

## **NILAI SLUMP IDEAL UNTUK PERENCANAAN CAMPURAN BETON MUTU 50 Mpa**

Iskandar<sup>1</sup>, Darmansyah Tjitradi<sup>1</sup>, Eliatun<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*Recently, the need of the high strength concrete is increased, because of the rapid technology development in the concrete technology area. In the performing of the high strength concrete is rather difficult on the mixing, pouring, and vibrating, because, the raw concrete mix is very viscous. The aim of this research is to find out the ideal slump value of the high strength concrete mix which is used the local aggregate with superplasticizer and silica fume, therefore it can be performed the good workability of the fresh concrete and design strength of the concrete ( $f_c = 50$  MPa) could be reached. The experiment was conducted by compressive strength testing on one hundred twenty cylinder specimens with the slump value of 0-10 mm, 10-30 mm, 30-60 mm and 60-180 mm. As the result of the test is obtained the idealized design slump value is 30-60 mm.*

**Keywords** : *high strength concrete, local aggregate, slump*

### **PENDAHULUAN**

Konstruksi beton masih menjadi pilihan utama konstruksi dalam bidang Teknik Sipil, karena dianggap yang paling ekonomis dan mudah dilaksanakan. Beton mutu tinggi saat ini sudah banyak dimanfaatkan sebagai konstruksi yang lebih luas lagi seperti jembatan-jembatan besar dengan bentang panjang yang memakai balok/girder dari konstruksi beton, bangunan-bangunan dengan balok terbuat dari beton prategang dan lain-lainnya.

Permasalahan yang dihadapi dilapangan, yaitu saat pelaksanaan pengecoran pada umumnya beton mutu tinggi sangat sulit dilaksanakan, sebab campuran/adukannya sangat kental. Masalah kekentalan ini ditentukan oleh nilai slump campuran yang berkaitan langsung dengan kemudahan kerja/workabilitas (*workability*). Semakin banyak air campuran, adukan semakin

encer, dengan nilai faktor air semen tertentu maka semakin banyak semen yang digunakan berarti semakin mahal harga beton yang dihasilkan. Jika semakin sedikit air yang digunakan adukan akan menjadi lebih kental, maka akan sangat susah untuk dipadatkan, sebagai akibatnya mungkin beton menjadi tidak padat (*porous/keropos*). Disamping itu beton yang dihasilkan harus ekonomis. Kemudahan kerja ini sangat menentukan mutu hasil pekerjaan dan dalam pelaksanaan pengecoran tingkat kekentalan ini diukur dengan percobaan slump.

Secara tidak langsung mutu rencana pada beton mutu tinggi sangat sulit untuk dicapai dalam pelaksanaan pembuatan di lapangan. Untuk mencapai mutu beton rencana dan ekonomis, maka seharusnya kita mengetahui nilai slump ideal yang harus dipakai.

---

<sup>1</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNLAM

## DASAR TEORI

### Beton

Beton pada dasarnya adalah campuran dari dua bagian yaitu agregat dan mortar. Mortar terdiri dari semen portland, dan air, yang mengikat agregat (pasir dan kerikil / batu pecah) menjadi suatu massa seperti batuan, ketika pasta tersebut mengeras akibat reaksi kimia dari semen dan air. Berdasarkan kekuatannya beton dibagi menjadi dua, yaitu: beton mutu normal dan beton mutu tinggi. Beton Mutu Normal (*Normal Strength Concrete*) adalah beton dengan kuat tekan karakteristik  $f'c < 50$  MPa, dan Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*) adalah beton dengan kuat tekan karakteristik  $f'c \geq 50$  MPa (Aman Subakti, 1994). Pada beton mutu tinggi untuk membuatnya sudah tentu memerlukan berbagai persyaratan yang ketat, baik persyaratan untuk material yang dipakai, maupun persyaratan untuk pelaksanaan pada saat pengecoran, dan perawatannya.

### Agregat

Agregat yang akan digunakan dalam pembuatan campuran beton haruslah memiliki kriteria yang baik misalnya kekerasan, bentuk, tekstur, gradasi dan lain-lainnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

### Perencanaan Campuran (Mix Design)

Tujuan utama dari perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah untuk menentukan volume/kuantitas masing-masing bahan sehingga menghasilkan beton yang seekonomis mungkin.

Secara umum faktor-faktor perencanaan campuran beton (Nugraha P., 1980), adalah:

- a. Persyaratan:
  - Jenis Struktur
  - Kondisi lingkungan
  - Kualitas material
  - Ukuran penampang
  - Koefisien variasi
- b. Dasar perencanaan:
  - Kekuatan rencana
  - Ukuran butir terbesar
  - Kebutuhan semen
  - Slump
  - Kelecekan (*workability*)
  - Ketahanan (*durability*)
  - Jenis Admixture
- c. Perhitungan:
  - Faktor air/semen
  - Jumlah air
  - Faktor semen/agregat
  - Perhitungan proporsi

Metode yang digunakan adalah metode DOE yang dikembangkan oleh Department of Environment dari kerajaan Inggris. Metode ini menggunakan dua anggapan dasar, yaitu:

- a. Mudahnya pengerjaan adukan beton tergantung dari jumlah air bebas dan tidak tergantung dari kadar semen dan faktor air semen.
- b. Kekuatan beton tergantung dari faktor air semen (FAS) dan tidak tergantung dari banyaknya air dan kadar semen. Pada prinsipnya cara DOE ini didasarkan atas agregat dalam keadaan jenuh permukaan (SSD).

Dalam pelaksanaan pengecoran disarankan untuk menggunakan nilai slump seperti pada Tabel 2, dan hubungannya dengan kadar air campuran, serta ukuran agregat seperti pada Tabel 3.

Tabel 1. Syarat Kekerasan Agregat (Aman Subakti, 1994)

Kelas dan Mutu Beton	Kekerasan dengan bejana tekan Rudolf bagian hancur menembus ayakan 2 mm maksimum %		Kekerasan dgn.Bejana Los Angeles bagian yang hancur tembus ayakan 1,7 mm maksimum (%)
	Fraksi butir 19 – 30 mm	Fraksi butir 9,5 - 19 mm	
Beton kelas I dan mutu Bo serta mutu B	22 – 30	24 – 32	40 – 50
Beton kelas II atau beton mutu $K_{125}, K_{175}, K_{225}$	14 – 22	16 – 24	27 – 40
Beton kelas III atau beton mutu diatas $K_{225}$ atau beton pratekan	< 14	< 16	< 27

Tabel 2. Nilai-Nilai Slump untuk Berbagai-bagai Pekerjaan Beton (LPMB, 1971)

Uraian	Slump	
	Maximum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

**Evaluasi Mutu Beton**

Evaluasi mutu beton dapat ditentukan dengan menggunakan distribusi normal (*Gaussian Distribusi*). Penentuan target kuat tekan beton rata-rata adalah sebagai berikut:

$$f'_{cr} = f'c + 1,64.S \quad \text{atau} \dots\dots\dots(1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2,64.S \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan (1) dan (2) dipilih yang paling menentukan. Dimana:

$f'c$  = kuat tekan beton karakteristik, MPa.

$f'_{cr}$  = target kuat tekan beton rata-rata yang terbesar, MPa.

**Analisis Varians Satu Arah (Sudjana, 1996)**

Untuk mengetahui apakah berbagai variasi kadar air akan secara nyata mempengaruhi mutu beton yang dihasilkan, maka perlu dilakukan analisis varians satu arah terhadap empat populasi sampel pengujian. Perhitungan nilai  $F_{hitung}$  menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$R_y = \frac{J^2}{\sum n_i} \dots\dots\dots (3)$$

$$A_y = \sum \left( \frac{J_i^2}{n_i} \right) - R_y \dots\dots\dots (4)$$

$$D_y = \sum Y^2 - R_y - A_y \dots\dots\dots (5)$$

Nilai Slump Ideal untuk Perencanaan Campuran Beton Mutu 50 Mpa

$$F_{hitung} = \frac{A_y / (k-1)}{D_y / \sum (n_i - 1)} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :  
 $J = J_1 + J_2 + J_3 + J_4 + \dots + J_k$ , k = jumlah kelompok

$\sum Y^2$  = jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dari semua nilai pengamatan.

Untuk memudahkan perhitungan nilai  $F_{hitung}$  digunakan Tabel 4.

**METODA PENELITIAN**

**Rencana Benda Uji**

Dalam penelitian ini akan dibuat benda uji silinder sebanyak masing-masing 30 benda uji dengan empat variasi campuran beton mutu 50 MPa, yang akan diuji kekuatan

tekannya, dengan rincian benda uji sebagai berikut:

- Variasi 1: beton mutu 50 MPa dengan nilai slump ( 0 – 10) mm
- Variasi 2: beton mutu 50 MPa dengan nilai slump (10 – 30) mm
- Variasi 3: beton mutu 50 MPa dengan nilai slump (30 – 60) mm
- Variasi 4: beton mutu 50 MPa dengan nilai slump (60 – 180) mm

**Pembuatan Benda Uji**

Langkah-langkah yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Gambar 1 dengan penjelasan sebagai berikut:

**a. Pemeriksaan Bahan**

Pemeriksaan bahan diatas dimaksudkan untuk mengetahui mutu/karakteristik agregat yang terbaik yang akan digunakan dalam perencanaan campuran.

Tabel 3. Hubungan Nilai Slump, Kadar Air Campuran/Air Bebas, Ukuran Agregat Maximum dan Jenis Agregat (Koesnadi, 1975)

S l u m p (mm)		0 – 10	10 - 30	30 - 60	60 – 180
V . B . (det)		12	6 - 12	3 - 6	0 – 3
Ukuran Maximum Agregat (mm)	Jenis Agregat	Kadar Air Bebas (kg/m <sup>3</sup> )			
10	a l a m i dipecah	150	180	205	225
		180	205	230	250
20	a l a m i dipecah	135	160	180	190
		170	190	210	225
40	a l a m i dipecah	115	140	160	175
		155	175	190	205

Tabel 4. Perhitungan Nilai Statistik  $F_{hitung}$

Sumber Varian	dk	JK	KT	$F_{hitung}$
Rata –rata	1	$R_y$	$R = R_y / 1$	$A/D$
Antar Kelompok	(k-1)	$A_y$	$A = A_y / (k - 1)$	
Dalam Kelompok	$\sum (n_i - 1)$	$D_y$	$D = D_y / \sum (n_i - 1)$	
Total	$\sum n_i$	$\sum Y^2$		

Material yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Agregat yang dipakai adalah batu pecah (Karang Jawa), dan pasir (Rantau) yang berasal dari daerah Kalimantan Selatan
- Semen yang dipakai adalah semen tipe I.
- Untuk beton mutu tinggi campuran diberi bahan tambahan:
  1. Superplasticizer: menambah kelecakan adukan & mereduksi air 5 s/d 20 %.
  2. Silica Fume: memperkecil porositas (Aman Subakti, 1994)

#### **b. Perencanaan Campuran Beton**

Bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran antara semen, agregat kasar, halus, dan air.

#### **c. Pemeliharaan (*Curing*)**

Dalam proses pengerasan beton selama 28 hari dilaboratorium, pemeliharaan benda uji dilakukan dengan cara perendaman total didalam drum yang berisi air.

#### **Pengujian Kekuatan Tekan Benda Uji Silinder**

Setelah berumur 28 hari semua benda uji (variasi 1, variasi 2, variasi 3, dan variasi 4) diuji dengan alat uji tekan beton (*Universal Testing Machine*). Semua data hasil pengujian dicatat untuk analisis data.

#### **Analisis data**

##### **a. Evaluasi Nilai Slump**

Semua hasil uji tekan dari keempat macam campuran, yaitu (variasi 1, variasi 2, variasi 3 dan variasi 4) dapat dihitung kuat tekan betonnya dengan persamaan (1), dan (2), kemudian dibandingkan nilainya antara semua variasi 1, 2, 3 dan 4. Nilai slump

ideal dapat di evaluasi dengan melihat besaran angka standart deviasi yang terendah dan dengan melihat mutu beton ( $f'c$ ) paling besar yang dihasilkan diantara semua variasi.

Hal ini berarti nilai slump ideal campuran akan menghasilkan suatu adukan dengan tingkat kemudahan kerja (*workability*) yang tinggi dalam pelaksanaan.

#### **b. Analisis Statistik**

##### **Analisis Varians Satu Arah**

Data uji tekan yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis varians terhadap empat populasi tersebut dengan memakai persamaan (3), (4), (5), dan (6).

Kriteria pengujian adalah :

Dilakukan dengan statistik F , pengujian hipotesis nol  $H_0$  dengan tandingan  $H_1$  :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$$

Dengan peluang 0,95 ( $\alpha = 0,05$ ) didapat  $F_{tabel}$  dari tabel distribusi F.

Jika harga ( $F_{hitung} < F_{tabel}$ ), maka hipotesis nol diterima, dan jika harga ( $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ ), maka hipotesis nol ditolak

Interpretasi data:

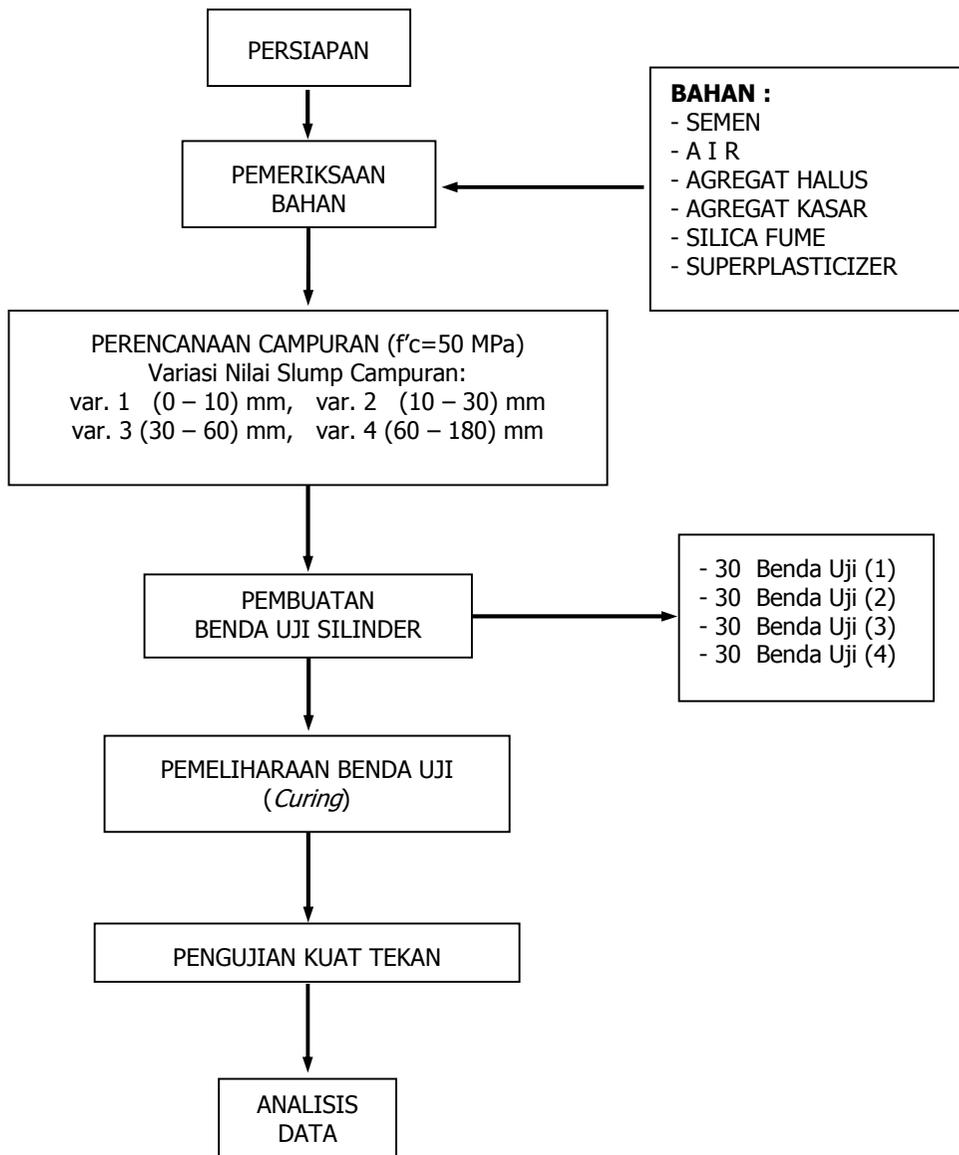
##### **- $H_0$ diterima**

Berarti pengaruh nilai slump campuran itu tidak berbeda nyata terhadap mutu beton yang dihasilkan antara keempat variasi tersebut.

##### **- $H_0$ ditolak**

Berarti pengaruh nilai slump campuran menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap mutu beton yang dihasilkan antara keempat variasi tersebut.

Nilai Slump Ideal untuk Perencanaan Campuran Beton Mutu 50 Mpa



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Mutu Bahan

Pada perencanaan campuran beton mutu tinggi ini menggunakan Semen Gresik type I, jenis agregat yang dipakai adalah agregat kasar yang berasal dari batu pecah Karang Jawa, dan agregat halus yang berasal dari pasir Rantau. Mutu beton yang akan direncanakan adalah mutu beton yang mencapai kriteria beton mutu tinggi, yaitu 50 MPa (500 kg/cm<sup>2</sup>).

Hasil pengujian laboratorium agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Sedangkan hasil analisa

saringan agregat halus dan agregat kasar serta agregat campuran dapat dilihat pada Tabel 7 s/d Tabel 9.

Setelah diadakan pengujian dari material yang akan digunakan maka dibuat suatu komposisi campuran beton dengan empat variasi yang dapat dilihat pada Tabel 10. Rencana adukan campuran beton ini menggunakan bahan tambahan Superplasticizer dan Silica Fume sehingga dalam pelaksanaannya jumlah air dapat dikurangi sebanyak 5 s/d 20%, dengan dosis sebagai berikut:

- Superplasticizer = 2,5 % x berat semen
- Silika Fume = 10 % x berat semen.

Tabel 5. Hasil Pengujian Laboratorium Agregat Halus

Agregat Halus (Pasir Rantau)	
1. Berat volume:	
a. Kondisi lepas	1,497 gr/cm <sup>3</sup>
b. Kondisi goyangan	1,587 gr/cm <sup>3</sup>
c. Kondisi pemadatan	1,617 gr/cm <sup>3</sup>
2. Kadar lumpur	1,6 %
3. Kadar air	13,95 %
4. Kadar bahan organik	No 2
5. Specific gravity dan absorption:	
a. Apparent spesific gravity	2,74
b. Bulk specific gravity on dry basic	2,53
c. Bulk specific gravity ssd basic	2,60
d. Persent water absorption	3,09

Tabel 6. Hasil Pengujian Laboratorium Agregat Kasar

Agregat Kasar (Batu Pecah) Karang Jawa	
1. Berat volume:	
a. Kondisi lepas	1,40 gr/cm <sup>3</sup>
b. Kondisi goyangan	1,52 gr/cm <sup>3</sup>
c. Kondisi pemadatan	1,52 gr/cm <sup>3</sup>
2. Kadar lumpur	1,08 %
3. Kadar air	1,36 %
4. Analisis geser agregat (nilai abrasi)	16,33 %
5. Specific gravity dan absorption:	
a. Apparent spesific gravity	3,11
b. Bulk specific gravity on dry basic	2,90
c. Bulk specific gravity ssd basic	2,96
d. Persent water absorption	2,26 %

Nilai Slump Ideal untuk Perencanaan Campuran Beton Mutu 50 Mpa

Tabel 7. Analisis Saringan /Gradasi Agregat Halus

Lubang saringan (inc/mm)	Pasir Rantau		
	Berat (gram)	Tertahan (%)	Lolos (E %)
4,76	-	-	100
2,38	385,00	38,50	61,50
1,19	277,00	27,70	33,80
0,59	135,50	13,55	20,25
0,297	139,10	13,91	6,34
0,149	50,90	5,09	1,25
0,000	12,50	1,29	0,00
Jumlah	1000,00	100 %	0

Tabel 8. Analisis Saringan Agregat Kasar

Lubang saringan (inc/mm)	Batu Pecah Karang Jawa		
	Berat (gram)	Tertahan (%)	Lolos (E %)
1½"	-	-	100
¾"	4146	25,92	74,08
½"	6124	38,28	35,80
⅜"	4082	25,52	10,28
4,76	1276	7,98	2,30
2,38	297	1,86	0,44
1,19	13	0,08	0,36
0,59	7	0,04	0,32
0,297	5	0,03	0,29
0,149	10	0,06	0,23
0,000	36	0,23	0
Jumlah	15996	100,00	0

Tabel 9. Analisis Saringan / Gradasi Campuran Agregat Kasar & Halus

Lubang Saringan inch/mm	Campuran (Pasir + Batu Pecah)			
	Var. 1 %	Var. 2 %	Var. 3 %	Var. 4 %
3"	100	100	100	100
¾"	100	100	100	100
¾"	83,41	83,67	84,19	86,00
⅜"	65,49	66,03	67,11	70,88
4,76	37,47	38,45	40,40	47,24
2,38	22,42	23,03	24,25	28,53
1,19	12,40	12,73	13,40	15,74
0,59	7,49	7,69	8,09	9,49
0,297	2,47	2,53	2,65	3,07
0,149	0,60	0,61	0,63	0,70
0	0	0	0	0

Tabel 10. Komposisi Campuran Beton berbagai Variasi

Uraian		Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Unit
Komposisi Campuran per m <sup>3</sup> beton	Semen	515	576	636	682	kg
	Air	170	190	210	225	kg
	Agregat halus	662	642	633	705	kg
	Agregat kasar	1178	1093	990	828	kg
	Silica Fume	51,50	57,60	63,60	68,20	kg
	Superplasticizer	12,88	14,40	15,90	17,05	kg

Tabel 11. Hasil Pengujian dan Pengolahan Data Kuat Tekan Beton

Variasi	Nilai Slump (mm)	Slump Percobaan (mm)		S (MPa)	f'cr (MPa)	f'c (MPa)	Pencapaian terhadap mutu rencana
		Sebelum Super plasticizer	Sesudah Super plasticizer				
1	0 – 10	9,80	48,40	0,77	49,64	48,37	Tak tercapai
2	10 – 30	27,50	75,50	0,65	49,73	48,67	Tak tercapai
3	30 – 60	40,80	99,70	0,28	52,34	51,88	Tercapai
4	60 - 180	90,70	150,50	0,39	51,50	50,86	Tercapai

Tabel 12. Perhitungan Nilai Statistik F<sub>hitung</sub>

Analisis Varians					
Sumber Variasi	dk	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
Rata - rata	1	309724,55	309724,55	173,60	2,687
Antar Kelompok	3	160,94	53,65		
Dalam Kelompok	116	35,85	0,31		
Total	120	309921,34			
Evaluasi				F <sub>hitung</sub> > F <sub>tabel</sub>	

Dari Tabel 11 dapat diketahui bahwa hasil pengujian terhadap empat variasi campuran ternyata variasi 3, dan variasi 4 dapat mencapai persyaratan beton mutu tinggi ( $f'c \geq 50$  MPa), dan terlihat bahwa semakin rendah nilai standart deviasi yang didapat semakin tinggi tingkat pengendalian mutu, dan semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Hasil pengujian hipotesis yang dapat dilihat pada Tabel 12 didapat bahwa  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak, hal ini berarti bahwa nilai slump campuran

berpengaruh langsung terhadap tingkat kemudahan kerja (*workability*) dan akan menghasilkan mutu beton yang berbeda nyata diantara keempat variasi slump campuran tersebut. Dalam perencanaan campuran, semakin besar nilai slump campuran maka akan semakin besar jumlah semen yang diperlukan. Oleh sebab itu nilai slump ideal harus berada diantara batas ekonomis dan workabilitas. Dalam penelitian ini nilai slump ideal dapat ditentukan pada mutu beton tertinggi yang dihasilkan (51,88

MPa), yaitu berkisar antara 30 s/d 60 mm (lihat Tabel 11) dengan kadar semen 636 kg/m<sup>3</sup>, agregat halus 633 kg/m<sup>3</sup>, agregat kasar 990 kg/m<sup>3</sup>, kadar air 210 kg/m<sup>3</sup>, dan bahan tambah Silica Fume 63,60 kg/m<sup>3</sup>, Superplasticizer 15,90 kg/m<sup>3</sup> (lihat Tabel 10).

## KESIMPULAN

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan di laboratorium menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai slump ideal ditentukan pada mutu beton tertinggi yang dihasilkan (51,88 MPa), yaitu berkisar antara 30 s/d 60 mm dengan kadar semen 636 kg/m<sup>3</sup>, agregat halus 633 kg/m<sup>3</sup>, agregat kasar 990 kg/m<sup>3</sup>, kadar air 210 kg/m<sup>3</sup>, dan bahan tambah Silica Fume 63,60 kg/m<sup>3</sup>, Superplasticizer 15,90 kg/m<sup>3</sup>
2. Dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton, nilai slump sangat mempengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*), dan dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.
3. Agregat lokal (pasir Rantau, dan batu pecah Karang Jawa) daerah Kalimantan Selatan ternyata dapat digunakan untuk pembuatan campuran beton mutu

tinggi, dengan kuat tekan karakteristik yang dapat dicapai lebih dari 50 MPa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. DR.Ir. Hj. Hakimah Halim MSc. selaku Ketua Lemlit dan pengelola Proyek Penelitian Dosen Muda Berbagai Bidang Ilmu untuk biaya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Aman Subakti, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Divisi Percetakan Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 1994.

Nugraha. P., *Concrete Technology*, Universitas Kristen Petra, 1980.

Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2*, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1971.

Koesnadi, *Teknologi Beton I & II*, Departemen, Teknik Sipil ITB, 1975.

Sudjana, *Metoda Statistika* (edisi keenam), Bandung, 1996.