

Studi Mengenai Pengaruh Faktor Air-Semen dan Nilai *Slump* Beton Segar terhadap Permeabilitas Beton

CHANDRA BUDHI RIZKY, PRIYANTO SAELAN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: chabudh@gmail.com

ABSTRAK

Permeabilitas beton memiliki peran penting dalam mempertahankan umur suatu struktur bangunan, serta dipengaruhi oleh faktor air-semen, dan porositas beton. Dari suatu nilai faktor air-semen yang sama maka dapat dibuat campuran beton dengan nilai slump yang berbeda. Nilai slump yang berbeda membutuhkan jumlah air yang berbeda hal ini diduga akan mengakibatkan nilai koefisien permeabilitas yang lebih tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan membuat campuran beton menggunakan cara Dreux Gorrise - ITENAS, untuk faktor granular [G] 0,55; faktor air-semen 0,4; 0,5; dan 0,6; serta slump rencana 30-60 mm dan 60-180 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan grafik hubungan antara faktor air-semen dan nilai slump dengan nilai koefisien permeabilitas. Hasil dari grafik menunjukkan faktor air-semen 0,5 dengan nilai slump 30-60 mm nilai koefisien permeabilitasnya adalah $5,790 \times 10^{-9}$ m/dtk. Sedangkan untuk faktor air-semen 0,5 dengan nilai slump 60-180 mm nilai koefisien permeabilitasnya adalah $7,674 \times 10^{-9}$ m/dtk.

Kata kunci: *permeabilitas beton, porositas beton, nilai slump, faktor air-semen*

ABSTRACT

Permeability of concrete has an important role in maintaining the life of a building structure, also influenced by a water-cement ratio and porosity of the concrete. From a value of the same water-cement ratio, concrete mixtures can be made with different slump values. Different slump values require different amounts of water, this is thought to result in higher permeability coefficient values. This research was carried out by making a concrete mixture using the Dreux Gorrise - ITENAS method, for granular factors [G] 0.55, water-cement ratio 0.4, 0.5, and 0.6, and slump plans 30-60 mm and 60-180 mm. The results of this study show a graph of the relationship between the water-cement ratio and slump value with the permeability coefficient value. The results of the graph show a water-cement factor of 0.5 with a slump value of 30-60 mm the value of the permeability coefficient is 5.790×10^{-9} m/sec. While for the water-cement factor 0.5 with a slump value of 60-180 mm the value of the permeability coefficient is 7.674×10^{-9} m/sec.

Keywords: *permeability of concrete, porosity of concrete, slump value, water-cement ratio*

1. PENDAHULUAN

Permeabilitas beton dapat juga diartikan kemampuan bertahan dalam segala kondisi, cuaca, reaksi kimia, dan pengikisan. Permeabilitas beton terjadi dalam dua cara yaitu terjebaknya gelembung udara akibat pemadatan beton yang belum sempurna dan rongga yang terbentuk akibat air dalam campuran beton yang menguap pada saat pelaksanaan pekerjaan beton. Faktor yang mempengaruhi permeabilitas beton diantaranya: faktor air-semen dan porositas beton. Semakin tinggi faktor air-semen semakin tinggi permeabilitas beton. Demikian pula dengan porositas beton, semakin tinggi kadar pori beton semakin tinggi permeabilitasnya. . Semakin tinggi nilai *slump* semakin tinggi air yang ditambahkan. Semakin banyak air yang ditambahkan maka beton akan memiliki pori yang makin besar saat beton mengeras disebabkan air yang menguap semakin banyak. Maka semakin tinggi nilai *slump* diduga semakin tinggi permeabilitas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton adalah kemampuan beton untuk dilalui oleh air. Permeabilitas beton terjadi dalam dua cara yaitu terjebaknya gelembung udara akibat pemadatan beton yang belum sempurna dan rongga yang terbentuk akibat air dalam campuran beton yang menguap pada saat pelaksanaan pekerjaan beton. Akibat adanya rongga dan udara pada beton keras maka beton tidak kedap terhadap air, beton yang tidak kedap air mengakibatkan tulangan pada beton akan korosi dan berkurangnya volume air karena air memasuki rongga beton.

Perhitungan permeabilitas menggunakan Hukum Darcy. Hal ini dinyatakan dengan menggunakan **Persamaan 1**.

$$K = \frac{\rho g Q L}{P A} \quad \dots(1)$$

halmana:

K = koefisien permeabilitas [m/dtk],

ρ = massa jenis air [kg/m³],

g = percepatan gravitasi [m/dtk²],

Q = debit aliran air [m³/dtk],

L = panjang atau tinggi sampel [m],

P = tekanan air [kg/m²],

A = luas penampang sampel [m²].

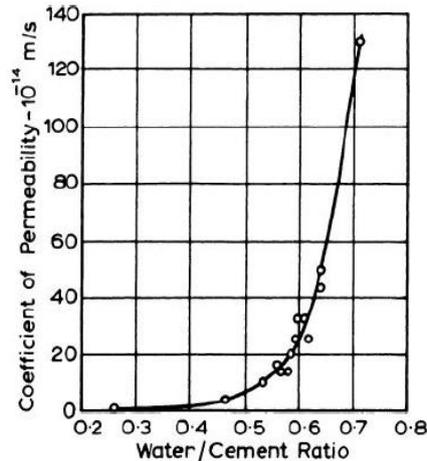
2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton dipengaruhi oleh beberapa faktor.

2.2.1 Faktor Air-Semen

Dalam pencampuran beton, air secara tidak langsung bertanggungjawab pada nilai koefisien permeabilitas. Hal ini ditunjukkan dalam **Gambar 1**.

Studi Mengenai Pengaruh Faktor Air-Semen dan Nilai Slump Beton Segar terhadap Permeabilitas Beton

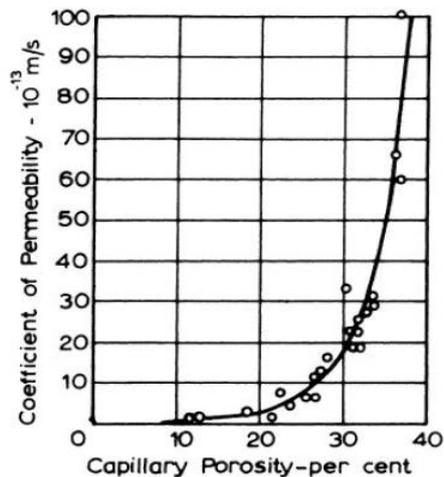


Gambar 1. Hubungan antara permeabilitas pasta semen dan faktor air-semen (Sumber: Neville, A.M., 1963)

Hasil penelitian pada **Gambar 1** dapat dijelaskan berikut ini. Jika faktor air-semen semakin kecil maka jumlah air yang digunakan semakin kecil. Apabila jumlah air yang digunakan semakin kecil maka rongga yang terjadi pada beton keras akan semakin kecil. Jika rongga yang terjadi semakin kecil maka jumlah air yang melewati beton keras semakin sedikit sehingga nilai koefisien permeabilitas beton semakin kecil.

2.2.2 Porositas Beton

Dalam beton keras, permeabilitas dipengaruhi oleh ukuran, bentuk, distribusi gradasi, dan kontinuitas dari pori-pori. Karena adanya perbedaan ukuran pasta semen dengan agregat kasar maka permeabilitas yang terjadi akan berbeda. Hal ini disebabkan oleh porositas kapiler. Semakin besar porositas kapiler semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas. Hal ini ditunjukkan dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Hubungan antara permeabilitas dan porositas kapiler (Sumber: Neville, A.M., 1963)

2.2.3 Nilai Slump

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *slump* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perkiraan Kadar Air Bebas [kg/m³] yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum [mm]	Jenis Agregat	Slump [mm]			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan: Koreksi suhu udara (untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m² adukan beton)

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2000)

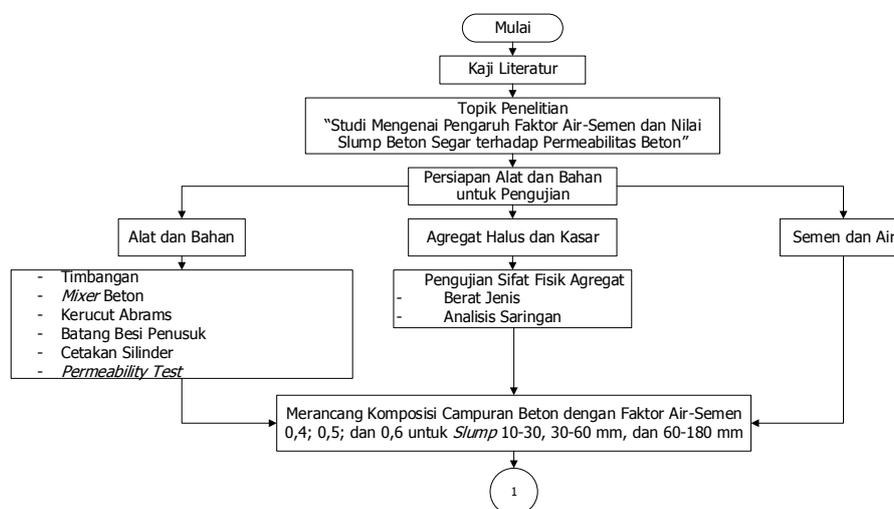
Dari **Tabel 1** dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi nilai *slump* adalah jumlah air, ukuran butir agregat dan tidak dipengaruhi oleh faktor air-semen. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin tinggi pula jumlah air yang diperlukan. Apabila jumlah air yang digunakan semakin tinggi maka diduga akan membuat rongga udara pada beton keras semakin besar, dan hal ini diduga akan menyebabkan nilai koefisien permeabilitas semakin besar.

Dari suatu nilai faktor air-semen yang sama maka dapat dibuat campuran beton dengan nilai *slump* yang berbeda. Nilai *slump* yang berbeda membutuhkan jumlah air yang berbeda. Campuran dengan nilai *slump* yang tinggi membutuhkan jumlah air yang lebih banyak sehingga diduga akan mengakibatkan nilai koefisien permeabilitas yang lebih tinggi. Dengan demikian maka permeabilitas beton tidak hanya dipengaruhi oleh faktor air-semen, kepadatan atau berat jenis agregat, tetapi juga oleh nilai *slump*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

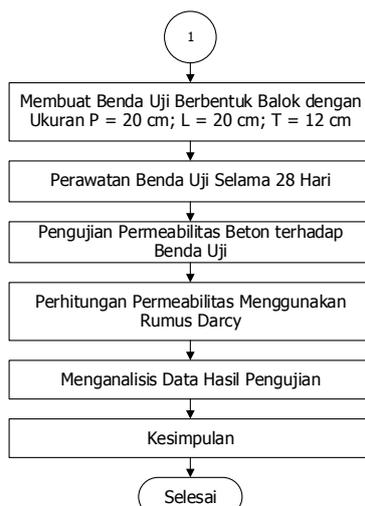
3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengenai studi pengaruh faktor air-semen dan nilai *slump* beton segar terhadap permeabilitas beton dilakukan dengan tahapan-tahapan yang tertera pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Bagan alir metode penelitian

Studi Mengenai Pengaruh Faktor Air-Semen dan Nilai Slump Beton Segar terhadap Permeabilitas Beton



Gambar 3. Bagan alir prosedur penelitian lanjutan

3.2 Data Penelitian

Data Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer. Data primer terdiri dari data material yang digunakan, diperoleh melalui pengujian dan pemeriksaan material, meliputi berat jenis agregat halus dan kasar, absorpsi, dan modulus kehalusan, yang diperlihatkan pada **Tabel 2**. Data komposisi campuran beton untuk membuat benda uji balok dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 12 cm sebanyak 12 buah, yang diperlihatkan pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**, serta **Gambar 4**. Data hasil perhitungan permeabilitas beton berdasarkan pengujian permeabilitas beton.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fisik Material yang Digunakan

Parameter	Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus
Berat Jenis Kondisi SSD [kg/m ³]	3,15	2,65	2,55
Berat Jenis Kondisi Kering [kg/m ³]	-	2,565	2,408
Absorpsi [%]	-	3,665	5,932
Modulus Kehalusan [FM]	-	-	2,773

Tabel 3. Komposisi Campuran Beton untuk 1 m³

Bahan	Faktor Air-Semen 0,4		Faktor Air-Semen 0,5		Faktor Air-Semen 0,6	
	Nilai <i>Slump</i> [mm]		Nilai <i>Slump</i> [mm]		Nilai <i>Slump</i> [mm]	
	30-60	60-180	30-60	60-180	30-60	60-180
Semen [kg]	525	590	420	472	350	393,333
Pasir [kg]	935	935	779,167	935	779,167	779,167
Batu Pecah [kg]	627,167	503,584	877,444	602,854	936	830,978
Air [kg]	210	236	210	236	210	236

Tabel 4. Benda Uji Permeabilitas Beton

Faktor Air-Semen	Nilai <i>Slump</i> [mm]		Bentuk Benda Uji	Jumlah Benda Uji
0,4	30-60	60-180	20 cm x 20 cm x 12 cm	4
0,5	30-60	60-180	20 cm x 20 cm x 12 cm	4
0,6	30-60	60-180	20 cm x 20 cm x 12 cm	4
Jumlah Total Benda Uji				12



Gambar 4. Benda uji

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari:

1. Faktor air-semen 0,4; 0,5; dan 0,6.
2. Nilai *slump* 30-60 mm dan 60-180 mm.
3. Massa jenis air 1.000 kg/m³.
4. Tekanan air 5 kg/cm².
5. Percepatan gravitasi 9,81 m/dtk².

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

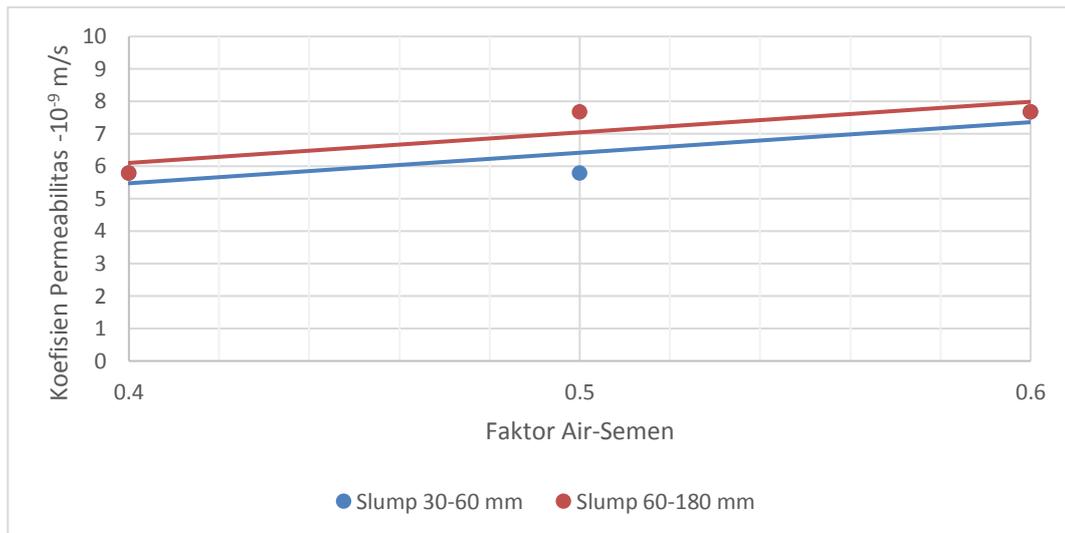
Hasil pengujian permeabilitas beton ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Pengujian Permeabilitas Beton

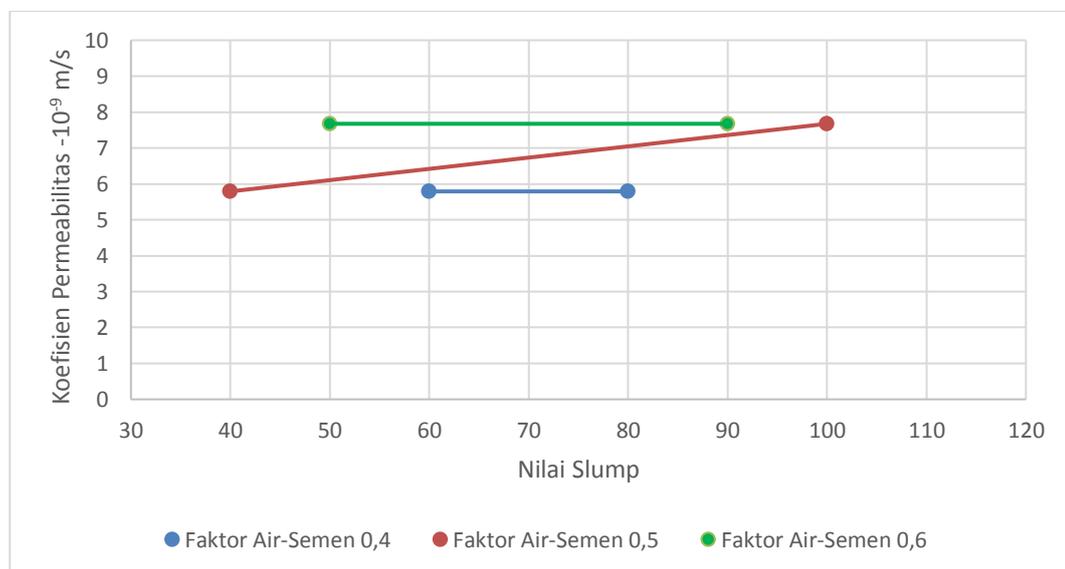
Faktor Air-Semen	Nilai <i>Slump</i> Aktual [mm]	Koef. Permeabilitas x 10 ⁻⁹ [m/dtk]	Kedalaman Penetrasi [cm]	Syarat DIN 1045	Keterangan
0,4	60	5,790	2,75	< 5 cm	memenuhi
	80	5,790	2,7	< 5 cm	memenuhi
0,5	40	5,790	2,2	< 5 cm	memenuhi
	100	7,674	5,35	< 5 cm	tidak memenuhi
0,6	50	7,674	6,1	< 5 cm	tidak memenuhi
	90	7,674	6,5	< 5 cm	tidak memenuhi

Pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** menunjukkan hasil uji permeabilitas beton dalam bentuk grafik.

Studi Mengenai Pengaruh Faktor Air-Semen dan Nilai Slump Beton Segar terhadap Permeabilitas Beton



Gambar 5. Hubungan antara permeabilitas dengan faktor air-semen dan nilai *slump*



Gambar 6. Hubungan antara permeabilitas dengan nilai *slump* dan faktor-air semen

4.2 Pembahasan

Hasil uji permeabilitas rata-rata pada faktor air-semen 0,4 dengan nilai *slump* 30-60 mm serta 60-180 mm nilai koefisien permeabilitasnya adalah $5,337 \times 10^{-9}$ m/dtk. Untuk faktor air semen 0,5 dengan nilai *slump* 30-60 mm koefisien permeabilitasnya adalah $5,337 \times 10^{-9}$ m/dtk. Untuk nilai *slump* 60-180 mm koefisien permeabilitasnya adalah $6,052 \times 10^{-9}$ m/dtk. Sedangkan untuk faktor air semen 0,6 dengan nilai *slump* 30-60 mm serta 60-180 mm nilai koefisien permeabilitasnya adalah $6,052 \times 10^{-9}$ m/dtk.

Berdasarkan hasil uji di atas nilai koefisien permeabilitas memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan pengujian pada **Gambar 1**. Hal tersebut karena adanya perbedaan pada benda yang diujikan. Benda uji beton memiliki nilai porositas yang tinggi. Dengan demikian dugaan nilai *slump* dapat mempengaruhi nilai koefisien permeabilitas adalah benar. Sehingga semakin tinggi nilai *slump* semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Perancangan campuran beton menggunakan faktor air-semen 0,4; 0,5 dan 0,6 dengan nilai *slump* 30-60 mm dan 60-180 mm menghasilkan nilai koefisien permeabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian pada **Gambar 1**.
- b. Dilihat dari hasil kedalaman penetrasi, untuk faktor air-semen 0,5 dengan nilai *slump* 60-180 mm tidak dapat digunakan pada struktur yang berinteraksi langsung dengan air.
- c. Dilihat dari hasil kedalaman penetrasi, untuk faktor air-semen 0,6 dengan nilai *slump* 30-60 mm dan 60-180 mm tidak dapat digunakan pada struktur yang berinteraksi langsung dengan air.
- d. Dengan rentang nilai koefisien permeabilitas 1×10^{-9} m/dtk maka hasil yang didapatkan termasuk beton dengan permeabilitas rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil dari studi ini perlu dikaji lebih lanjut dikarenakan nilai koefisien permeabilitas yang dihasilkan hanya memiliki perbedaan yang terjadi pada faktor air-semen 0,5.
- b. Alat pengujian yang digunakan memiliki ketelitian yang kurang dikarenakan pembacaan alat belum menggunakan sistem komputer sehingga faktor kesalahan pembacaan hasil lebih besar sehingga diperlukannya penelitian ulang dengan alat pengujian yang berbeda agar menghasilkan nilai koefisien permeabilitas yang lebih tepat.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Neville, A. M. (1963). *Properties of Concrete 4th Edition*. Harlow: Pearson Education.