

STUDI KOMPARASI SUSUT DAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PENAMBAHAN JUMLAH AIR DARI *MIX DESIGN*

Suhaimi, R. Dedi Iman Kurnia, Zulfahji³

¹⁾ Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen

^{2,3)} Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matangglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Email : suhaime.ce@gmail.com

Abstrak : Penyusutan pada beton merupakan salah satu akibat dari hilangnya kelembaban beton saat terjadi proses pengerasan. Panas (hidrasi) yang ditimbulkan selama proses pengikatan dan pengerasan sangat bervariasi dan mempengaruhi susut pada beton. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya susut yang terjadi pada beton dalam arah vertikal. Pengujian dilakukan dalam dua tahapan dimana pada tahap pertama dilakukan pengukuran regangan susut pada beton dari umur 1 hingga 28 hari, selanjutnya pada semua benda uji dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari. Penelitian dilakukan pada beton normal (BN) beton dengan penambahan air campuran 10% (BPA) beton dengan penambahan air campuran 20% (BPB). Benda uji dibuat menggunakan Faktor Air Semen 0,5. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder 15x30 cm. Dari pengujian *slump* didapatkan hasil untuk BN, BPA dan BPB adalah 8 cm 16.5 cm dan 21 cm. Nilai kuat tekan benda uji BN, BPA dan BPB adalah 19.706 MPa, 17.814MPa dan 12.592 MPa. Besarnya nilai regangan susut akhir yang diperoleh untuk BN, BPA dan BPB adalah 1.950 mm/mm, 1.083 mm/mm dan 1.623 mm/mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi penambahan air ikut mempengaruhi perubahan nilai faktor air semen, nilai *slump*, nilai kuat tekan serta besarnya regangan susut akhir.

Kata Kunci: *penambahan air campuran, faktor air semen, slump, susut, kuat tekan beton*

UMUM

Perencanaan campuran (*mix design*) adalah suatu perencanaan dimana bahan – bahan pembentuk beton berupa semen, pasir, kerikil/batu pecah, dan air diperhitungkan kualitas dan kuantitasnya dalam campuran, yang dimaksud dengan kualitas salah satunya adalah sifat-sifat fisis agregat seperti gradasi, bentuk, kualitas/tekstur permukaan dan ukuran terbesar. Sedangkan kuantitas adalah komposisi atau persentase berat bahan – bahan pembentuknya dalam campuran seperti persentase campuran antara air dan semen yang disebut FAS.

Pembuatan beton di lapangan untuk suatu pekerjaan konstruksi terkadang berbeda dengan pembuatan beton yang direncanakan di laboratorium, hal itu disebabkan komposisi campuran yang dibuat di lapangan oleh tukang berbeda dengan hasil *mix design*, sehingga mutu beton tidak sesuai dengan yang diharapkan. Ketidaksesuaian antara proses pembuatan beton di laboratorium dengan di lapangan dikarenakan akibat campuran air yang terlalu berlebihan untuk memudahkan pekerjaan. Menurut Sagel (1993 : 1), penambahan air dan semen dalam beton, akan merubah sifat beton tersebut. Dengan hanya ditambahkan air, FAS akan

meningkat dan kekuatan beton akan menurun sedangkan jika hanya ditambahkan semen, nilai FAS akan turun dan kekuatan beton meningkat. Menurut (Ferguson, 1986,7-8) mutu beton sangat dipengaruhi oleh kualitas dari material pembentuknya (semen, air, agregat halus dan agregat kasar), Salah satu akibat dari hilangnya kelembaban beton saat terjadi proses pengerasan disebut susut beton Panas yang ditimbulkan oleh ber macam-macam tipe semen selama proses pengikatan dan pengerasan sangat bervariasi, yang tentunya mempengaruhi terjadinya susut pada beton.

Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan air dengan variasi penambahan 10 % dan 20 % dengan masing – masing benda uji sebanyak 5 buah terhadap susut dan kuat tekan beton yang dibandingkan dengan beton normal (tanpa penambahan air). Beton normal (tanpa penambahan air) diberikan kode BN, beton dengan penambahan air campuran 10% diberikan kode BPA dan beton dengan penambahan air campuran 20% diberikan kode BPB.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Almuslim. Semen yang digunakan

adalah Semen Portland *type* I produksi PT. Semen Andalas Indonesia, agregat berasal dari Krueng Peusangan Bireuen dan air yang tersedia di laboratorium.

KAJIAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan campuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir dan Kerikil, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton (Dipohusodo, 1994)

Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur dan kondisi perawatan pengerasannya. Beton dapat juga dipandang sebagai batuan buatan di mana adanya rongga pada partikel yang besar (agregat kasar) diisi oleh agregat halus dan rongga yang ada di antara agregat halus akan diisi oleh pasta (campuran air dengan semen) yang juga berfungsi sebagai bahan perekat sehingga semua bahan penyusun dapat menyatu menjadi massa yang padat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Agar dihasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing – masing bahan yang dibutuhkan. Adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar – benar homogen dengan kelecikan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain

perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan (Tjokrodimuljo, 1996).

Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik campuran beton yang baik meliputi : mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan pada adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari (Mulyono, 2004).

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir dilakukan dengan cara khusus umpamanya diekspose agregatnya (agregat yang mempunyai bentuk yang berstektur seni tinggi diletakkan di bagian luar, sehingga nampak jelas pada permukaan betonnya).

Rancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Mix Design beton dilakukan untuk menentukan komposisi campuran (air, semen, pasir dan kerikil). Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang komplek jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusun tersebut akan

menyebabkan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Pada dasarnya perancangan campuran dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan maksimum.

Kriteria dasar perangsangan beton adalah kekuatan tekan dan hubungannya dengan air semen yang digunakan. Kriteria ini sebenarnya kontradikdif dengan kemudahan pengerjaan. Menurut Neville (1990) untuk menghasilkan kekuatan yang tinggi penggunaan air dalam campuran beton harus minimum. Jika air digunakan sedikit, akan timbul kesulitan dalam pengerjaan karena mengingat adanya pengaruh rongga.

Kriteria lain yang harus dipertimbangkan adalah kemudahan pengerjaan, seperti yang disebut diatas, faktor air semen yang kecil akan menghasilkan kekuatan yang tinggi, tetapi kemudahan dalam pengerjaan tidak akan tercapai.

Susut Beton

Pada umumnya kekuatan beton akan bertambah jika pemakaian semen juga ditambah namun penambahan proporsi semen memperbesar penyusutan. Pemakaian air dan semen terlalu banyak dapat menyebabkan penyusutan yang luar biasa dengan meningkatnya kecenderungan untuk retak – retak (Murdock dan Brook, 1999).

Menurut Murdock dan Brook (1999), ada dua buah tingkatan yang terjadi pada penyusutan beton, yaitu :

1. Penyusutan awal beton ketika masih berada dalam keadaan cair atau plastis, akibat reduksi dari volume air dengan semen yang mencapai sekitar satu persen dari volume absolut semen kering; akibat kehilangan air yang merembes melalui acuan; dan hilang pada penguapan.
2. Penyusutan kering yaitu penyusutan lebih lanjut dari beton ketika mengeras dan menjadi kering.

Menurut Nawy (1996), susut beton pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. *Susut plastis*
Susut plastis terjadi beberapa jam setelah beton segar dicor ke dalam acuan. Permukaan yang diekspos seperti pelat lantai akan lebih mudah dipengaruhi oleh udara kering karena adanya bidang kontak yang luas. Dalam hal demikian terjadi penguapan yang lebih cepat melalui permukaan beton dibandingkan dengan pergantian oleh air dari lapisan beton yang lebih bawah.
2. *Susut pengeringan*
Sebaliknya *susut pengeringan* terjadi setelah beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pasta semen telah selesai. Susut pengeringan adalah berkurangnya volume elemen beton jika terjadi kehilangan uap air karena penguapan. Fenomena sebaliknya, yaitu penambahan volume karena penyerapan air, disebut *swelling*. Dengan perkataan lain, susut dan *swelling* menunjukkan adanya perpindahan air ke luar dan ke dalam struktur gel pada beton akibat adanya perbedaan kelembaban atau perbedaan kejenuhan di antara elemen-elemen yang berdekatan. Fenomena ini tidak bergantung pada beban luar. Susut adalah proses yang tidak reversibel. Jika beton yang sudah benar-benar susut kemudian dijenuhkan dengan air, maka tidak akan tercapai volume asalnya.

Pengujian susut dilakukan dengan membaca jarum penunjuk pada *dial gauge* setiap hari pada waktu yang sama.

Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton

tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. (Tjokrodimulyo, 1996). Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm^2 atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 sampai 500 kg/cm^2 .

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum pada saat benda uji pecah dibagi luas penampang benda uji merupakan nilai kuat desak beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 .

METODE PENELITIAN

Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Beton direncanakan dengan menentukan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,5. Untuk analisa saringan agregat kasar dan agregat halus yang tertahan mempunyai batasan-batasan tertentu.

Prosedur pelaksanaan dengan metode modifikasi ACI terdiri dari beberapa langkah kerja yaitu :

1. Menetapkan kekuatan/mutu beton yang diinginkan, cetakan benda uji adalah silinder;
2. Menetapkan konsistensi dengan *slump* beton struktural;
3. Menetapkan diameter maksimum butiran agregat kasar yang digunakan sesuai dengan jenis konstruksi;
4. Menetapkan jumlah air dan persentase volume udara yang terperangkap perunit beton berdasarkan nilai *slump* dan ukuran diameter agregat kasar maksimum;
5. Menetapkan nilai W/C berdasarkan sifat ketahanan beton terhadap kondisi lingkungan dan juga berdasarkan atas

kekuatan rencana. Nilai W/C bagi perencanaan diambil yang terkecil dari nilai tersebut;

6. Jumlah semen yang diperlukan perunit beton berdasarkan jumlah air yang diperoleh pada langkah 4 dan nilai W/C yang diperoleh pada langkah 5;
7. Berdasarkan ukuran diameter maksimum agregat kasar dan *finnes modulus* agregat halus perencanaan ditetapkan persentase volume agregat kasar perunit beton. Berat total agregat kasar yang digunakan diperoleh dari perkalian persentase volume dengan persentase volume pada agregat.
8. Volume agregat harus dihitung dari selisih volume total beton dengan volume (semen + volume agregat kasar + volume air + volume udara yang terperangkap). Dengan diketahui nilai *specific gravity* agregat halus, maka berat agregat halus dapat dihitung;
9. Berdasarkan kondisi lapangan, modifikasi bagi nilai W/C disesuaikan dengan sifat bahan;
10. Jumlah bahan – bahan untuk adukan beton dihitung berdasarkan jumlah kubikasi pada saat pengecoran;

Pengujian Beton Segar

Metode yang digunakan untuk pengujian beton segar adalah pengujian *slump*. Adapun pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui kecacakan atau kekentalan dari suatu adukan beton segar. Nilai *slump* yang ideal runtuk suatu adukan beton segar biasanya bervariasi namun untuk suatu pekerjaan struktur yang baik biasanya digunakan nilai *slump* antara 75 – 100 mm. Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan kerucut abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat *workability* (kemudahan dalam pengerjaan).

Pengukuran Susut Beton

Benda uji silinder diletakkan di dalam ruangan atau lingkungan terlindung, kemudian dipasang *dial gauge*. Pengujian susut dilakukan dengan membaca jarum penunjuk pada *dial gauge* setiap hari pada

waktu yang sama. Selanjutnya dilakukan pengukuran kelembaban udara menggunakan *hygrometer* dan pengukuran temperatur menggunakan *thermometer*. Pengujian susut beton diukur terhadap panjang atau tinggi benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji yang digunakan berjumlah 6, setiap variasi benda uji diwakili oleh 2 sampel. Pengukuran susut beton mulai diukur pada saat benda uji berumur 1 hari hingga umur beton mencapai 28 hari.

Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Proses pengecoran untuk pembuatan benda uji digunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah benda uji untuk semua sampel adalah 15 buah (Tabel 1). Mixer yang digunakan adalah mixer listrik dengan kapasitas 0,005 m³ merek *Liever Holland* buatan belanda.

Sebelum pengadukan dimulai, semua material sudah ditimbang beratnya sesuai dengan proporsi campuran beton (*mix design*). Persiapan selanjutnya adalah membersihkan cetakan – cetakan kubus, memberikan oli pada permukaan dalam cetakan yang bertujuan untuk memudahkan pada saat pembukaan cetakan benda uji. Mixer dan wadah mortal dibersihkan, alat-alat pengukur slump harus dalam keadaan baik dan bersih.

Tabel 1. Pembuatan benda uji

No	Kode Sampel	Persentase Penambahan Air	Jumlah Benda Uji
1	BN	0	5
2	BPA	10 %	5
3	BPB	20 %	5
Jumlah Benda Uji			15

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Sebelum pengujian, benda uji diukur

dimensi dan ditimbang beratnya. Metode pengujian kuat tekan yang dilakukan terhadap benda uji silinder berukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm berdasarkan metode ASTM-C.39-86. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kuat tekan beton merek MBT kapasitas 1500 KN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Slump

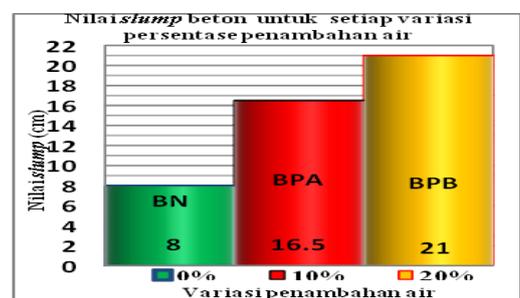
Pengujian *slump* (*Slump test*) merupakan suatu cara untuk mengukur tingkat kelecakan adukan beton yaitu keenceran/kekentalan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Makin besar nilai *slump* berarti makin encer adukan. Pada pekerjaan beton, umumnya nilai *slump* berkisar antara 75 mm dan 100 mm.

Data hasil pengujian *slump* beton segar ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian nilai *slump*

No	Benda uji	Nilai Slump (cm)
1	BN (penambahan air 0%)	8.0
2	BPA (penambahan air 10%)	16.5
3	BPB (penambahan air 20%)	21.0

Dari hasil pengujian *slump* dan pengamatan bisa dilihat bahwa nilai *slump* untuk beton normal telah memenuhi kriteria *slump* beton yang baik, yaitu sesuai dengan slump rencana antara 7.5 sampai dengan 10 cm. Pada Gambar 1 disajikan perbandingan nilai *slump* untuk semua benda uji.



Gambar 1. Grafik hubungan nilai *slump* dan persentase penambahan air

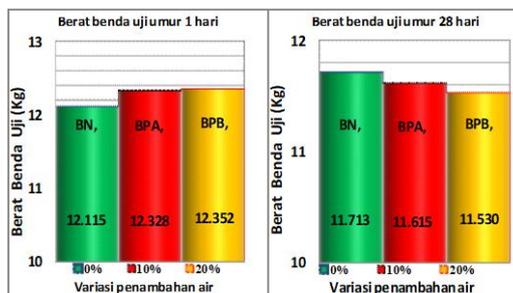
Peningkatan *slump* pada BPA dan BPB terjadi karena perubahan nilai FAS dan berhubungan langsung dengan jumlah air yang ditambahkan dalam campuran beton. Jika dituliskan dalam persentase, maka peningkatan nilai *slump* yang terjadi pada beton dengan penambahan air 10% dan 20% dari beton normal adalah 106.25% dan 160%.

Benda uji yang digunakan untuk pengujian susut terlebih dahulu ditimbang beratnya. Pengukuran berat benda uji dilakukan pada saat benda uji berumur 1 hari (setelah dikeluarkan dari cetakan). Karena benda uji dibuat dengan variasi penambahan air maka berat benda uji juga akan mengalami perbedaan dan penurunan. Tabel 3 adalah data hasil pengukuran berat benda uji yang digunakan untuk pengujian susut pada umur 1 hari (sebelum pengujian susut) dan umur 28 hari (setelah pengujian susut).

Tabel 3. Hasil pengukuran berat benda uji

No	Variabel	Benda Uji					
		BN		BPA		BPB	
		1	2	1	2	1	2
1	Berat Umur 1 hari	12.125	12.104	12.260	12.395	12.401	12.303
2	Berat rata-rata umur 1 hari	12.115		12.328		12.352	
3	Berat umur 28 hari	11.772	11.653	11.545	11.685	11.642	11.418
4	Berat rata-rata umur 28 hari	11.713		11.615		11.530	
5	Penurunan berat rata-rata	0.402		0.713		0.822	

Hal yang bertolak belakang terjadi pada saat pengukuran berat benda uji pada umur 28 hari, dimana BN menjadi lebih besar dibandingkan BPA dan BPB. Hal ini terjadi karena selama proses pengukuran susut beton, air yang dikandung oleh beton akan menguap dan mengering sehingga volume beton yang memiliki banyak air akan mengalami penurunan berat yang lebih besar dibandingkan yang mengandung sedikit air.



Gambar 2. Grafik hubungan umur dan berat benda uji

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa ada perbedaan berat beton untuk masing masing benda uji. Dimana berat beton rata - rata yang diukur pada umur 1 hari berbeda dengan berat beton rata – rata yang diukur pada umur 28 hari. Penurunan rata – rata berat beton untuk BN, BPA dan BPB berturut – turut adalah 0.402 Kg, 0.713 Kg dan 0.822 Kg.

Dari Tabel 3 dan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa penambahan air campuran beton ikut berkontribusi mempengaruhi berat beton. Semakin banyak jumlah air yang ditambahkan akan menyebabkan berat beton segar bertambah besar. Namun hal ini juga berdampak pada semakin besar penurunan berat seiring bertambahnya umur beton, dimana semakin banyak air yang ditambahkan maka semakin banyak pula air yang akan menguap dan mengering.

Susut Beton

Pada minggu pertama pengukuran susut beton dilakukan setiap hari. Pada hari pertama ditentukan tinggi awal benda uji. Susut pertama diukur pada hari ke 2, pengukuran susut diteruskan sampai hari kedelapan sebanyak 7 kali pengukuran. Pada dua minggu berikutnya pengukuran dilakukan 1 minggu sekali hingga benda uji berumur 28 hari. Rata – rata susut beton hari pertama sampai umur benda uji mencapai 28 hari diperlihatkan pada Gambar 3, terlihat bahwa pada awal pengukuran, benda uji BN memperlihatkan susut yang relatif stabil sampai pengukuran susut hari ke 3. Tetapi pada hari ke 4 hingga ke 6 menunjukkan perubahan regangan susut yang besar dari 0.090 hingga 1.076.

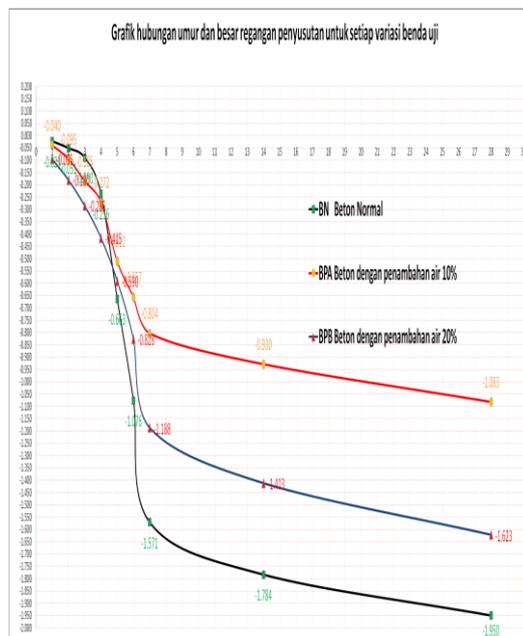
Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan panas hidrasi semen dengan benda uji lainnya. Penyusutan mulai stabil kembali pada hari ke 7 hingga hari ke 28 yang mencapai regangan susut tertinggi sebesar 1.950.

Pengujian susut pada BPA hari pertama hingga hari ke 6 juga menunjukkan susut yang stabil, tetapi

cenderung lebih rendah dari susut yang terjadi pada BN yaitu 0.040 sampai 0.657 yang dipengaruhi oleh usia beton yang baru mengeras. Dimana kemungkinan panas hidrasi yang terjadi lebih kecil dari beton normal. Benda uji ini pada akhir pengukuran mencapai regangan susut sebesar 1.083.

Benda uji BPB memperlihatkan laju susut yang cenderung stabil, sama seperti benda uji BPA. Pada hari pertama pengukuran sampai hari ke 6, perubahan susut yang terjadi sebesar 0.095 sampai 0.828 sedikit lebih besar dari beton BPA, tetapi jauh lebih kecil dari BN dimana pada hari yang sama memiliki besar susut 1.076. hingga hari terakhir pengukuran beton BPB mencapai regangan susut tertinggi sebesar 1.623.

Pada benda uji BPB susut yang terjadi relatif stabil dan memiliki pola yang sama hingga pengukuran hari ke 7. Perbedaan susut yang terjadi pada BN, BPA dan BPB adalah pada nilai regangan susutnya, dimana hingga pengukuran hari ke 3 nilai regangan susut beton dengan BPA dan BPB lebih besar dari nilai regangan susut beton normal.



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai susut

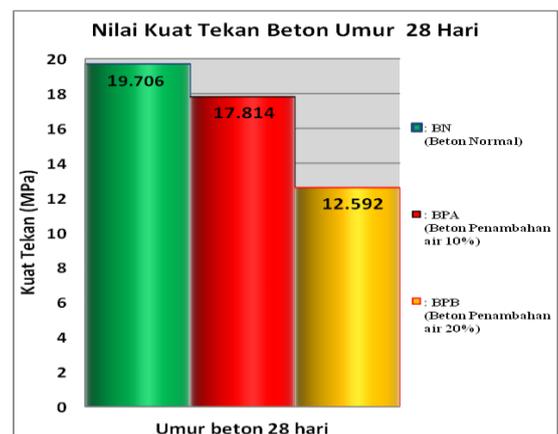
benda uji berdasarkan persentase penambahan air

Pengujian Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton merupakan hasil uji tekan terhadap beton yang diukur dengan satuan berupa Kg/cm² dan Mpa. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan benda uji berdasarkan variasi penambahan air.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan beton.

No	Variasi benda uji	Nilai kuat tekan beton	
		Dalam satuan Kg/cm ²	Dalam satuan Mpa
1	Beton Normal	193.247	19.706
2	Penambahan Air 10%	174.693	17.814
3	Penambahan Air 20%	123.490	12.592



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton berdasarkan persentase penambahan air

Dari Tabel 4 dan Gambar 4 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton mengalami penurunan sesuai dengan variasi penambahan air campuran. Kuat tekan BN, BPA dan BPB berturut turut adalah 19.706 MPa, 17.814 MPa dan 12.592 MPa.

Jika dinyatakan dalam persentase kuat tekan beton BPA dan BPB turun 9,601% dan 36,097% dari kuat tekan BN. Hal ini terjadi karena penambahan air campuran yang berakibat pada peningkatan nilai FAS campuran beton, yaitu dari 0.5 pada BN menjadi 0.55 pada BPA dan 0.6

pada BPB, maka hasil kuat tekan semakin menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan terkait dengan *slump*, berat benda uji, susut dan kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Variasi penambahan air berpengaruh terhadap berat beton. Dimana semakin banyak jumlah air yang ditambahkan akan menyebabkan berat beton meningkat. Namun hal ini juga berdampak pada semakin besar pula penurunan berat beton seiring bertambahnya umur beton.
2. Penambahan air campuran menyebabkan terjadinya peningkatan nilai FAS campuran beton, yaitu dari 0,5 pada BN menjadi 0,55 BPA dan 0,6 pada BPB.
3. Penambahan air campuran menyebabkan regangan susut pada benda uji BPA, BPB lebih besar dari BN hingga hari ke 4 pengukuran.
4. Pada pengukuran regangan susut hari ke 5 nilai regangan yang terjadi pada BN lebih besar dari beton BPA dan BPB. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan panas hidrasi dari variasi jumlah air campuran.
5. Penyusutan mulai stabil kembali pada hari ke 7 hingga hari ke 28 dengan regangan susut tertinggi sebesar 1.950 mm/mm yang terjadi pada BN.
6. Semakin besar persentase penambahan air dalam campuran beton maka kuat tekan semakin rendah.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Dipohusodo. I, 1999, *Struktur beton bertulang*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gunawan, 2000, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.

Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Murdock, L. J. D. Sc ; Brook K.M, 1991, *Bahan Dan Praktek Beton*, Edisi Ke empat. Penerbit Erlangga, Jakarta

Nawy, 1998 "*Properties of Concrete*", Third Edition, USA

Nugraha. P dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

RSNI (Rancangan Standar Nasional Indonesia). 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional, Jakarta.

Tjokrodimulyo, 1996, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.

Winter Et Al , 1993, *Bahan Kontruksi dan struktur teknik*, 1985

Yunaefi, 1996, "*Reinforce Concrete a fundamental Approach*", Terjemahan, Cetakan pertama, Bandung.