

STUDI KORELASI POROSITAS BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON RATA- RATA MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR BATU ANGUS

*Sary Shandy*¹⁾ · *Joni Hermanto*²⁾

Dosen Fakultas Teknik UMMU

ABSTRAK

Agregat kasar yang berongga atau banyak memiliki pori akan mengakibatkan nilai porositas beton menjadi besar, karena rongga atau pori dari agregat kasar tersebut akan menyerap air yang berada disekelilingnya. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan agregat kasar yang berongga (batu angus), hubungan porositas beton terhadap nilai kuat tekan beton rata-rata dengan studi ekperimen yang dilakukan pada laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Maluku Utara. Penelitian diawali dengan persiapan material agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar dan halus untuk beton normal diambil dari desa Tabanga. Sedangkan untuk agregat kasar beton poros diambil dari kelurahan Kulaba. Pengujian karakteristik masing-masing material kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji silinder dengan dimensi 15x30 cm. Berdasarkan penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin besar penggunaan agrgat yang mengandung pori (batu angus) pada beton maka semakin menurunkan nilai kuat tekan beton. Pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan agregat kasar batu Angus Kuat tekan tertinggi yang terjadi pada pada umur rencana 3 hari sebesar 18.34 Mpa, umur rencana 7 hari sebesar 7.84 Mpa, umur rencana 14 sebesar 8.18 Mpa, umur rencana 21 hari sebesar 12.28 Mpa, dan umur rencana 28 hari sebesar 9.35 Mpa, Penurunan nilai kuat tekan dikarenakan terdapatnya banyak pori pada agregat yang digunakan, sehingga mengakibatkan banyak rongga dan menurunkan kekuatan dari benda uji tersebut. Penurunan nilai kuat tekan beton rata-rata jika dibandingkan dengan beton normal adalah sebesar 76,35%.

Kata kunci: Porositas, Batu Angus, Beton Poros

¹⁾ Dosen Fakultas Teknik UMMU

²⁾ Dosen Fakultas Teknik UMMU

PENDAHULUAN

Beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa tambah (*admixture*). Agregat halus dan agregat kasar biasanya diambil dari material lokal yang disediakan oleh alam sekitar. Salah satu material alam yang sering kali digunakan oleh masyarakat di Kota Ternate adalah material endapan erupsi vulkanik gunung Gamalama. Masyarakat lokal menyebutnya batu Angus.

Kekuatan beton tidak terlepas dari sifat-sifat material penyusunnya. Khususnya dari segi fisik misalnya porositas dan mekanis misalnya kuat tekan beton. Porositas beton didefinisikan sebagai perbandingan volume *void* (pori) terhadap volume total beton. Porositas beton adalah tingkatan yang menggambarkan kepadatan konstruksi beton dalam beton terhadap volume benda (volume total beton).

Batu Angus berdasarkan analisis petrografi termasuk dalam batuan beku jenis Adesite Piroksen. Karakteristik dari jenis batuan ini adalah berukuran 2-40 cm (kadang

bisa berupa pasir halus) berwarna kecoklatan hingga abu-abu tua, *semi-consolidated*, porositas sedang, permeabilitas sedang. Penelitian ini memberikan gambaran penggunaan batu Angus sebagai agregat kasar terhadap kekuatan beton normal dan berapa kuat tekan beton rata-rata dengan menggunakan batu Angus.

LANDASAN TEORI

Pengertian Beton

Definisi beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis dan yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat sesuai SNI-03-2847-2002. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.

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

masing-masing.

Bahan dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (*workability*), karena dari segi kemudahan pengerjaan terdapat banyak variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton yang sudah mengeras mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Sedangkan beton yang dalam keadaan segar mudah dibentuk sesuai dengan keinginan perencana. Selain itu beton juga tahan terhadap serangan api dan serangan korosi. Menurut Mulyono (2005), secara umum kelebihan dan kekurangan beton yaitu :

1. Kelebihan
 - a. Dapat mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - b. Mampu memikul beban yang berat.
 - c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
 - d. Biaya pemeliharaan yang kecil.
2. Kekurangan
 - a. Bentuk yang telah dibuat sulit

untuk diubah.

- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Berat jenis lebih tinggi.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberi baja tulangan atau tulangan kasa.

Bahan – Bahan Dasar Pembentuk Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (*admixture*) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan (Mulyono, 2005).

Bahan dasar pembentuk beton sebagai berikut :

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat 60%-70% dari volume beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton tapi juga mempengaruhi ketahanan. Agregat yang akan

digunakan pada campuran beton ada dua, yaitu:

a. Agregat kasar (kerikil)

Sifat agregat kasar mempunyai pengaruh terhadap kekuatan beton sehingga harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, kuat dan bergradasi baik. Agregat kasar dapat diperoleh dari batu pecah dan kerikil alami.

b. Agregat halus (pasir)

Agregat halus dapat diperoleh secara alami maupun buatan. Agregat halus yang baik adalah yang terbebas dari beberapa bahan organik, lempung dan bahan-bahan lain yang merusak beton. Dari bentuk fisiknya, agregat harus mempunyai butiran yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca.

2. Semen

Semen berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat dalam adukan beton agar terjadi susut massa yang padat. Pasta semen adalah campuran antara semen dengan air, menjadi mortar apabila dicampur dengan agregat

halus dan akan membentuk beton bila ditambah agregat kasar.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen *portland* dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut:

1. Semen Tipe I

Digunakan pada konstruksi biasa di mana sifat yang khusus tidak diperlukan.

2. Semen Tipe II

Digunakan pada konstruksi biasa di mana diinginkan perlawanan terhadap sulfat atau panas dari hidrasi sedang.

3. Semen Tipe III

Digunakan jika kekuatan permulaan yang tinggi diinginkan.

4. Semen Tipe IV

Digunakan jika panas yang rendah dari hidrasi diinginkan.

5. Semen Tipe V

Digunakan jika daya tahan tinggi terhadap sulfat diinginkan.

3. Air

Pada pekerjaan beton, air mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai media untuk

pencampuran, mengecor dan memadatkan serta memelihara beton. Disamping itu juga air

berfungsi sebagai bahan baku yang mengakibatkan terjadinya proses kimia, sehingga semen dapat bereaksi dan mengeras.

SNI 7974 : 2013 “Spesifikasi air pencampuran yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulic (ASTM C1602-06, IDT)” dalam Pasal 4 ayat 1 s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut:

- a. Air pencampur dapat meliputi :
 - 1) Air untuk pengadukan (air yang ditimbang atau diukur *dibatching plant*).
 - 2) Es.
 - 3) Air yang ditambahkan oleh operator truk.
 - 4) Air bebas pada agregat-agregat, dan
 - 5) Air yang masuk dalam bentuk bahan-bahan tambahan, apabila air ini dapat meningkatkan rasio air semen lebih dari 0,01.

- 6) Air yang masuk dalam bentuk bahan-bahan tambahan, apabila air ini dapat meningkatkan rasio air semen lebih dari 0,01.
 - b. Air minum boleh digunakan sebagai air pencampur beton tanpa diuji.
 - c. Air pencampur yang seluruh atau sebagian terdiri dari sumber-sumber air yang tidak dapat diminum atau air dari produksi beton boleh digunakan dalam setiap proporsi dengan batasan kualitas yang memenuhi persyaratan tabel 1. Bila merupakan pilihan pembeli atau bila sesuai untuk konstruksi, maka batasan yang tercantum pada tabel 2 harus disyaratkan pada waktu pemesanan beton sesuai dengan informasi pemesanan dalam ASTM C 94.

Tabel 1. Persyaratan kinerja beton untuk air pencampuran

	Batasan	Metode Uji
Persentase (%) Kekuatan tekan, minimum terhadap control pada umur 7 hari. ^{(a)(b)}	9 0	ASTM C31/C31M, ASTM C39/C39M
Deviasi waktu terhadap control, jam: menit. ^(a)	Lebih awal 1:00 Lebih lambat 1:30	ASM C403/C403M

Sumber. *SNI 7974-2013*

- 1) Perbandingan harus didasarkan pada proporsi-proporsi tetap untuk suatu rancangan campuran beton yang mewakili sumber air yang dirag

- 2) ukan dan suatu campuran kontrol menggunakan 100% air yang dapat diminum atau destilasi.
- 3) Hasil-hasil kuat tekan harus didasarkan pada paling sedikit dua spesimen uji standar dari sampel komposit.

Persyaratan untuk beton

sesuai dengan ACI 318 harus diikuti apabila produsen dapat membuktikan bahwa batasan-batasan air pencampur ini boleh dilampaui. Untuk kondisi-kondisi yang memperbolehkan penggunaan calcium chlorida (CaCl₂) sebagai bahan tambahan pemercepat pengerasan, batasan chlorida boleh diabaikan oleh pembeli.

	Batasai	Metod Uji
Konsentrasi maksimum dalam air kombinasi, ppm		
b		
A. Chlorida sebagai Cl ⁻ , ppm		
1. Pada beton prategang, lantai jembatan, atau lainnya	500 ^c	C11 4
2. Beton bertulang lain dalam lingkungan yang basah atau mengandung aluminium atau logam-logam lain atau bekisting logam yang digalvanis	1000 ^c	C11 4
B. Sulfat sebagai SO ₄ , ppm	3000	C11 4
C. Alkali sebagai (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), ppm	600	C11 4
D. Massa bahan padat total, ppm	50 000	C16 03

Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume pori (volume yang ditempati oleh fluida) terhadap volume total beton (volume benda uji). Jarak pori pada beton umumnya terjadi akibat kesalahan dalam pelaksanaan dan pengecoran seperti faktor air semen yang berpengaruh pada lekatan

Tabel 2. Batasan Kimiawi Tambahan Untuk Air Pencampur Kombinasi^A

Sumber. SNI 7974-2013

Porositas

Batasan spesifikasi dalam tabel 2.1 tidak mengikat untuk masing-masing item atau secara keseluruhan mengacu pada ASTM C94. Ppm adalah singkatan dari *parts per million*.

antara pasta semen dengan agregat, besar kecilnya nilai slump, pemilihan tipe susunan gradasi agregat gabungan, maupun terhadap lamanya pemadatan. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada beton maka semakin besar kuat tekan atau mutu beton, sebaliknya semakin besar porositas beton, maka kekuatan beton akan

semakin kecil.

Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton menggambarkan besar kecilnya kekuatan beton dalam menyangga suatu konstruksi. Semakin padat beton, maka kekuatannya juga akan semakin besar sehingga dapat menyangga konstruksi yang lebih berat. Sebaliknya semakin renggang beton, maka kekuatannya juga akan semakin lemah sehingga hanya bisa menyangga konstruksi yang ringan dan ketahanannya jugatidak terlalu lama.

Hubungan antara Porositas terhadap Kuat tekan Beton

Porositas dengan kuat tekan beton, mempunyai hubungan yang erat. Porositas adalah persentase pori-pori pada agregat maupun pada beton.

yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak maksimal. Porositas beton juga

Porositas dapat mempengaruhi kuat tekan, dimana presentasi pori-pori dapat mengakibatkan penurunan kuat tekan pada beton.

Hubungan atau korelasi antara porositas terhadap kuat tekan beton yaitu semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Peningkatan persentase porositas memiliki keterkaitan terhadap penurunan kuat tekan maupun kuat tarik beton.

Porositas beton adalah tingkatan yang menggambarkan kepadatan konstruksi beton. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada beton maka semakin besar kuat tekan atau mutu beton, sebaliknya semakin besar porositas beton, maka kekuatan beton akan semakin kecil.

Kuat Tekan Beton

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan beton pada umur 28 hari yang sebenarnya apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakkan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

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

A

Dengan :

- f_c' = Kuat tekan beton (MPa)
- P = Beban tekan maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm²)

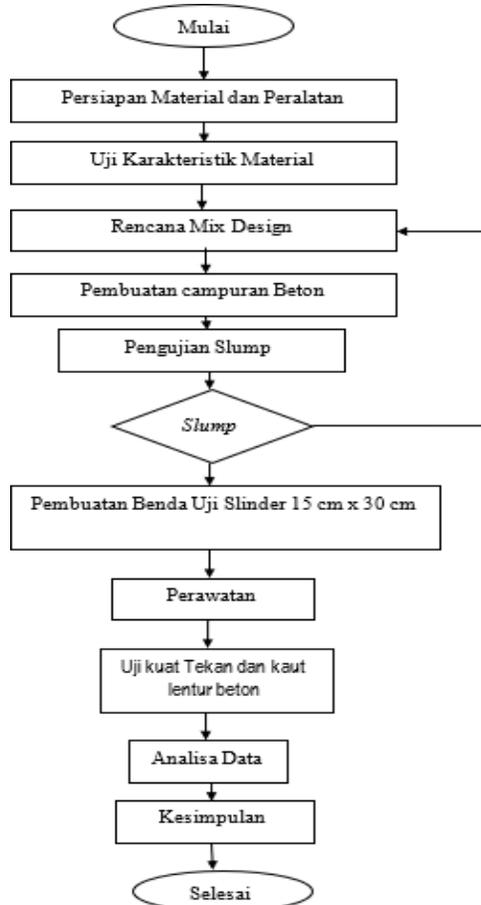
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi ekperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Maluku Utara.

Secara garis besar langkah – langkah yang ditempuh dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Melakukan pemeriksaan terhadap bahan – bahan pembentuk beton dalam penelitian ini
2. Merencanakan proporsi campuran (*mix design* dan pembentukan benda uji beton berbentuk silinder 15 cm x 30 cm.
3. Melakukan pengujian nilai *Slump*
4. Melakukan perawatan benda uji sampai mencapai umur rencanakan

5. Melakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton mutu K-250 Alur penelitian disajikan dalam gambar 1.

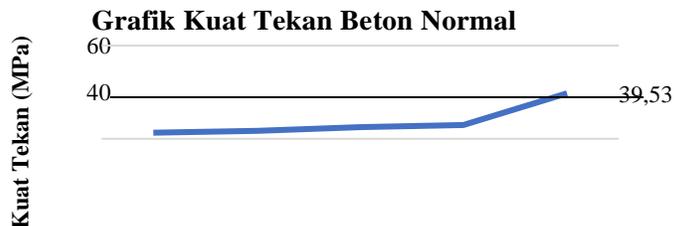


Gambar.1 Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Beton Normal

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal didapat hasil seperti yang ditampilkan dalam grafik pada gambar 2. Tren grafik menunjukkan kenaikan nilai kuat tekan di tiap hari pengujian. Dimulai pada pengujian hari ke-3 dengan kuat tekan 22,67 MPa, pada hari ke 7 naik menjadi 23,42 MPa, dan terus naik hingga hari ke 28 menjadi 39,53 MPa.

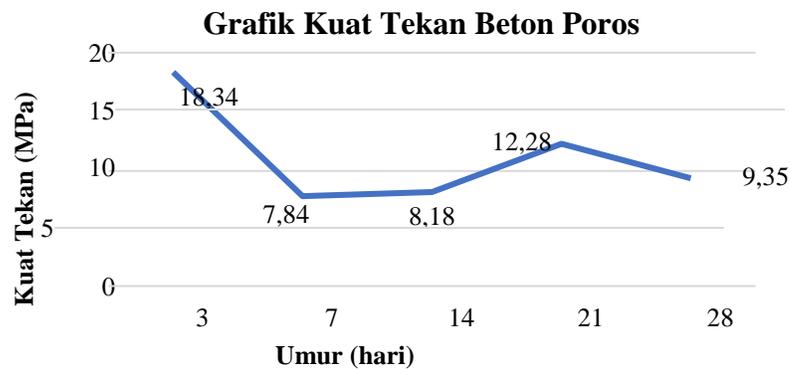




Gambar 2. Grafik kuat tekan beton Normal

Kuat Tekan Beton Poros

Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan pasir gunung desa Tabanga dan Batu Angus dari Desa Kulaba, pada umur beton 3 hari diperoleh 18,34 MPa, dan pada umur-umur berikutnya kuat tekan beton mengalami penurunan pada umur 28 hari menjadi 9,35 MPa. Kuat tekan beton porous disajikan dalam gambar 3, grafik nilai kuat tekan beton porous.

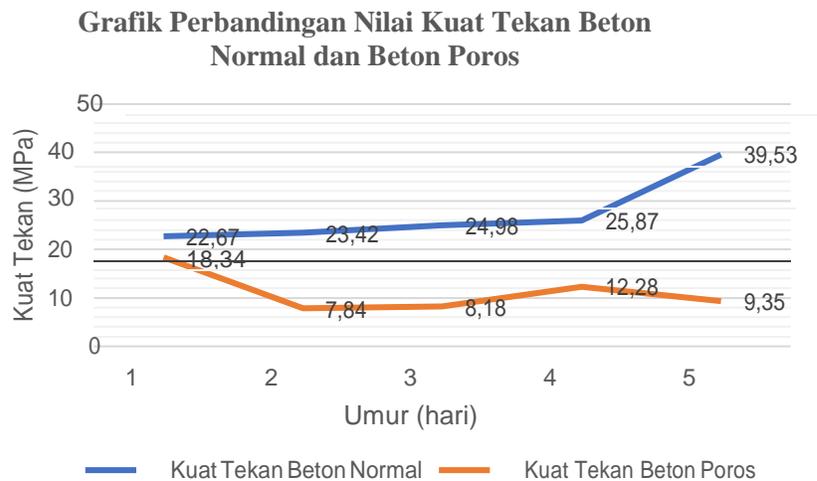


Gambar 3. Grafik kuat tekan beton Poros

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan batu Angus/ beton porous pada tiap penambahan hari mengalami penurunan. Hal mendasar yang mempengaruhi terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton porous adalah diakibatkan karena agregat kasar yang digunakan pada beton porous adalah agregat batu Angus. Morfologi dari batu Angus sendiri memiliki banyak rongga, sehingga mengakibatkan banyaknya pori pada benda uji. Pori-pori yang menempati hampir setengah dari volume benda uji akan secara signifikan menurunkan nilai kuat tekan beton.

Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Kuat Tekan Beton Poros

Perbedaan besarnya nilai kuat tekan beton porous dan kuat beton normal disajikan dalam gambar 4.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal dan Kuat Tekan Beton Poros

Dari grafik dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan beton normal menunjukkan tren naik dan kuat tekan beton porous pada kondisi optimum mengalami penurunan nilai kuat tekan. Jika dipersentasikan maka selisih kuat tekan beton normal dan beton porous pada kondisi kuat tekan optimum adalah sebesar 76,35%.

KESIMPULAN

1. Semakin besar penggunaan agregat yang mengandung pori (batu Angus) pada beton maka semakin menurunkan nilai kuat tekan beton.
2. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan agregat kasar batu Angus kuat tekan tertinggi yang terjadi pada umur rencana 3 hari sebesar 18.34 Mpa, umur rencana 7 hari sebesar 7.84 Mpa, umur rencana 14 sebesar 8.18 Mpa, umur rencana 21 hari sebesar 12.28 Mpa, dan umur rencana 28 hari sebesar 9.35 Mpa, Penurunan nilai kuat tekan dikarenakan terdapatnya banyak pori pada agregat yang digunakan, sehingga mengakibatkan banyak rongga dan menurunkan kekuatan dari benda uji tersebut. Penurunan nilai kuat tekan beton rata-rata jika dibandingkan dengan beton normal adalah sebesar 76,35%.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A Gede Sutapa. 2011. Porositas, Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah dengan menggunakan Agregat Batu Pecah Pasca dibakar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol 15 No.1.* Denpasar
- Anonim, 1989, Metode Pengujian Kuat Beton. Departemen Pekerjaan Umum. LPMB, Bandung.
- Anonim. 2013, Spesifikasi air pencampur yang digunakan dalam Produksi beton hidrolis. BSN. Jakarta
- SNI-1969-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
- SNI-2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles