

STUDI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON PADA PERKERASAN KAKU TERHADAP VARIASI SARINGAN AGREGAT KASAR

Riduan ¹⁾, Eti Sulandari ²⁾, Sumiyatinnah ²⁾

Rigid pavement construction is widely used in underlying soil conditions that has a low bearing capacity, or on a soil with a conditions that has a non-uniform bearing capacity. However, in the field sometimes the work implementers had an issue with the limited materials that not meet the specifications that has been planned, so the use of the new materials or the existed materials in the location around are being chosen as an alternative. The methodology of this study is about the study of a compressive strength and flexural strength, with concrete cylinder test and the concrete beam.

The concrete mixture is planned by using SNI 2002 method with two variations of the filter arrangements which are a normal filter arrangement and a filter arrangement without the filter with size 9,5 mm. After the test and the study being conducted, the result of the cylinder compressive strength test on concrete using normal filter arrangement yielded an average compressive strength of 41,84 MPa while for concrete using filter arrangement without filter with size of 9,5 mm has an average around 45,11 MPa.

The maximum compressive strength is achieved on the variation using both aggregates with an initial plan of 30 MPa. For the use of the filter arrangement without the filter with size of 9.5 mm is increased by 7.24%. The result of bending strength test on concrete using normal filter arrangement is around 4.32 MPa and while for the concrete without filter with size 9.5 mm has an average of 4.71 MPa. The maximum flexural strength of the concrete were achieved on the variation using the granules from the aggregate fraction of the sieve with an initial plan of 4 MPa, and while without the filter with size 9.5 mm stretched by 8.28% from the normal aggregate fraction. The stability value on the aggregate fraction of the filter strain without the filter with size of 9.5 mm has a higher compressive strength value than the aggregate fraction of the normal filter arrangement. Hence that the coarse aggregate fraction without 9.5 mm filter are more subtle, so the concrete pores are less formed and have a better density than the normal filter arrangement.

Keyword : *compressive strength, flexural strength, variation of the aggregate filter*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konstruksi perkerasan kaku banyak digunakan pada kondisi tanah dasar yang mempunyai daya dukung rendah, atau pada kondisi tanah yang mempunyai daya dukung yang tidak seragam. Kelebihan dari konstruksi perkerasan kaku adalah sifat kekakuannya yang mampu menahan beban roda kendaraan dan menyebarkannya ke tanah dasar secara efisien. Sifat beton yang mampu menahan beban tekan dijadikan sebagai andalan untuk menahan beban roda kendaraan. Untuk dapat menghasilkan suatu lapisan perkerasan yang memenuhi standar kekuatan, maka penggunaan material yang memenuhi standar adalah langkah yang

tepat. Namun dalam kondisi dilapangan terkadang pelaksana pekerjaan dihadapkan pada keterbatasan material yang sesuai spesifikasi yang telah direncanakan sehingga penggunaan material baru atau yang terdapat pada lokasi sekitar pekerjaan merupakan alternatif.

1.2. Rumusan Masalah

Perkerasan kaku adalah salah satu jenis campuran semen yang terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar. Tidak semua agregat tersebut mudah didapatkan terkadang beberapa wilayah di Kalimantan Barat justru sulit untuk mendapatkan material atau fraksi agregat yang memenuhi standar, dan untuk mendatangkan material tersebut

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT UNTAN

2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT UNTAN

membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang lebih mahal, hal ini akan berimbang pada umur, kekuatan serta keterlambatan dalam pekerjaan tersebut.

Dalam hal ini penulis mencoba memvariasikan fraksi agregat yang tidak sesuai dengan standarnya yang telah ditentukan oleh spesifikasi dari Balai Bahan Dan Perkerasan Jalan yang mungkin akan berpengaruh pada kekuatan pada lapisan pelat beton tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Menentukan proporsi campuran agregat yang tepat akibat dari gradasi agregat kasar yang tidak standar
- b. Untuk mengetahui kekuatan perkerasan kaku dari variasi fraksi agregat kasar

1.4. Pembatasan Masalah

- a. Umur rencana 20 tahun.
- b. Diasumsikan nilai ESAL 100.000.000
- c. Terminal serviceability (pt) 2,5 (Jalan Raya Utama) ; initial serviceability (po) 4,5
- d. CBR = 6 %
- e. Tebal Pelat beton 30 cm
- f. Kuat tekan 350 Kg/cm² atau 30 Mpa ; Kuat lentur 45 Kg/cm² atau 4 Mpa

1.5. Metodologi Penelitian

Proses Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Untuk mempermudah proses penelitian, maka perlu dilakukannya tahapan-tahapan penelitian yang meliputi:

1.5.1. Agregat Halus

Tahapan pengujian pemeriksaan agregat halus yang dilakukan dengan acuan yang digunakan :

Tabel 1. Tahapan Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Tahapan Pengujian	Acuan
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat jenis dan penyerapan air	SNI 03-1970-1990
3		SNI 03-4804-1998
4	Berat Volume	SNI 03-1971-1990
5	Kadar air Kadar Organik	SNI 03-2816-1992

1.5.2. Agregat Kasar

Tahapan Pengujian pemeriksaan agregat kasar yang dilakukan dengan acuan yang digunakan :

Tabel 2. Tahapan Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Tahapan Pengujian	Acuan
1	Analisa	SNI 03-1968-1990
2	Saringan	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis	SNI 03-1969-1990
4	spesifik	SNI 03-4804-1998
5	Penyerapan Air	SNI 03-1971-1990
6	Berat Volume Kadar Air Keausan	SNI 03-2417-1991

1.5.3. Uji Beton

Tahapan pengujian yang dilakukan dengan acuan yang digunakan :

Tabel 3. Tahapan Pengujian Beton

No	Tahapan Pengujian	Acuan
1	Kuat Tekan	SNI 03-1974-1990
2	Kuat Lentur	SNI 03-4431-1997

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan kaku atau juga disebut (*rigid pavement*), terdiri dari plat beton di atas tanah. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan. Karna yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perancangan perkerasan kaku adalah kekuatan beton itu sendiri, adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas structural perkerasannya (tebal plat betonnya), tetapi untuk desain badan jalan (tanah dasar) perlu kajian geoteknik tersendiri jika ditemukan klasifikasi tanah yang masuk kategori tidak baik sebagai tanah dasar.

Lapisan pondasi atau kadang-kadang juga dianggap sebagai lapisan pondasi bawah jika digunakan dibawah perkerasan kaku karena beberapa pertimbangan yaitu untuk kendali terhadap *pumping*, kendali terhadap system drainase (drainase bawah perkerasan), kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar, untuk mempercepat perkerjaan konstruksi, serta menjaga kerataan dasar dari plat beton. Material penyusun pada beton, yaitu terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, air. Semua bahan-bahan diatas mempunyai karakteristik yang berbeda bila digunakan sebagai bahan adukan dalam beton. Dengan alasan ini maka perlu diketahui sifat dan karakteristik masing-masing

material penyusun beton agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi kesalahan pemilihan dan penggunaan material, sehingga dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang dikehendaki.

2.1. Semen

Secara umum semen adalah bahan yang mempunyai perekat yang digunakan sebagai bahan pengikat yang dicampur secara bersama-sama dengan kerikil, pasir dan air.

Portland cement (PC) atau lebih dikenal dengan semen merupakan suatu bahan yang mempunyai sifat hidrolis, semen membantu pengikatan agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air. Selain itu, semen juga mampu mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut.

Banyaknya kandungan semen dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekanbeton. Jumlah semen yang terlalu sedikit, berarti banyaknya air juga sedikit mengakibatkan adukan beton sulit dipadatkan, sehingga kuat tekan beton menjadi rendah. Kelebihan jumlah semen, berarti banyaknya air juga berlebihan sehingga beton menjadi banyak pori, dan akibatnya kuat tekan beton menjadi rendah

2.2. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. Agregat halus harus mempunyai gradasi yang baik, artinya mempunyai butiran-butiran yang beraneka ragam besarnya. *ASTM C-33* menentukan batasan-batasan untuk agregat halus sebagai berikut

Tabel 4. Syarat Gradasi
Agregat Halus / Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Butiran Pasir			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
9,5	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-100	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Dr. Wuryati S,M.Pd, dkk, 2001

Ket : Daerah I = Pasir Kasar

Daerah II = Pasir Agak Kasar

Daerah III = Pasir Agak Halus

Daerah IV = Pasir Halus

2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan butiran yang tertinggal diatas ayakan No. 8. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm. Pembatasan ukuran maksimum agregat itu sangat penting karena dengan adanya ketentuan ukuran maksimum agregat maka dengan jelas diketahui bahwa ukuran maksimum agregat mempegaruhi kelancaran pekerjaan khususnya saat pengecoran.

Tabel 5. Spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga,
Gradasi agregat kasar dan halus

Ukuran Ayakan ASTM	(mm)	Persen Berat yang lolos untuk agregat				
		Halus	Ukuran agregat kasar			
			< 37,5 mm	< 25 mm	< 19 mm	< 12,5 mm
2"	50,8	-	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	-	95-100	100	-	-
1"	25,4	-	-	95-100	100	-
3/4"	19	-	35-70	-	90-100	100
1/2"	12,7	-	-	25-60	-	90-100
3/8"	9,5	100	10-30	-	20-55	40-70
No.4	4,75	95-100	0-5	0-10	0-10	0-15
No.8	2,36	80-100	-	0-5	0-5	0-5
No.16	1,18	50-85	-	-	-	-
No.50	0,300	10-30	-	-	-	-
No.100	0,150	2-10	-	-	-	-

Sumber : Departemen Pekerjaan umum, 2011

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Material Penyusun Bahan

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Analisa Bahan

JENIS ANALISA	HASIL	
	Agregat Halus	Agregat Kasar
1. Kadar Organik	no. 3 warna Kecoklatan	-
2. Kadar Lumpur	0,475%	-
3. Kadar air	5,960%	0,140%
4. Gradasi	Daerah II	ukuran maks 20 mm
5. Berat Jenis dan Penyerapan air		
- kondisi kering rata - rata	2,558%	2,788%
- Berat jenis permukaan jenuh (SSD)	2,596%	2,798%
- Penyerapan (Absorpsi)	1,502%	0,367%
6. Berat Volume		
- Berat Gembur	1,405 Kg/liter atau 1405 kg/m ³	1,578 Kg/liter atau 1578 kg/m ³
- Berat Padat	1,476 kg/liter atau 1476 kg/m ³	1,623 kg/liter atau 1623 kg/m ³
- Rata - rata yang dipakai	1,441 Kg/liter atau 1441 kg/m ³	1,600 Kg/liter atau 1600 kg/m ³
7. Keasuan Agregat	-	18,82 % < 27 %

Setelah proses perhitungan *mix design* beton, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan benda uji silinder (15 cm x 30 cm) dan balok (15 cm x 15 cm x 60 cm). Proses pencampuran dilakukan di laboratorium bahan dan konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dari tanggal 7 sampai 9 November 2016.

Setelah dilakukan pembuatan benda uji, benda uji dilakukan perawatan dengan

di diamkan selama kurang lebih 24 jam, hari berikutnya beton dilepaskan dari cetakan untuk selanjutnya dilakukan perawatan (*curing*). Perawatan dilakukan dengan cara perendaman menggunakan air yang ada dilaboratorium. Berikutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton 7 dan 28 hari beserta uji kuat lentur .

3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 7. Hasil Kuat Tekan Susunan Saringan Normal

No	Beban Max			Luas Penampang	Kuat Tekan			Korelasi angka	
	Slu mp	K N	N		Umur Beton (Hari)				
Sample					7	-	-	28	Korelasi
1	8,5	5	575.000	17662,5	32,555			37,945	0,86
		7							
		5							
2	8,5	6	670.000	17662,5	37,933			44,214	
		7							
		0							
3	8,5	6	635.000	17662,5	35,952			41,904	
		3							
		5							
4	8,5	6	630.000	17662,5	35,669			41,575	
		3							
		0							
5	8,5	6	665.000	17662,5	37,650			43,884	
		6							
		5							
6	8,5	6	630.000	17662,5	35,669			41,575	
		3							
		0							
1	8,5	7	750.000	17662,5			42,463	42,463	1
		5							
		0							
2	8,5	7	770.000	17662,5			43,595	43,595	
		7							
		0							
3	8,5	5	590.000	17662,5			33,404	33,404	
		9							
		0							
4	8,5	7	770.000	17662,5			43,595	43,595	
		7							
		0							
5	8,5	7	790.000	17662,5			44,728	44,728	
		9							
		0							
6	8,5	7	765.000	17662,5			43,312	43,312	
		6							
		5							
Jumlah					215,42	-	-	251,097	502,194
					8				
Kuat Tekan Rata-rata					35,905	-	-	41,8495	41,8495

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Susunan Saringan Tanpa ukuran 9,5 mm

No	Beban Max		Luas	Kuat Tekan		Korelasi	
	Slump	KN	N	Penampang	Umur Beton (Hari)	Umur 28 H	angka
Sampl e					7 - - 28		Korelasi
1	8,5	60 0	600.000	17662,5	33,970	43,186	0,79
2	8,5	62 0	620.000	17662,5	35,103	44,625	
3	8,5	59 5	595.000	17662,5	33,687	42,826	
4	8,5	66 5	665.000	17662,5	37,650	47,864	
5	8,5	62 0	620.000	17662,5	35,103	44,625	
6	8,5	66 0	660.000	17662,5	37,367	47,504	
1	8,5	80 0	800.000	17662,5	45,294	45,294	1
2	8,5	80 0	800.000	17662,5	45,294	45,294	
3	8,5	81 0	810.000	17662,5	45,860	45,860	
4	8,5	76 0	760.000	17662,5	43,029	43,029	
5	8,5	80 0	800.000	17662,5	45,294	45,294	
6	8,5	81 0	810.000	17662,5	45,860	45,860	
Jumlah					212,88 0	270,63 0	541,260
Kuat Tekan Rata-rata					35,48	45,105	45,1050

Tabel 9. Hasil Kuat Lentur Balok Keseluruhan Susunan Saringan Normal

KUAT LENTUR CAMPURAN NORMAL									
No	Kode	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban	Kuat	Kuat	Persentase
		Kg	cm	(b)	(h)	P	Lentur	Lentur	terhadap
				a	b	c	d	e	KG/CM ²
							KG/CM ²	%	
1	N	32,54	45	16,1	15,5	28	49,81	48,61	100,00%
2	N	33,55	45	16,1	15,5	30	53,37		
3	N	34,27	45	16,0	16,5	27	42,65		
4	N	33,77	45	16,4	16,0	33	54,08	53,03	109,09%
5	N	33,44	45	17,0	16,5	36	53,52		
6	N	34,33	45	16,3	16,2	32	51,47		

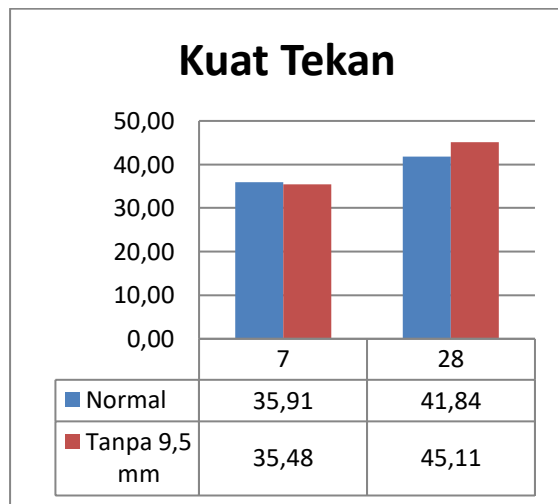
Tabel 10. Hasil Kuat Lentur Balok Keseluruhan Susunan Saringan Tanpa Ukuran 9,5 mm

KUAT LENTUR CAMPURAN TANPA 9,5									
No	Kode	Berat	Panjang	Lebar	Tinggi	Beban	Kuat	Kuat	Persentase
		Kg	cm	(b)	(h)	P	Lentur	Lentur	terhadap
				a	b	c	d	e	KG/CM ²
							KG/CM ²	%	
1	9,5	32,31	45	15,5	15,5	31	57,28	54,47	100,00%
2	9,5	32,95	45	16,3	16,0	32	52,77		
3	9,5	33,26	45	16,5	16,3	34	53,36		
4	9,5	32,00	45	15,6	15,6	32	58,00	57,86	106,22%
5	9,5	31,00	45	15,6	16,2	37	62,18		
6	9,5	32,96	45	16,5	17,0	37	53,39		

4. PEMBAHASAN

4.1. Kuat Tekan

Kuat Tekan Beton Rencana Untuk Perkerasan Kaku adalah sebesar 350kg/cm^2 atau 30 Mpa untuk umur 28 Hari sesuai dengan Spesifikasi Umum 2010 Seksi 5.3 Perkerasan Beton Semen.



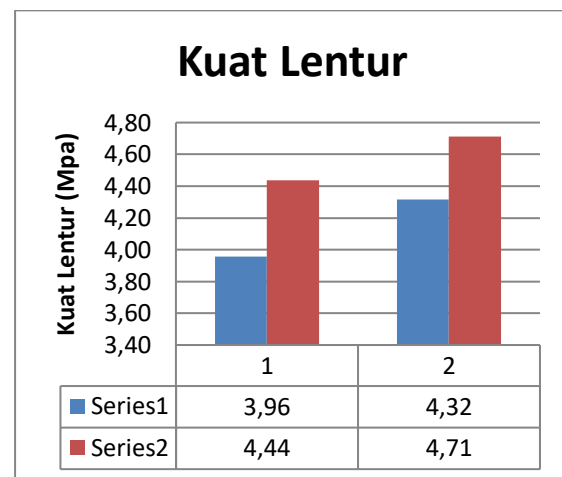
Gambar 1. Kuat Tekan Beton

Dari gambar dapat dilihat bahwa kuat tekan beton umur 7 Hari hampir sama dengan selisih $0,01\%$. Namun Pada umur 28 Hari beton tanpa saringan ukuran $9,5\text{ mm}$ mengalami peningkatan yang cukup tinggi yaitu $7,2\%$ dari beton susunan saringan normal. Pori - pori pada beton susunan saringan normal terlihat lebih banyak dibandingkan dengan beton susunan saringan tanpa ukuran $9,5\text{ mm}$ hal ini diakibatkan perbedaan persentase dari jumlah komposisi gradasi dari tiap variasi saringan. Untuk susunan saringan normal persentase fraksi agregat ukuran saringan $4,75\text{ mm}$ sebesar 43% sedangkan untuk susunan saringan tanpa ukuran $9,5\text{ mm}$ besar fraksi agregat untuk saringan $4,75\text{ mm}$ mencapai 86% akibat dari penghilangan saringan. Dari jumlah persentase butir ukuran kecil yang terdapat didalam badan beton berpengaruh terhadap tingkat kerapatan Interlocking agregat

beton yang mempengaruhi kuat tekan beton.

4.2. Kuat Lentur

Kuat Lentur Beton rencana untuk perkerasan kaku adalah sebesar 45 kg/cm^2 atau 4 Mpa sesuai dengan spesifikasi umum 2010 seksi 5.3 Perkerasan Butir Semen.



Gambar 2. Kuat Lentur Beton

Dari Gambar dapat dilihat bahwa kuat lentur beton umur 7 hari memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan susunan saringan normal, perbedaan kuat lentur tersebut mencapai $10,81\%$. Dan untuk umur 28 hari beton dengan susunan saringan tanpa ukuran $9,5\text{ mm}$ tetap lebih tinggi dan mengalami peningkatan sebesar $5,73\%$ dari umur 7 hari yaitu $4,71\text{ mpa}$ atau $57,86\text{ kg/cm}^2$. Sedangkan untuk perbandingan Kuat lentur umur 28 hari susunan saringan normal dengan susunan saringan tanpa ukuran $9,5\text{ mm}$ sebesar $8,28\%$. Pori – pori yang terbentuk dari balok uji untuk susunan saringan tanpa ukuran $9,5\text{ mm}$ lebih kecil sehingga kekuatan beton lebih tinggi dibandingkan dengan kuat lentur pada campuran susunan saringan normal. Semakin tinggi angka

pori dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunya kekuatan beton.

4.3. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Dalam perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lentur flexural strength (modulus of rupture) yaitu sebesar : Kuat lentur 45 kg/cm² atau 4 Mpa untuk umur 28 hari menurut spesifikasi umum 2010 seksi 5.3 Perkerasan Butir Semen, maka perlu dicari nilai kuat tekan beton karena kuat tekan tersebut dibutuhkan untuk mendapatkan modulus elastisitas beton yang diperlukan dalam penentuan tebal pelat beton perkerasan kaku. Ada beberapa pendekatan yang dilakukan untuk mencari hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton yaitu menurut SNI T-15-1991-03 Tata cara perhitungan struktur beton dan ACI (American Concrete Insitute).

Pendekatan tersebut dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

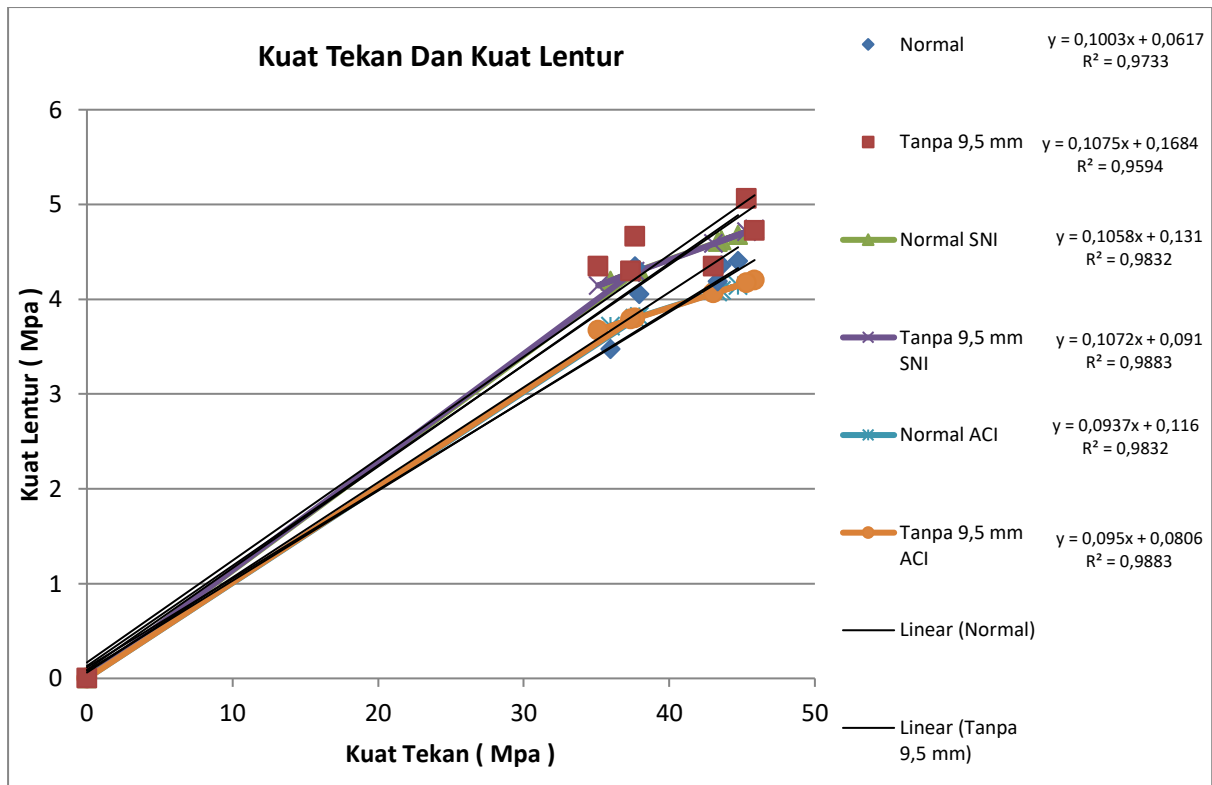
$$f_{lt} = 0,70 \sqrt{f_c'} \text{ Menurut SNI T-15-1991-03}$$

$$f_{lt} = 0,62 \sqrt{f_c'} \text{ Menurut ACI 318}$$

Nilai kuat tekan dan kuat lentur dari beton dengan variasi susunan saringan yaitu susunan saringan normal dan susunana saringan tanpa ukuran 9,5 mm akan diplot pada grafik dimana nilai kuat lentur pada sumbu y, dan pada sumbu x akan diplot nilai Kuat tekan, lalu akan dicari persamaan garis yang didapat merupakan pendekatan dari hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur pada penelitian ini. Persamaan pendekatan hubungan dari kuat tekan dan lentur menurut SNI T-15-1991-03 dan ACI 318 akan diplot juga sebagai pembanding. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada penelitian ini

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Benda Uji	Kuat Tekan				Kuat Lentur				SNI		ACI	
	7 Hari		28 Hari		7 Hari		28 Hari		7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
	Mpa	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	Kg/cm ²	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	
Normal	37,93	465,84	44,73	549,32	49,81	4,06	54,08	4,40	4,31	4,68	3,82	4,15
	37,65	462,40	43,60	535,42	53,37	4,35	53,52	4,36	4,30	4,62	3,80	4,09
	35,95	441,54	43,31	531,94	42,65	3,47	51,47	4,19	4,20	4,61	3,72	4,08
Tanpa 9,5 mm	37,65	462,40	45,86	563,23	57,28	4,66	58,00	4,72	4,30	4,74	3,80	4,20
	37,37	458,93	45,29	556,28	52,77	4,30	62,18	5,06	4,28	4,71	3,79	4,17
	35,10	431,11	43,03	528,46	53,36	4,35	53,39	4,35	4,15	4,59	3,67	4,07



Gambar 3. Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Dari Gambar di atas dapat dilihat bahwa pada saat pengujian untuk kuat tekan dan kuat lentur. Beton dengan susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat beton susunan saringan normal. Namun pada saat dilakukan perhitungan teoritis dengan rumus pendekatan SNI T-15 – 1991 - 03 dan ACI 318 maka didapat nilai kuat lentur yang sama. Dapat terlihat dari garis yang saling sejajar. Dan untuk metode pendekatan SNI T 15 – 1991 – 03 dapat dianggap lebih baik karena mendekati garis regresi beton susunan saringan normal dan dan susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm. Didapat kekuatan lentur umur 28 hari yang relatif sama untuk kedua variasi saringan. Untuk SNI T 15-1991-03 kuat lentur untuk susunan saringan normal rata – rata sebesar 4,63 Mpa dan susunan saringan tanpa ukuran

9,5 mm rata - rata sebesar 4,68 Mpa dengan selisih 1 %. Dan Untuk ACI 318 beton dengan susunan saringan normal rata - rata sebesar 4,10 Mpa dan untuk susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm rata - rata sebesar 4,14 Mpa dengan selisih 0,96 %.

Adapun dalam perhitungan analisa untuk benda uji langsung dengan dengan rumus $f_{lt} = k \sqrt{f_c}$ maka didapat nilai k untuk beton susunan saringan normal sebesar 0,67 yaitu kuat lentur rata - rata 4,32 Mpa serta kuat tekan rata - rata 41,84 Mpa dan untuk beton susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm sebesar 0,70 yaitu kuat lentur rata – rata 4,71 Mpa serta kuat tekan rata – rata 45,11 Mpa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Penelitian diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

- a. Kuat Tekan Beton dengan susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm memiliki nilai rata – rata lebih tinggi sebesar 45,11 Mpa atau 554,02 Kg/cm² sedangkan beton susunan saringan normal nilai rata – rata sebesar 41,84 Mpa atau 513,85 kg/cm² dengan selisih 7,24 %. Berbanding lurus dengan kekuatan Lentur beton untuk umur 28 hari nilai kuat lentur beton susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm memiliki nilai rata – rata lebih tinggi yaitu 57,86 kg/cm² atau 4,71 Mpa sedangkan untuk beton normal memiliki nilai rata – rata yaitu sebesar 53,03 kg/cm² atau 4,32 Mpa dengan persentase perbandingan 8,28%.
- b. Didapat kekuatan lentur yang relatif sama. Untuk SNI T 15-1991-03 kuat lentur untuk susunan saringan normal sebesar 4,63 Mpa dan susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm nilai rata - rata sebesar 4,68 Mpa dengan selisih 1 %. Dan Untuk ACI 318 beton dengan susunan saringan normal sebesar 4,10 Mpa dan untuk susunan saringan tanpa ukuran 9,5 mm nilai rata - rata sebesar 4,14 Mpa dengan selisih 0,96 %.
- c. Adapun dalam perhitungan analisa untuk benda uji langsung dengan rumus $F_t = k \sqrt{F_c}$ maka didapat nilai k untuk beton susunan saringan normal sebesar 0,67 yaitu kuat lentur rata – rata 4,32 Mpa serta kuat tekan rata – rata 41,84 Mpa dan untuk beton susunan

saringan tanpa ukuran 9,5 mm sebesar 0,70 yaitu kuat lentur rata – rata 4,71 Mpa serta kuat tekan rata - rata 45,11 Mpa

- d. Gradasi Sela (gap gradation) tidak berpengaruh buruk terhadap kekuatan beton. Serta interlocking dan kemampatan dari pengaruh penambahan volume dari ukuran agregat kasar 5 mm < 10 mm dengan persentase yang sesuai sebab penghilangan agregat kasar ukuran 10 mm < 20 mm, menjadi lebih baik. Pori – pori dari beton melalui pengamatan langsung terlihat lebih kecil hal ini menyebabkan naiknya mutu kekuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum*. Edisi 2010 (Revisi 3). Divisi Perkerasan Berbutir dan Perkerasan beton semen
- Departemen pekerjaan umum. 2011. *Modul Penerapan Spesifikasi Teknik Untuk Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton*.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. Pd-T-14-2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta. Beta Offset.
- Murdock, L.J:et al. 1999. *Bahan dan Pratekan beton*
- Suryawan, Ari. 2015. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO*. Yogyakarta. Beta Offset.