

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian- penelitian yang terkait dengan kuat lentur balok diantaranya sebagai berikut ini.

1. Evaluasi panjang penyaluran terhadap kuat lentur balok beton bertulang ( Tumelap dkk., 2015).
2. Pengaruh serat local Terhadap Kuat tekan dan Kuat Lentur *Reactive Powder Concrete* dengan Teknik Perawatan Penguapan ( Kushartomo dan Chirtianto, 2015).
3. Karakter Kuat Lentur beton ringan akibat penambahan *Styrofoam* pada desain campuran beton ( Suryanita dkk., 2014).
4. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* pada *Self Compacting Concrete* (SCC) Terhadap kuat tekan dan Modulus elastisitas ( Kartini, 2009).
5. Pengujian Kuat Lentur Balok beton bertulang dengan variasi ratio tulangan tarik ( Andrean dkk., 2015).
6. Studi pengaruh orientasi serat *fiber glass* searah dan dua arah single layer terhadap kekuatan tarik bahan komposit *polypropylene* ( Munasir dkk., 2011).
7. Pengaruh penambahan fiber ( serat *polypropylene*) terhadap kuat geser tanah gampong mane kuning ( Desmi, 2013).
8. Pengaruh jarak variasi sengkang terhadap kapasitas lentur balok beton bertulang bambu yang terkang pada jalur tekannya ( Kurniawan dkk., 2016).
9. Pengaruh kuat tekan terhadap kuat lentur balok beton bertulang ( Trian dkk., 2015).
10. Karakteristik bahan baku pembuatan kaolin untuk bhana pembuat badan isolator listrik keramik porselen *Fuse Cut Out* (FCO) ( Garinas, 2009).

Penelitian ini akan meneliti tentang kuat lentur balok dengan bahan tambah serat *polypropylene*. Pada penelitian ini yang membedakan dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah campuran pada benda uji yang akan ditambahkan bahan tambah *superplastisizer* merk *viscocrete 1003* dengan kadar 1% dari agregat

halus dan serat *polypropylene* dengan kadar 1%, 1,5%, 2% dari berat semennya. Pengaruh penambahan bahan tambah *superplastisizer* merk *viscocrete 1003* berfungsi untuk mengurangi air dengan tidak mengurangi kadar semen sehingga dapat menghasilkan uji slump yang tinggi agar dapat digunakan dalam pekerjaan di lapangan. Selain itu agregat yang di pakai 1cm dengan fas 0,38 dan memakai tulangan berdiameter 15 cm dan panjang 60 cm. Demikian uraian singkat penelitian ini dan penelitian ini di jamin keasliannya.

### 2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Kuat Lentur Beton

Tumelap dkk (2015) melakukan penelitian berjudul “Evaluasi panjang penyaluran terhadap kuat lentur balok beton bertulang” yang meneliti pengaruh panjang penyaluran terhadap kuat lentur balok bertulang di awali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, pengujian benda uji. Bahan-bannya yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan bahan- bahan yang di ambil dari tempat yang berbeda-beda seperti air di ambil dari fakultas teknik UNSRAT, agregat kasar batu pecah berasal dari taleti dengan ukuran 4. 75 – 19 mm, agregat halus pasir berasal dari sawangan. Cetakan beton yang digunakan untuk membuat balok digunakan mal balok ukuran 150x150x600. Salah satu metode yang digunakan untuk mengerahui *workability* campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan uji *slump*. Nilai *slump* merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan dilihat dari Table 2.1, sedangkan uji kuat tarik lentur balok beton bertulang (150x150x600) dengan diameter tulangan 6 mm, 8 mm, 10 mm dapat dilihat di Tabel 2.2, Tabel 2.3, Tabel 2.4, sedangkan untuk menghitung momen nominal digunakan persamaan  $M_n = (1d-1a)V_u$  dan hasilnya dapat dilihat di Tabel 2.5 dari hasil di atas dapat diambil kesimpulan bahwa kuat tarik lentur pada beton dengan variasi tulangan dan variasi lewatan mengalami kenaikan yaitu semakin panjang lewatan maka nilai kuat tarik yang di dihasilkan semakin besar.

Tabel 2.1 Nilai slump (Tumelap dkk., 2015)

Pengecoran	Nilai Slump (mm)
1	87
2	92
3	85
4	94
Rata-rata	89,5

Tabel 2.2 Hasil uji kuat tarik lentur beton bertulang diameter 6 mm (Tumelap dkk., 2015)

Penyaluran/ lewatan	Berat	Bacaan (P)	Kuat Tarik Lentur (MPa)
5%	28,33	8,764	1,558
10%	29,51	10,273	1,826
15%	29,22	10,925	1,942

Tabel 2.3 Hasil uji kuat tarik lentur beton bertulang diameter 8 mm (Tumelap dkk., 2015)

Penyaluran/ lewatan	Berat	Bacaan (P)	Kuat Tarik Lentur (MPa)
5%	29,33	9,269	1,643
10%	29,83	10,97	1,826
15%	29,42	11,363	1,942

Tabel 2.4 Hasil uji kuat tarik lentur beton bertulang diameter 10 mm (Tumelap dkk., 2015)

Penyaluran/ lewatan	Berat	Bacaan (P)	Kuat Tarik Lentur (MPa)
5%	29,5	12,564	2,234
10%	29,85	14,962	2,66
15%	30,2	15,8	2,809

Tabel 2.5 Perbandingan momen nominal penyaluran (Tumelap dkk, 2015)

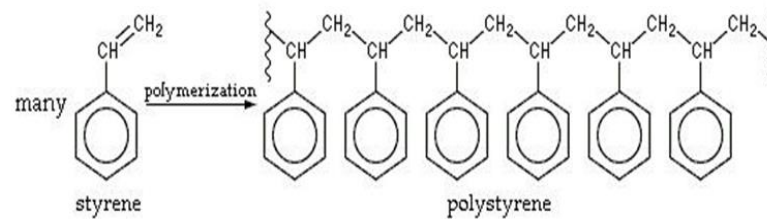
Lewatan	Diameter tulangan (mm)	Momen Nominal (Nmm)
5%		21,910
10%	6	179,77,5
15%		355,062,5
5%		69,517,5
10%	8	301,675
15%		539,742,5
5%		157,050
10%	10	561075
15%		987500

Kushartomo dan Christianto (2015) melakukan penelitian berjudul “Pengaruh serat local terhadap kuat tekan dan kuat lentur *Reactive powder concrete* dengan Teknik Perawatan Penguapan” dalam penelitian ini mempelajari pengaruh volume (Vf) dan aspek rasio (1/d) serat baja lokal atau produksi dalam negeri terhadap kuat

tekan dan kuat lentur, kuat lentur untuk mengetahui besarnya tegangan yang dapat ditahan oleh suatu beton sampai mencapai titik keretakan pertama hingga patah. Dapat diketahui dengan menggunakan tes *Third point loading* dimana dari tes ini dihitung *modulus of rupture* yang terjadi pada benda uji. Volume serat baja yang di pakai adalah 0,0 %, 1%, 1,5%, 2%, sedangkan perbandingan antara panjang serat terhadap diameter atau disebut sebagai aspek rasio ( $I/d$ ) masing-masing 50, 75 dan 100. Benda uji silinder dengan diameter 75,0 mm, panjang 50 mm dan balok berukuran 100 mm x 100 mm x 350 mm. Teknik penguapan pada temperature 90°C menghasilkan beton dengan nilai kuat tekan yang lebih baik apabila di bandingkan dengan teknik perendaman biasa bertemperatur 20°C, kuat tekan yang di capai pada teknik perawatan penguapan ini sebesar 98,36 MPa, sedangkan dengan teknik perendaman dicapai sebesar 76, 23 MPa. Kepadatan didasarkan pada gradasi susunan butiran seperti tepung kuarsa dan *silica fume* maka pori-pori yang terbentuk akan semakin kecil. penambahan *silica fume* dalam jumlah yang tinggi pada pembuatan *reactive powder concrete* (RPC) berdampak positif dan penambahan serat baja dalam *reactive powder concrete* (RPC) sangat berpengaruh terhadap peningkatan kuat lentur RPC. Nilai optimum kuat lentur Benton RPC ditunjukkan dengan aspek rasio  $I/d = 75$  dan volume serat 1,5% baik perawatan dengan teknik penguapan maupun rendaman.

Suryanita dkk., (2014) melakukan penelitian berjudul “ Karakter kuat lentur beton ringan akibat penambahan *styrofoam* pada desain campuran beton” dengan tujuan mengaji pengaruh variasi penambahan *styrofoam* terhadap karakteristik kuat lentur beton ringan. Variasi penambahan *styrofoam* adalah 0%, 4%, 8%, dan 12% terhadap volume benda uji. Benda uji yang di pakai berbentuk balok dengan diameter 15cm x 15cm x 60cm yang berjumlah 15 benda uji. Sedangkan *styrofoam* atau *expanded polystyrene* sendiri dihasilkan dari *styrene* ( $C_6H_5H_9CH_2$ ) yang mempunyai gugus *phenyl* (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul bisa di lihat di Gambar 2.1. *Polystyrene* memiliki berat satuan sampai 1050 kg/m<sup>3</sup>, kuat tarik sampai 40 MN/m<sup>2</sup>, modulus lentur sampai 3 GN/m<sup>2</sup> modulus geser sampai 0,99 GN/m<sup>2</sup>, angka *poisson* 0,33<sup>2</sup> dapat dilihat pada Tabel 2.6. Alat yang digunakan yaitu mesin tekan, timbangan kapasitas 50 kg dan bahan campuran berupa *styrofoam* dengan ukuran 1 cm. Tabel

2.7 dan 2.8 menunjukkan bahwa penambahan *styrofoam* maka berat satuan beton menjadi lebih ringan. Berat satuan beton tanpa *styrofoam* (0%) adalah 2320,63 Kg/m<sup>3</sup>, sedangkan berat satuan beton dengan penambahan *styrofoam* 12% adalah 2219,33 Kg/m<sup>3</sup>. Penyebab *styrofoam* dapat dilihat secara visual setelah dilakukan pengujian kuat lentur seperti terlihat pada Gambar 2.2 sampai dengan Gambar 2.4. *Styrofoam* ditandai dengan warna merah (pada persentase 4% sampai 12%). Dapat disimpulkan bahwa kuat lentur beton tertinggi diperoleh pada saat beton pada kondisi normal atau tanpa penambahan *styrofoam* yaitu 4,1198 MPa. Nilai kuat lentur beton terendah diperoleh pada saat penambahan *styrofoam* 12% yaitu 3,1785 MPa.



Gambar 2.1 Ikatan kimia *polystyrene* (Suryanita dkk., 2014)

Tabel 2.6 Properti umum (Suryanita dkk., 2014)

Technical properties	Standard	Value		
<i>Density</i> (Kd/m <sup>3</sup> )	DIN 53420	0,015	0,020	0,030
<i>Compressive Strength</i> (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53421	0,07-0,12	0,12-0,16	0,18-0,26
<i>Flexural Strength</i> (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53430	0,15-0,23	0,15-0,23	0,37-0,52
<i>Shear Strength</i> (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53427	0,09-0,12	0,12-0,15	0,19-0,22
<i>Bending Strength</i> (N/mm <sup>2</sup> )	DIN 53423	0,16-0,21	0,25-0,30	0,42-0,50
<i>Young's Modulus</i> (N/mm <sup>2</sup> )		0,6-1,25	1,0-1,75	1,8-3,1

Tabel 2.6 Properti umum (Suryanita dkk., 2014)( lanjutan)

Technical properties	Standard	Value		
<i>Extension coefficient</i> (1/k)		5-1. $10^{-3}$	5-7. $10^{-3}$	5-7. $10^{-3}$
<i>Permeability of Steam</i> $G/m^2.d$	DIN 53429	40	35	20
<i>Steam Diffusion Resistance Coefficient (I)</i>	DIN 4108	20/50	30/70	40/100
<i>Under the water State</i> (% Vol)	DIN53428	3,0	2,3	2,0
<i>7 days Water Absorption</i>		5,0	4,0	3,5

Tabel 2.7 Hasil pemeriksaan uji karakteristik bahan dasar material agregat halus (Suryanita dkk., 2014)

Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis	
a. <i>Apparen specific gravity</i>	2,70
b. <i>Bulk Specific gravity on dry basic</i>	2,56
c. <i>Bulk Specific gravity on SSD basic</i>	2,61
d. <i>Water absorption (%)</i>	2,04
Berat volume ( $gr/cm^3$ )	
a. Kondisi padat	1,88
b. Kondisi lepas	1,68
Kadar air (%)	3,53
Kadar lumpur (%)	3,10
Modulus Kehalusan	3,15

Tabel 2.8 Hasil pemeriksaan uji karakteristik bahan dasar material agregat kasar (Suryanita dkk., 2014)

Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis	
a. <i>Apparen specific gravity</i>	2,66
b. <i>Bulk Specific gravity on dry basic</i>	2,58
c. <i>Bulk Specific gravity on SSD basic</i>	2,62
d. <i>Water absorption (%)</i>	1,10
Berat volume ( $gr/cm^3$ )	

Tabel 2.8 Hasil pemeriksaan uji karakteristik bahan dasar material agregat kasar (Suryanita dkk., 2014)(Lanjutan)

Pemeriksaan	Hasil
a. Kondisi padat	1,57
b. Kondisi lepas	1,46
Kadar air (%)	1,33
Kadar lumpur (%)	2,13
Modulus Kehalusan	7,23
Keausan (Mesin Los Angeles) (%)	7,83



Gambar 2.2 Penyebaran *styrofoam* pada presentase 4% (Suryanita dkk., 2014)



Gambar 2.3 Penyebaran *styrofoam* pada presentase 8% (Suryanita dkk., 2014)



Gambar 2.4 Penyebaran *styrofoam* pada presentase 12% (Suryanita dkk., 2014)

Kartini, (2009) melakukan penelitian berjudul “ Pengaruh penambahan *fly ash* pada *self compacting concrete* (SCC) terhadap kuat tekan dan modulus

elastisitas” dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh *fly ash* terhadap *flowability*, *workability*, kuat tekan dan modulus elastisitas pada *self compacting concrete* (SCC). Dalam penelitian SCC ini menggunakan faktor air semen 0,41, penambahan *finer* berupa *fly ash* dengan dosis 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat *binder* dan *admixture Viscocrete-10* dengan dosis 1% dari berat *binder*. Dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar dengan ukuran maksimum 12,5 agar dapat menghasilkan nilai yang optimal dalam mencapai *workability* dan *flowability*nya. Berdasarkan hasil spesifikasi karakteristik agregat halus dan kasar dapat dilihat di Tabel 2.9 dan 2.10. Setelah melakukan pengujian material yang digunakan dilakukan perhitungan *mix design* dengan fas 0,41 dan berat *binder* 550 Kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan umur 7 hari, 28 hari, 56 hari dapat dilihat pada Gambar 2.5. Data-data hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 2.6. Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh kadar *fly ash* terhadap *flowability* dan *workability* beton segar, semakin banyak *fly ash*nya maka *flowability* atau kemampuan mengalir beton segar semakin lambat dan *workability*nya semakin rendah di tunjukan pada pengujian kuat tekan umur 28 hari dengan kadar 10% dari berat *binder* dengan kuat tekan 755,81 kg/cm<sup>2</sup> atau mengalami kenaikan 11,3% dibandingkan beton tanpa *fly ash*. Sedangkan penggunaan *fly ash* paling efektif pada kuat tekan umur 56 hari dengan kadar 10% dari *binder* dengan kuat tekan sebesar 801,11 kg/cm<sup>2</sup> atau mengalami kenaikan 14,1%.

Tabel 2.9 Spesifikasi karakteristik agregat halus (Kartini, 2014)

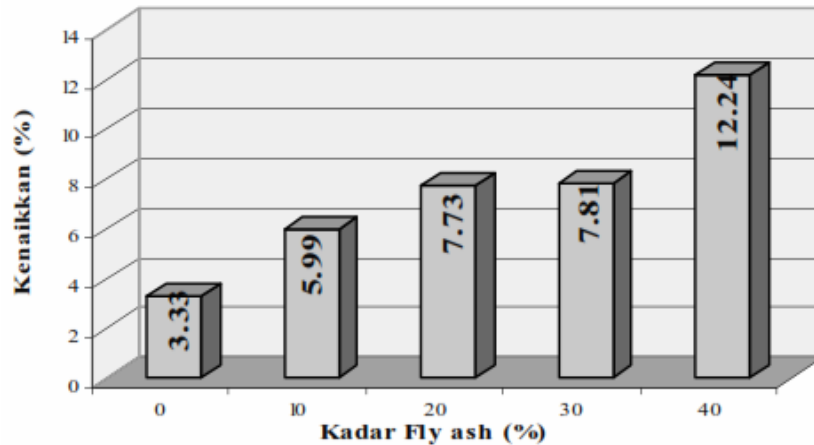
Ukuran	Agregat Halus
Berat jenis	2,70
Resapan	1,225%
Kelembapan	3,275%
Kadar Lumpur	Bening
Modulus Kehalusan	2,72

Tabel 2.10 Spesifikasi karakteristik agregat kasar (Kartini, 2014)

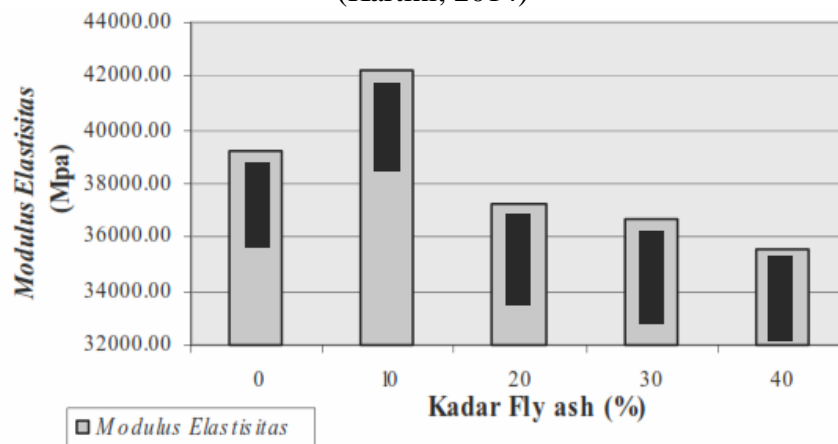
Ukuran	Agregat Kasar
Berat jenis	2,715
Resapan	1,905%



Kelembapan	1,615%
Kadar Lumpur	0,795%
Modulus Kehalusan	6,83



Gambar 2.5 Presentase kenaikan kuat tekan beton untuk berbagai variasi *fly ash* (Kartini, 2014)



Gambar 2.6 Hubungan modulus elastisitas dengan variasi *fly ash* (Kartini, 2014)

Andrean dkk., (2015) melakukan penelitian berjudul “Pengujiian kuat lentur balok beton bertulang dengan variasi ratio tulangan tarik” penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai beban maksimum yang mampu dipikul balok sampai hancur dengan jumlah dan luas tulangan yang berbeda juga mebandingkan nilai uji lentur balok secara laboratorium dan secara analitis. Dalam penelitian ini digunakan besi dengan berbeda ukuran, besi yang digunakan adalah besi Ø6 mm, Ø8 mm, Ø10 mm, Ø12 mm. Dimana besi Ø8, Ø10, Ø12 akan digunakan sebagai tulangan tarik adalah besi Ø6 mm akan digunakan sebagai sengkang. Uji tarik diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kuat tarik yang dapat di hasilkan dari besi tersebut sebesar 240 MPa. dalam pengujiian ini di gunakan beda uji balok ukuran

(150x150x600), silinder (10x20) dan kubus (15x15x15). Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui *workability* campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai *slump*. Didapat hasil nilai *slump* rata-rata 10,16 cm sudah memenuhi syarat SNI. Karena pada pengujian kuat lentur kita tidak bisa mendapat kuat tekan beton maka dilakukan uji kuat tekan kubus dan silinder mendapatkan hasil nilai kuat tekan rata-rata sebesar 26,45 MPa. Dalam pengujian kuat lentur menggunakan mesin *Controls*, dimana keruntuhan yang direncanakan adalah keruntuhan tarik dapat dilihat di Tabel 2.11. Sedangkan hasil tes balok percobaan disajikan dalam bentuk Tabel dan Gambar yang dapat dilihat pada Tabel 2. 12 dan Gambar 2.7, 2.8. Hasil pengujian kuat lentur dengan variasi tulangan tarik yang ada menandakan bahwa semakin besar luas tulangan maka makin besar pula beban yang di hasilkan.

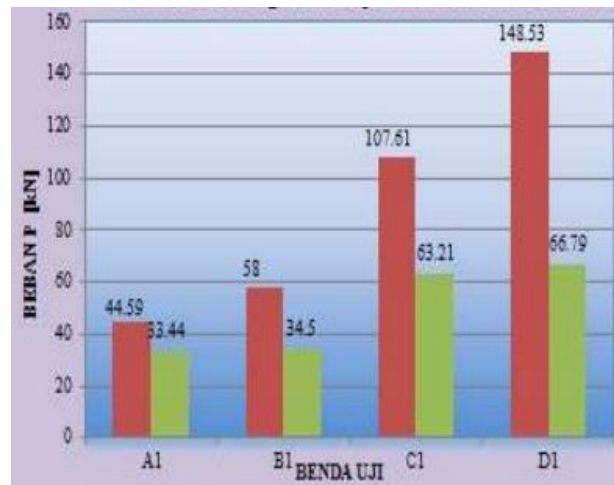
Tabel 2.11 Hasil pengujian kuat lentur balok beton bertulang (Andrean dkk., 2015)

No.	Benda Uji	As [mm <sup>2</sup> ]	Hasil Uji Kuat Tekan		Kuat Lentur [MPa]	Berat (kg)
			P [kN]	P [kN] rata-rata		
1	A1(3d8)	150,72	31,422		4,13	30,87
2	A2(3d8)	150,72	37,271	33,44533	4,97	30,95
3	A3(3d8)	150,72	31,643		4,22	39,94
4	B1(4d8)	200,96	34,063		4,54	30,68
5	B2(4d8)	200,96	37,253	34,50633	4,97	30,83
6	B3(4d8)	200,96	32,203		4,29	30,86
7	C1(3d10)	392,5	70,368		9,38	31,98
8	C2(3d10)	392,5	63,312	63,21667	8,44	31, 2
9	C3(3d10)	392,5	55,97		7,46	31,47
10	D1(5d12)	563,2	62,741		8,37	32,07
11	D2(5d12)	563,2	72,4	66,79467	9,63	32,83
12	D3(5d12)	563,2	65,243		8,7	32,46

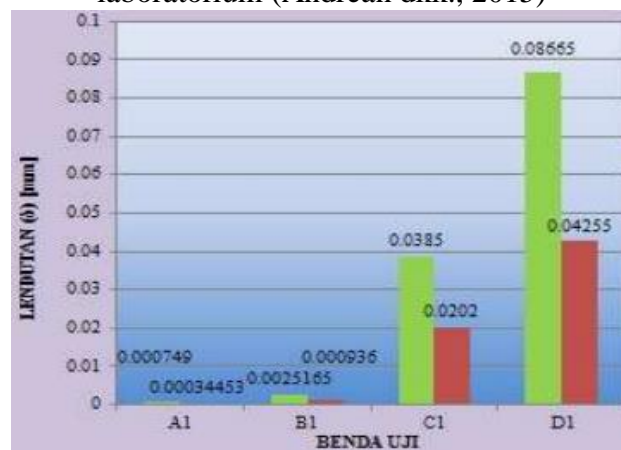
Tabel 2.12 Perbandingan hasil perhitungan analitis dan hasil penelitian laboratorium (Andrean dkk., 2015)

No.	Benda Uji	P. Analitis [kN]	P. Laboratorium [kN]	Lendutan P Analitis (o) [mm]	Lendutan P Laboratorium (o) [mm]
-----	-----------	---------------------	----------------------------	------------------------------------	--

1	A1	44,59	33,44	0,000749	0,0003453
2	B1	58	34,5	0,0025165	0,000936
3	C1	107,61	63,21	0,0385	0,0202
4	D1	148,53	66,79	0,08665	0,04255



Gambar 2.7 Perbandingan beban p maksimum antara hitungan analistis dan laboratorium (Andrean dkk., 2015)



Gambar 2.8 Perbandingan lendutan antara hitungan analistis dan laboratorium (Andrean dkk., 2015)

Munasir dkk., (2011) melakukan penelitian berjudul “Studi Pengaruh orientasi serat *fiber glass* searah dan dua arah single layer terhadap kekuatan tarik bahan komposit *polypropylene*” bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik pada *polypropylene* berpenguat *fiber glass* dengan orientasi searah dan dua arah *single layer*. *Polypropylene* sendiri adalah jenis bahan termoplastik yang digunakan sebagai karung plastik, botol plastik, bak accu serta peralatan rumah tangga. *Fiber glass* adalah serat sintetik sebagai bahan penguat atau filler pada polimer, dalam penelitian ini digunakan serat gelas berjenis E dan berbentuk

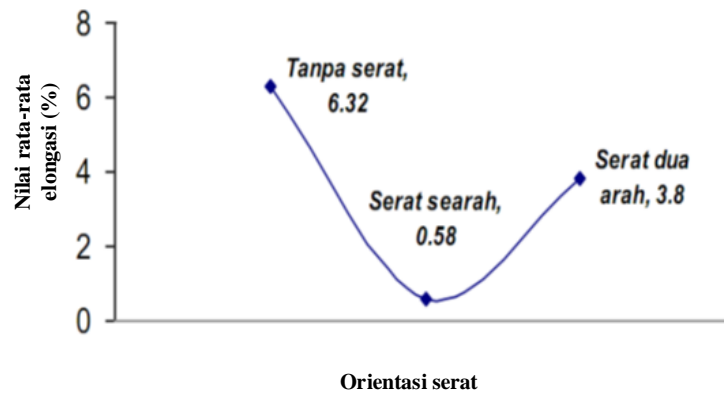
*Chooped strand mat*. Sedangkan alatnya sendiri di buat dari baja karena titik leleh baja lebih besar daripada titik leleh *polimer*. Untuk hasil uji tarik komposit serat searah dan dua arah *single layer* dapat dilihat di Tabel 2.13 dan 2.14 . Arah orientasi serat berpengaruh terhadap sifat mekanik serat dan komposit serat dua arah *single layer*, di dapat beban maksimal yaitu 424,17 kgf pada puncak tertinggi dan dalam interval waktu yang cepat, yaitu 0,05 detik menjadi 360 kgf. Pada detik ke-0,4 sampai ke-1,9 rata-rata beban yang diberikan mengalami peningkatan hingga mengalami kegentingan dan akhirnya putus atau patah pada detik ke-3,2. Pada pengujian sampel *polypropylene*, beban awan yang diberikan pada setiap sampel sebesar 1961,17 N. Dari gambar 2.9 dapat dilihat bahwa nilai *elongation* komposit serat dua arah lebih besar daripada komposit serat searah yang berkebalikan dari nilai kekuatan uji tariknya. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa uji kekuatan tarik terbesar terdapat pada komposit dengan orientasi serat searah dibanding komposit tanpa serat (1,06:1) dan tanpa serat dibanding serat dua arah (1:0,87).

Tabel 2.13 *Tensile report form* sampel komposit *polypropylene* dengan serat searah (Munasir dkk., 2015)

Sampel	Length (mm)	Peak				Elongation
		kgf	N	Kgf/mm <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup> x10	
1	65,00	457,13	4482,55	5,86	53,54	0,58
2	65,00	452,90	4441,07	5,81	54,43	0,58

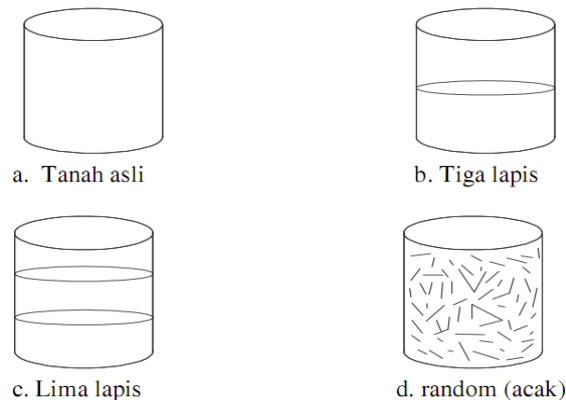
Tabel 2.14 *Tensile report form* sampel komposit *polypropylene* dengan serat dua arah (Munasir dkk., 2015)

Sampel	Length (mm)	Peak				Elongation
		kgf	N	Kgf/mm <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup> x10	
1	65,00	366,72	3515,35	4,70	46,34	4,04
2	65,00	424,17	4181,72	4,88	47,98	3,56



Gambar 2.9. Kerusakan sampel setelah uji tarik (Munasir dkk., 2011)

Desmi (2013) melakukan penelitian berjudul “Pengaruh penambahan *fiber* (serat *polypropylene*) terhadap kuat geser tanah gempung manekuning” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sesudah penambahan *fiber* (serat *polypropylene*) terhadap nilai kuat geser tanah. Jumlah benda uji yang dibuat tergantung dari cara pencampurannya, jumlah layer, penataan susunan lapisan tanah, panjang serat yang digunakan serta persentase penggunaan serat dapat dilihat dari Gambar 2.10. Penambahan serat *polypropylene* 5% (2 lapisan) diperoleh nilai kadar air optimum ( $\omega_{\text{optimum}}$ ) = 23,3%, dan kepadatan kering ( $\gamma_{\text{dmax}}$ ) = 1,450 gram/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk penambahan serat 7% (tidak beraturan) diperoleh nilai kadar air optimum ( $\omega_{\text{optimum}}$ ) = 23,1% dan kepadatan kering ( $\gamma_{\text{dmax}}$ ) = 1,450 gram/cm<sup>3</sup>. Pada pengujian triaksial penambahan serat *polypropylene* dengan variasi seperti 0% tanah asli 3% (1 lapisan), 5% (2 lapisan), 7% acak (tidak beraturan). Dengan benda uji 3 sampel, sampel I diberikan  $\sigma_3 = 0,5 \text{ kg/cm}^2$ , sampel II  $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$ , sampel III  $\sigma_3 = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil keseluruhan nilai triaksial diperlihatkan pada Tabel 2. 15. Dari hasil pengujian-pengujian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin ada penambahan serat *polypropylene* maka semakin besar pengaruh nilai parameter kuat geser tanah dikarenakan daya tarik permukaan pertikel antara tanah dan *fiber* semakin besar akibat karakteristik *fiber* tersebut.



Gambar 2.10. Penambahan *fiber* (serat *polypropylene*) ke dalam tanah  
(Desmi, 2013)

Tabel 2.15 Hasil keseluruhan pengujian triaksial (Desmi, 2013)

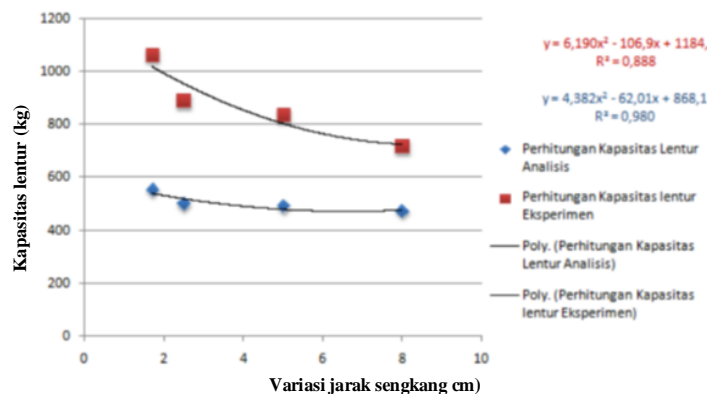
No.	Penambahan serat polypropylene (%)	$\sigma_3$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_1$ kg/cm <sup>2</sup>	(°)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Tanah Asli	0,5	30,31	41	6,402
		1	33,33		
		1,5	35,16		
2	3 (1 Lapisan)	0,5	20,34	18	6,963
		1	21,40		
		1,5	22,20		
3	5 (2 Lapisan)	0,5	25,16	26	7,370
		1	26,73		
		1,5	27,69		
4	7 (acak)	0,5	22,69	13	8,609
		1	23,64		
		1,5	24,24		

Kurniawan dkk., (2016) melakukan penelitian berjudul “Pengaruh variasi jarak sengkang terhadap kapasitas lentur balok beton bertulang bambo yang terkekang pada jalur tekannya” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan variasi jarak sengkang terhadap kapasitas lentur yang dapat diterima balok beton bertulang bambo yang terkekang pada jalur tekannya pada eksperimen. Tulangan yang digunakan adalah tulangan bambo dengan ukuran 1,7 x 1,5 cm, dan menggunakan besi begel berdiameter 4 mm sebagai pembentuk balok. Mutu beton (fc)

direncanakan dengan kuat tekan silinder rata-rata 35 Mpa. Hasil pengujian kuat tarik baja rata-rata sebesar 61,703 MPa. Hasil pengujian kapasitas lentur diperoleh dari 8 benda uji balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya yang berbeda jarak sengkangnya, dalam satu jenis benda uji yang sama terdapat 2 benda uji di dapatkan hasil data-data hasil pembebanan 1 strip mempunyai beban lentur 23 kg. Didalam pengujian dilakukan pembacaan dial gauge pada setiap 5 strip sekali. Pengujian untuk pertama pada jarak sengkang 1,7cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 2127,5 kg, pada jarak sengkang 2,5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1782,5 kg, pada jarak sengkang 5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1667,5 kg, dan pada jarak sengkang 8cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1322,5 kg. Dari hasil kapasitas lentur secara perhitungan analisis dan kapasitas lentur pada eksperimen maka diperoleh tabel perbandingan kapasitas lentur analisis dengan kapasitas lentur eksperimen seperti pada tabel 2.16. Kapasitas lentur secara analitis lebih rendah dibandingkan dengan hasil kapasitas lentur secara eksperimen sedangkan pada perhitungan kapasitas lentur secara analisis yaitu pemakaian regangan leleh untuk bambu memakai 0,002 tidak sama dengan baja regangan lelehnya yaitu 0,003 dilihat dari Gambar 2.11. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa didapatkan maka balok dengan jarak sengkang terpendek mempunyai kapasitas lentur yang besar.

Tabel 2.16 Perbandingan antara kapasitas lentur analisis kapasitas lentur eksperimen (Kurniawan dkk., 2016)

No.	Variasi sengkang	Kapasitas lentur analisis (kg)	Kapasitas lentur eksperimen (kg)
1	1,7	1107,426	2127,5
2	2,5	1090,788	1782,5
3	5	1070,037	1667,5
4	8	1039,759	1322,5



Gambar 2.11. Perbandingan kapasitas lentur analisis kapasitas lentur eksperimen (Kurniawan dkk., 2016)

Trian dkk., (2015) melakukan penelitian berjudul “ Pengaruh kuat tekan terhadap kuat lentur balok beton bertulang” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur balok beton bertulang dengan memvariasikan kuat tekan beton serta hubungan antara kuat tekan beton dengan kuat lentur beton bertulang. Dalam penelitian ini digunakan balok berukuran (150x150x600)mm dengan desain tulangan tunggal Ø6 untuk pengujian kuat lentur, dan kubus berukuran (150x150x150)mm untuk pengujian kuat tekan. Dalam hal ini pengujian dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari. Penggunaan baja untuk tulangan tarik dan sengkang hanya menggunakan satu ukuran saja, yaitu baja Ø6 mm. Hasil uji kuat lentur di daerah tekan balok tidak dipengaruhi oleh tulangan baja, sehingga yang berperan menahan tegangan tekan hanyalah beton sebesar 11,98 MPa. Sedangkan pada daerah tarik beton sudah retak, sehingga yang berperan menahan tegangan tarik adalah tulangan baja sebesar 39,93 MPa. Selain mendapatkan hasil pengujian di laboratoium diperlukan juga hasil perhitungan analistis untuk mendapatkan perbandingan dari kedua cara tersebut dan diperoleh hasil perhitungan sebesar 38,44 MPa. Dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur balok beton bertulang seperti Tabel 2.17 yang menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur balok beton bertulang berkisar 2,84 sampai 3,73. Dari penelitian yang sudah dilakukan didapat kuat tekan rata-rata sebesar 19,84 MPa, 25,91 MPa, 36,02 MPa, dan 42,5 MPa. Kuat lentur rata-rata pada serat tekan (tegangan lentur beton) yang didapat dari setiap kuat tekan rata-rata sebesar 12,66 MPa, 15,34 MPa, 19,18 MPa, dan 24,26 MPa. Untuk kuat lentur rata-rata pada serat tarik (tegangan lentur baja) adalah 348,76



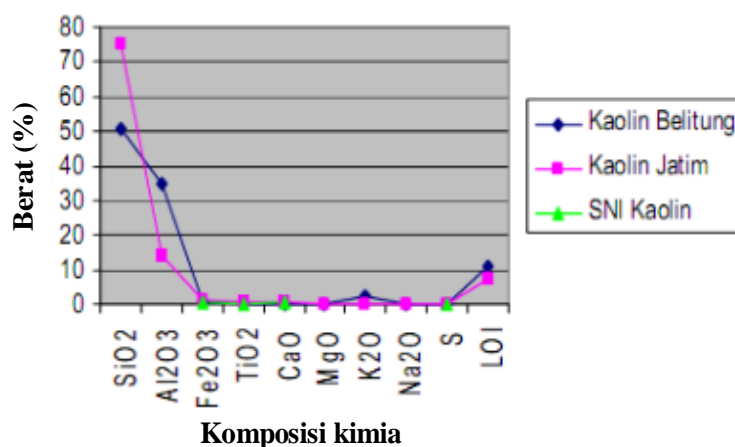
MPa, 399,02 MPa, 464,69 MPa, dan 576,33 MPa. Hasil tersebut menunjukkan hubungan kuat tekan dan kuat lentur balok beton bertulang berkisar 2,84 sampai 3,37. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kuat tekan beton, maka semakin lentur juga akan meningkat. Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur selalu bersifat seperti parabola.

Tabel 2.17 Pemeriksaan kuat tekan dan kuat lentur balok beton bertulang  
(Triandhiana dkk., 2015)

$f_{cr}$ [MPa]	$f_r$ [MPa]	$\sqrt{f_{cr} f_r}$ [MPa]	$\frac{f_r}{\sqrt{f_{cr}}}$
19,8375	12,65944	4,453931	2,842307
25,9075	15,33635	5,089941	3,013070
36,0150	19,18214	6,001250	3,196357
42,3150	24,25969	6,504998	3,729392

Garinas (2009) melakukan penelitian berjudul “Karakteristik bahan baku pembuat kaolin untuk bahan pembuat badan isolator listrik keramik porselen *Fuse Cut Out* (FCO)” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku kaolin yang ada dipasaran umumnya berasal dari pulau Belitung (kaolin 1) dan Jawa Timur (Kaolin 2) apakah dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku isolator keramik porselen FCO. Kaolin memiliki komposisi hidrous aluminium silikat ( $2\text{H}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ ) yang diikuti oleh material ikutan lainnya. Kaolin yang akan digunakan perlu diketahui beberapa klasifikasi diantaranya : Distribusi dan ukuran butir, derajat keputihan kaolin (*brightness*), warna bakar, kadar air, susut bakar dan kering. Penelitian kaolin ini dilakukan dengan mengambil sampel dipasaran yang berasal dari Belitung 1 sampel (selanjutnya disebut Kaolin 1) dan dari Trenggalek, Jawa Timur 1 sampel (Kaolin 2). Secara umum sampel dari kaolin 1 telah memenuhi standar SNI kecuali kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  akan tetapi telah memenuhi syarat standar BGS. Untuk kaolin 2 hanya unsur CaO yang memenuhi standar BGS sedangkan unsur lainnya belum memenuhi standar SNI maupun BGS dilihat di Gambar 2.12. Hasil uji bakar pada suhu 1.400 C seperti pada Tabel 2.18, terlihat dari kepadatan ternyata kaolin Belitung sangat berpori sehingga bersifat tahan api sedangkan sampel lain kurang tahan api. Hasil uji terhadap kedua sampel ternyata memenuhi standar derajat keputihan yang dipersyaratkan SNI dapat dilihat pada

Tabel 2.19. sedangkan untuk uji keplastisan dapat dilihat di Tabel 2.20. Untuk memenuhi persyaratan sebagai bahan baku pembuatan isolator keramik halus porselen maka diperlukan perbaikan ukuran butir dengan melakukan proses pengolahan lanjutan hingga memenuhi standar SNI dilihat pada Tabel 2.21. Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa Hasil uji kualitas terhadap kaolin yang ada maka untuk dapat dipakai sebagai bahan baku isolator perlu dilakukan pengolahan awal terhadap kaolin.



Gambar 2.12. Hasil uji komposisi kimia kaolin (Garinas, 2009)

Tabel 2.18. Hasil uji homogenitas kaolin (Garinas, 2009)

No.	Tanda Contoh	Kepadatan	Massa Gelas	Homogenitas		Warna
				Leburan	Merata	
1	Kaolin Belitung	Banyak Porous	Belum Terbentuk Massa gelas	Belum ada leburan	Merata	Putih agak bersih
2	Kaolin Jawa Tengah	Sedikit Porous	Belum terbentuk massa gelas	Belum ada leburan	Merata	Abu-abu agak krem

Tabel 2.19. Hasil uji derajat keputihan kaolin (Garinas, 2009)

No.	Jenis Filter	Kaolin Belitung	Kaolin Jatim	Standard MgO
1	Filter Biru	90,6	89,6	87,2
2	Filter Hijau	93,0	90,3	87,9

Tabel 2.20. Hasil uji keplastisan kaolin (Garinas, 2009)

No.	Tanda Contoh	Ketrangan (keplastisan <i>atterberg</i> )
1	Kaolin Belitung	Agak Plastis
2	Kaolin Jawa Timur	Agak Plastis

Tabel 2.21. Hasil uji komposisi mineral dan ukuran butir (Garinas, 2015)

No.	Tanda Contoh	Komposisi Mineral	(%) Koalinite	Ukuran Butir, % ( $\leq$ 2 $\mu$ m)
1	Kaolin Belitung (kaolin 1)	<i>Kaolinite Serisite</i>	91,20	32,40
2	Kaolin jawa timur (kaolin 2)	<i>Kaolinite, natroalunit. Kuarsa</i>	80,2	40,20

### 2.1.2. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Perbedaan dengan penelitian terdahulu mengenai beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan penelitian lainnya mengenai beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) dengan penambahan variasi pada campurannya sebagai berikut ini.

Tabel 2.22 Perbedaan penelitian terdahulu

Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
	Terdahulu	Sekarang
1 Pengaruh serat local terhadap kuat tekan dan kuat lentur <i>reactive powder concrete</i> dengan teknik perawatan penguapan (Kushartomo dan Chirtianto, 2015).	Pada penelitian ini digunakan serat local (baja) sebagai campuran pembuatan <i>reactive powder concrete</i> dengan teknik perawatan penguapan selama 8 jam.	Pada penelitian ini digunakan penambahan serat <i>polypropylene</i> sebagai bahan tambah sebesar 1%, 1,5%, 2% terhadap uji kuat lentur pada umur 28 hari dengan cara di tutup dengan karung goni basah.

Tabel 2.22 Perbedaan penelitian terdahulu (lanjutan)

No	Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
		Terdahulu	Sekarang
2	Pengaruh penambahan <i>fly ash</i> pada <i>Self compacting concrete</i> (SCC) terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas (Kartika dkk., 2009)	Pada penelitian ini digunakan penambahan <i>fly ash</i> pada <i>Self compacting concrete</i> (SCC) terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas.	Pada penelitian ini digunakan bahan campuran kaolin sebesar 1% dan penambahan serat <i>polypropylene</i> sebesar 1%, 1,5%, 2% terhadap uji kuat lentur pada umur 28 hari.
3	Pengujian kuat lentur balok beton bertulang dengan variasi ratio tulangan tarik (Andreas dkk., 2015).	Penelitian ini menggunakan bahan penyusun berupa air, semen, pasir, dan kerikil.	Penelitian ini digunakan bahan penyusun berupa air, semen, pasir, krikil, sika <i>Visconcrete-1003</i> 1% dan variasi kaolin dengan bahan tambah serat <i>polypropylene</i> sebesar 1%, 1,5%, 2%.
4	Pengaruh penambahan <i>fiber</i> (serat <i>polypropylene</i> ) terhadap kuat geser tanah gampong manekuning (Manasir dkk., 2013).	Pada penelitian ini digunakan <i>fiber</i> sebagai bahan stabilisasi untuk perbaikan kuat geser tanah.	Pada penelitian ini digunakan penambahan serat <i>polypropylene</i> sebagai bahan tambah sebesar 1%, 1,5%, 2% terhadap uji kuat lentur pada umur 28 hari.
5	Pengaruh jarak variasi sengkang terhadap kapasitas lentur balok beton bertulang bambu yang terangkai pada jalur tekannya (Kurniawan dkk., 2016).	Penelitian ini menggunakan 8 buah benda uji balok bertulang bambu apus dengan diameter 1,7 x 1,5 cm.	Penelitian ini menggunakan 9 benda uji dengan ukuran 15 cm x 15cm x 60 cm dan menggunakan besi 6d, 8d dengan jarak sengkang 10cm.

### 2.1.3. Keaslian penelitian

Penelitian dengan judul “Kuat lentur *self compacting concrete* dengan bahan tambah *seperplasticizer*, kaolin dan variasi *polypropylene (PP)*” menurut pengetahuan penulis belum pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu, oleh karena itu penulis yakin bahwa penelitian ini adalah asli.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Beton

Berdasarkan BSN (2002) beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m<sup>3</sup> menggunakan bahan-bahan hasil dari pencampuran air, semen *Portland*, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah). Sebelum mencampurkan bahan-bahan beton terlebih dahulu dilakukan beberapa pengujian diantaranya pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar dan agregat halus. Dalam pembuatan beton ada juga pengujian yang dinamakan uji *slump* yaitu salah satu ukuran kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut abram BSN (1990) tentang pengujian slump beton semen (*portland*).

### 2.2.2. Bahan Penyusun Beton

#### 2.2.2.1. Semen

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan secara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifa hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat dengan batu gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodinuljo, 2010).

BSN (2002) semen *portland* dibagi menjadi 5 jenis, yaitu sebagai berikut ini.

- 1) Jenis I, yaitu semen *portland* untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.

- 2) Jenis II, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- 3) Jenis III, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- 4) Jenis IV, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- 5) Jenis V, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Tabel 2.23 Bahan-bahan penyusul semen *portland* (Tjokroadimuljo, 2010)

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60-65
Silika, SiO <sub>2</sub>	17-25
Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5-6
Magnesia, MgO	0,5-4
Sulfur, S <sub>03</sub>	1-2
Soda/potash, Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,5-1

*Pozolan* adalah bahan yang mengandung *silica amorf*, apabila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk benda padat yang keras dan bahan yang tergolong *pozolan* adalah tras, semen merah, abu terbang, dan bubukan terak tanur tinggi. BSN (2002).

Semen *Portland – pozolan* adalah campuran semen *portland* dengan *pozolan* antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam *pozolan* minimum 70%. BSN (2000).

#### 2.2.2.2. Air

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Menurut *PBBI 1971 N.I.- 2*, pemakaian air untuk beton tersebut sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini.

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik
4. Tidak mengandung minyak dan alkali
5. Tidak mengandung senyawa asam.

### 2.2.2.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang terdiri dari butir-butiran tajam dan berukuran antara 0,0075 – 5 mm dan kadar kurang dari 0,063 mm, tidak kurang dari 5%. Persyaratan mutu agregat halus (pasir) untuk beton tertera pada BSN (2002), adalah sebagai berikut ini.

- 1) Butirannya tajam, kuat dan keras.
- 2) Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut ini.
  - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12% .
  - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%.
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
- 5) Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
- 6) Harus mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butiran menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
  - a. sisa di atas ayakan 4,8 mm, mak 2 % dari berat,
  - b. sisa di atas ayakan 1,2 mm, mak 10 % dari berat, dan
  - c. sisa di atas ayakan 0,30 mm, mak 15 % dari berat.
- 7) Tidak boleh mengandung garam.

Adapun pengujian agregat halus (pasir) antara lain sebagai berikut ini.

- 1) Pengujian gradasi agregat halus (pasir)

ASTM C.33-86 dalam “*Standar Spesification for Concrete Aggregates*” memberikan syarat gradasi agregat yang tercantum di Tabel 2.24.

Tabel 2.24 Batas gradasi agregat halus (ASTM C.33-86)

Ukuran lubang ayakan (mm)	Persen lolos kumulatif (%)
9,5	100

4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	10-30
0,15	2-10

---

2) Pengujian berat jenis agregat halus (pasir) BSN (1990).

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B+A-C)} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

- A = berat benda uji kering oven (gram),
- B = berat piknometer yang berisi air (gram), dan
- C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gram).

3) Pengujian penyerapan air agregat halus (pasir)

Dilakukan pengujian penyerapan air agregat halus agar dapat mengetahui persentase penyerapan air pada agregat (pasir). Berdasarkan Berdasarkan BSN (1990).

$$\text{Penyerapan air} = \left( \frac{S-A}{A} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan :

- A = berat benda uji kering oven (gram), dan
- S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram).

4) Pengujian kadar lumpur agregat halus (pasir)

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus berdasarkan BSN (1989). Pemeriksaan ini dilakukan agar dapat mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir).

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B1-B2}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan :

- B1 = Pasir jenuh kering muka (gram), dan
- B2 = Pasir setelah keluar oven (gram)

5) Pengujian berat satuan agregat halus (pasir)



Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui berat satuan agregat halus (pasir).

$$\text{Berat satuan} = \frac{W_3}{V} \text{ kg/liter} \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

$W_3$  = Berat benda uji (kg), dan

$V$  = Volume Mould ( $m^3$ ).

#### 2.2.2.4. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah bahan pengisi dalam campuran beton terdiri dari agregat kasar (kerikil) sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah dan mempunyai ukuran butir antar 5mm – 40mm. BSN (2000). Agregat terbagi dalam 2 bagian yaitu agregat alami dan buatan sebagai berikut ini.

- 1) Agregat alami adalah agregat yang di klasifikasikan dalam sejarah terbentuknya seperti peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sedimen, dan agregat metamorf yang terbagi dalam kelompok-kelompok kecil.
- 2) Agregat buatan adalah biasanya berupa batu pecah (*split*) yang permukaannya lebih kasar dan tajam.

Tahapan pengujian dalam agregat kasar seperti berikut ini :

- a) Pengujian berat jenis agregat kasar (*split*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan persentase berat air yang dapat di serap oleh agregat kasar.

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{(B-C)} \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan :

$A$  = berat benda uji kering oven (gram),

$B$  = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram), dan

$C$  = berat benda uji dalam air (gram).

- b) Pengujian air agregat kasar (*split*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase air pada agregat kasar.

$$\text{Penyerapan air} = \left[ \frac{B-A}{A} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

dengan :

$A$  = berat benda uji kering oven (gram), dan

$B$  = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gram).

### 2.2.3. *Self Compacting Concrete* (SCC)

*Self compacting concrete* (SCC) merupakan beton yang dapat memadat dibawah berat sendiri. Sedangkan dalam mutu (SCC) mempunyai banyak keunggulan yaitu *workability* dan *flowability* yang tinggi, *homogenitas* beton yang baik, dapat mengurangi permeabilitas dan mempunyai tingkat durabilitas yang tinggi.

Pada *self compacting concrete* (SCC) diperlukan *admixture* yang bersifat mengurangi air, selain dari penambahan *admixture*, *self compacting concrete* (SCC) sama dengan beton konvensional, hanya saja diberi suatu *admixture* kimiawi berupa *viscocrete* dan bahan *pozzolan*.

Dalam pembuatan *self compacting concrete* (SCC), sifat-sifat beton segar *self compacting concrete* dapat dilihat di Tabel 2. 25 dan komposisi agregat halus dan kasar sangat diperhatikan. Perlu dilakukan beberapa pengujian terhadap sifat beton segar diantaranya pengujian *fresh properties* pada *Self compacting concrete* (SCC) yaitu :

#### 1) *V-Funnel Test*

*V-Funnel Test* digunakan untuk mengukur *filling ability* dan stabilitas dari beton segar. Peralatan terdiri dari corong berbentuk V (Gambar 2.13) dan dibagian bawah terdapat pintu yang dapat dibuka tutup. Dibawah corong disediakan ember untuk menampung beton segar yang dituangkan di dalam corong, kemudian diamkan selama satu menit kemudian pintu bagian bawah yang digunakan untuk menutup bagian bawah di lepas. Menurut *European Federation Of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC) durasi yang dibutuhkan oleh beton segar untuk mengisi ruang berkisar antara 6-12 detik.

#### 2) *L-Box Test*

*L-Box test* digunakan untuk mengamati karakteristik material terhadap *flowability* *blocking* dan segregasi dalam melewati tulangan diuji dengan *L-Box test*. Menurut *European Federation Of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC) *L-Box test* digunakan dengan perbandingan  $h_2/h_1 \geq 0,8$ .

Tabel 2.25 Batas-batas sifat beton segar SCC (EFNARC, 2002)

Parameter	Kisaran
T <sub>50 cm</sub>	2 – 5 sec
V-Funnel	6 – 12 sec
L-Box, H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub>	≥ 0,8
Diameter aliran J-Ring	± 10 mm

#### 2.2.4. Kaolin

Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari material lempung yang berwarna putih atau agak keputihan, demikian pula setelah dibakar akan berwarna putih atau hampir putih. Sifat fisik kaolin lainnya antara lain kekerasan antara 2 – 2,5 (Skala mohs), berat jenis 2,60 – 2,63, daya hantar panas dan listrik rendah serta kadar asam (pH) yang bervariasi. Kaolin memiliki komposisi hidrous aluminium silikat ( $2\text{H}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ ) yang diikuti oleh material ikutan lainnya. Komposisi mineral yang termasuk ke dalam kaolin antara lain kaolinit, nakrit dan halloysit (mineral utama,  $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) mempunyai kandungan air yang lebih besar. Untuk endapan yang ekonomis tidak ditemukan mineral seperti nakrit dan dikrit (Garinas, 2009).

Tabel 2.26 Hasil uji kaolin dibandingkan persyaratan standar keramik halus porselen berdasarkan SNI dan BGS (Garinas, 2009)

No	Standar Peryaratan	Bahan baku kaolin SNI. 0578-89-A	Kaolin Standar BGS	Hasil Uji Kaolin 1	Hasil uji kaolin 2
1.	Komposit Kimia (%)				
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≤ 0,4	< 0,65	0,62	1,27
	TiO <sub>2</sub>	≤ 0,3	< 0,02	0,22	0,55
	CaO	≤ 0,8	< 0,07	0,017	0,52
	SO <sub>3</sub>	≤ 0,3	-	neg	Neg
2.	Komposisi mineral, (%).	Mineral Kaolinite	-	Kaolinite, Serisite	Kaolinite, Natroalunite, Ku arsa
3.	Besar Butir (≥ 80 % )	≥ 80 %	-	91,24	80,20
4.	Derajat keputihan ( <i>Brightness</i> , %)	≥ 90 %	-	90,3	89,6

### 2.2.5. Superplasticizer (*Visconcrete-1003*)

Dalam pembuatan *self compacting concrete* (SCC) di perlukan suatan bahan aditif berupa Superplasticizer. Penelitian ini menggunakan *Superplasticizer Visconcrete-1003*. Mempunyai kemampuan mengalir dengan baik bersama dengan kohesi optimum juga mengurangi air sehingga dapat menghasilkan nilai kuat tekan meningkat dan *workability*nya juga menjadi semakin baik.

### 2.2.6. Serat *Polypropylene*

Serat *polypropylene* merupakan bahan yang umum digunakan dalam memproduksi bahan-bahan yang terbuat dari plastik. Serat yang digunakan adalah serat *strapping band* jenis *polypropylene*. Data yang digunakan adalah data pada penelitian terdahulu oleh Akkas dkk, (2013). Sifat-sifat yang dapat diperbaiki oleh *polypropylene* sebagai berikut ini.

- a) Daktilitas, berhubungan dengan kemampuan dalam menyerap *energy*
- b) Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
- c) Kemampuan menahan tarik dan momen lentur
- d) Ketahanan terhadap kelelahan
- e) Ketahanan pengaruh susutan (*Shrinkage*)
- f) Ketahanan aus

Peningkatan hasil pengujian kekuatan dalam peningkatan modulus untuk *polypropylene* mungkin dapat signifikan ketika kuat impact pada beton *polypropylene* dipertimbangkan dan mungkin lebih penting untuk mortar.

### 2.2.7. Kuat Lentur Beton

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kuat lentur yang menggunakan prosedur yang benar. Menurut BSN (2011) tentang pengujian kuat lentur 1 titik adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah dinyatakan dalam *Mega Pascal* (MPa) gaya per satuan luas.

Adapun cara pengujian lentur dihitung dengan rumus sebagai berikut:

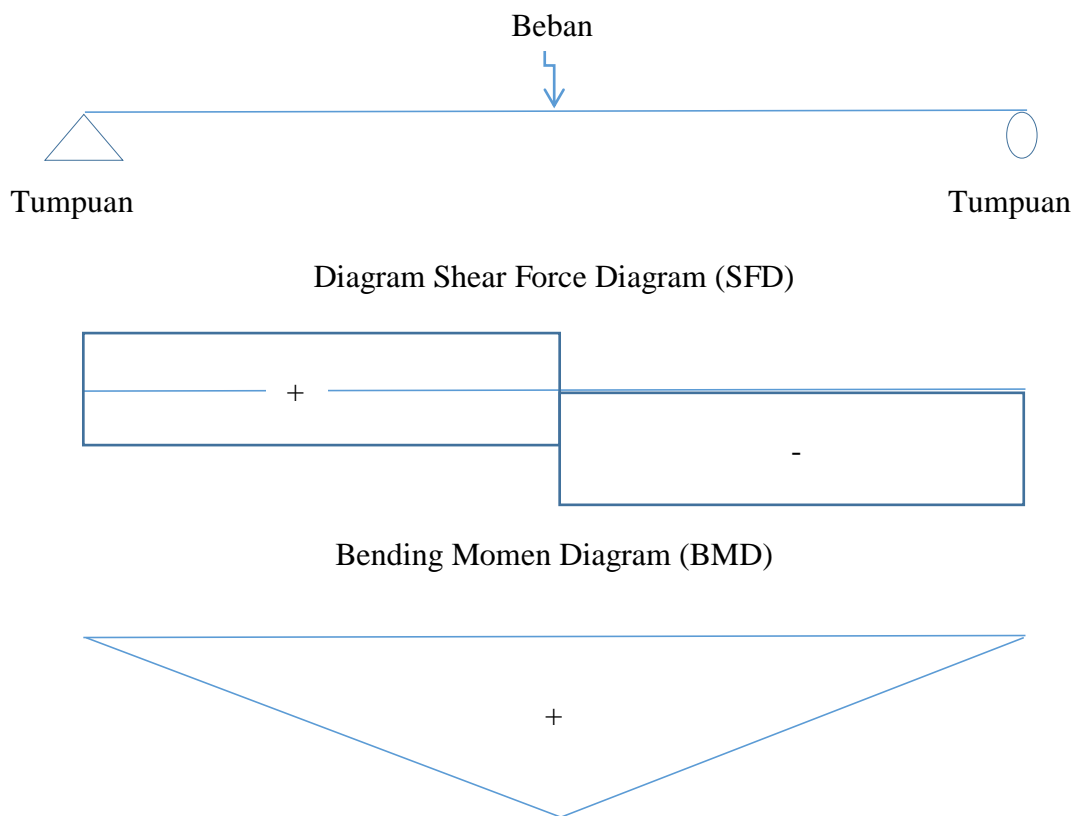
- a) pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

dan

- b) pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat daerah (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots(2.8).$$



Gambar 2.13. SFD dan BMD