

PENGARUH SERBUK BATU KAPUR SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON ALIR (*FLOWING CONCRETE*)

Fita Eka Lestari¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,
Jalan Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Nurul Rochmah²⁾

²⁾ Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,
Jalan Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Retno Trimurtiningrum³⁾

³⁾ Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,
Jalan Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Email : fitaekal29@gmail.com

Abstrak

Beton alir (*Flowling Concrete*) yaitu beton dengan spesifikasi slump flow yang tinggi (encer) yaitu lebih dari 19 cm, tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi. Kapur atau *limestone* merupakan bahan baku untuk pembuatan semen. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengaruh penambahan serbuk batu kapur dari daerah Jepara, Jawa Tengah dengan proporsi campuran 0 %, 10 %, 15 % dan 20% dari berat *cementitious*. *Superplasticizer* (Sika ® *ViscoCrete* ® - 1003) dengan proporsi 2% dari berat *cementitious*, *VMA* (*Viscosity Modifying Admixture*) (Sika ® *Stabilizer* – 4R id) dengan proporsi 130 ml per 100 kg dari *cementitious material*, fly ash digunakan dengan proporsi 40 % dari *cementitious*. Pengujian dilakukan menggunakan metode *DOE* yang sesuai dengan SNI 03-2847-2000 tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”. Nilai Slump rata rata yang dihasilkan adalah 21,14 cm sehingga memenuhi syarat beton alir. Berat Jenis beton segar rata rata 2508,92 kg/m³ dan kondisi kering rata rata 2471,61 kg/m³ yang dihasilkan menjadi lebih besar dari beton normal masing masing 2479,46 kg/m³ dan 2435,47 kg/m³. Nilai Resapan rata rata yang dihasilkan 1,74% lebih kecil dari beton normal dengan nilai 2,38%. Hasil kuat tekan beton maksimum ada pada prosentase 40% flyash dengan 20% serbuk batu kapur dengan nilai kuat tekan rata rata 25,44 MPa lebih besar dari nilai kuat tekan beton normal yaitu 17,46 MPa. Dengan penambahan serbuk batu kapur dapat menambahkan nilai kuat tekan beton, nilai slump dan berat jenis beton baik kondisi segar dan kondisi kering, serta mengecilkan nilai resapan beton jika dibandingkan dengan beton normal.

Kata Kunci : *Metode DOE, Serbuk Batu Kapur, Kuat Tekan, Beton Alir.*

Abstract

Concrete flow is concrete with high slump flow specifications (dilute) that is more than 19 cm, without bleeding and segregation. Limestone or limestone is the raw material for making cement. In this study, a comparative analysis of limestone powder from Jepara, Central Java with a mixture proportion of 0 %, 10 %, 15 % and 20% by weight of sementitious. *Superplasticizer* (Sika ® *ViscoCrete* ® - 1003) with a ratio of 2% by weight cementitious, *VMA* (*Viscosity Modifying Admixture*) (Sika ® *Stabilizer* - 4R id) with a proportion of 130 ml per 100 kg of cementitious material, fly ash is used with 40% of cementitious. The testing was carried out using the *DOE* method in accordance with SNI 03-2847-

2000 on "Procedures for Making a Normal Concrete Mixture Plan". The average slump value produced is 21.14 cm so that it meets the concrete flow requirements. The average type of fresh concrete an average of 2508.92 kg / m³ and an average dry condition of 2471.61 kg / m³ produced to be greater than normal concrete respectively 2479.46 kg / m³ and 2435.47kg / m³. The average value of the average produced 1.74% higher than normal concrete with a value of 2.38%. The maximum compressive strength results of the concrete is the percentage of 40% flyash with 15% limestone powder with an average compressive strength value of 25, 44 MPa is greater than the normal compressive strength value of 17.46 MPa. By adding a limestone, a concrete compressive strength value, slump value and concrete density both fresh and dry conditions, also reduce the value of concrete infiltration for use with normal concrete.

Keywords: DOE Method, Limestone Powder, Compressive Strength, Flow Concrete.

1. PENDAHULUAN

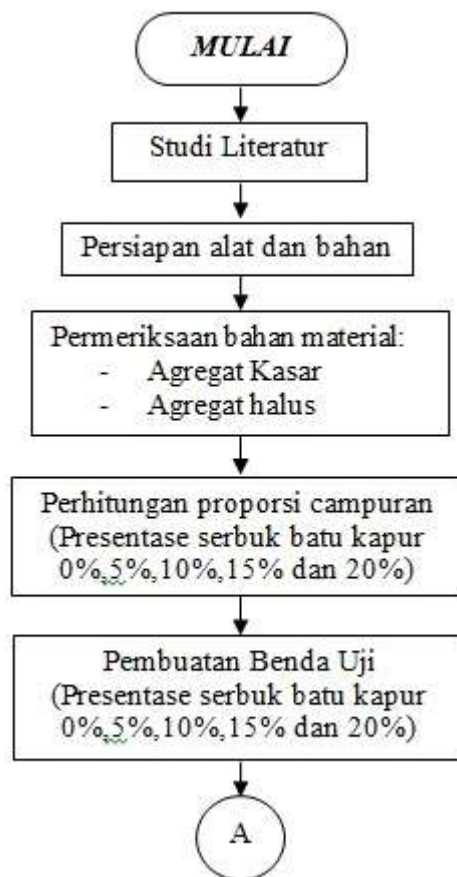
Latar Belakang

Beton alir (*Flowing Concrete*) yaitu beton dengan spesifikasi slump flow yang tinggi (encer) yaitu lebih dari 19 cm (ASTM C 1017), tanpa terjadi *bleeding* dan segregasi (Surya Sebayang, 2010). Konsep dari beton alir adalah bagaimana campuran beton tersebut dapat mengalir dengan baik serta dapat agregat kasar (tidak segresi maupun bleeding) atau tingkat workabilitas tinggi (Hajime Okamura *and* Masahiro Ouchi, 2003). Dari konsep tersebut maka campuran mortar yang digunakan dalam beton alir harus lebih banyak dari agregat kasarnya, terutama penggunaan semen yang lebih banyak dari pada campuran beton biasa. Karena penggunaan beton sangat berdampak bagi lingkungan sekitar, digunakanlah substitusi fly ash untuk mengurangi penggunaan semen. Disamping hal tersebut fly ash memiliki kekurangan yaitu memiliki kuat tekan yang rendah diawal, untuk mengatasi hal tersebut digunakanlah substitusi serbuk batu kapur yang cenderung memiliki kuat tekan yang tinggi di awal, sehingga dapat memperbaiki kuat tekan akibat penggunaan fly ash pada beton alir.

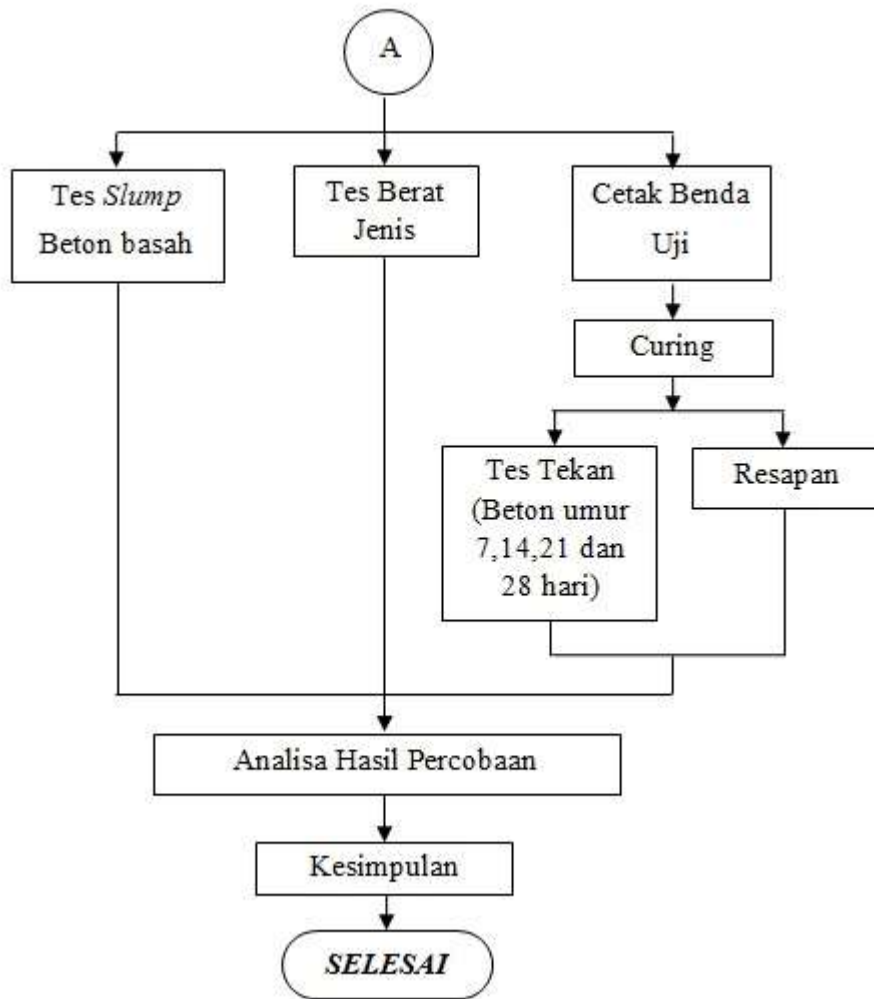
Untuk meningkatkan workabilitas beton maka penggunaan FAS (faktor air semen) yang tinggi, akan tetapi apabila FAS yang digunakan tinggi maka akan menghasilkan beton dengan kuat tekan yang rendah. Untuk menangani hal tersebut bisa digunakan substitusi *Superplasticizer*. Penggunaan *Superplasticizer* ini dapat mengurangi penggunaan air sehingga FAS yang digunakan lebih rendah, sehingga kuat tekan betonya akan lebih tinggi. Akan tetapi penggunaan *Superplasticizer* ini juga memiliki kelemahan, yaitu menyebabkan campuran beton akan bleeding maupun segresi, sehingga mengakibatkan kuat tekan yang rendah akibat penyebaran agregat yang tidak merata. Untuk mengatasinya digunakanlah VMA (Viscosity Modifying Admixture) yang biasa digunakan untuk beton yang disyaratkan mempunyai slump flow yang tinggi seperti flowing concrete maupun self compacting concrete. VMA membantu menjaga sifat kohesif campuran beton serta mengurangi resiko bleeding dan segregasi pada campuran beton, sehingga memperbaiki akibat penggunaan *Superplasticizer*.

Pada penelitian ini penulis menambahkan penggunaan Superplastisizer, Fly ash, VMA (Viscosity Modifying Admixture) dengan persen yang sudah ditentukan dari *cementitious* (sebagai bahan substitusi semen), serta menggunakan batu kapur (limestone) dalam bentuk serbuk dengan variasi persen yang sudah ditentukan dari *cementitious*. Serbuk batu kapur yang digunakan berasal dari Rembang, Jawa Tengah. Hal ini dikarenakan daerah tersebut merupakan daerah penghasil batu kapur dengan deposit 1.131,91 juta ton. Penambahan serbuk kapur yang tepat dan dengan proporsi yang tepat pula dalam campuran beton alir diharapkan dapat menambah kuat tekan beton alir serta dapat meningkatkan workabilitas beton alir.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1.a Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.b Diagram Alir Penelitian

- Lokasi Penelitian

Penelitian dan Pengamatan beton dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,

- Pengujian material

Pengujian material ini dilakukan pada pengujian agregat kasar dan agregat halus untuk mengetahui sifat atau karakteristiknya. Hasil dari pengujian ini nantinya akan digunakan pada langkah perhitungan mix desain.

- Perhitungan proporsi campuran

Perhitungan propors campuran digunakan perhitungan mix desain metode doe, pada perhiungan ini digunakan material sebagai berikut ; fly ash (40%),*superplasticizer* dari produk dari Sika ® ViscoCrete ® - 1003 (0,6% dari cementitious), *VMA* dari produk Sika ® Stabilizer – 4R id (130 ml per 100 kg dari *cementitious material*),serbuk batu kapur dari Jepara, Jawa Tengah (proporsi 0%, 10%,15% dan 20%), Semen Portland Gresik, Pasir yang digunakan adalah pasir alami Lumajang, Kerikil (lolos ayakan 40mm), Air.

Tabel 1 Daftar Isian (formulir) Hasil Rancangan Campuran Beton Metode DOE

| Bahan Campuran Beton | Tiap Campuran uji/m ³ (SSD) | Disesuaikan dengan kondisi material asli (A) | Disesuaikan dengan Volume yang diperlukan (B) | Disesuaikan dengan kapasitas molen (C) |
|----------------------|--|--|---|--|
| 1. Semen | 251,57 kg | 251,57 kg | 19,2 kg | 4,8 kg |
| 2. Fly Ash | 167,715 kg | 167,715 kg | 12,8 kg | 3,2 kg |
| 3. Serbuk Batu Kapur | - | | | |
| Proporsi (0%) | 0kg | 0kg | 0kg | 0kg |
| Proporsi (10%) | 41,93 kg | 41,93 kg | 3,2 kg | 0,8 kg |
| Proporsi (15%) | 62,89 kg | 62,89 kg | 4,8 kg | 1,2 kg |
| Proporsi (20%) | 83,86 kg | 83,86 kg | 6,4 kg | 1,6 kg |
| 4. Air | 160 kg | 169,89 kg | 12,97 kg | 3,24 kg |
| 5. Agregat Halus | 612,24 kg | 609,18 kg | 46,49 kg | 11,62 kg |
| 6. Agregat Kasar | 1188,47 kg | 1181,64 kg | 90,18 kg | 22,55 kg |
| 1. Superplasticizer | 2,52kg | 2,52kg | 0,19kg | 0,05kg |
| 2. VMA | 0,55 ltr | 0,55 ltr | 0,04 ltr | 0,01 ltr |

- Pembuatan benda uji

Benda uji berbentuk silinder ukuran 30 x 15 cm

Tabel 2 Pembuatan Benda Uji

| Komposisi | | Banyaknya yang akan di Uji dalam 1 Hari | | | |
|--------------|-------------------|---|----|----|---------------|
| Flyash | Serbuk Batu Kapur | Kuat Tekan Beton | | | Resapan Beton |
| | | 7 | 14 | 28 | |
| 0 % | 0 % | | | 3 | 3 |
| 40 % | 0 % | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 10 % | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 15 % | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 20 % | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Jumlah Total | | 54 Buah Silinder Beton | | | |

- Perawatan benda Uji

Perawatan untuk silinder beton menggunakan metode curing dengan merendam benda uji ke dalam air, dimana beton terlindungi dari sinar matahari langsung.

- Pengujian Beton
Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan benda uji beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- σ_c = Kuat Tekan (kg/cm²)
- P = Beban Tekan (ton)
- A = Luas Permukaan Benda Uji (cm³)

Berat Jenis Beton

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat isi yang dibagi dengan volume. Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui kategori atau kelas dari beton yang telah dibuat. Untuk mengetahui nilai dari berat jenis benda uji, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- ρ = berat jenis beton (kg/m³)
- m = berat beton (kg)
- v = volume beton (m³)

Resapan Beton

Uji resapan beton bertujuan untuk memprediksi dan mengetahui kekuatan dan kualitas beton yang dihasilkan. Beton yang berkualitas baik memiliki daya serap air yang kecil dimana jumlah pori-pori pada permukaan sedikit dan rapat.

Penyerapan air pada beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

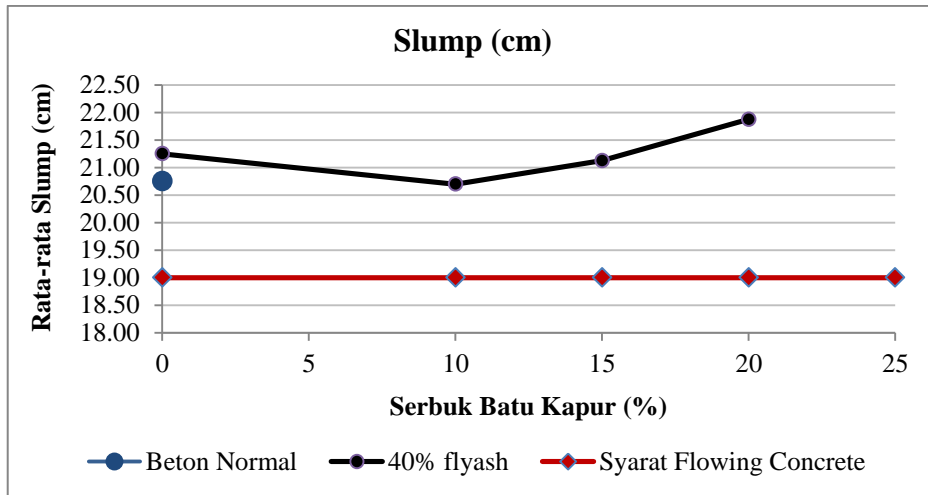
- m_j = Massa sampel jenuh (gram)
- m_k = Massa sampel kering (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

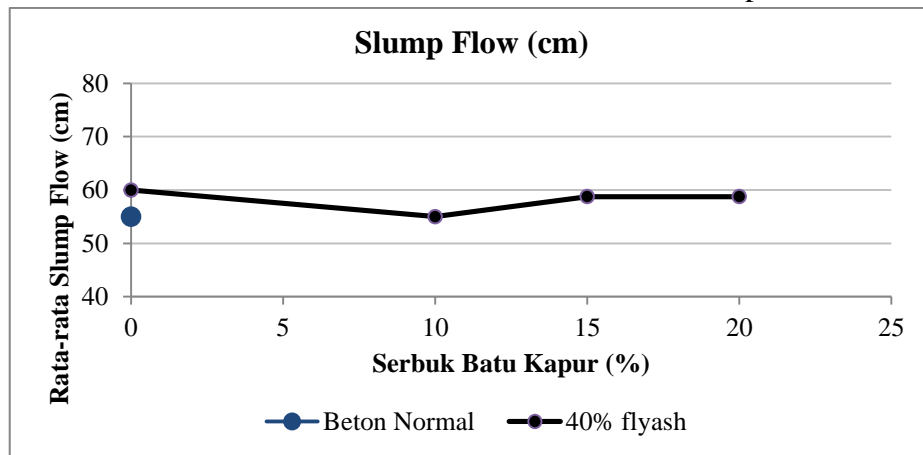
Hasil Pengujian Slump dan Flow

Tabel 3 Hasil Nilai Slump Flow

| No | Proporsi campuran | Nilai Slump Rata-rata(cm) | Nilai Flow Rata-rata (cm) |
|----|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 0% FA 0% SBK | 20.75 | 55 |
| 2 | 40% FA 0% SBK | 21.25 | 60 |
| 3 | 40% FA 10% SBK | 20.70 | 55 |
| 4 | 40% FA 15% SBK | 21.13 | 58.75 |
| 5 | 40% FA 20% SBK | 21.88 | 58.75 |



Gambar 2 Grafik Analisa Hasil Nilai Slump



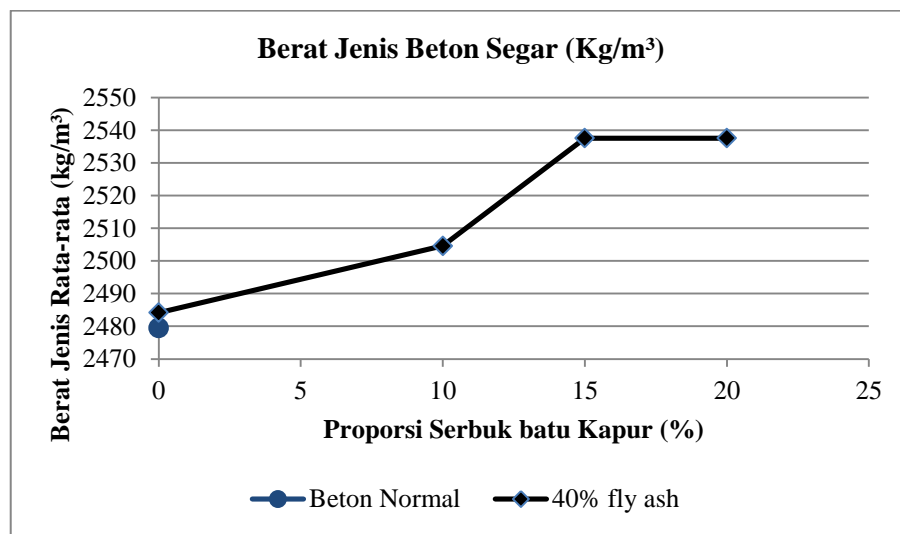
Gambar 3 Grafik Analisa Hasil Nilai Flow

Dari percobaan slump pada Gambar 2 dapat dilihat nilai slump seluruh campuran beton telah memenuhi syarat untuk menjadi beton alir/ *flowing concrete* yaitu nilai slump lebih besar dari 19 cm (ASTM C 1017). Nilai Slump dan nilai flow untuk campuran beton yang menggunakan bahan tambah fly ash dan serbuk batu kapur memiliki nilai slump dan nilai flow yang lebih tinggi, tetapi tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan campuran beton yang tidak menggunakan bahan tambah fly ash dan serbuk batu kapur. Nilai slump dan flow yang tinggi dikarenakan akibat dari penambahan *superplasticizer* pada setiap campuran adukan beton.

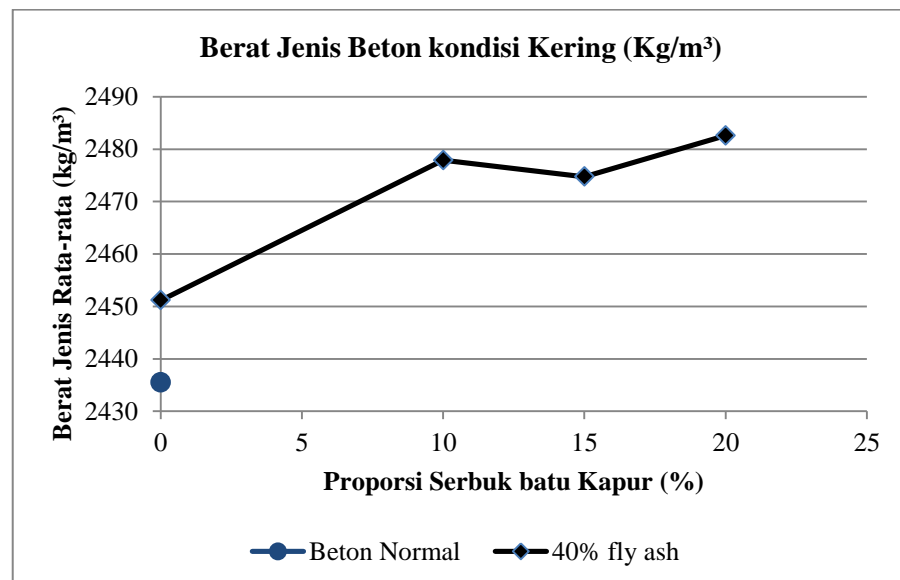
Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Segar dan kondisi kering.

Tabel 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton

| No. | Proporsi Campuran | Berat Jenis Beton Segar Rata rata (kg/m ³) | Berat Jenis Beton Kondisi Kering Rata rata (kg/m ³) |
|-----|-------------------|--|---|
| 1 | 0 % FA 0 % SBK | 2479.46 | 2435.466 |
| 2 | 40 % FA 0 % SBK | 2484.18 | 2451.178 |
| 3 | 40 % FA 10 % SBK | 2504.60 | 2477.890 |
| 4 | 42 % FA 15 % SBK | 2537.60 | 2474.747 |
| 5 | 43 % FA 20 % SBK | 2537.60 | 2482.604 |



Gambar 4 Grafik Analisa Hasil Nilai Berat Jenis Beton Segar



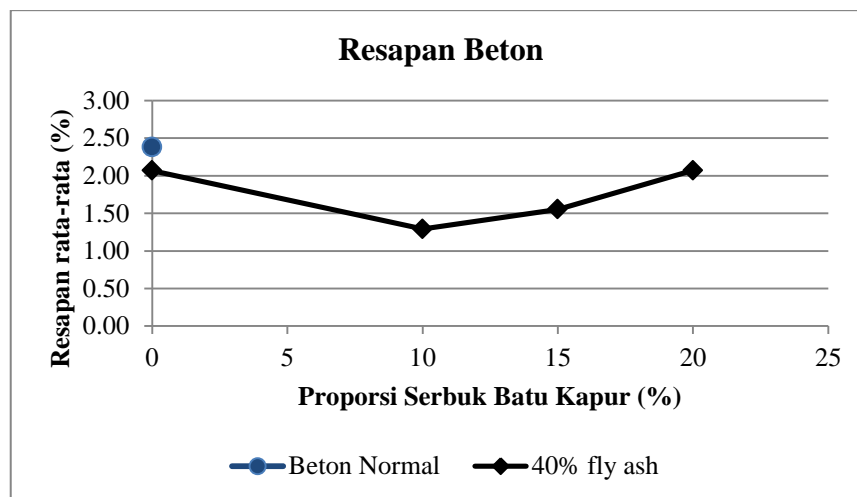
Gambar 5 Grafik Analisa Hasil Nilai Berat Jenis Beton kondisi Kering

Dari hasil penambahan proporsi 40% *flyash* dan penambahan variasi serbuk batu kapur dengan prosentasi lebih banyak maka nilai dari berat jenis semakin bertambah. Penambahan Proporsi campuran 40% *flyash* dan serbuk batu kapur (0%, 10%, 15% dan 20%) memiliki nilai berat jenis lebih besar dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan bahan tambah *flyash* dan serbuk batu kapur. Penambahan serbuk batu kapur dan fly ash sebagai bahan tambah otomatis akan menambah campuran filler dari beton, sehingga filler ini akan mengisi rongga diantara agregat sehingga mengakibatkan kenaikan pada nilai berat jenis beton tersebut. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa adanya *flyash* dan serbuk batu kapur sebagai bahan tambah dapat meningkatkan nilai berat jenis beton.

Hasil Pengujian Resapan Beton

Tabel 5 Hasil Pengujian Resapan Beton

| No. | Proporsi Campuran | Resapan Rata rata (%) |
|-----|-------------------|-----------------------|
| 1 | 0 % FA 0 % SBK | 2.38 |
| 2 | 40 % FA 0 % SBK | 2.07 |
| 3 | 40 % FA 10 % SBK | 1.29 |
| 4 | 42 % FA 15 % SBK | 1.55 |
| 5 | 43 % FA 20 % SBK | 2.07 |



Gambar 6 Grafik Analisa Hasil Nilai Resapan Beton

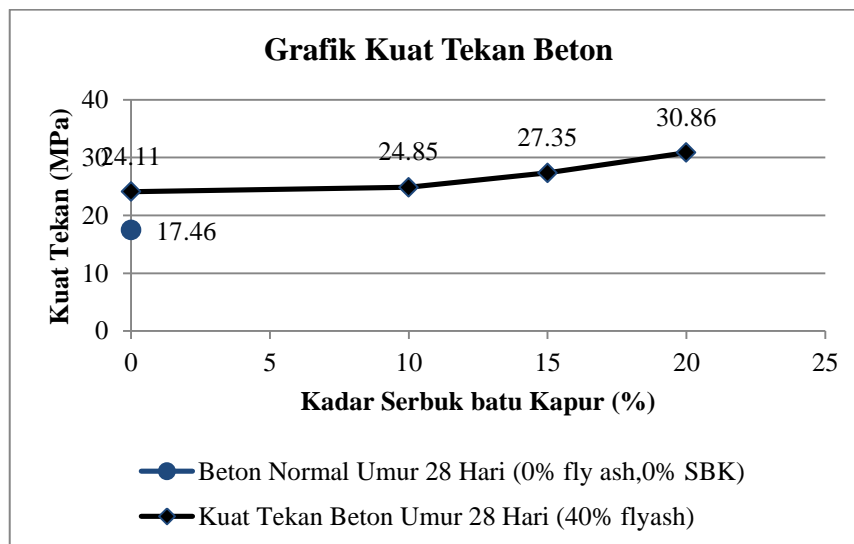
Rongga yang terdapat pada beton mempengaruhi nilai resapan pada beton, Semakin besar nilai resapan maka beton lebih rentan terhadap kerusakan, pembekuan dan pencairan. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa beton yang menggunakan campuran flyash dan serbuk batu kapur mempunyai nilai resapan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal (0% flyash 0% serbuk batu kapur). Pada beton campuran fly ash 40% dengan proporsi 0% ke 10% serbuk batu kapur

terjadi penurunan nilai resapan yaitu dari 2,07% ke 1,29%, pada proporsi 10% ke 15% terjadi kenaikan nilai resapan yaitu dari 1.29% ke 1,55% dan pada proporsi 15% ke 20% terjadi kenaikan nilai resapan yaitu dari 1,55% ke 2,07%.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan

| No. | Proporsi Campuran | Kuat Tekan Rata-rata (Mpa) |
|-----|-------------------|----------------------------|
| 1 | 0 % FA 0 % SBK | 17.4618 |
| 2 | 40 % FA 0 % SBK | 24.1139 |
| 3 | 40 % FA 10 % SBK | 24.8531 |
| 4 | 40 % FA 15 % SBK | 27.3476 |
| 5 | 40 % FA 20 % SBK | 30.8585 |



Gambar 7 Grafik Analisa Hasil Nilai Kuat Tekan

Pada grafik kuat tekan beton tersebut disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton untuk beton umur 28 hari dengan campuran 40% *flyash* mempunyai nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan beton normalnya (campuran 0% *flyash* dan 0% serbuk batu kapur). Nilai kuat tekan beton yang paling besar adalah beton umur 28 hari dengan proporsi 40% *flyash* dan 20% serbuk batu kapur yaitu dengan nilai 30,86 MPa. Dari hasil data dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan serbuk batu kapur dapat menambah nilai kuat tekan beton. Kekuatan beton akan berkurang jika beton kurang padat, karena beton yang kurang padat akan berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang. Jumlah serta jenis semen juga sangat mempengaruhi kuat tekan beton, yang pada dasarnya sebanyak 60-65 % dari komposisi semen adalah kapur.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serbuk batu kapur dapat menaikkan nilai slump pada beton yang menggunakan campuran 40% fly ash.
2. Penambahan serbuk batu kapur dalam kadar 0%, 10%, 15% dan 20% serbuk batu kapur dapat menambah nilai berat jenis beton baik dalam keadaan beton masih segar maupun saat kondisi kering. Semakin besar kadar serbuk batu kapur maka semakin besar pula berat jenis beton yang dihasilkan.
3. Penambahan flyash dan serbuk batu kapur (kadar 0%, 10%, 15% dan 20%) menghasilkan nilai resapan beton yang lebih rendah.
4. Penambahan serbuk batu kapur (kadar 0%, 10%, 15% dan 20%) serta fly ash sebagai bahan tambah dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dibandingkan beton tanpa tambahan serbuk batu kapur dan flyash (beton normal)
5. Presentase proporsi optimum serbuk batu kapur sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan rata rata per campuran adalah proporsi 40% fly ash dan 15% serbuk batu kapur.

5. REFERENSI

- Abrams, Duff A. Structural Materials Research Laboratory. 1991.
- ACI Committee 226. (1988). Use of Fly Ash in Concrete. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- ASTM Standart C33. (2003). *Standard Spesification for Concrete Aggregates, (ASTM C 33-03)*. Whest Conshohocken, PA, USA:ASTM International.
- Badan Standardisasi Nasional. "SNI 03-2847-2002 "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung". Bandung, 2002.
- Badan Standardisasi Nasional."SNI 4433:2016 "Spesifikasi beton segar siap pakai (ASTM C94/C94M-14, IDT)"." 2016.
- Dewi Rara Wiyati Syaka. ' Pembuatan Beton Normal dengan Fly Ash Menggunakan Mix Desain yang Dimodifikasi". Jember, 2013
- Gudissa, W, and A Dinku. The use of limestone powder as an alternative cement replacement material: An experimental study, 2010.
- Hajime Okamura and Masahiro Ouchi. Self-Compacting Concrete. Maret 30, 2003.
- Mulyono, Tri. "Kapur Sebagai Bahan Tambah untuk Beton Normal." 55 ISSN: 1907-4360, 2006.
- Pangestu, Masyogo; Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Sim, Ariyanto Mulya; Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Antoni; Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Krsiten Petra, Hardjito, Djwant.
- PENGARUH PENGGUNAAN KOMBINASI VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURES DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP RHEOLOGI MORTAR DAN BETON SELF COMPACTING CONCRETE, 2015: 1-8.

R. Trimurtiningrum., Aman Subakti. *Compressive Strength and Shrinkage Test of Flowing Concrete Using Fly Ash and Naphtalene-Based Superplasticizer*, 2017.

Samekto, Wuryati. Yogyakarta: Kanisius, 2001.

Subakti, A . M. Irmawan, B. Piscesa (2010) . *Teknologi Beton dalam Praktek*, Surabaya. ITS Press