

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian terdahulu yang telah meneliti kuat tekan pada mortar dan mortar campuran antara lain sebagai berikut ini.

1. *Effect of Recycled Plastic in Mortar and Concrete the Application of Gamma Irradiation – A review* (Usman dkk, 2018)
2. *Mortar Modified with Sulfonated polystyrene produced from waste plastic cups* (Motta dkk, 2016)
3. Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Beton Ringan dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Parsial Semen (Lomboan dkk., 2016)
4. Kajian Kuat Tekan Mortar menggunakan Pasir Sungai dan Pasir Apung dengan Bahan Tambah *Fly Ash* dan *Conplast* dengan Perawatan (Curing) (Simanullang, 2014)
5. Kajian Experimental Sifat Karakteristik Mortar yang Menggunakan Abu Ampas Tebu sebagai Substitusi Parsial Semen (Pandeleke, 2014)
6. Pengaruh Penggunaan *Viscocrete-10* dan serat ban bekas terhadap nilai slump dan kuat tekan beton serat (Maryoto dan Pamuji., 2007)
7. Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE (Soebandono dkk., 2013)
8. Pengaruh Penambahan Cacahan Botol Aqua *Polypropylene* (PP) pada pasir terhadap kinerja beton normal (Qomariah, 2015)
9. Pengaruh Pemakaian bahan tambah limbah plastik kemasan mineral terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik belah beton (Pramuji dkk., 2008)
10. Pemanfaatan Pematangan Ban Bekas untuk Campuran beton Serat Perkerasan Kaku (Nastain dan Maryoto., 2010)
11. Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik beton (Suhardiman, 2011)
12. Pengaruh Penambahan Serat Kawat email tembaga pada campuran beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah (Fasdarsyah dkk., 2018)

2.1.1. Penelitian terdahulu tentang Agregat Halus

Maryoto dan Pamudji (2007) melakukan pemeriksaan agregat halus berupa pasir. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi pengujian Kandungan lumpur, Berat jenis, Berat jenis jenuh kering muka, Berat jenis semu, Penyerapan air, Modulus halus. Dari pengujian kadar lumpur yang dilakukan didapatkan nilai kadar lumpur sebesar 4.49%. Nilai berat jenis 2.33 gr/cm^3 , berat jenis kering muka 2.42 gr/cm^3 , berat jenis semu 2.57 gr/cm^3 , penyerapan air sebesar 4.11%. Dari pengujian gradasi yang dilakukan diketahui bahwa agregat halus termasuk gradasi daerah no. 2 dengan Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 3.44.

Pandaleke (2014) melakukan pengujian terhadap agregat halus pasir, pada pengujian ini menggunakan dua pasir yang berasal dari daerah Girian. Hasil pengujian yang di dapatkan adalah sebagai berikut :

1. Asal	: Girian
2. Ukuran maksimum	: 4.75 mm
3. Apparent Specific gravity	: 2.57
4. Bulk Specific gravity (dry)	: 3.342
5. Bulk Specific gravity (SSD)	: 2.43
6. Absorpsi	: 1.87 %
7. Kadar Air	: 15.12 %
8. Berat Volume	: 1.321 gr/cm^3
9. Modulus Kehalusan	: 2.87
10. Kadar Lumpur	: 0.30 %

Dari hasil pengujian, diperoleh Modulus Halus Butir sebesar 2.87, yang berarti agregat halus termasuk daerah gradasi No. 2

2.1.2. Penelitian Terdahulu tentang Kuat Tekan pada mortar

Penelitian kuat tekan pada mortar dilakukan dengan merujuk pada penelitian sebelumnya sebagai pembanding agar didapatkan hasil yang optimal. Hasil penelitian-penelitian sebelumnya antara lain sebagai berikut :

Lomboan, dkk (2016) telah melakukan penelitian mengenai “Pengujian kuat tekan mortar dan beton ringan dengan menggunakan agregat ringan batu apung dan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen”. Tujuan dari pengujian

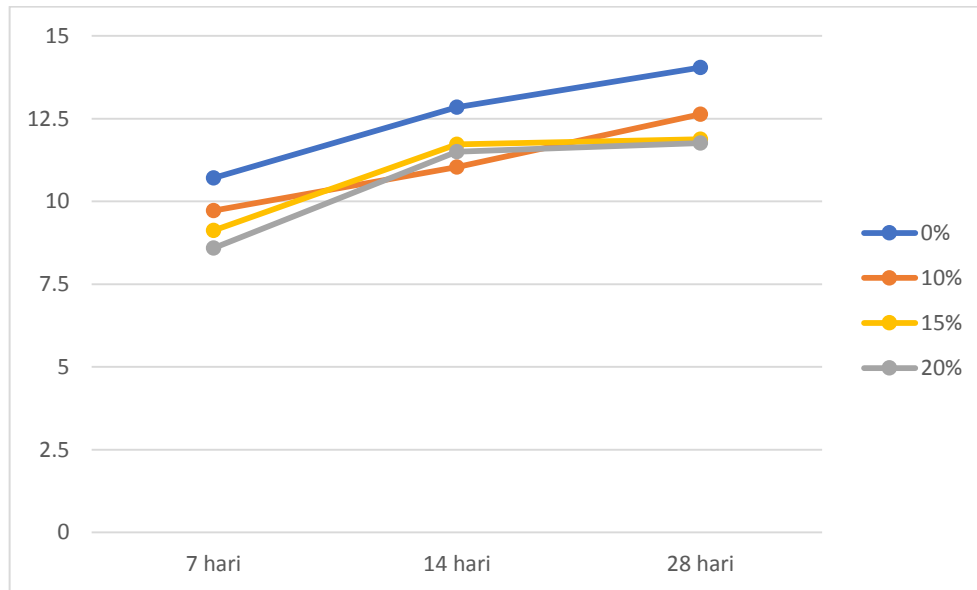
ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penggantian batu apung sebagai agregat kasar (pada beton), agregat halus (pada mortar), dan ASP (Abu Sekam Padi) sebagai substitusi parsial semen. Metode penelitian yang dilakukan adalah membuat variasi campuran ASP yaitu 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran 100/200 mm dan mortar 50×50×50 mm. benda uji untuk masing-masing variasi berjumlah 4 untuk beton dan 5 untuk mortar, pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh berat isi maksimum 1616,894 kg/m³ untuk beton dan 1388,64 kg/m³ untuk mortar, dengan kuat tekan maksimum 28 hari yaitu 14.05 MPa untuk beton pada ASP 0% dan 14.61 MPa untuk mortar pada ASP 15%. Menurut ketentuan SNI betin ringan harus berbobot kurang dari 1900 kg/m³ itu berarti semua beton yang dihasilkan dari penelitian ini masih termasuk dalam kategori beton ringan. Penggunaan ASP pada beton menurunkan kuat tekan beton karena makin banyak kandungan ASP dalam campuran beton maka nilai FAS akan semakin besar disebabkan adanya penambahan air pada saat pencampuran. Khusus pada mortar penambahan ASP membuat nilai kuat tekan mortar semakin meningkat sekitar 0.41 – 1.11 MPa dari mortar yang tidak memakai ASP. Hasil dari kuat tekan beton ringan dan mortar dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 serta grafik hubungan umur beton dan kuat tekan beton dan mortar tiap variasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 2.1 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton Rata-rata untuk setiap Variasi Campuran (Lomboan, 2016)

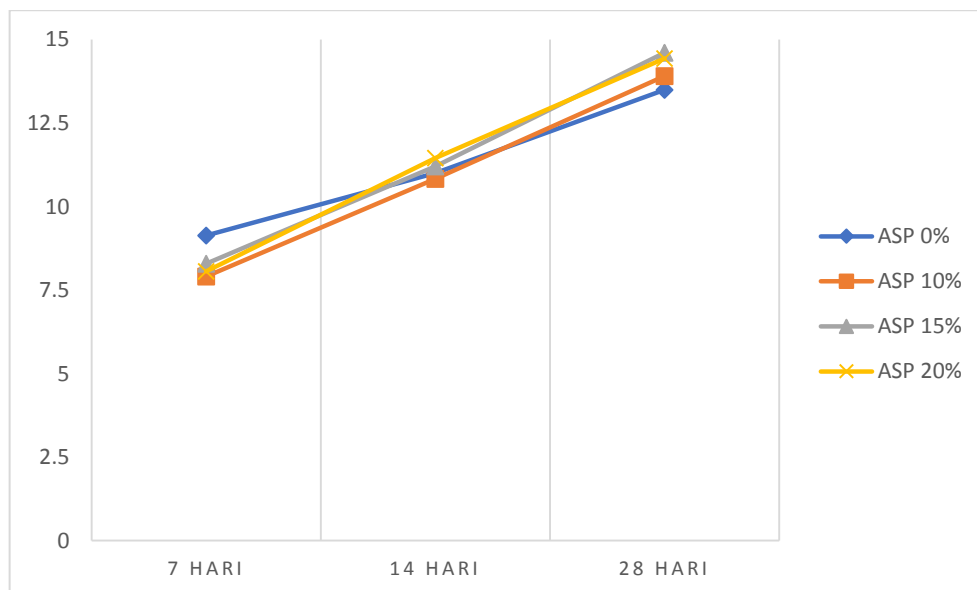
Komposisi Campuran Beton Ringan			Kuat Tekan Beton Rata-rata (MPa)		
Ag. Kasar	Ag. Halus	ASP	7 hari	14 hari	28 hari
Kerikil Batu Apung	Pasir Amurang	0%	10.705	12.845	14.05
		10%	9.722	11.037	12.632
		15%	9.127	11.72	11.88
		20%	8.587	11.497	11.767

Tabel 2. 2 Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Mortar rata-rata untuk setiap variasi Campuran (Lomboan, 2016)

Komposisi Campuran Mortar			Kuat Tekan Mortar Rata-rata (MPa)		
Semen + Air	Ag. Halus	ASP	7 hari	14 hari	28 hari
		0%	9.14	11.00	13.50
	Pasir Batu	10%	7.91	10.83	13.91
	Apung	15%	8.29	11.21	14.61
		20%	8.06	11.45	14.43



Gambar 2.1 Hubungan Umur Beton dan Kuat Tekan Beton tiap Variasi Campuran (Lomboan, 2016)



Gambar 2.2 Hubungan Umur Mortar dan Kuat Tekan Mortar tiap Variasi Campuran (Lomboan, 2016)

Simanullang (2014) telah melakukan penelitian tentang kuat tekan mortar menggunakan pasir sungai dan pasir apung dengan bahan tambahan fly ash dan conplast dengan perawatan (*curing*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh perbandingan kuat tekan mortar dengan perbandingan semen dan pasir 1 : 2, 1 : 4, serta penambahan fly ash dan conplast, kemudian untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash dan conplast serta penggantian pasir apung dan pasir sungai sebagai agregat halus terhadap kuat tekan mortar pada umur 3, 5, 14 dan 28 hari. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi mortar pasir sungai dan pasir apung dengan perawatan perendaman air (*curing*). Tahapan pada penelitian ini meliputi studi literature, persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji dan analisa hasil. Hasil penelitian menunjukkan mortar pasir sungai 1:2 untuk penambahan fly ash dan 1% conplast menghasilkan kuat tekan 62.34 kg/cm², presentase perubahan kuat tekan dari mortar normal mencapai 24.9% dengan berat isi 2.271 ton/m³. Mortar pasir apung 1:2 penambahan 50% fly ash dan 1% conplast mencapai kuat tekan 18.18 kg/cm², presentase perubahan kuat tekan dari mortar normal 25.03% dengan berat isi 1.566 ton/m³. Selisih kuat tekan antara mortar pasir apung dan mortar pasir sungai 70.84%. Mortar pasir sungai 1:4 untuk penambahan 50% fly ash dan 1% conplast mencapai kuat tekan 30.8 kg/cm², presentase perubahan kuat tekan dari mortar normal mencapai 15.61% dengan berat isi 2.2136 ton/m³, untuk mortar pasir apung 1:4 penambahan 20% fly ash dan 1% conplast mencapai kuat tekan 12.42 kg/cm² dengan berat jenis 1.5094 ton/m³ presentase perubahan kuat tekan dari mortar normal mencapai 5.7%. Selisih kuat tekan antara mortar pasir apung dan mortar pasir sungai 59.685%. Hasil dari kuat tekan mortar dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 2.3 Kuat tekan mortar 1:2 pasir sungai (Simanullang, 2014)

Fly Ash	Kuat Tekan (kg/cm ²)				
	3 hari	5 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0%	19.14	24.22	25.95	42.29	49.91
20%	27.14	27.71	30.19	44.28	62.34
30%	17.63	22.45	33.06	47.41	49.25
40%	20.96	21.41	32.28	40.96	47.77
50%	20.21	20.30	33.44	42.05	44.20

Tabel 2.4 Kuat tekan mortar 1:2 pasir apung (Simanullang, 2014)

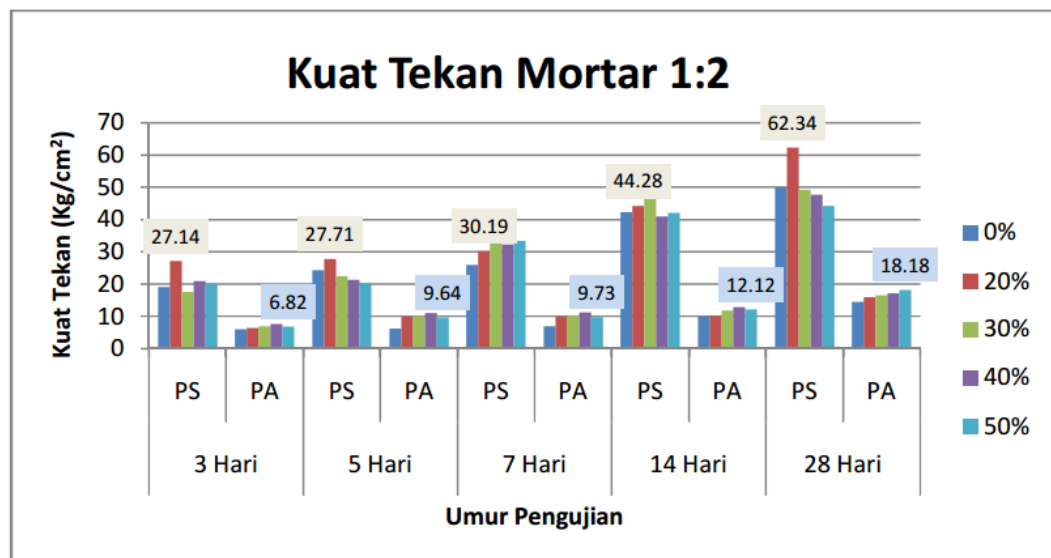
Fly Ash	Kuat Tekan (kg/cm ²)				
	3 hari	5 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0%	6.10	6.23	6.95	10.03	14.54
20%	6.47	9.90	9.99	10.21	15.92
30%	6.96	10.15	10.32	11.79	16.47
40%	7.65	11.07	11.26	12.85	17.15
50%	6.82	9.64	9.73	12.12	18.18

Tabel 2. 5 Kuat tekan mortar 1:4 pasir sungai (Simanullang, 2014)

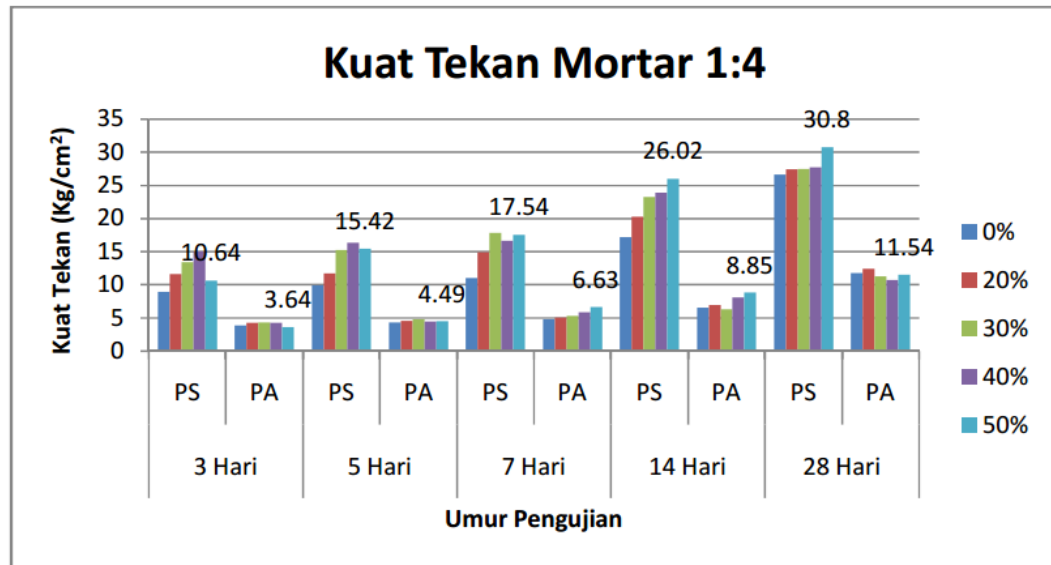
Fly Ash	Kuat Tekan (kg/cm ²)				
	3 hari	5 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0%	8.940	9.93	11.03	17.18	11.75
20%	11.60	11.71	14.92	20.26	12.42
30%	13.40	15.26	17.87	23.28	11.3
40%	15.06	16.35	16.64	23.91	10.77
50%	10.64	15.42	17.54	26.02	11.54

Tabel 2.6 Kuat tekan mortar 1:4 pasir apung (Simanullang, 2014)

Fly Ash	Kuat Tekan (kg/cm ²)				
	3 hari	5 hari	7 hari	14 hari	28 hari
0%	3.87	4.33	4.8	6.55	11.75
20%	4.24	4.55	5.09	6.97	12.42
30%	4.32	4.80	5.31	6.27	11.3
40%	4.26	4.45	5.87	8.09	10.77
50%	3.64	4.49	6.63	8.85	11.54



Gambar 2.3 Perbandingan Kuat Tekan 1:2 dengan Pasir Apung dan Pasir Sungai terhadap umur pengujian (Simanullang, 2014)



Gambar 2. 4 Perbandingan Kuat Tekan 1:2 dengan Pasir Apung dan Pasir Sungai terhadap Umur Pengujian (Simanullang, 2014)

2.1.3. Penelitian Terdahulu tentang mortar/ beton tambahan plastik

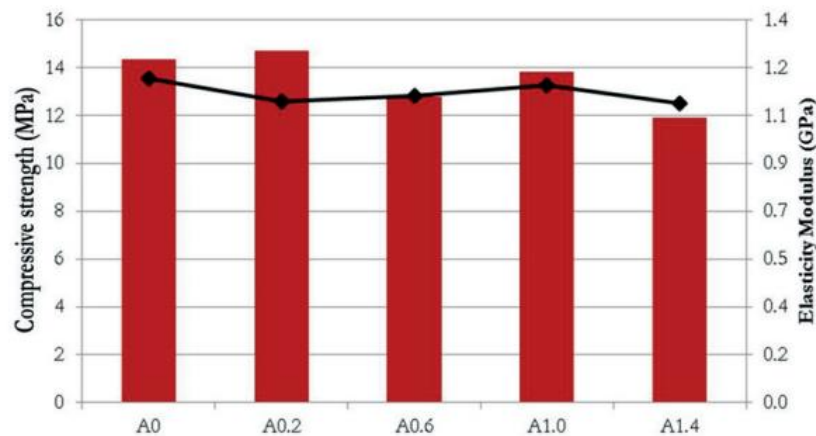
Usman dkk (2018) telah melakukan penelitian dan *review* tentang bagaimana efek penambahan plastik daur ulang terhadap mortar dan beton dan penerapan iradiasi gamma. Dimana penelitian ini menggunakan variasi campuran 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dan menggunakan plastik dengan jenis PET, HDPE, dan PP yang masing-masing benda uji dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik. Hasil dari pengujian kuat tekan mortar dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2.7 Kuat tekan mortar (Usman, 2018)

Percent replacement (%)	Compressive strength (MPa)
0	5.55±0.07
10	2.86±0.07
15	1.89±0.07
20	1.35±0.03
25	0.84±0.03

Motta, dkk (2016) melakukan modifikasi mortar menggunakan *Sulfonated Polystyrene* yang dibuat dari limbah botol plastik. Penelitian ini menggunakan High Strength Portland Cement (CPV-ARI) dimana campuran semen, pasir, air dengan perbandingan 1:4:0.84. terdapat 5 variasi yaitu 0%, 0.2%, 0.6%, 1%, dan

1.4% *Sulfonated Polystyrene* (SPS) dari berat semen dan diberi tanda A0, A0.2, A0.6, A1.0 dan A1.4. Untuk pencampuran digunakan mesin pencampur dengan menggunakan kecepatan rendah selama 30 detik dan diiringi waktu istirahat 90 detik, kemudian dipadukan variasi kecepatan tinggi selama 60 detik. Hasil dari kuat tekan mortar dengan campuran 0%, 0.2%, 0.6%, 1%, dan 1.4% dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

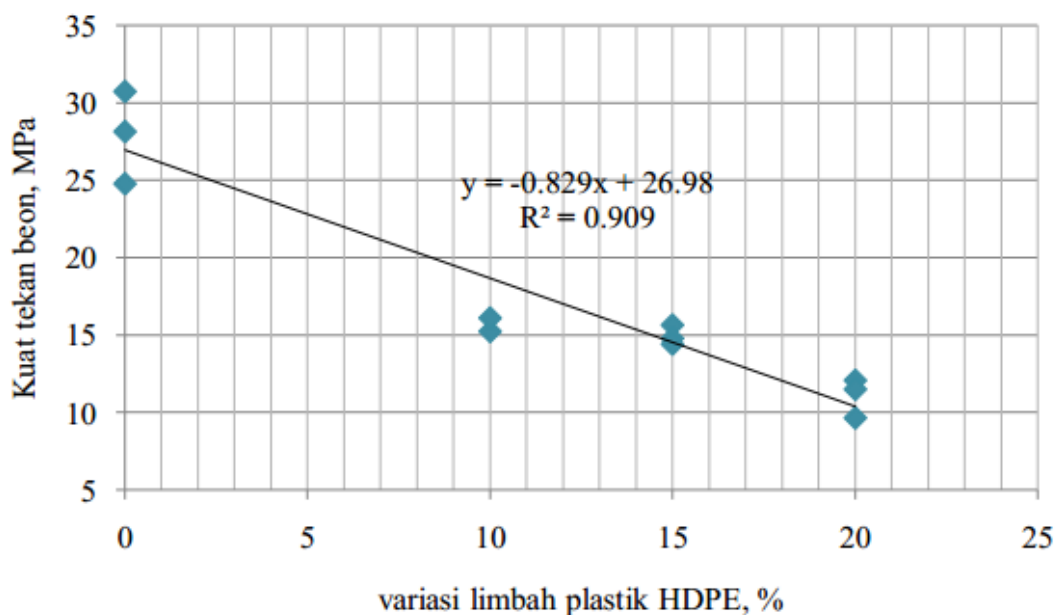


Gambar 2.5 *Compressive strength and average values of the elasticity modules at 28 days of age* (Motta, 2016)

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa, ada pengurangan kekuatan tekan dengan penggabungan polimer; Namun, pengurangan ini tidak signifikan, seperti yang bisa diharapkan mengingat kenaikan besar porositas mortar yang dimodifikasi. Mortar A0.2 menunjukkan sebuah meningkatkan kekuatan tekan, menunjukkan bahwa polimer meningkatkan sifat mekanik, bahkan dalam dosis kecil. Untuk tingkat polimer yang lebih tinggi seperti mortar A1.0 dan A1.4, reduksi dalam kekuatan tekan tidak signifikan.

Soebandono dkk (2013) melakukan penelitian tentang perilaku kuat tekan dan kuat tarik beton campuran limbah plastik HDPE. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan campuran limbah plastik HDPE sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Penelitian ini menggunakan 4 variasi campuran agregat limbah plastik HDPE, diantaranya 0% untuk beton normal, 10%, 15%, dan 20%. Setiap variasi masing memiliki 6 sampel, 3 sampel untuk uji kuat tekan dan 3 sampel untuk uji

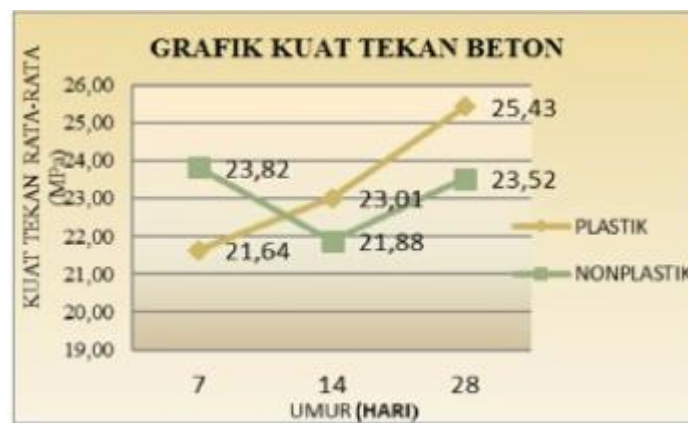
kuat tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah plastik HDPE ke dalam beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar (split) akan menurunkan slump beton. Nilai slump yang kecil akan semakin sulit beton untuk dikerjakan karena adukan beton semakin kental. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai kuat tekan beton menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Kuat tekan rata-rata untuk variasi campuran agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%,15%,20% berturut turut sebesar 27.88 MPa, 15.67 MPa, 14.96 MPa, dan 11.08 MPa. Seiring bertambahnya kadar limbah plastik HDPE kuat tekan beton semakin menurun, dikarenakan permukaan limbah plastik HDPE halus dan licin sehingga ikatan antar partikel penyusun beton kurang kuat disbanding beton normal. Limbah plastik HDPE ini juga lebih lunak dari batu pecah dari segi kekuatan. Berikut adalah hasil dari penelitian dari Soebandono dkk (2013).



Gambar 2.6 Hubungan antara nilai kuat tekan beton dengan variasi presentase limbah plastik HDPE (Soebandono, 2013)

Qomariah (2015) telah melakukan penelitian mengenai penambahan cacahan botol Aqua berjenis *Polypropylene* (PP) pada pasir terhadap kinerja beton normal. Penelitian ini meninjau fungsi lain dari limbah pada campuran beton di tinjau dari ketahanan terhadap keretakan, ketahanan terhadap daya tembus air, kekuatan tekan dan pencegahan terhadap bleeding pada beton segar. Pembuatan

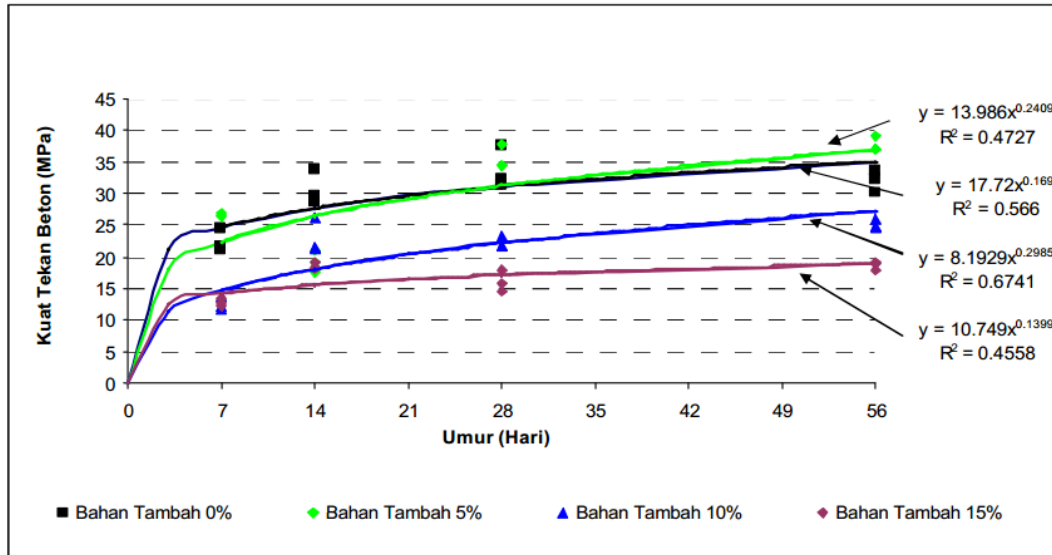
beton Normal K-200. Dengan mutu agregat kasar dari Pasuruan dan agregat halus dari Lumajang. Jumlah plastik yang dipakai <1%. Perawatan pada umur 7, 14, dan 28 hari, diuji sifat beton segar dan beton kerasnya berupa kuat tarik, kuat tekan dan absorpsi beton pada umur tersebut. Hasil penelitian menunjukkan kekentalan adukan meningkat sebesar 28.29% terhadap beton normal (tanpa plastik), untuk nilai penyerapan, pada umur 7, 14, 28 hari mengalami penurunan terhadap beton non plastik, masing-masing 7.2%, 17.7% dan 4.78%. Kuat tekan rata-rata mengalami penurunan 10% pada umur 7 hari dan meningkat 5.16% dan 8.12% pada umur 14 dan 28 hari terhadap beton non plastik. Kekuatan tarik yang terjadi lebih tinggi 11.45% pada umur 28 hari dibandingkan beton non plastik. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik di Gambar 2.6.



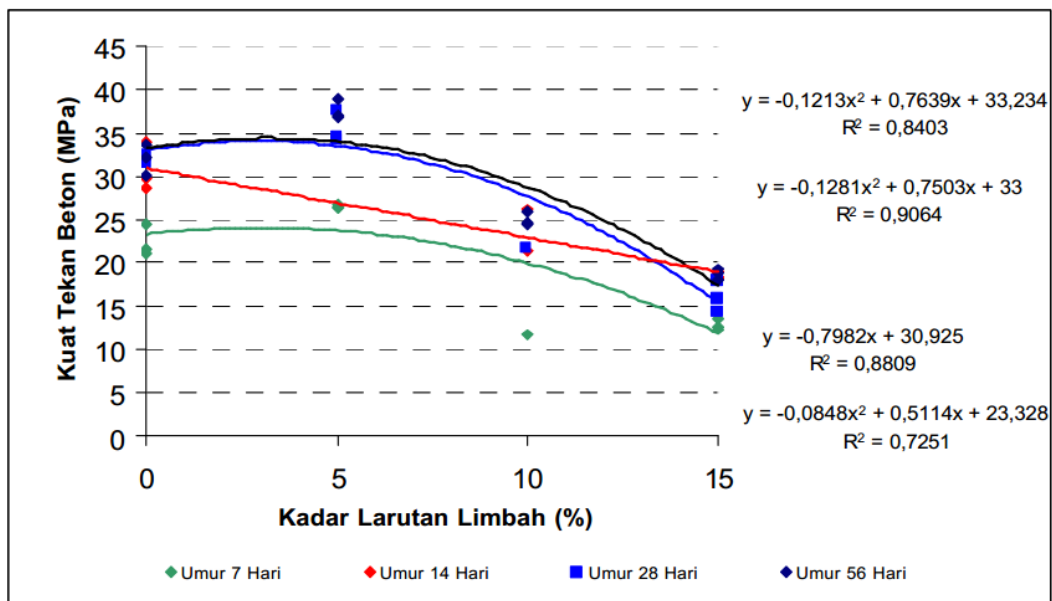
Gambar 2.7 Nilai Kuat tekan beton rata-rata untuk beton plastik dan non plastik (Qomariah, 2015)

Pramuji dkk (2015) melakukan penelitian tentang Pengaruh Pemakaian Bahan tambah Limbah Plastik Kemasan Air Mineral terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Variasi limbah plastik air mineral antara lain 5%, 10%, dan 15%. Pemeriksaan dilakukan pada 7, 14, 28, dan 56 hari untuk uji kuat tekan. Benda uji dibuat pada cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan limbah plastik untuk kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah plastik dapat dicairkan sebesar 22.367%. pada penambahan limbah plastik cair sebesar 2.929% dan 3.149% terjadi peningkatan pada kuat tekannya. Pada penambahan 2.929 merupakan yang paling optimal pada pemeriksaan 28 hari meningkatkan kuat tekan hingga 3.33%, sedangkan campuran limbah plastik

cair 3.149% menghasilkan kuat tekan optimal pada 56 hari dan dapat meningkatkan kuat tekan hingga 3.62%. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Hubungan Umur dan Kuat Tekan Beton (Pramuji, 2015)



Gambar 2.9 Hubungan Kadar Larutan Limbah dan Kuat Tekan Beton (Pramuji, 2015)

Nastain dan Maryoto (2010) melakukan penelitian terhadap beton untuk perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat limbah ban terhadap kuat tekan dan kuat lentur. Penelitian ini

menggunakan ban ukuran 4 mm × 4 mm × 60 mm yang dicampur secara acak. Pengujian dilakukan menggunakan silinder dan balok beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat ban bekas dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 4.73% lebih tinggi dari beton normal saat beton kandungan serat dan ban bekas adalah 0.75%. Hasil dari kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2. 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Nastain, 2010)

Kode Sampel	Umur (hari)	Kadar Serat Ban Bekas (%)	Kuat Tekan Beton f ['] c (MPa)			Rata-rata (MPa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
SN	28	0	27.1515	28.2828	28.2828	27.9057
SF I	28	0.3	28.2828	28.2828	19.4141	28.6599
SF II	28	0.75	29.4141	27.7172	30.5455	29.2256
SF III	28	1	10.1818	12.4444	10.1818	10.9360

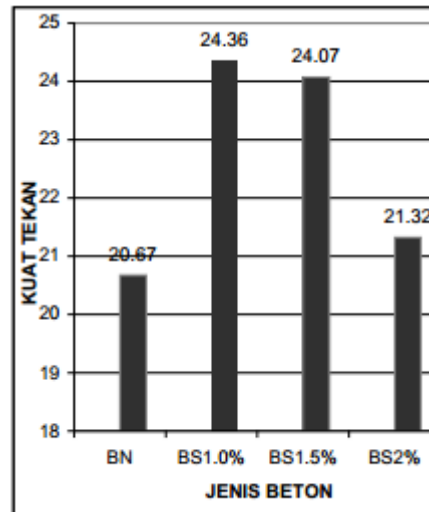
Meningkatnya kuat tekan beton berserat ban bekas dapat dipahami, yaitu karena serat yang ada masih memungkinkan untuk mendapatkan posisinya dengan baik di dalam adukan. Kondisi demikian membuat adukan masih relative baik dan pemadatan masih dapat dilakukan secara memadai. Dalam keadaan ini serat ban bekas memberikan kontribusi terhadap kualitas beton, dimana beton seolah olah memperoleh tulangan. Adanya pengaruh tulangan ini membuat beton mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton tanpa serat/beton normal. Setelah mencapai kadar serat yang optimal, beton mulai mengalami penurunan kuat tekan. Hal ini karena penambahan serat ban bekas akan menurunkan kecelakaan adukan sehingga beton cenderung menjadi kurang padat dan tidak mampat lagi.

Suhardian (2008) melakukan penelitian dengan judul “Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bamboo ori terhadap kuat tarik dan kuat tekan akan berpengaruh terhadap mutu betonnya, sedang perubahan kuat tarik akan berpengaruh terhadap retak beton pada daerah tarik. Metode penelitian ini antara lain dimulai dari penyiapan bahan, meliputi pembuatan serat bamboo dan persiapan bahan susun beton, pemeriksaan material bahan susun beton, perancangan campuran beton, pembuatan benda uji, meliputi

pengadukkan, uji kelecakan adukan dengan pengujian slump, pencetakan serta perawatannya, pengujian kuat tekan dan kuat tarik. Pada pembuatan serat dari kulit luar bamboo ori, bamboo diserut menjadi serat berukuran sekitar $2 \text{ cm} \times 0.5 \text{ mm} \times \text{mm}$. Serat bamboo kemudian direndam di dalam air selama 6 hari dan kemudian diangin-anginkan selama 3 hari di tempat terlindung. Pembuatan benda uji beton dilakukan dengan rencana campuran berdasarkan ketentuan American Concrete Institute (ACI). Benda uji berupa silinder beton tinggi 30 cm dan diameter 15 cm, sebanyak 3 benda uji untuk setiap jenis pengujian. Digunakan 3 varian prosentase jumlah serat untuk pengujian desak maupun tarik beton serat, yaitu varian A1%, varian B1, 5% dan varian C2%. Sebagai pembanding dibuat pula benda uji beton normal. Varian A1% berarti varian beton serat bernama A dengan berat serat sebanyak 1% dari berat semennya. Dari rancangan tersebut dibutuhkan 12 buah silinder untuk uji tekan dan 12 buah silinder untuk uji tarik. Silinder beton dirawat dengan cara direndam selama 3 hari dan diletakkan pada tempat lembab sampai saat dilakukan pengujian pada umur 28 hari. Dari hasil penelitian didapat nilai rata-rata kuat tekan beton normal, beton konsentrasi serat 1%, 1.5%, dan 2% diperoleh berturut-turut sebesar 20.67 MPa, 24.36 MPa, 24.07 MPa dan 21.32 MPa. Penambahan 1% dan 2% jumlah serat pada campuran normal meningkatkan kekuatan cukup tinggi, karena beton masih cukup mudah dikerjakan sehingga dihasilkan beton dengan kepadatan cukup baik, sedang beton dengan tambahan serat 2% masih mampu meningkatkan kuat tekan pada beton normal walaupun prosen kenaikannya relatif kecil. Hal tersebut terjadi karena adukan beton sudah mulai sulit dikerjakan, akibat kelecakan yang terlalu rendah. Hasil dari kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2.8 dan Gambar 2.8.

Tabel 2. 9 Penambahan Kuat Tekan Setiap prosen penambahan serat (Suhardian, 2008)

Kode benda uji	Prosen penambahan serat	Kuat Tekan (MPa)	Penambahan kuat tekan	
			MPa	%
BNd	0	20.67	-	-
BS1.0%d	1.00	24.36	3.69	17.85
BS1.5%d	1.50	24.07	3.40	16.45
MS2.0%	2.00	21.52	0.65	3.14

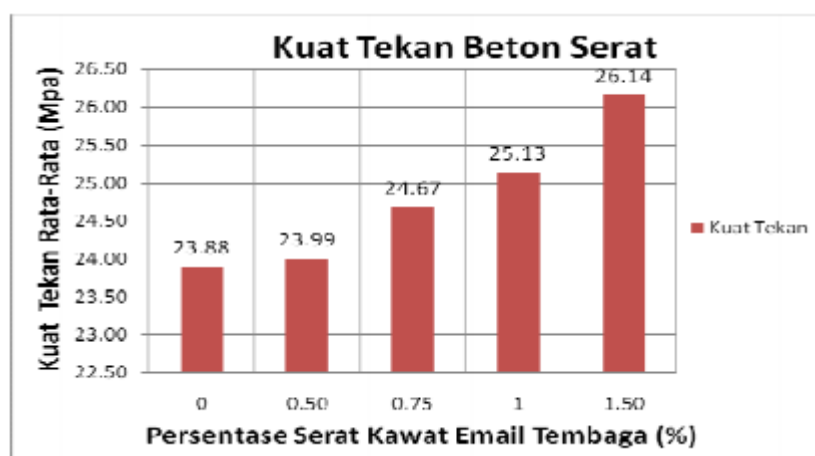


Gambar 2. 10 Grafik kuat tekan beton 28 hari (Suhardian, 2008)

Fasdarsyah dkk (2018) melakukan penelitian menggunakan serat kawat email tembaga sebagai campuran untuk beton. Tujuan penelitian ini adalah sebagai salah satu usaha untuk memperbaiki kekuatan beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah. Kemudian untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kawat email tembaga pada campuran beton terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah. Metode dilakukan dengan cara penambahan serat terhadap berat pasir, dengan panjang serat 50 mm dan diameter serat 0.60 mm. Untuk perhitungan campuran beton (mix design) dilakukan berdasarkan SNI 7656 – 2012 dengan mutu beton rencana $f'c$ sebesar 20 MPa, menggunakan semen Tipe I dengan faktor air semen dipakai 0.58. Variasi campuran serat yang digunakan adalah 0%, 0.50%, 0.75%, 1% dan 1.50%, dengan cetakkan silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Masing-masing variasi memiliki 5 buah benda uji, dan pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tekan variasi 0% sebesar 23.88 MPa, rata-rata kuat tekan variasi 0.50% sebesar 23.99 MPa, rata-rata kuat tekan variasi 0.75% sebesar 24.67 MPa, rata-rata kuat tekan variasi 1% sebesar 25.12 MPa. Dari hasil pengujian menggambarkan bahwa, pengaruh penambahan serat kawat email tembaga pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan boten. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 2.9 dan Gambar 2.9.

Tabel 2. 10 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Serat (Fasdarsyah, 2008)

No	Campuran Serat (%)	Umur Perawatan (hari)	Rerata Kuat Tekan 5 sampel (MPa)	Presentase Kuat Tekan (%)
1	0	28	23.88	0.00
2	0.50	28	23.99	0.47
3	0.75	28	24.67	3.32
4	1.00	28	25.13	5.21
5	1.50	28	26.14	9.48



Gambar 2. 11 Grafik Kuat Tekan rata-rata beton serat (Fasdarsyah, 2008)

2.1.4. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Penelitian ini akan meneliti mengenai kuat tekan pada mortar dengan tambahan serat berupa limbah plastik HDPE sebagai bahan tambah semen. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terdapat pada serat yang digunakan, fas yang digunakan, serta penempatan serat yang disini sebagai tambahan untuk semen. Pada penelitian ini akan digunakan nilai fas sebesar 0.5 dan variasi serat plastik 2%, 4%, dan 6% dari berat semen. Terdapat beberapa perbedaan pada penelitan ini dengan penelitian terdahulu mengenai kuat tekan pada mortar dengan beberapa bahan tambahan pada campurannya sebagai berikut ini.

Tabel 2.11 Perbedaan penelitian terdahulu dan yang sekarang dilakukan

No	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada penelitian	
			Terdahulu	Sekarang
1	Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Beton Ringan dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung dan Abu Sekam Padi sebagai Substitusi Parsial Semen (Kumaat dkk., 2016)	Penelitian Lab	Digunakan 4 variasi ASP yaitu 0% (mortar normal), 10%, 15% dan 20% untuk di uji Kuat Tekan pada mortar	Digunakan variasi 4 varian serat limbah plastik HDPE sebagai pengganti/tambahan pada semen yaitu 0% (normal), 2%, 4%, dan 6% untuk di uji Kuat tekan pada mortar dan menggunakan curing berupa perendaman
2	Kajian Kuat Tekan Mortar menggunakan Pasir Sungai dan Pasir Apung dengan Bahan Tambah Fly Ash dan Conplast dengan Perawatan (curing) (Simanullang, 2014)	Penelitian Lab	Digunakan 4 variasi penambahan fly ash 20%,30%,40%, dan 1% conplast dengan curing untuk diuji kuat tekan pada mortar	Digunakan variasi 4 varian serat limbah plastik HDPE sebagai tambahan/penggantian pada semen yaitu 0% (normal), 2%, 4%, dan 6% tanpa tambahan bahan campuran apapun untuk diuji Kuat Tekan pada mortar
3	<i>Mortar modified with sulfonated polystyrene produced from waste plastic cups</i> (Motto, 2016)	Penelitian Lab	Digunakan variasi campuran 0%, 0.2%, 0.6%, 1%, dan 1.4% <i>sulfonated polystyrene</i> (SPS).	Digunakan variasi 4 varian serat limbah plastik HDPE sebagai tambahan/penggantian pada semen yaitu 0% (normal), 2%, 4%, dan 6% tanpa tambahan bahan campuran apapun untuk diuji Kuat Tekan pada mortar menggunakan curing berupa perendaman
4	<i>Effect of Recycled in Mortar and Concrete and the Application of Gamma Irradiation – A review</i> (Usman dkk, 2018)	Penelitian Lab	Jenis plastik yang digunakan adalah jenis PET, HDPE, dan PP dengan campuran 0%, 10%, 15%,	Digunakan variasi 4 varian serat limbah plastik HDPE sebagai tambahan/penggantian pada semen yaitu 0% (normal), 2%, 4%, dan 6% tanpa tambahan bahan

20% dan 25% campuran apapun untuk diuji Kuat Tekan pada mortar menggunakan curing berupa perendaman

2.2. Dasar Teori

Menurut SNI 03-6825-2002 mortar adalah campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu. Agregat halus (pasir) adalah butiran partikel yang diikat oleh pasta semen dalam mortar dan harus terlapisi dengan sempurna. Agregat halus (pasir) yang baik adalah yang memiliki susunan yang tidak seragam dimana akan meminimalisir rongga dan hal ini akan menghemat penggunaan semen. Pasir yang memiliki gradasi baik adalah yang berisi butir-butir pasir yang ukurannya bervariasi, hal ini akan mengurangi retak pada mortar.

2.2.1. Bahan Penyusun Mortar

a. Agregat halus (pasir)

Menurut SNI 03-6820-2002 agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai butiran 4,76 mm. Agregat halus di prioritaskan memiliki jumlah yang paling tinggi dalam pembuatan mortar dan memiliki harga yang lebih murah dibandingkan bahan-bahan yang lain.

Menurut Tjokrodinuljo (2010) syarat-syarat agregat halus yang baik digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Kaitan antar agregat harus baik yang ditandai dengan bentuk butir agregat halus yang tajam dan keras.
- 2) Agregat halus tidak boleh mudah hancur atau pecah oleh pengaruh cuaca atau bersifat kekal. Untuk mengetahui kekekalan dapat dilakukan pengujian nilai maksimum yang hancur dengan Magnesium sifat maksimal 18% dan dengan natrium sulfat maksimal 12%.

- 3) Modulus halus butir 1.50 – 3.80 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- 4) Kadar lumpur dari agregat halus tidak boleh lebih dari 5% dari berat kering pasir. Kadar lumpur yang banyak dapat menurunkan kualitas dari beton/mortar.
- 5) Bahan organik yang terdapat pada agregat halus tidak boleh terlalu banyak.

b. Semen

Semen adalah hasil dari industry yang memiliki campuran dari berbagai macam bahan, bahan bakunya antara lain adalah batu gamping yang di gunakan sebagai bahan utama yang mengandung senyawa Calsium Oksida (CaO), Silika Oksida (SiO), Alumunium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan magnesium oksida (MgO).

c. Semen *Portland*

Semen digolongkan menjadi dua bagian, yakni semen hidraulik dan semen non-hidraulik, dimana semen hidraulik memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Sementara semen non-hidraulik merupakan semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras didalam air, tetapi dapat mengeras di udara. (Mulyono, 2004). Semen Portland termasuk kategori semen hidraulik, tersusun dari kalsium hidraulik. Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah di sebut beton (Mulyono, 2004).

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat yang paling banyak digunakan dalam proses konstruksi baik untuk mortar maupun beton. Kandungan unsur kimia semen Portland terdiri dari bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Berikut adalah kandungan unsur kimia yang terdapat pada semen *Portland*.

Tabel 2. 12 Susunan unsur semen *Portland*

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60-65
Silika (SiO ₂)	17-25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3-8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5-6
Magnesia (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO ₃)	1-2
Soda/Potash (Na ₂ O+K 2O)	0,5-1

Sumber : (Tjokrodijuljo, 1996)

Berdasarkan SNI-15-2049-2004 (BSN, 2004) tentang Semen *Portland*, terdapat lima jenis semen *Portland* :

- 1) Jenis I yaitu semen *Portland* yang penggunaannya tidak ada ketentuan khusus, dan bisa di pegunakan untuk umum.
- 2) Jenis II yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3) Jenis III semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- 4) Jenis IV yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Jenis V yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Terdapat 2 syarat mutu semen *Portland* berdasarkan SNI 15-2049-2004 (BSN, 2014) yaitu syarat kimia dan syarat fisika.

Tabel 2. 13 Syarat mutu kimia semen *Portland* (BSN, 2004)

No	Syarat Kimia	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Maksimum unsur Al ₂ O ₃ (%)	-	6.0	-	-	-
2	Maksimum unsur Fe ₂ O ₃ (%)	-	6.0	-	6.5	-
3	Maksimum unsur MgO (%)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
4	Maksimum unsur SO ₃ (%)					
	Jika C ₃ A ≤ 8.0	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
	Jika C ₃ A > 8.0	3.5	-	4.5	-	-
5	Maksimum unsur C ₃ S (%)	-	-	-	35	-
6	Maksimum unsur C ₃ A (%)	-	8.0	15	7	5
7	Maksimum unsur C ₄ AF + 2C ₃ A atau C ₄ AF + C ₂ F (%)	-	-	-	-	25
8	Minimum unsur C ₂ s (%)	-	-	-	40	-
9	Minimum unsur SiO ₂ (%)	-	20	-	-	-
10	Maksimum hilang pijar (%)	5.0	3.0	3.0	2.5	3.0
11	Maksimum bagian tidak larut (%)	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabel 2. 14 Syarat mutu kimia tambahan semen *Portland* (BSN, 2004)

No	Syarat Fisika	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Maksimum unsur C ₃ A (%)	-	-	8	-	-
2	Maksimum unsur (C ₃ S + 2C ₃ A) (%)	-	58	-	-	-
3	Maksimum unsur Alkali (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O) (%)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
4	Minimum unsur C ₃ A (%)	-	-	5	-	-

Tabel 2. 15 Syarat mutu fisika semen *Portland* (BSN, 2004)

No	Syarat Fisika	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Dilakukan pengujian permeabilitas udara untuk mengetahui kehalusan butir dengan alat :					
	a. Nilai minimum dengan alat Turbidi meter (m ² /kg)	160	160	160	160	160
	b. Nilai minimum dengan alat Blaine (m ² /kg)	280	280	280	280	280
2	Waktu ikat dilihat menggunakan 2 alat, yaitu :					
	a. Gilimore					
	1) Minimal waktu ikat awal (menit)	60	60	60	60	60
	2) Maksimal waktu ikat akhir (menit)	600	600	600	600	600
	b. Vicat					
	1) Minimal waktu ikat awal (menit)	45	45	45	45	45
	2) Minimal waktu ikat akhir (menit)	375	375	375	375	

						375
3	Nilai Maksimal pemuaiian dengan auoclave (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
4	Nilai kuat tekan minimum (kg/cm2)					
	a. Umur 1 hari	-	-	120	-	-
	b. Umur 3 hari	135	100	240	-	80
	c. Umur 7 hari	215	175	-	70	150
	d. Umur 28 hari	300	-	-	170	210

d. Limbah Plastik HDPE

Plastik HDPE (High Density Polyethylene), merupakan salah satu jenis plastik yang jika dilihat secara visual jenis plastik HDPE ini tergolong pekat, dimana pemakaian jenis plastik ini biasanya digunakan untuk botol minuman. Jenis plastik HDPE mudah di daur ulang, sehingga plastik ini banyak dicari oleh pebisnis plastik. Beberapa hasil dari pengolahan plastik HDPE adalah sebagai berikut :

- 1) Tutup botol
- 2) Tangka bahan bakar kendaraan
- 3) Rangka tas ransel
- 4) Tempat penyimpanan makanan
- 5) Topi
- 6) Alas sepatu
- 7) Mainan anak
- 8) Films
- 9) Botol
- 10) Pipa karet hydraulic

Limbah plastik HDPE adalah limbah yang berasal dari sisa penggunaan produk olahan plastik HDPE yang terbuang dan menumpuk.

e. Air

Air memiliki beberapa fungsi pada campuran dalam beton maupun mortar yakni sebagai pelicin, kemudian untuk membantu pengikatan dan berlangsungnya pengerasan. Sebagai pelicin yang dimaksud adalah pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar proses pencetakan

menjadi lebih mudah. Air dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan menjadi bahan pelumas antara butiran agregat. Air tidak boleh terlalu banyak karena dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton ataupun mortar.

2.2.2. Kuat Tekan Mortar

Menurut SNI 03-6882 (2002:02), uji kuat tekan dilakukan dengan membuat kubus mortar berukuran 50 mm sampai 100 mm. Pengujian setelah mortar mengeras dengan menggunakan mesin uji tekan. Nilai kuat tekan didapat dengan membagi besar beban maksimum (kg) dengan luas penampang (cm²)

Kuat tekan mortar diperoleh dengan rumus, sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

f_c' = kuat tekan (MPa)

P = gaya beban tekan maksimum (kg)

A = Luas bidang permukaan (cm²)