BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Adapun penelitia tentang sambungan cor beton terdahulu dengan bahan tambah bonding addictive/ bonding agen/ bond concrete sebagai berikut :

1. Pengaruh sambungan COR beton terhadap uji kuat lentur balok bertulang dengan penambahan zat aditif (bond crete) ditinjau dari umur sambungan (Pratama, 2014).
2. Kajian eksperimental kuat lentur balok pada sambungan balok kolom bertulangan (Abrar dkk., 2015).
3. Kajian hubungan kuat lentur dengan kuat tekan beton (Suhendra, 2017).
4. Pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari ALWA (Haryanto, 2016).
5. Pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas (Rompas dkk., 2013).
6. Pengujian lentur balok beton bertulang dengan menggunakan modifikasi alat uji tekan (Aryanti dkk., 2008).
7. Pengaruh jenis semen dan jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton (Salain, 2009).
8. Cyclic temperature loading : residual flexural strenght of refractory slabs (Holcapek dkk., 2017).
9. Kapasitas lentur plat beton bertulang bambu petung polos (Hantara dkk., 2014).
10. Efek penambahan serat polypropoylene terhadap daya lekat dan kuat lentur pada rehabilitasi struktur beton dengan SELF-COMPACTING REPAIR MORTAR (SCRM) (Santoso dkk., 2010).

Penelitian ini akan meneliti tentang analisa pengaruh sambungan cor beton terhadap uji tekan lentur beton bertulang menggunakan sikacim bonding adhesive dan non bonding adhesive, yang berbeda dalam penelitian ini dengan penelitian

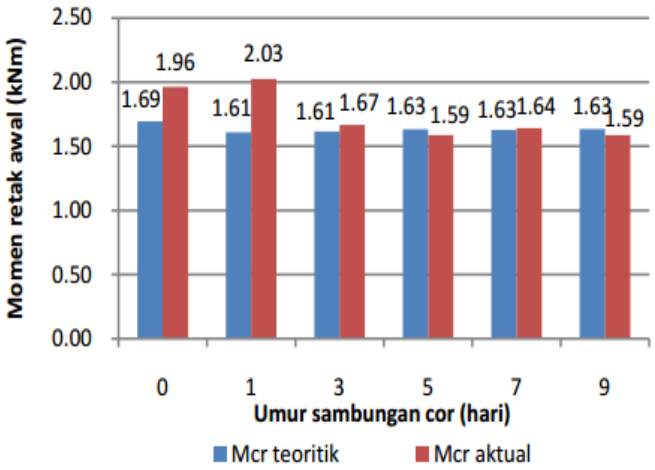
sebelumnya yaitu terdapat sambungan dalam pelaksanaan pengecoran balok atau tidak selesai dalam proses pengecoran. Dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar dengan perbandingan 1cm : 1cm dan FAS 0,38.

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Pratama, (2014) melakukan penelitian berjudul pengaruh sambungan COR beton terhadap uji kuat lentur balok bertulang dengan penambahan zat aditif (bond crete) ditinjau dari umur sambungan yang meneliti tentang pengujian kuat lentur dengan pada balok yang terdapat dengan benda uji berupa balok beton sambngan yang ditinjau dari umur sambungan cor betonnya dengan variasi umu 1, 3, 5, 7 dan 9 hari dan balok tidak menggunakan sambungan sebagai kontrolnya. Pengujian dalam penelitian ini dilakukan pada umur 28 hari setelah melakukan perawatan beton yang terhitung pada hari pengecoran terakhir. Benda uji yang digunakan berupa balok beton dengan dimensi 90 mm x 180 mm x 2100 mm.

Pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1 didapatkan hasil yang tidak terlalu berbeda jauh antara momen retak awal teoritiknya dengan momen retak awal dari hasil percobaannya yaitu 1,5 kNm. Sedangkan pada hasil percobaan *Mcr* yang didapatkankan nilai yang berturut-turut yaitu umur cor 0 hari didapatkan nilai 1,96 kNm, umur cor 1 hari didapatkan nilai 2,03 kNm, umur cor 3 hari didapatkan nilai 1,67 kNm, umur cor 5 hari didapatkan nilai 1,59 kNm, umur cor 7 hari didapatkan nilai 1,64 kNm, dan umur cor 9 hari didapatkan nilai 1,59 kNm. Perbandingan momen retak awal dari masing-masing cor pada umur cor 0 hari didapatkan nilai 13,65%, 1 hari didapatkan nilai 20,58%, 3 hari didapatkan nilai 3,11%, 5 hari didapatkan nilai 2,91%, 7 didapatkan nilai 0,79%, dan 9 hari didapatkan nilai 2,97%.

Umur penyambungan cor beton berpengaruh pada momen maksimum (*Mmaks*). Pengujian kuat lentur data pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Perbandingan momen retak awal (Mcr) (Pratama, 2014)

Kenaikan (*Mnt*) teoritik terhadap (*Mmaks*) didapatkan nilai berturut-turut pada sambungan pengecoran umur 0 hari didapatkan nilai -19,36%, 1 hari didapatkan nilai -21,30%, 3 hari didapatkan nilai -17,21%, 5 hari didapatkan nilai -12,45%, 7 hari didapatkan nilai - 9,74%, 9 hari didapatkan nilai -9,42%. Pada sambungan dengan umur cor 3 hari didapat nilai -3,18%, 5 hari sebesar -8,43%, 7 hari sebesar -11,21% dan 9 hari sebesar -11,50%.

Tabel 2.1 Momen retak awal (Mcr)

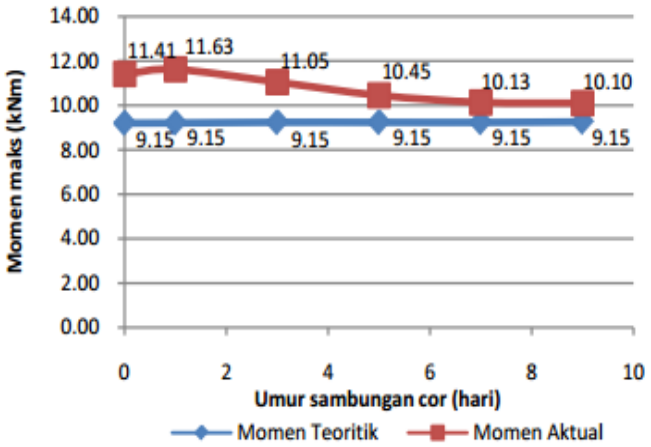
No. Benda Uji	Umur sambungan COR (hari)	(Teoritik) momen retak awal (*Mcrt*) (kNm)	(Aktual) Momen Retak awal (*Mcr*) (kNm)	Kenaikan/penurunan Momen (*Mcrt*) terhadap Momen (*Mcr*) (%)
BL-K	0	1,54	1,96	-13,65
BL-1	1	1,54	2,03	-20,58
BL-3	3	1,54	1,67	-3,11
BL-5	5	1,54	1,59	-2,91
BL-7	7	1,54	1,64	-0,79
BL-9	9	1,54	1,59	-2,97

Sumber : Hasil Penelitian (Pratama, 2014).

Tabel 2.2 Tabel momen maksimum (Mmaks)

No. Benda Uji	Umur sambungan COR (hari)	(Teoritik) Momen Nominal (ϕ·*Mnt*)	(Aktual) Momen Runtuh *(Mmaks)*	Kenaikan/penurunan Momen(*Mcrt*) terhadap Momen (*Mcr*) (%)	Kenaikan/ penurunan Momen (*Mmaks*) terhadap Momen (BL-K) (%)
BL-K	0	9,15	11,41	-19,48	0
BL-1	1	9,15	11,63	-21,30	1,86
BL-3	3	9,15	11,05	-17,21	-3,18
BL-5	5	9,15	10,45	-12,45	-8,43
BL-7	7	9,15	10,13	-9,47	-11,21
BL-9	9	9,15	10,10	-9,42	-11,50

Sumber : Hasil Penelitian (Pratama, 2014).



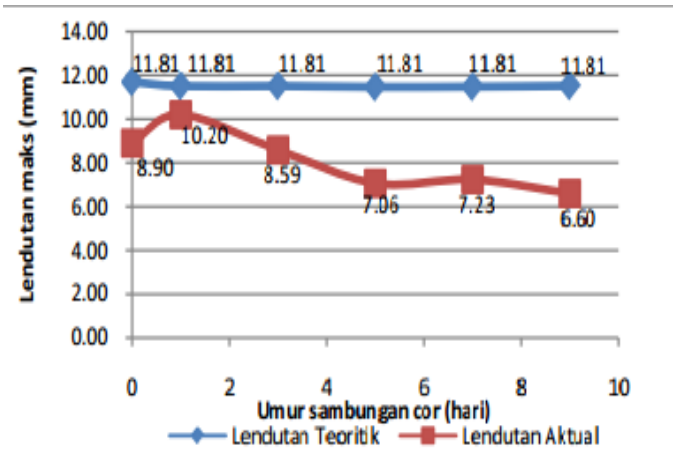
Gambar 2.2 Momen Aktual dan Teoritik (Pratama, 2014)

Pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.3 hasil lendutan yang didapatkan semakin berturun. Sampel benda turun mencapai - 27,26%. Percobaan pada umur sambungan dengan umur cor 0 hari didapat 8,90mm, umur 1 hari didapat 10,20mm, umur 3 hari didapat 8,59mm, umur 5 hari 7,06mm, umur 7 hari didapat 7,23mm, umur 9 hari didapat 6,60mm. Kemudian dibandingkan dengan lendutan maksimum dan teoritik dengan umur 0 hari didapat - 24,61%, umur 1 hari didapat -13,60%, umur 3 hari didapat -27,26%, umur 5 hari didapat -40,42%, umur 7 hari didapat - 38,78%, umur 9 hari didapat -44,09%. Pada balok kontrol umur 1 hari didapat14,61%, kemudian turun umur 3 hari - 3,52%, umur 5 hari didapat - 20,73%, umur 7 harididapat -18,76%, umur 9 harididapat -25,84%.

Tabel 2.3 Lendutan maksimum pada pengujian lentur

No. Benda Uji	Umur sambungan COR (hari)	(Teoritik) Lendutan Maks. (Δt)	(Aktual) Lendutan Maks. ($\Delta maks$)	Kenaikan/penurunan Lendutan (Δt) terhadap Lendutan ($\Delta maks$)	Kenaikan/penurunan Lendutan ($\Delta maks$) terhadap Lendutan (BL-K)
BL-K	0	11,81	8,90	-24,61	0
BL-1	1	11,81	10,20	-13,60	14,61
BL-3	3	11,81	8,59	-27,26	-3.52
BL-5	5	11,81	7,06	-40,42	-20,73
BL-7	7	11,81	7,23	-38,78	-18,25
BL-9	9	11,81	6,60	-44,09	-25,84

Sumber : Hasil Penelitian (Pratama, 2014).



Gambar 2.3 Lendutan aktual dan lendutan teoritik (Pratama, 2014)

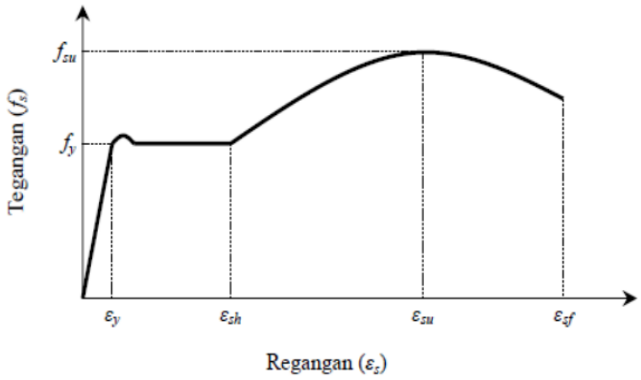
Tabel 2.4 Momen dan Lendutan pada Pengujian

No. Benda Uji	Umur sambungan COR (hari)	Momen Aktual *(KNm)*	Lendutan Aktual *(mm)*
BL-K	0	11,41	11,41
BL-1	1	11,63	11,63
BL-3	3	11,05	11,05
BL-5	5	10,45	10,45
BL-7	7	10,13	10,13
BL-9	9	10,10	10,10

Sumber : Hasil Penelitian (Pratama, 2014).

Abrar dkk. (2015) melakukan penelitian berjudul kajian eksperimental kuat lentur balok pada sambungan balok kolom bertulangan yang meneliti tentang kuat lentur balok pada sambungan balok dengan dimensi 180 mm x 250 mm dengan tulangan D13 ulir dan dimensi kolom 180 mm x 300 mm dengan tulangan D19 ulir.

Pengujian tarik batang baja tulangan diperlihatkan pada Gambar 2.4 di bawah ini. Pada bagian awal diagram tegangan-regangan, modulus elastisitas baja Es konstan (Es = 2,0 x 105 MPa = 2,0 x 106 kg/cm2). Kemudian terdapat bagian horizontal yang dikenal sebagai batas leleh dimana regangan bertambah sedangkan tegangan dapat dikatakan konstan. Tegangan pada kondisi ini disebut tegangan leleh baja (σy). Setelah terjadi pelelehan, kurva naik lagi melewati titik maksimum (tegangan ultimit), kemudian turun ke suatu nilai tegangan yang lebih rendah dimana batang baja akan putus.



Gambar 2.4 Model Konstitutif Tegangan – Regangan Baja Tulangan (Abrar dkk., 2015)

Penyajian tulangan penelitian keseluruhan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Variabel benda uji

Kode Benda uji	Tulangan kolom	Tulangan tekan	Tulangan lentur	Tulangan sengkang
BCJ-S 2	8 D 19	2 D 13	2 D 13	Ø 10 -100
BCJ-S 3	8 D 19	2 D 13	2 D 13	Ø 10 -100
BCJ-S 5	8 D 19	2 D 13	2 D 13	Ø 10 -100

Sumber : Hasil Penelitian (Abrar dkk., 2015).

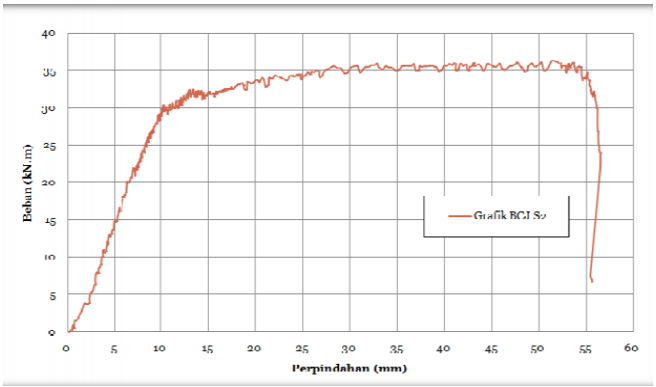
Keterangan simbol Benda Uji:

BCJ-S 2 = BCJ, Balok dipasang 2 tulang tarik dan 2 tulngan tekan + sengkang.

BCJ-S 3 = BCJ, Balok dipasang 3 tulang tarik dan 2 tulngan tekan + sengkang.

BCJ-S 5 = BCJ, Balok dipasang 5 tulang tarik dan 2 tulngan tekan + sengkang.

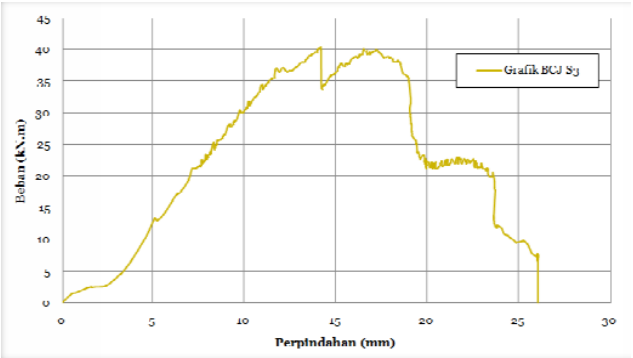
Hasil penelitian yang dibaca dari *data logger* berupa grafik hubungan antara beban perpindahan yang terlihat pada gambar 2.5 sampai gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.5Kurva Beban Perpindahan BCJ S2 (Abrar dkk., 2015)

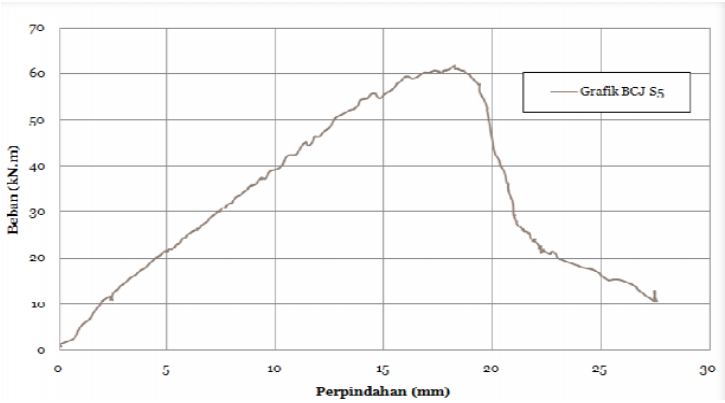
Untuk BCJ S2 Retak pertama pada balok pada beban 12 kN. Beban maksimum pada balok tersebut mengalami keruntuhan, pada saat beban 36,2 kN.

Pada BCJ S3, retak pertama pada benda uji tersebut adalah 21,2 kN. Retak ini terjadi pada daerah kolom, dan pertambahan beban secara menerus menyebabkan terjadinya pertambahan retak pada daerah sepanjang balok. Beban maksimum pada balok adalah 40,2 kN.



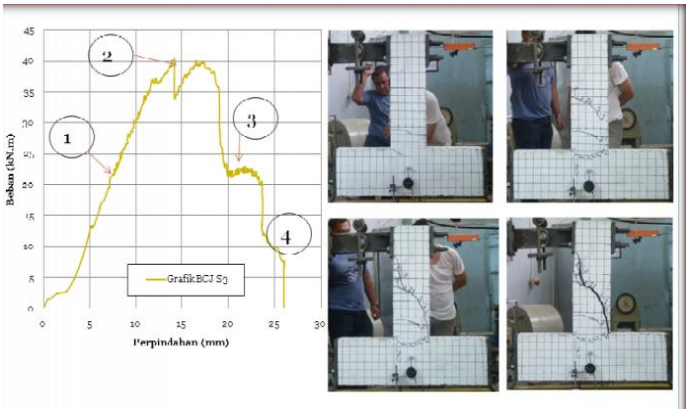
Gambar 2.6 Kurva perpindahan beban BCJ S3 (Abrar dkk., 2015)

Pada pengujian BCK S5 didapatkan retak pertama pada balok dengan beban 20,3kN, beban maksimum pada balok sebelum balok tersebut mengalami keruntuhan hingga 61,6 kN.

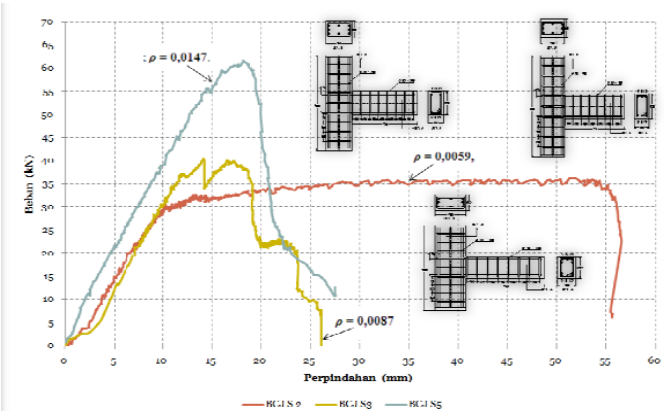


Gambar 2.7 Kurva beban perpindahan BCJ S5 (Abrar dkk., 2015)

Kemudian didapatkan pola retak pada bend uji dan kurva beban perpindahan gabungan.



Gambar 2.8 Kurva dan pola retak awal BCJ (Abrar dkk., 2015)



Gambar 2.9 Kurva beban perpindahan gabungan (Abrar dkk., 2015)

Dan didapatkan hasil dalam penelitian ini pada table 2.6 yaitu :

Tabel 2.6 Hasil penelitian kuat lentur

Benda Uji	Kuat tekan lentur (kNm)
BCJ S2	21,375
BCJ S3	29,897
BCJ S5	46,544

Sumber : Hasil Penelitian (Abrar dkk., 2015).

Suhendra, (2017) melakukan penelitian berjudul kajian hubungan kuat lentur dengan kuat tekan beton yang meneliti tentang perbedaan antara kuat tekan beton dan kuat lentur beton yang menggunakan benda uji berupa silinder dengan dimensi 150 mm x 300 mm, dan balok dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 600 mm. Penelitian ini mengacu pada SNI 03-1974-1990 untuk kuat tekan dan SNI 2847-2013 untuk kuat lentur. (fr) nilai kuat lentur yang didapat berdasarkan hasil nilai kuat tekan dari (fc'), penelitian ini dikaitkan sebagai pekerjaan *Rigid Pavement* dimana nilai kuat lentur pada perkerasan kaku untuk umur 28 hari menunjukan fs = 45 Kg/cm^2. Pada satuan internasional fr = 4,4MPa. Hasil pengujian lentur dalam 28 hari untuk kuat tekan beton fc' = 45 MPa dan kuat lentur fr = 0,62 √45 = 4,15 MPa.

Tabel 2.7 Hasil pengujian kuat lentur rata-rata dan kuat tekan rata-rata

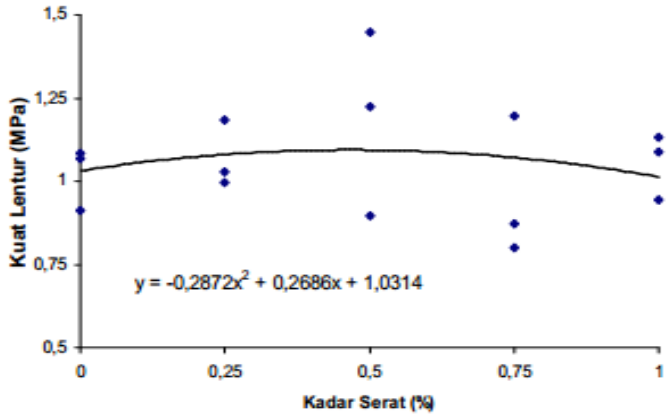
No	Benda Uji	Umur (hari)	Hasil Uji (MPa)		Kuat Lentur dari nilau uji kuat tekan fr = 0,62√fc`(MPa)
			Kuat Tekan fc'	Kuat Lrntur fr	
1	Penelitian	7	15,1	3,2	2,4
2	PT. KDJP	7	13,9	1,7	2,3
3	PT. HAnro	7	29,2	1,7	3,4
4	Peneliti	28	36,7	3,8	3,8

Sumber : Hasil Penelitian (Suhendra, 2017).

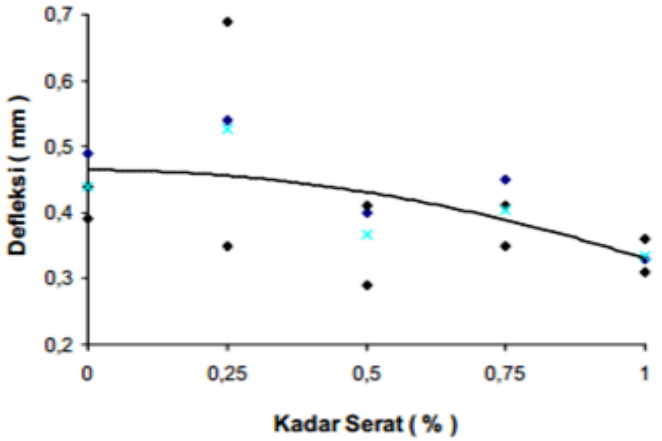
Hasil pembuatan benda uji untuk uji kuat lentur yang dilakukan dilaboratorium didapatkan hubungan yang sesuai dengan kuat lentur (fr) terhadap kuat tekan (fc')

yang tercantum dalam SNI 2847-2013 yang mana (fr = 0,62 √fc`) pada umur 28 hari. Pada pengujian kuat lentur dengan umur kurang dari 28 hari didapatkan hasil yang lebih kecil dan relative akan lebih kecil apabila menggunakan SNI 2847-2013 yang dibandingkan dengan hasil pengujian kuat lentur balok itu sendiri. Pengujian kuat lentur minimum dengan yang disyaratkan dalam spesifikasi umum tahun 2010 dengan fs = 45 Kg/cm^2 (fr = 4,4 MPa) yag tidak memenuhi sebagai mutu beton sedang (fc' = 20 MPa sampai 45MPa).

Haryanto, (2016) melakukan penelitian berjudul pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari ALWA yang meneliti tentang kuat lentur balok beton dengan tambahan limbah karpet dengan benda uji berupa balok dengan dimensi 60 cm x15 cm x 15 cm dengan variasi kadar variasi limbah serat karpet sebesar 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 100% yang masing-masing variasi benda uji dibuat sebanyak 3 balok. Dalam penelitian ini didapatkan nilai kuat lentur tertinggi sebesar 1,09 MPa dengan kadar serat limbah karpet sebesar 0,47% dapat dilihat pada gambar 2.10 tentang hubungan kadar serat kapet dan kuat lentur. Dalam penelitian ini disinggung bahwa semakin banyak ditambahkan serat limbah karpet semakin kecil defleksi yang dihasilkan pada pengujian kuat lentur dapat dilihat pada gambar 2.11 hubungan antara kadar serat dan defleksi, dikarenakan serat karpet akan lebih menghambat retak dan menjaga jarak retak pada pasta beton lebih kecil dan mampu menahan setelah terjadi keretakan. Hasil pengaruh tambahan serat limbah karpet dalam pengukuran defleksi, defleksi balok beton ringan dari ALWA akan semakin rendah. Rata-rata nilai defleksi yang terkecil terjadi pada kadar campuran serat limbah karpet sebesar 1 % dengan nilai 0,33 mm dan berkurang 24,32%. Kesimpulanya bahwa penambahan limbah karpet pada kuat lentur dengan beton ringan dengan agregat kasar ALWA mendapatkan kuat lentur terbesar sebesar 1,09 MPa atau meningkat dengan nilai 7,15 % dengan penambahan serat limbah karpet yang terbesai didapat nilai 0,47%, kemudian diberi limbah karpet membuat keruntuhan tidak terjadi secara drastis dan nilai defleksi mengalami pengurangan sebesar 24,32%.



Gambar 2.10 Hubungan kadar serat karpet dan kuat lentur (Haryanto, 2016)



Gambar 2.11 Hubungan antara kadar serat dengan defleksi (Haryanto, 2016)

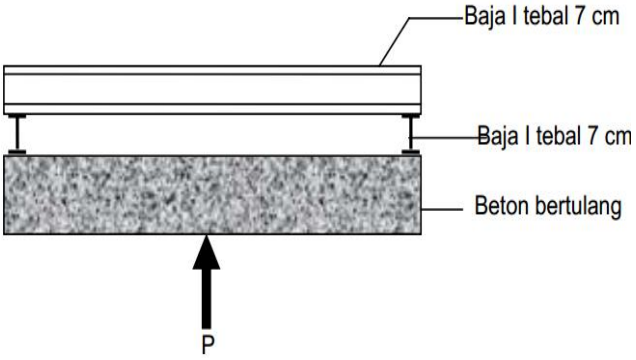
Rompas dkk. (2013) melakukan penelitian berjudul pengaruh pemanfaatan abu ampas tebu sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas yang meneliti tentang akibat penambahan abu ampas tebu (AAT) yang digunakan dengan sistem pengurangan persentase semen dengan variasi penambahan AAT sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% terhadap berat semen. Benda uji yang digunakan berupa balok dengan dimensi 50 cm x10 cm x 10 cm dengan umur beton 14 hari dan 28 hari. Kuat lentur balok beton yang dihasilkan pada umur 14 hari rata-rata sebesar 5,744 MPa dan hasil terbesar kuat lentur pada umur 14 hari didapat nilai sebesar 6,221 MPa pada persentase penambahan AAT sebesar 5%. Hasil uji kuat lentur dengan umur 28 hari mendapat rata-rata sebesar 6,550 MPa dan hasil terbesar pada persentase 5% sebesar 7,044 MPa tertera pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Hasil kuat lentur setiap umur pengujian

Persentase AAT	Kuat Tarik Lentur Rata-rata Beton (MPa)	
	14 Hari	28 Hari
AAT 0%	6,073	7,035
AAT 5%	6,221	7,044
AAT 10%	5,740	6,545
AAT 15%	5,731	5,976
AAT 20%	5,644	6,484
AAT 25%	5,058	6,221

Sumber : Hasil Penelitian (Rompas dkk., 2013).

Aryanti dkk. (2008) melakukan penelitian berjudul pengujian lentur balok beton bertulang dengan menggunakan modifikasi alat uji tekan yang meneliti tentang pengujian lentur dengan ukuran benda uji 100 mm x 150 mm x 1000mm. menggunakan metode 1 titik pusat yang berada dibagian bawah dengan perletakan sederhana yang terdiri dari 2 potongaan baja dengan tebal 7 cm seperti gambar 2.12 dan menggunakan baja (profil I) diatas alat uji. Pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 2.9 dan hasil uji tekan balok pada tabel 2.10.



Gambar 2.12 Model modifikasi alat tekan (Aryanti dkk., 2008)

Tabel 2.9 Hasil uji kuat tekan beton

No	Benda Uji	Luas Bidang Tekan (A) (mm)	Beban (P) (N)	Tegangan (P/A) (MPa)
1	Silinder 1	17662,5	250000	14,15
2	Silinder 2	27662,5	275000	15,57
3	Kubus 1	22500	410000	15,12
4	Kubus 2	22500	420000	15,49
		f'c		15,09

Sumber : Hasil Penelitian (Aryanti dkk., 2008).

Tabel 2.10 Hasil uji tekan balok

No	Hasil Uji	Beban (P) (kN)
1	Retak Pertama	25
2	Beton Hancur	30

Sumber : Hasil Penelitian (Aryanti dkk., 2008).

Pada pengujian tarik diperoleh hasil bahwa baja leleh lebih dulu kemudian disusul dengan kehancuran beton. Proses melelehnya baja didapatkan pada beban 7,5 kN. Kemudian hasil yang didapatkan dari retak pertama didapat hasil 25 kN. Pada proses pengujian retak pertama juga dialami melelehnya baja dan disusul dengan hancurnya beton pada beban 25 kN.

Salain, (2009) melakukan penelitian berjudul pengaruh jenis semen dan jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton yang meneliti tentang pengaruh jenis semen dan jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan benda uji kubus dengan dimensi 150 mm x 150 mm x 150mm, dengan perbandingan berat campuran semen : agregat halus : agregat kasar 1,0 : 1,4 : 2,1 dengan faktor air semen sebesar 0,42. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe I (PCI), semen portland pozzolan (PCC), dan semen portland komposit (PCC). Untuk agregat halus dipilih pasir alami sedangkan agregat kasar berupa kerikil dan batu pecah (BP) dengan diameter maksimum 20 mm. Ujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 3, 7, 28, dan 90 hari. Untuk masing-masing tipe semen dan agregat kasar dibuat benda uji beton berupa kubus dengan rusuk 150 × 150 × 150 mm. Beton dirancang dengan menggunakan perbandingan berat yang konstan antara semen : agregat halus : agregat kasar sebesar 1,0 : 1,4 : 2,1 dengan nilai faktor air semen (fas) ditetapkan sebesar 0,42. Pencampuran beton dilakukan dengan mesin pencampur dimana sebelum dicampur agregat disiapkan dalam kondisi *Saturated Surface Dry* (*SSD*). Beberapa properti kimia dan fisik dari semen diberikan pada Tabel 2.11, sedangkan sifat fisik dari agregat halus dan kasar dicantumkan di dalam Tabel 2,12 dan pada Gambar 2.17 dan Gambar 2.18 ditunjukkan gradasi rancangan dari agregat halus dan kasar yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2.11 Properti kimia dan fisik dari semen

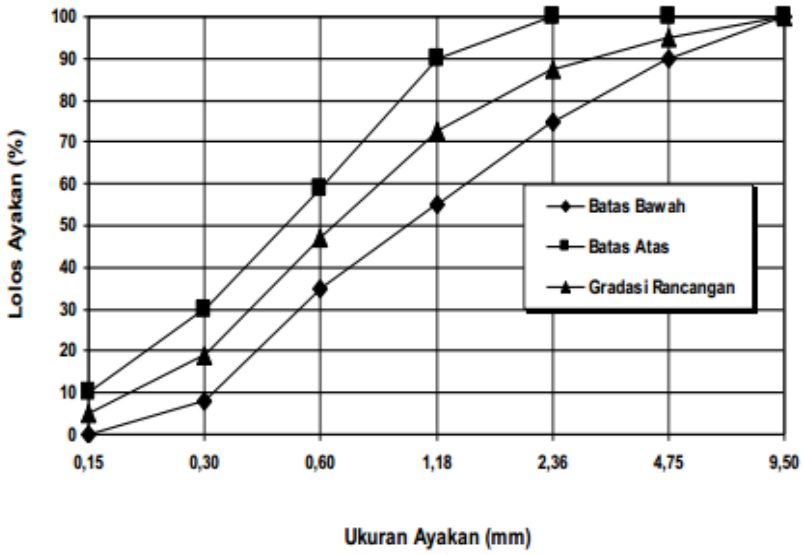
Jenis semen	PCI	PPC	PCC
Al2O3 (%)	5,49	8,76	7,40
CaO (%)	65,21	58,66	57,38
SiO2 (%)	20,92	23,13	23,04
Fe2O3 (%)	3,78	4,62	3,36
Kehalusan (%)	4,00	5,00	2,00
Berat Isi (kg/l)	1,29	1,19	1,15

Sumber : Hasil Penelitian (Salain, 2009).

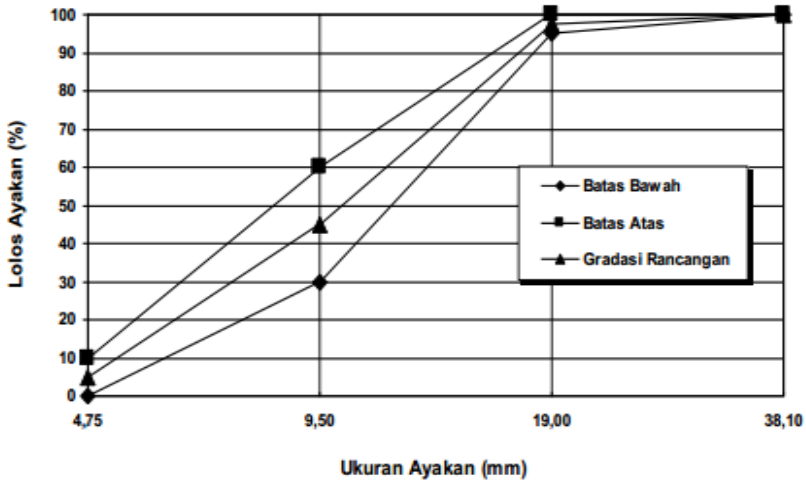
Tabel 2.12 Sifat fisik dari agregat halus dan kasar

Sifat fisik agregat	Pasir	Kerilil	Batu pecah
Berat Satuan (kg/l)	1,57	1,52	1,49
Berat Jenis SSD	2,59	2,66	2,74
Penyerapan Air (%)	1,42	2,80	1,74
Kadar Lumpur (%)	3,70	2,20	0,20
Kadar Air (%)	6,95	4,60	1,20
Kekerasan dengan Los Angeles (%)	-	20,00	14,00
Angeles			

Sumber : Hasil Penelitian (Salain, 2009).



Gambar 2.13 Gradasi rencangan agregat halus (Salain, 2009)



Gambar 2.14 Gradasi rancangan agregat kasar (Salain, 2009)

Hasil dari pengujian kuat tekan beton (MPa) pada penelitian ini akan disampaikan pada tabel 2.13 dan pada Gambar 2.19 ditampilkan kurva yang menunjukkan hubungan antara kuat tekan dengan umur hidrasi untuk setiap jenis semen dan agregat kasar yang digunakan.

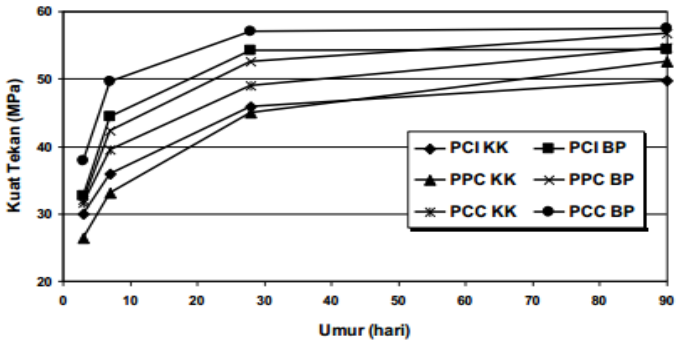
Kesimpulan pada tabel 2.13 dan gambar 2.19 yaitu pada penggunaan agregat kasar berupa KK, kuat tekan beton dengan penggunaan perekat PCI, PPC dan PCC dari umur 3 hari hingga mencapai umur 90 hari, meningkat berturut-turut dari 29,96 MPa menjadi 49,78 MPa, 26,32 MPa menjadi 52,50 MPa dan 31,54 MPa menjadi 54,67 MPa. Untuk penggunaan agregat kasar berupa BP pada penggunaan perekat dan periode yang sama, nilai kuat tekannya meningkat berturut-turut dari 32,67 MPa menjadi 54,36 MPa, 32,00 MPa menjadi 56,67 MPa dan 37,78 MPa menjadi 57,47 MPa.

Tabel 2.13 Kuat tekan beton (MPa) pada berbagai umur dengan variasi jenis semen dan agregat kasar

Jenis Agregat Kasar	Umur (hari)	Jenis Semen		
		PCI	PPC	PCC
KK	3	29,96	26,32	31,54
	7	35,96	33,11	39,42
	28	45,83	45,02	49,00
	90	49,78	52,50	54,67
BP	3	32,67	32,00	37,78
	7	44,44	42,28	49,61
	28	54,22	52,53	57,02
	90	54,36	56,67	57,47

Sumber : Hasil Penelitian (Salain, 2009).

Ditinjau dari jenis semen yang digunakan, terlihat bahwa beton dengan perekat berupa PCC mampu mengembangkan kekuatan yang lebih tinggi untuk setiap umur hidrasi bila dibandingkan dengan beton dengan perekat lainnya baik pada penggunaan agregat kasar berupa KK maupun BP. Pada umur 90 hari, beton dengan perekat PCC dengan agregat kasar berupa KK maupun BP mampu mengembangkan kuat tekan sebesar 110% dan 106% dari kuat tekan yang dihasilkan beton dengan perekat PCI untuk penggunaan agregat yang sama. Untuk waktu dan penggunaan agregat yang serupa, beton dengan perekat PCC dapat mengembangkan kuat tekan sebesar 104% dan 101% dari kuat tekan yang dihasilkan beton dengan perekat PPC. Perkembangan kekuatan pada beton dengan perekat PPC lebih lambat di umur awal dibandingkan dengan beton dengan perekat lainnya, namun setelah umur hidrasi melampaui 40 dan 50 hari, masing-masing pada penggunaan agregat kasar KK dan BP, kuat tekan yang dihasilkan oleh beton dengan perekat PPC dapat melampaui kuat tekan beton yang dibuat dengan PCI. Pada umur 90 hari, beton dengan perekat PPC dengan agregat kasar berupa KK atau BP mampu mengembangkan kuat tekan sebesar 105% atau 104% dari kuat tekan yang dihasilkan beton dengan perekat PCI untuk penggunaan agregat yang sama. Pengaruh jenis agregat kasar (KK atau BP) terhadap kekuatan beton hanya nampak jelas hingga mencapai umur hidrasi 28 hari, setelah periode tersebut pengaruhnya cenderung melemah. Pada umur 90 hari, kuat tekan beton dengan penggunaan agregat kasar berupa KK untuk penggunaan perekat PCI, PPC dan PCC adalah berturut-turut 92%, 93% dan 95% dari kuat tekan beton dengan penggunaan agregat kasar berupa BP.



Gambar 2.15 Perkembangan kuat tekan beton dengan variasi jenis semen dan agregat (Salain, 2009)

Holcapek dkk. (2017) melakukan penelitian berjudul cyclic temperature loading : residual flexural strenght of refractory slabs yang meneliti tentang pengujian kuat lentur pada beton yang dipanaskan dengan temperatur 600°C - 1000°C kemudian dilihat dari setiap kelompok lembaran rafraktori termasuk yang tidak dipanaskan. Variasi yang digunakan 0,25%, 0,50%, 1,00%. Dengan penambahan 1,00% mampu menahan kenaikan suhu. Dalam penelitian ini menggunakan lembaran rafraktori dengan ukuran 300 x 200 x 38 mm dengan sepasi 40 x 40 x 160 mm dengan sifat menahan dan beberapa fenomena yang negative dapat terjadi pada area lempengan yang lebih besar. Pada awalnya digunakan dimensi yang berbeda, pada usia 28 hari diuji dengan temperature 600°C selama 3 jam dan lempeng yang berbeda dengan temperature 1000°C selama 3 jam. Tabel 2.14 penggunaan campuran dan pada tabel 2.15, bulk density, kekuatan lentur,kuat tekan dan energi fraktur dari campuran yang digunakan ditunjukkan (setelah terpapar pada 105 ° C, 600 ° C dan 1000 ° C). Semua properti yang disebutkan diukur pada spesimen dengan dimensi 40x40x160 mm

Tabel 2.14 Pengunaan campuran (composisi)

Bahan	Campuran (Kgm^{-3})		
	C_0.25_C5	C_0.50_C5	C_1.00_C5
Semen	675	675	675
Bubuk kramik	225	225	225
Agregat basalt	1100	1100	1100
Air	224	224	224
Plastisizer PSV	22,7	22,7	22,7
Serat Basalt 6,35 mm	0,73	1,46	2,92
Serat Basalt 12,7 mm	6,52	13,04	26,08

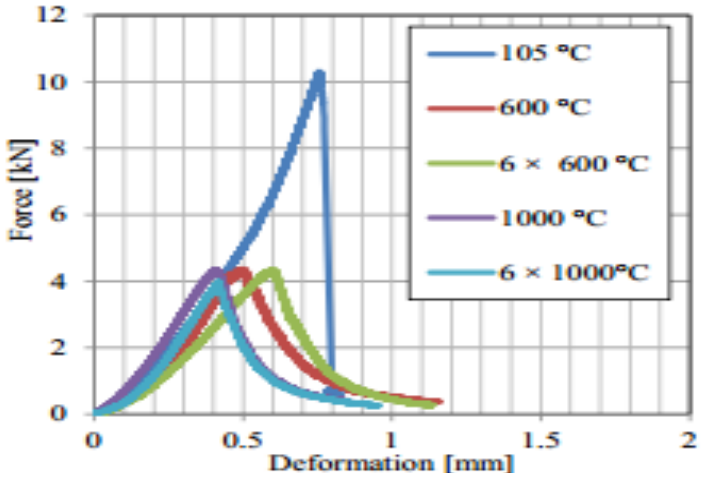
Sumber : Hasil Penelitian (Holcapek dkk., 2017).

Tabel 2.15 Alat yang digunakan pada campuran setelah bereaksi pada kondisi variasi

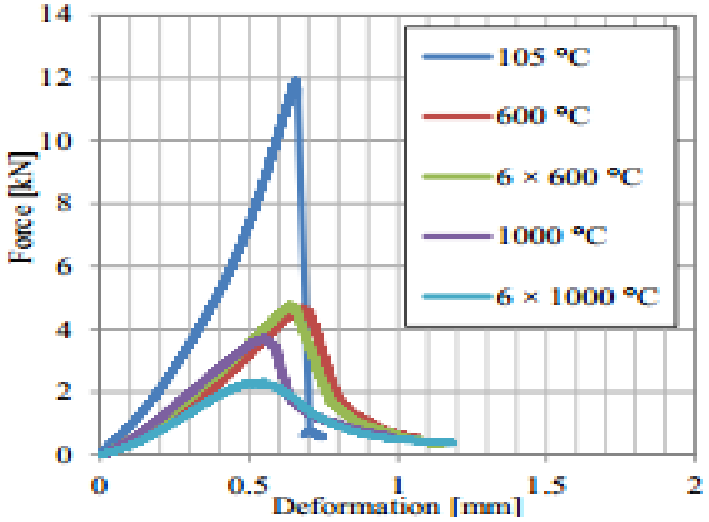
Campuran	Temperatur (^{o}C)	Bulk density (Kgm^{-3})	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	Energy Fraktur (J mm^{-2})
C_0.25_C5	105	2425	12,6	97	160,4
	600	2275	6,5	62,6	303,8
	1000	2125	3,2	31,5	233,8
C_0.50_C5	105	2440	11,7	80,2	79,3
	600	2320	6,1	52	148,4
	1000	2125	3,2	35,2	94,7
C_1.00_C5	105	2410	10,7	89	77,9
	600	2275	4,1	48,7	70,6
	1000	2070	3,8	27,6	72,9

Sumber : Hasil Penelitian (Holcapek dkk., 2017).

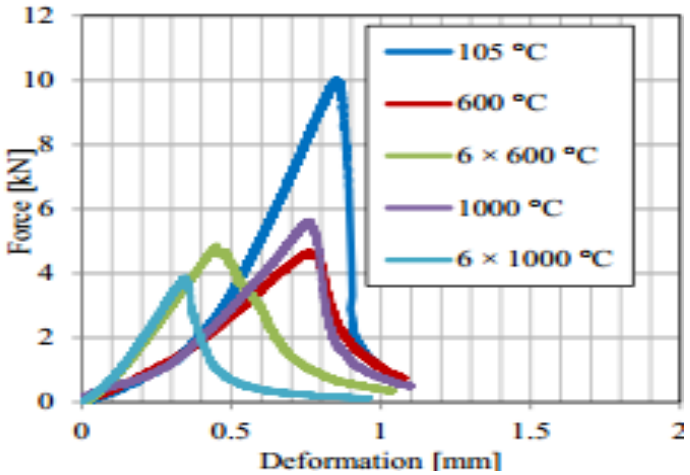
Hasil lendutan yang dihasilkan dalam pengujian dapat dilihat pada gambar 2.16-2.18.



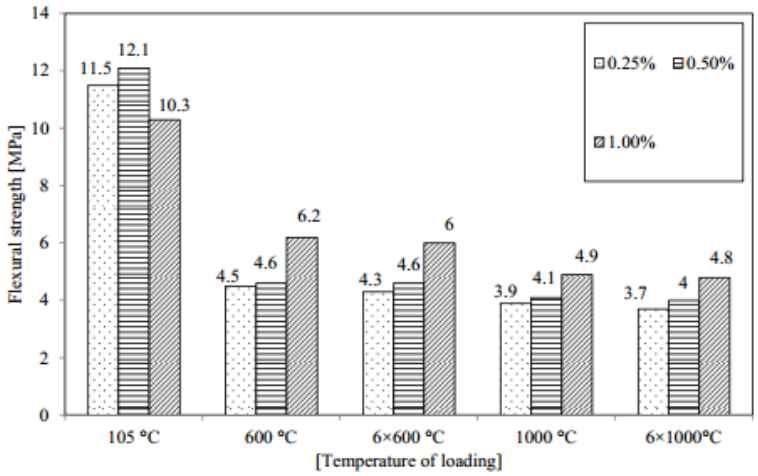
Gambar 2.16 Lendutan dengan variasi 0,25% (Holcapek dkk., 2017)



Gambar 2.17 Lendutan dengan variasi 0,50% (Holcapek dkk., 2017)



Gambar 2.18 Lendutan dengan variasi 1,00% (Holcapek dkk., 2017)

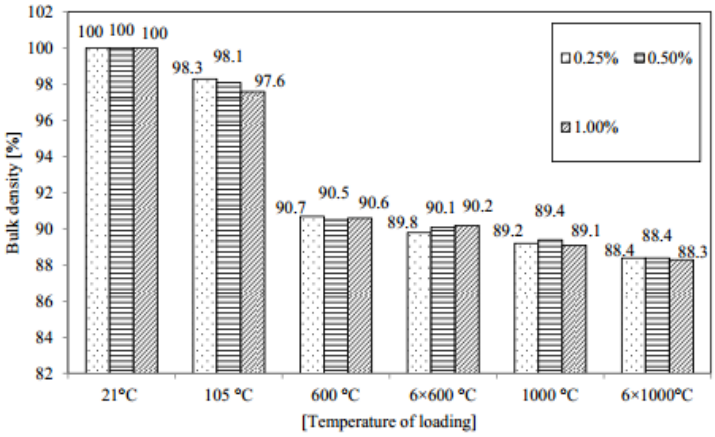


Gambar 2.19 Elevasi Kuat Lentur dengan suhu tertentu (Holcapek dkk., 2017)

Tabel 2.16 Jumlah pada bulk density setelah berbeda proses

Campuran	Proses terjadnya pemanasan					
	21 °C	105 °C	600°C	6 x 600 °C	1000 °C	6 x 1000 °C
	Bulk Density (Kgm^{-3})					
A_0.25_C5	2410	2370	2185	2165	2150	2130
	100%	98,3%	90,7%	89,8%	89,2%	88,4%
A_0.50_C5	2325	2280	2105	2095	2080	2055
	100%	98,1%	90,5%	90,1%	89,4%	88,4%
A_1.00_C5	2295	2240	2080	2070	2045	2025
	100%	97,6%	90,6%	90,2%	89,1	88,3%

Sumber : Hasil Penelitian (Holcapek dkk., 2017).

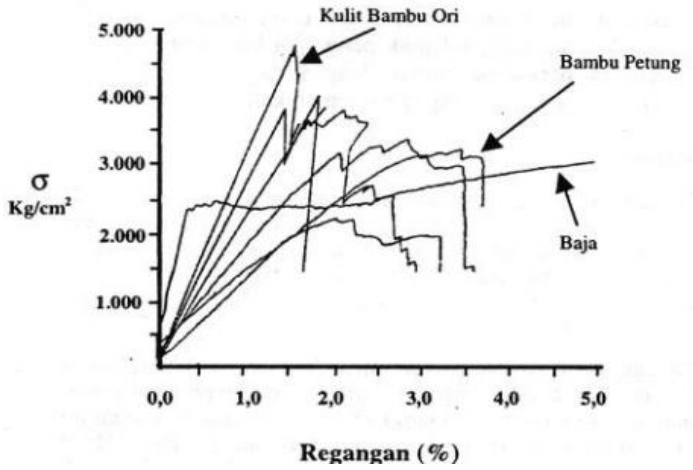


Gambar 2.20 Elevasi pada bulk density (Holcapek dkk., 2017)

Nilai kekuatan lentur yang dicapai dari tes lentur menggambarkan manfaat dari serat basalt dalam berbagai dosis. Dosis serat maksimal 1,00% volume menghasilkan lentur tertinggi kekuatan lembaran setelah pemuatan termal. Terutama dosis ini menunjukkan ketahanan yang sangat baik terhadap pemuatan panas siklik (setelah 600 ° C dan 1000 ° C).

Hantara dkk. (2014) melakukan penelitian berjudul kapasitas lentur plat beton bertulang bambu petung polos yang meneliti tentang pengujian lentur plat beton dengan tulangan baja dan bambu petung polos. Dalam penelitian ini benda uji yang digunakan adalah sebuah plat dengan dimensi 60 cm x 40 cm x 10 cm asumsi dalam penelitian ini bambu petung didistribusikan sebagai beban titik diletakan ditengah bentang dengan panjang L/3. Dalam penelitian ini menggunakan kuat tekan rencana sebesar 15 MPa. Benda uji berupa plat beton bertulang dan silinder. Dapat dilihat pada tabel 2.17.

Kuat tarik bambu dapat mencapai dua kali kuat tarik baja tulangan. Sebagai perbandingan tulangan baja diuji dengan leleh 240 MPa dan tulangan bambu diperoleh bahwa kuat tarik pada kulit original cukup tinggi dengan leleh hingga 500 MPa. Sedangkan kuat tarik rata-rata bambu petung juga lebih tinggi. (Morisco, 1999).



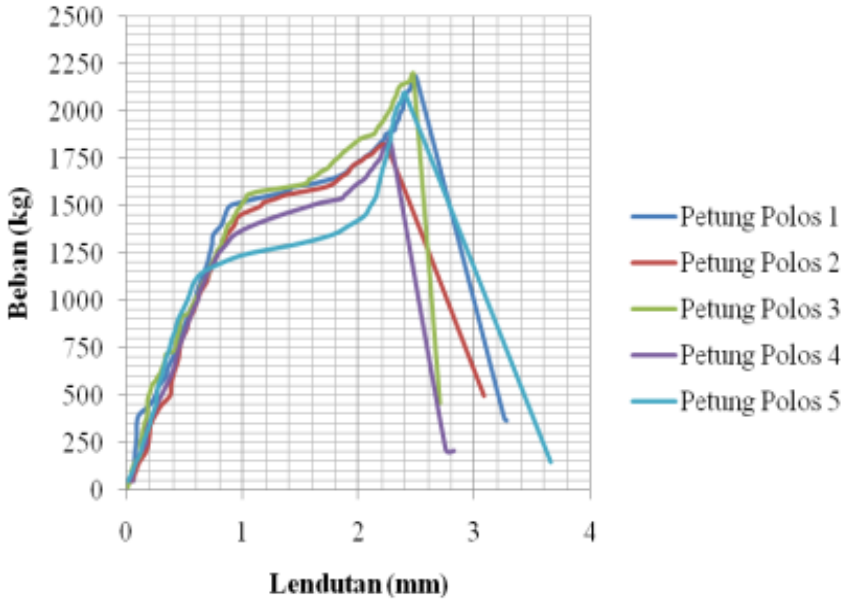
Gambar 2.21 Diagram regangan bambu dan baja (Hantara dkk.,2014)

Tabel 2.17 Benda uji

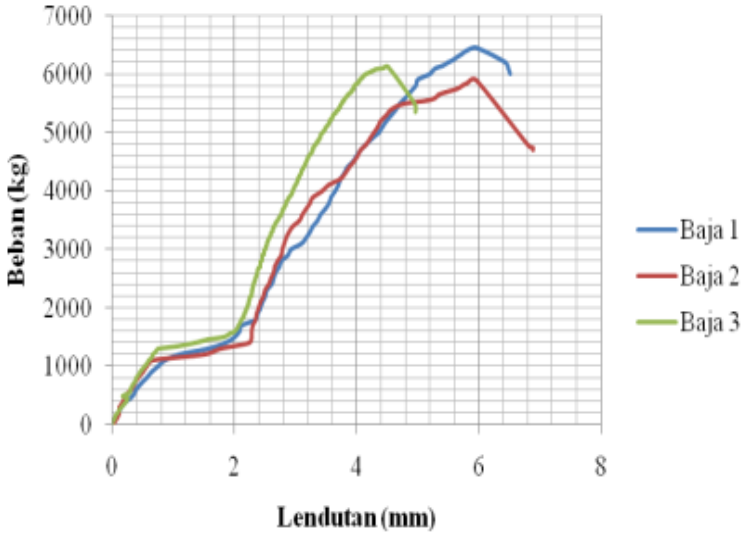
Jenis benda uji	Ukuran (mm)	Jumlah Benda Uji (Buah)	Kode Benda Uji
Silinder	Ø15 – H30	6	BS1-BS6
Plat beton bertulangan baja	600x400x100	3	BJ1-BJ3
Plat beton bertulangan bambu	600x400x100	5	PP1-PP5

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Hasil pengujian pada benda uji yaitu 5 plat beton dengan tulangan bambu polos dan 3 plat beton dengan tulangan baja. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan, kuat tari, MOR, MOE pada bambu dan uji tarik pada baja. Pengujian pada plat beton meliputi pengujian beban (lentur).



Gambar 2.22 Grafik hubunagan antara beban dan lendutan bambu polos (Dial gauge 2) (hantara dkk., 2014)



Gambar 2.23 Grafik hubungan antara beban dan lendutan tulangan baja (Dial gauge 2) (Hantara dkk., 2014)

Tabel hasil pegujian kuat tarik pada bambu dan tulangan baja dapat dilihat pada tabel 2.18

Tabel 2.18 Hasil pegujian kuat tarik pada tulangan baja dan bambu

Jenis Tulangan	Gaya Leleh (Kg)	Tegangan Leleh (MPa)	Rata-rata (MPa)
Baja	1780	354,1197	
	1800	358,0986	335,4460
	1780	354,1197	
Bambu Petung Polos	3580	298,3333	
	3650	304,1667	313,2143
	3540	337,1429	

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Tabel 2.19 Hasil pengujian modulus elastisitas baja dan bambu

Jenis Tulangan	Gaya Leleh (Kgf)	Modulus Elastisitas (MPa)	Rata-rata (MPa)
	1780	177059,87	
Baja	1800	179049,31	177723,02
	1780	177059,87	
Bambu Petung Polos	3580	22316,33	
	3680	24162,04	24427,71
	35,50	26804,76	

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Tabel 2.20 Hasil pengujian Kuat lentur plat beton bambu dan bertulangan baja

Jenis Tulangan	Pmax (Ton)	Mn (MPa)	Rata-rata Mn (MPa)	σl (MPa)	Rata-rata σl (MPa)
Bambu petung polos	1,82	0,1550		2,3252	
	2,20	0,1873	0,1730	2,8097	2,5955
	1,86	0,1584		2,3762	
	2,10	1,1788		2,6822	
Baja	6,40	0,5486		8,2284	
	5,90	0,5018	0,5236	7,5272	7,8544
	6,12	0,5205		7,8077	
	2,18	0,1856		2,7842	

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Tabel 2.21 Hasil analisis kapasitas lentur pada plat beton bertulangan bambu dan baja

Benda Uji	Mn (MPa)	σl (MPa)
Plat beton bertulangan bambu	0,2853	1,256
Plat beton bertulangan baja	0,3976	5,4387

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Tabel 2.22 Perbandingan hasil kapasitas lentur plat beton

Benda Uji	Mn Hasil analisis (MPa)	Mn Hasil pengujian (MPa)
Plat beton bertulangan bambu	0,2853	0,1730
Plat beton bertulangan baja	0,3976	0,5236

Sumber : Hasil Penelitian (Hantara dkk., 2014).

Hasil yang didapat dalam pengujian ini berupa tarik baja mempunyai hasil leleh dengan nilai 335,44 MPa, pengujian tarik bambu menghasilkan leleh dengan nilai 313,21 MPa. Pada hasil yang didapatkan bahwa tegangan leleh bambu 88,12% terhadap tegangan leleh baja. Hasil modulus elastisitas pada bambu mendapat hasil rata- rata dengan nilai 24427,71 MPa, sedangkan hasil modulus elastisitas baja mendapat hasil rata-rata sebesar 177723,02 MPa. Kesimpulan yang didapatkan bahwa mosulus elastisitas bambu sebesar 13,74% terhadap modulus elastisitas baja.

Hasil pengujian lentur plat baton dengan tulangan bambu rata-rata sebesar 2,5955 MPa dan mendapat hasil analisis sebesar 1,256 MPa, sedangkan plat beton dengan tulangan baja rata-rata sebesar 7,8544 MPa dan mendapat hasil analisis sebesar 5,4387 MPa. Sesuai hasil yang didapatkan bahwa hasil pengjian tegangan lentur plat beton bertulangan bambu 33,04% terhadap hasil pengujian lentur plat beton bertulangan baja.

Santoso dkk. (2010) melakukan penelitian berjudul efek penambahan serat polypropoylene terhadap daya lekat dan kuat lentur pada rehabilitasi struktur beton dengan SELF-COMPACTING REPAIR MORTAR (SCRM) yang meneliti tentang pengujian kuat lentur dengan tambahan serat polypropoylene dengan

variasi 0 kg/m^3, 1 kg/m^3, 2 kg/m^3, 3 kg/m^3 (multi layer). Hasil kuat lentur balok dengan variasi 0 kg/m^3 mendapatkan rata-rata sebesar 4,156 MPa yang tertera pada tabel 2.23, variasi 1 kg/m^3 mendapatkan rata-rata sebesar 4,988 MPa yang tertera pada tabel 2.24, variasi 2 kg/m^3 mendapatkan rata-rata sebesar 2,601 MPa yang tertera pada tabel 2.25, variasi 3 kg/m^3 mendapatkan rata-rata sebesar 2,543 MPa yang tertera pada tabel 2.26 dan tabel 2.27 adalah hasil kuat lentur balok kontrol. Grafik hubungan kuat lentur dengan variasi penambahan polypropoylene pada gambar 2. 24

Tabel 2.23 Hasil Pengujian Kuat Lentur dengan campuran serat 0 kg

NO	Nilai Slump (cm)	Panjang (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (h) (cm)	Beban Maks (kg)	Kuat Lentur (MPa)
1	59-65	50,2	9,5	10,1	500	3,885
2	59-65	50,4	9,3	10,1	500	3,984
3	59-65	50,5	9,5	10,2	600	4,598
Kuat lentur rata-rata						4,156

Sumber : Hasil Penelitian (Santoso dkk., 2010).

Tabel 2.24 Hasil Pengujian Kuat Lentur dengan campuran serat 1 kg

NO	Nilai Slump (cm)	Panjang (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (h) (cm)	Beban Maks (kg)	Kuat Lentur (MPa)
1	63-64	50,1	9,94	10,6	700	4,710
2	63-64	50	9,6	10,27	700	5,185
3	63-64	50	10,27	10,8	650	5,070
Kuat lentur rata-rata						4,988

Sumber : Hasil Penelitian (Santoso dkk., 2010).

Tabel 2.25 Hasil Pengujian Kuat Lentur dengan campuran serat 2 kg

NO	Nilai Slump (cm)	Panjang (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (h) (cm)	Beban Maks (kg)	Kuat Lentur (MPa)
1	50-48	50	9,6	10,56	500	3,503
2	50-48	50,5	9,94	10,44	300	2,098
3	50-48	50	9,98	10,93	350	2,202
Kuat lentur rata-rata						2,601

Sumber : Hasil Penelitian (Santoso dkk., 2010).

Tabel 2.26 Hasil Pengujian Kuat Lentur dengan campuran serat 3 kg

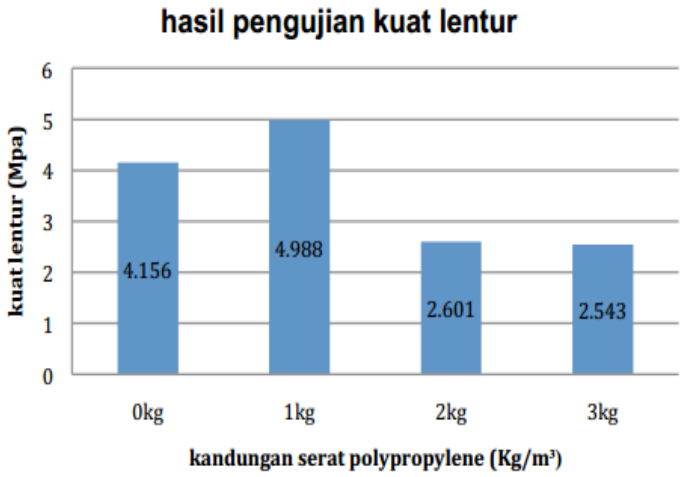
NO	Nilai Slump (cm)	Panjang (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (h) (cm)	Beban Maks (kg)	Kuat Lentur (MPa)
1	48-48	51	9,3	10,44	350	2,642
2	48-48	51	9,2	10,1	350	2,853
3	48-48	51	9,7	10,53	300	2,134
		Kuat lentur rata-rata				2,543

Sumber : Hasil Penelitian (Santoso dkk., 2010).

Tabel 2.27 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Kontrol

NO	Nilai Slump (cm)	Panjang (L) (cm)	Lebar (b) (cm)	Tinggi (h) (cm)	Beban Maks (kg)	Kuat Lentur (MPa)
1	9,5	50	9,5	10,3	600	4,463
2	9,5	50,1	10	10	700	5,261
3	9,5	50,2	9,5	10,34	700	5,190
		Kuat lentur rata-rata				4,971

Sumber : Hasil Penelitian (Santoso dkk., 2010).



Gambar 2.24 Hasil pengujian kuat lentur balok beton multi-lapis (Santoso dkk., 2010)

Dengan ditambahkan serat polypropoylene dapat menaikan beban maksimumpada kuat lentur beton pada variasi 0 kg serat sebesar 4,156 MPa, pada tambahan serat 1 kg didapat nilai 4,988 MPa, pada tambahan serat 2 kg didapat nilai 2,601 MPa kemudian tambahan serat 3 kg didapat nilai 2,543 MPa. Kenaikan yang terbesar pada tambahan serat 1 kg.

2.2. Dasar Teori

Dalam penelitian ini akan membahas tentang sambungan cor beton dalam melaksanakan pengecoran yang ada dilapangan, dengan penyambungan pada permukaan beton lama (telah mengeras) dengan pengecoran baru (adonan beton segar) dengan bahan tambah Sikacim Bonding Adhesive terhadap beton lama yang sudah megneras. Beton normal menurut Tjokrodimuljo, (2010) yaitu hasil dari pencampuran antara : semen Portland, agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir) dan juga air. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200-2500) kg/m^3 dengan menggunakan agregat alam yang dipecah. Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada bangunan gedung, jalan, jembatan, dll. Bahan penyusun beton normal adalah agregat halus (pasir), agregat kasar (krikil), semen dan air. Dapat ditambahkan juga dengan menggunakan bahan tambah dan didalam pembuatan sebuah beton ada yang dinamakan dengan Uji Slump atau salah satu cara mengukur keketalan dari sebuah adukan beton dan ditentukan dengan kerucut *abhrams* dan dibaca dalam (mm) BSN, (1990) tentang pengujian slump beton *(Semen Portland).*

2.2.1 Komposisi Sambungan Beton

Bahan-bahan penyusun beton haruslah diteliti dan diuji terlebih dahulu untuk bisa menentukan kandungan mineral yang terdapat pada material sehingga mendukung saat dicampurkan. Penggunaan agregat halus dan kasar yang baik, air dan juga semen untuk menentukan mutu beton yang baik.

2.2.2 Semen *Portland*

Semen *Portland* menurut Tjokroadimuljo, (2010) adalah semen yang dibuat dengan cara menghaluskan Kliner yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang mempunyai sifat hidrolisis. Apabila semen diaduk dengan campuran air akan menjadi pasta, jika ditambah dengan pasir maka akan menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan kerikil akan menjadi beton. Bahan penyusun semen dapat dilihat pada tabel 2.28.

Jenis semen Portland ada 5 macam yaitu : Semen portland jenis 1 adalah semen portland yang banyak digunakan pada kontruksi umum. Semen Portland jenis 2 adalah semen portland yang banyak digunakan untuk kontruksi yang tahan

terhadap hidrasi dan sulfat sedang. Semen Portland jenis 3 adalah semen portland yang banyak digunakan pada kontruksi dengan kekuatan awalan tinggi, semen Portland jenis 4 adalah semen Portland yang menurut persyaratan digunakan pada kontruksi yang panas hidrasi yang rendah. Semen Portland jenis 5 adalah semen portland yang banyak digunakan pada kontruksi dengan persyaratan sangat tahan terhadap sulfat (BSN, 1989b).

Semen *Portland Pozolan* menurut Tjokroadimuljo, (2010) adalah semen *hidraulik* yang dibuat dengan menggiling kliner yang menjadikan bahan pengikat hidrolis. Semen *pozolan* mengandung unsur silikat (SiO_2) dan aluminat (Al_2O_3). Sifat pozolan bukan sebagai perekat melainkan apabila dicampurkan kapur dan air maka akan mengeras dengan rumus reaksi :

$$Ca\,(OH)_2 + Al_2O_3 + H_2O \longrightarrow 3Ca\,O.Al_2O_3.6H_2O \text{ atau } C_3AH_6$$

$$Ca\,(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \longrightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O \text{ atau } C_3S_2H_3$$

Reaksi tersebut disebabkan unsure dari bahan pozolan yaitu Al_2O_3 dan SiO_2 yang bersimpang dengan hidrasi semen $Ca(OH)_2$ sehingga menjadikan senyawa $C_3S_2H_3$. Biasa digunakan dalam konstruksi bangunan yang berada di air payau, keadaan yang memerlukan kekedapan air yang sangat tinggi, pekerjaan plasteran dan juga beton massa.

Tabel 2.28 Susunan unsur semen Portland (Tjokroadimuljo, 2010)

Oksida	Persen
(CaO) Kapur	60-65
(Sio_2) Silika	17-25
(Al_2O_3) Alumina	3-8
(Fe_2O_3) Besi	0,5-6
(MgO) Magnesia	0,5-4
(So_3) Sulfur	1-2
($Na_2O + K_2O$) Soda/potash	0,5-1

2.2.3 AIR

Air adalah bahan pokok dalam proses pembuatan beton agar dapat bereaksi dengan campuran semen Portland dan menjadikan kemudahan dalam mengaduk campuran beton. Menurut ACI 522R-06 apabila fas kecil, maka berbanding lurus dengan kebutuhan air yang berkurang, namun kekuatan beton

akan meningakat dan pengerjaannya (*workability)* susah atau jelek. Namun apabila fas besar, maka berbanding lurus dengan kebutuhan air yang bertambah, namun kekuatan beton akan melemah atau turun dan pengerjaan (*workability)* akan menjadi mudah. Menurut ACI 522R-06 syarat dalam penentuan Faktor Air Semen (FAS) antara 0,26-0,45.

Syarat air untuk bahan bangunan (BSN, 1989a):

a. Air haruslah bersih.
b. Bebas atau tidak terdapat lumpur maupun minyak.
c. Air tidak mengandung garam yang bisa merusak beton.
d. Tidaklah mengandung senyawa (SO_3) Sulfat melebihi dari 1 gram/ltr.
e. Tidaklah mengandung (CI) 0,5 gram/ltr dikhususkan untuk beton prategang tidal lebih dari 0,5 gram/ltr.

2.2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan batuan alam yang dibedakan menjadi 2 jenis yaitu batu pecah (split) dan batu kerikil (batuan alam yang mempunyai ukuran kecil). Jenis batuan sangat mempengaruhi kekuatan dari hasil beton yang dihasilkan. Gradasi dalam sebuah butiran (agregat kasar) sangat mempengaruhi kebutuhan air dan semen yang digunakan. Menurut Tjokodimuljo, (2010) agregat dibedakan menjadi 3 golongan yang dibedakan dari ukuran butiranya yaitu :

1. Pasir dengan ukuran 0,15 mm sampai 5mm.
2. Kerilil, Split dengan ukuran 5 mm sampai 40 mm.
3. Batu bear dengan ukuran >40 mm.

2.2.5 Agregat Halus

Agregat halus merupakan material yang berfungsikan sebagai pengisi rongda dalam pembuatan beton yang berupakan pasir, umumnya ukuran agregat halus kisaran 0,075 mm – 5,00 mm dengan butiran yang tajam dan keras, dengan bagian ukuran yang kurang dari 0, 063 tidak kurang lebih dari 5%

Persyaratan mutu untuk agregat halus yang tercantum dalam BSN, (1989b) untuk beton yaitu :

1. Memiliki buturan yang keras, tajam dan kuat

2. Memiliki kekuatan yang permanen atau tidak pecah yang diakibatkan karena cuaca yang berubah-ubah.
3. Sifat permanen dengan percobaan rendaman garam (sulfat)
   adalah :
   a. Jika dites dengan menggunakan Magnesium Sulfat, maksimal kehancurannya 10%.
   b. Jika dites dengan menggunakan Natrium Sulfat, maksimal kehancurannya 12%.
4. Tidak mengandung lumpur pada agregat dan lolos ayakan 0,060 dengan ketentuan lebih dari 5%. Jika melebihi 5% maka disebutkan pasir harus dicuci terlebih dahulu.
5. Tidak mengandung garam.
6. Haruslah mempunnyai variasi ukuran gradasi baik dengan (rongga sedikit), haruslah lolos dan masuk dalam susunan ayakan zona 1, 2, 3 ataupun 4 dengan syarat :
   a. Tertahan ayakan 0,3 mm, maks 15% dari berat yang ada.
   b. Tertahan ayakan 1,20 mm, maks 10% dari berat yang ada.
   c. Tertahan ayakan 4,80 mm, maks 2% dari berat yang ada.

2.2.6 Sambungan cor

Sambungan cor adalah proses berhentinya pengecoran yang terjadi maka menghasilkan sambungan pada permukaan beton lama (telah mengeras) dengan pengecoran baru (adonan beton segar). Apabila pengecoran tidak terselesaikan dengan baik atau haruslah ditunda, maka harus dilakukan penyambungannya dengan sebaik mungkin. Semakin tua usia beton semakin besar lebih mudah patah pada sambungan.

Menurut BSN, (2013) Adukan beton yang sudah mengeras tidak boleh digunakan sebagai bahan pengecoran atau telah terjadi kontaminasi antara beton dengan bahan-bahan yang lainnya sehingga tidak diperbolehkan untuk bahan pengecoran. Kemudian beton dengan tambahan air kembali ataupun ditambahkan air dengan dicampurkan kembali juga tidak diperbolehkan untuk digunakan terkecuali telah disetujui dari insinyur professional yang bersertifikat. Pelaksanaan dalam cor beton diharuskan dilakukan dengan cepat pada keadaan adonan beton

plastis dan belum kaku/keras maka dengan mudahnya dapat mengisi rongga diantara tulangan-tulangan. Saat telah dimulai pengecorannya, maka dianjurkan agar menyelesaikan pengecoran dalam satu bidang atau satu bentang hingga selesai dan sebagaimana telah ditulis bahwa yang diizinkan maupun dilarang pada syarat sebagi berikut :

1. Permukaan beton (joint) pada konstruksi haruslah terlebih dahulu dibersihkan dan material-material halus (*laitance*) tidak lagi ada.
2. Sebelum dilakukan penyambungan antara beton yang telah mengeras dan beton segar, maka haruslah pada muka beton yang telah mengeras dibasahi dengan air, apabila terdapat genangan harus dikeringkan hingga setidaknya tidak bergenang.
3. Jarak yang digunakan dalam pengecoran sambungan pada area lantai, balok, maupun gelagar haruslah diletakan pada 1/3L dari panjang bentangnya.
4. Balok, gelagar, haun (*haunches*), panel drop (*drop panels*), dan kap geser (*shear caps*), dan kapital kolom (*capitals*) harus dicor monolit sebagai bagian dari sistem slab, kecuali bila ditunjukkan lain dalam dokumen kontrak.
5. Balok, gelagar, atau slab yang ditumpu oleh kolom atau dinding tidak boleh dicor atau dipasang hingga beton pada komponen struktur tumpuan vertical tidak lagi bersifat plastis.

2.2.7 Sikacim Bonding Adhesive

Sikacim bonding adhesive adalah bahan additive yang digunakan sebagai bahan tambah perketat beton lama dan beton baru. Tidak hanya sebagai bahan perekat sambungan antara beton lama dan beton baru dengan perbandingan 1:1:3 1 SikaCim Bonding Adhesive : 1 Air : 3 Semen, sikacim bonding adhesive juga bisa dicampurkan sebagai campuran mortar, dengan perbandingan 1:2 1 sikacim bonding adhesive : 2 air dan gunakan sebagai air pencampur untuk aduikan semen : pasir 1:3 (mortar). Konsumsi dalam petunjuk pemakaian yang dianjurkan dalam sika, pengunaan sikacim bonding adhesive konsumsi 1 kemasan (900 ml) digunakan untuk ± 8 m^2. Sikacim bonding adhesive sendiri berwarna putih.

2.2.8 Kuat Lentur

Definisi kuat lentur beton Menurut BSN, (2011) cara pengujian kuat lentur secara normal dengan area 2 titik yaitu kemempuan sebuah balok yang ditempatkan pada 2 titik sebagai perletakan untuk menahan sebuah gaya tegak lurus terhadap benda uji. Pengujian kuat lentur yang dilaksanakan di laboratorium menggunakan metode balok uji adalah dengan balok beton yang berpenampang persegi dengan empat kali sebagai panjang dari total balok yang akan diuji. Rumus perhitungan kuat lentur balok yaitu :

1. Kuat lentur benda uji,

$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \quad \text{.....(2.1)}$$

2. Kuat lentur benda uji,

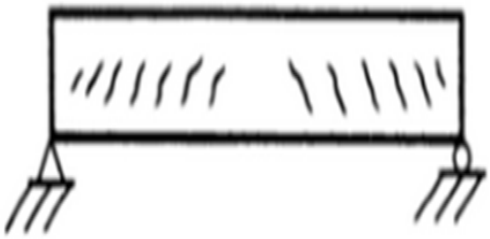
$$\sigma = \frac{P.a}{b.h^2} \quad \text{.....(2.2)}$$

Persamaan 2.1 menjelaskan persamaan benda uji dengan bidang patah pada daerah terpusat, dengan jarak 1/3 dari bagian tengah. Sedangkan persamaan 2.2 menjelaskan persamaan untuk benda uji dengan bidang pada daerah patahnya berada diluar, dengan jarak 1/3L jaraknya ke-titik perletakannya ke bagian tengah dan jarak antara jarak titik perletakan dan jarak titik patah dan titik pusat kurang dari 5%.

Menurut Timoshenko, (1987) keruntuhan beton dibedakan menjadi 3 tipe berdasarkan letak retakannya, yaitu:

1. Keruntuhan geser

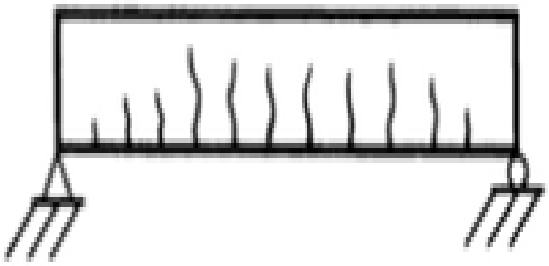
Yang biasa terjadi pada web balok beton bertulang sebagai retak bebas ataupun sebagai panjang retak lentur. Gambar 2.25.



Gambar 2.25 Sketsa pola keruntuhan geser (Timoshenko, 1987)

2. Keruntuhan lentur

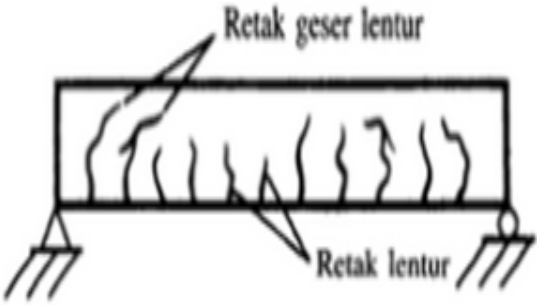
Kuruntuhan lentur yaitu pola retak yang terjadi berupa vertical yang memanjang dari bagian tarik pada balok dan pola mengarah ke atas sampai sumbu netral. Gambar 2.26.



Gambar 2.26 Sketsa pola keruntuhan lentur (Timoshenko, 1987)

3.Keruntuhan geser lentur

Keruntuhan geser lentur biasanya terjadi pada balok prategang dan balok non prategang. Gambar 2.27.



Gambar 2.27 Sketsa pola geser lentur (Timoshenko, 1987)

2.2.9 Decking Beton (Tahu Beton)

Decking beton atau yang sering dikenal dengan tahu beton merupakan beton yang dibentuk lingkaran atau persegi dengan dimensi bermacam ukuran sesuai dengan kebutuhan dan diperuntukan sebagai penahan tulangan agar tidak terjadi geser dan selimut beton yang tidak sempurna. Pembuatan decking beton sendiri biasanya ditambahkan kawat bendrat sebagai pengikat antara decking beton dan tulangan, yang bertujuan supaya decking beton yang ditempelkan terhadap tulangan mampu menahan dan tidak berubah posisi (berpindah).

2.2.10 Pengujian *Slump* Beton

Pengujian *Slump* terhadarp beton sebagai alat ukur kekentalan sebuah adukan atau campuran beton, menurut Tjokroadimuljo, (2010) mengukur tingkat kekentalan dan cairan pada campuran beton dengan tujuan untuk bisa mengetahui besarnya penurunan yang terjadi pada permukaan beton segar, dengan tujuan untuk mempermudah pekerjaan *(workability)* saat pengecoran. Kekentalan yang disarankan Tjokroadimuljo (2010) pada tabel 2.29

Tabel 2.29 Angka Slump beton segar menurut (Tjokroadimuljo, 2010)

Diperuntukan sebagai	Maks (mm)	Min (mm)
Beton massa	7,50	2,50
Perkerasan jalan	7,5	5
Fondasi terlapak(tidak bertulangan) atau struktur bawah tanah	9	2,5
Plat fondasi dan fondasi bertulangan	12,5	5
Plat lantai, balok, kolom dan dinding	15	7,5