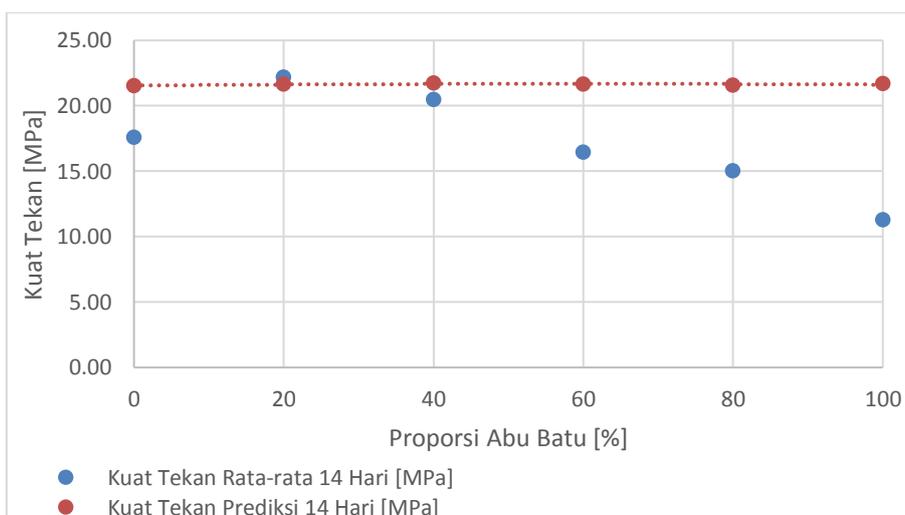
#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Penelitian

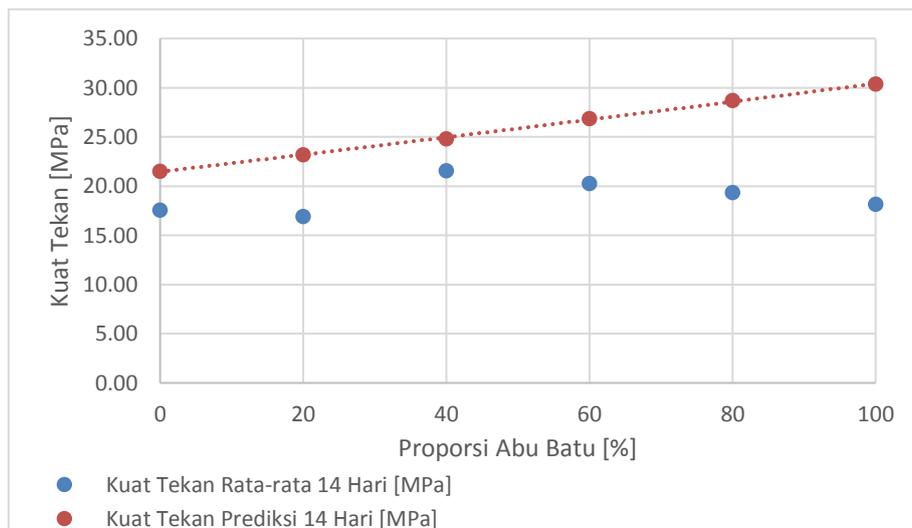
Hasil penelitian ini disajikan pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.



**Gambar 4. Hubungan antara kuat tekan dengan proporsi abu batu metode G dinaikkan, *slump* 30-60 mm**



**Gambar 5. Hubungan antara kuat tekan dengan proporsi abu batu metode G dinaikkan, *slump* 60-180 mm**



**Gambar 6. Hubungan antara kuat tekan dengan proporsi abu batu metode  $f_c$  dinaikkan, *slump* 60-180 mm**

#### 4.2 Pembahasan

Adapun pembahasan dari hasil penelitian di atas sebagai berikut:

1. Kuat tekan acuan (abu batu 0%) pada campuran beton abu batu dengan metode *G* dinaikkan dan *slump* (30-60) mm mencapai kuat tekan prediksi dan terjadi penurunan yang landai hingga proporsi abu batu sebesar 40% tetapi tidak terlalu jauh dari kuat tekan prediksi. Untuk campuran beton dengan proporsi abu batu lebih dari 40% terjadi penurunan kuat tekan yang drastis.
2. Kuat tekan acuan (abu batu 0%) pada campuran beton abu batu dengan metode *G* dinaikkan dan *slump* (60-180) mm tidak mencapai kuat tekan prediksi, hal ini diduga disebabkan oleh bentuk benda uji yang tidak baik atau permukaannya tidak rata sehingga pada saat ditekan pola keruntuhan miring dan menyebabkan kuat tekan tidak mencapai kuat tekan prediksi. Pada campuran ini terjadi pola penurunan yang sama dengan campuran sebelumnya, pada proporsi abu batu 20% kuat tekan melebihi kuat tekan prediksi, kemudian terjadi penurunan kuat tekan yang landai hingga proporsi abu batu 40% dan turun drastis pada campuran beton dengan proporsi abu batu lebih dari 40%.
3. Pada campuran dengan metode perekayasa menaikkan kuat tekan rencana hasil kuat tekan aktual tidak ada yang mencapai kuat tekan prediksi. Sehingga untuk melakukan campuran beton abu batu menggunakan metode ini, kuat tekan rencana perlu ditingkatkan lebih besar lagi. Namun hal ini akan membutuhkan semen yang lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan biaya pembuatan campuran beton abu batu.
4. Bentuk butiran pada abu batu berbeda dengan butiran pasir alami. Butiran pada abu batu dominan berbentuk pipih. Hal ini diduga menyebabkan keruntuhan geser pada campuran beton bukan hanya terjadi pada pasta semen terhadap agregat halus tetapi didahului patahnya butiran abu batu. Sehingga semakin banyak proporsi abu batu pada campuran beton sebagai agregat halus akan semakin menurunkan kuat tekan beton. Hal ini membuktikan pengaruh kepipihan abu batu tidak terlalu signifikan pada proporsi abu batu hingga 40%.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Abu batu dapat digunakan untuk mensubstitusi agregat halus pada campuran beton hingga kadar 40%.
- b. Mengingat pengaruh abu batu dapat mengurangi kuat tekan beton maka agar kuat tekan beton tersebut tidak berkurang, metode yang digunakan adalah metode Dreux dengan peningkatan faktor granular ( $G$ ).

## DAFTAR RUJUKAN

- Al-Attar, T.S. (2013). A Quantitative Evaluation of Bond Strength Between Coarse Aggregate and Cement Mortar in Concrete. *European Scientific Journal*, 9(6), 46-61.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kurnyawan, D., Aswatama, K., & Suyoso, H. (2014). Pengaruh Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir untuk Pembuatan Beton. *UNEJ JURNAL*, 1(1), 1-3.
- Thesia, Z. (2013). *Studi Mengenai Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrise. Tugas Akhir*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional - Bandung.