



Pengaruh Karakteristik Kuat Tekan Beton Terhadap Penggunaan Material Reclaimed Asphalt Pavement Sebagai Agregat Kasar Pengganti Campuran Beton

Hamkah¹, Tonny Sahusilawane², Dady Mairuhu³, Idrus Abdul Gani Lestalu⁴

^{1, 2, 4} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

³ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

Hamkah, E-mail: hamkah27@yahoo.co.id

Abstrak

Perataan dan pengupasan lapis permukaan jalan eksisting menggunakan alat Cold Milling Machine bertujuan meningkatkan nilai kerataan jalan, menghasilkan material *reclaimed asphalt pavement* (RAP) yang berpotensi daur ulang sebagai agregat kasar bagi campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis simpangan karakteristik kuat tekan dari 2 jenis campuran beton menggunakan limbah RAP yang dibedakan menurut mutu. Tata cara pembuatan rancangan campuran beton f_c 25 MPa dan f_c 15 MPa digunakan SNI 03-2834-2000 dengan bahan pengikat semen portland komposit. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari digunakan SNI 03-6429-2000 untuk f_c 25 MPa dan f_c 15 MPa masing-masing sebesar 23,2 MPa, dan 13,07 MPa. Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai kuat tekan bagi f_c 25 MPa dan f_c 15 MPa masing-masing sebesar 7,2% dan 12,9% terhadap kuat tekan hasil rancangan. Pemanfaatan material *reclaimed asphalt pavement* direkomendasikan sebagai agregat kasar pengganti dalam campuran beton menggunakan semen portland komposit sebagai bahan pengikat dengan resiko penurunan nilai kuat tekan terhadap hasil rancangan campuran.

Kata kunci: reclaimed asphalt pavement; semen portland komposit; kuat tekan beton

1. Pendahuluan

Penanganan kerusakan jalan dengan metode perataan dan pengupasan lapis permukaan jalan eksisting menggunakan alat Cold Milling Machine seperti ditunjukkan Gambar 1 bertujuan meningkatkan nilai kerataan jalan sebagaimana hasilnya ditunjukkan Gambar 2. Biaya pemeliharaan perkerasan jalan aspal cenderung terus bertambah sehingga diperlukan suatu inovasi dalam pemeliharaan jalan guna mempertahankan atau menambah umur rencana bagi peningkatan layanan lalu lintas kendaraan. Perkerasan yang kuat, tahan lama merupakan bagian yang sangat penting dari kebutuhan infrastruktur jalan. Biaya efektif dan efisien sangat ditentukan oleh metode rehabilitasi jalan yang ada. Peningkatan jalan dengan metode penambahan lapis tambahan yang terus menerus akan menyebabkan lapis perkerasan semakin tebal dan bahan yang diperlukan semakin menipis. Limbah perkerasan jalan aspal, merupakan sumber daya berharga yang dapat dimanfaatkan kembali atau didaur ulang.



Gambar 1 Cold Milling Machine



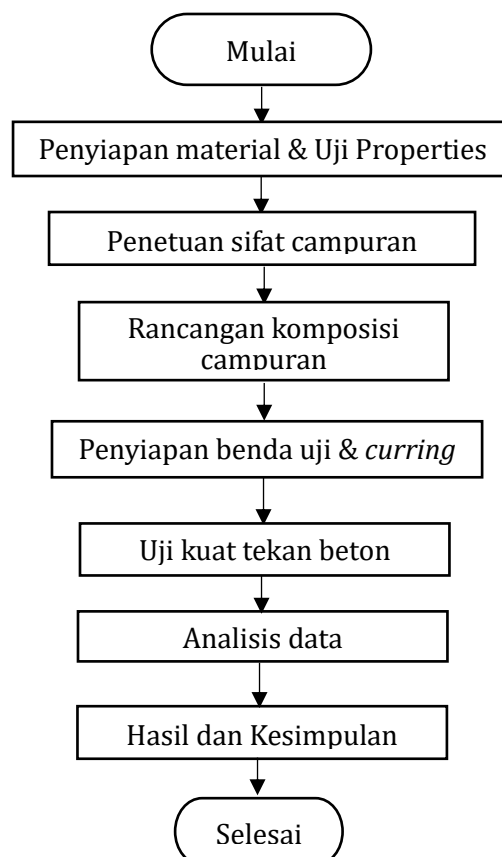
Gambar 2. Hasil Pengupasan Jalan

Banyaknya pekerjaan pengupasan dan perataan lapis perkerasan jalan di Pulau Seram Maluku khususnya di Kab. Seram Bagian Barat (SBB) mengakibatkan banyaknya limbah sisa perkerasan yang diperoleh dari hasil pengerukan aspal yang telah habis umur rencananya. Limbah *reclaymed Asphalt Pavement* (RAP) merupakan hasil pengupasan untuk perataan perkerasan yang terdiri atas aspal dan agregat, hasil dari alat *cold milling machine*. Widayanti (2017) telah meneliti limbah RAP sebagai bahan campuran perkerasan jalan dan menyatakan sesuai dengan spesifikasi Jalan Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. Limbah perkerasan aspal *reclaimed asphalt pavement* (RAP) merupakan sumber daya yang berharga yang bisa didaur ulang dan meminimalisir biaya material. Daur ulang limbah aspal tidak hanya dimaksimalkan di kota-kota yang sulit mendapatkan tempat pembuangan, namun juga di negara maju dengan tujuan konservasi lingkungan dan sumber daya.

Beton yang banyak membutuhkan eksploitasi bahan agregat sebagai penyusun beton menjadikan banyak usulan material alternatif hasil penelitian dijadikan sebagai material pengganti, diantaranya limbah perkerasan jalan aspal yang selama ini potensi material RAP hanya dijadikan sampah oleh masyarakat kemudian dijadikan timbunan. Penelitian ini bertujuan menganalisis simpangan karakteristik kuat tekan beton menggunakan limbah RAP yang dirancang menggunakan standar beton normal SNI 03-2834-2000.

2. Metodologi

Penelitian eksperimental dilaboratorium Sipil Politeknik Negeri Ambon, mencakup uji analisa saringan (SNI 03-1968-1990). Diagram penelitian diuraikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Karakteristik kuat tekan beton menggunakan limbah RAP diuji metode SNI 03-6429-2000, dirancang menggunakan standar beton normal SNI 03-2834-2000. Simpangan kuat tekan 2 jenis campuran beton menggunakan limbah RAP yang dibedakan menurut mutu, hasil uji kuat tekannya dianalisis datanya terhadap rancangan standar beton normal SNI 03-2834-2000. Sampel material agregat kasar (RAP) diperoleh dari ruas Jalan Piru di Kab. Seram Bagian Barat (SBB). Rancangan campuran beton menggunakan standar yang ada yaitu SNI 03-2834-2000, benda uji disiapkan menggunakan SNI 1974:2011 dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan. Analisis dilakukan untuk membandingkan antara kuat tekan beton hasil rancangan menggunakan material RAP dengan hasil rancangan standar beton normal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Saringan dan Modulus Kehalusan

Hasil uji Gradasi masing-masing disajikan pada Tabel 1 untuk material *reclaimed asphalt pavement* (RAP) dan Tabel 2 untuk material pasir.

Tabel 1. Analisa Saringan Material RAP

No ayakan (mm)	Berat ayakan (gr)	Berat material tertahan (gr)	Berat tertahan	Berat kumulatif	Prosentase (%)	
					Tertahan	Lolos
40	647,57	798,54	150,97	7,75	7,75	92,25
20	553,34	1431,97	878,63	45,15	52,9	47,1
10	444,51	928,67	484,16	24,88	77,78	22,22
4,8	412,70	807,99	395,29	20,31	98,09	1,91
2,4	423,22	421,96	0	0	98,09	1,91
1,2	410,97	410,99	0,02	0	98,09	1,91
0,15	381,80	381,98	0,18	0	98,09	1,91
PAN	452,30	488,89	36,59	1,87	100	0
		Jumlah	1945,83	100	630,79	
Modulus Kehalusan (MK)		630,79:100 6,30				

Tabel 2. Analisa Saringan Material Pasir

No ayakan (mm)	Berat ayakan (gr)	Berat material tertahan (gr)	Berat (gr) tertahan	Berat (gr) kumulatif	Prosentase (%)	
					Tertahan	Lolos
3/8"	534,76	534,76	0	0	0	100
NO 4	412,46	414,27	1,81	0,18	0,18	99,82
18	535,44	536,45	1,01	0,10	0,28	99,72
16	490,82	501,50	10,68	1,06	1,34	98,66
30	453,62	517,09	63,47	6,43	7,77	92,93
50	403,07	1036,53	633,26	63,32	71,09	28,91
100	381,80	662,48	280,68	28,06	99,15	0,85
200	397,84	398,93	1,09	01	99,25	0,75
PAN	451,97	459,97	8	0,8	100	0
		Jumlah	1000	100	379,06	
Modulus Kehalusan(MK)		379,06:100 3,79				

Nilai modulus kehalusan berdasarkan hasil analisis menunjukkan material RAP dan pasir masing-masing 6,30 dan 3,79.

3.2 Hasil Uji Agregat

Hasil uji karakteristik agregat yang terdiri dari modulus kehalusan, berat jenis bulk, berat jenis ssd, berat jenis semu, penyerapan air, kadar air, berat volume padat, berat volume lepas dan kadar lumpur masing-masing untuk agregat halus dan kasar, hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Agregat

No	Karakteristik	Agregat Halus (Pasir)	Agregat Kasar (RAP)
1	Modulus Kehalusan	2,81	5,31
	Berat jenis Bulk	2,22	2,03
	Berat jenis SSD	2,25	2,30
2	Berat Jenis Semu	2,30	2,79
	Penyerapan Air (%)	1,62	13,31
3	Kadar air (%)	3,79	4,22
4	Berat Volume Padat	1,295	1,115
	Berat volume Lepas	1,391	1,300
5	Kadar lumpur (%)	0,44	7,8

3.3 Proporsi Campuran Beton

Hasil rancangan campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000 untuk mutu beton $f_c'25$ disajikan pada Tabel 4 dan mutu beton $f_c' 15$ disajikan pada Tabel 5 masing-masing untuk proporsi 1 m³.

Tabel 4. Proporsi Campuran Beton $f_c' 25$

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (Ltr)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³	358,30	190	402,91	1348,89
Perbandingan	1	0,53	1,12	3,76

Tabel 5. Proporsi Campuran Beton $f_c' 15$

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (Ltr)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Tiap m ³	316,6	190	403,5	1476,9
Perbandingan	1	0,60	1,27	4,66

3.4 Contoh Benda Uji

Banyaknya benda uji beton disiapkan, dicampur menggunakan bahan semen, air, agregat halus dan material RAP sebagaimana komposisi pada Tabel 6 untuk mutu beton $f_c'15$ dan Tabel 7 untuk mutu beton $f_c'25$. Untuk membuat sampel silinder beton $f_c' 15 MPa$ diameter 15 cm tinggi 30 cm membutuhkan sejumlah semen 1,678 kg, air 1,007 kg, pasir 2,139 kg, dan material RAP sebanyak 7,828 kg.

Tabel 6. Komposisi Campuran Benda Uji Beton $f_c'15 MPa$

Bahan	Bahan (kg/m ³)	Volume Silinder (m ³)	Bahan 1 sampel (kg)	Jumah sampel	Total bahan (kg)
A	B	C	D=b x c	E	F= d x e
Semen	316,6	0,0053	1,678	12	20,136
Air	190	0,0053	1,007	12	12,084
Agregat Halus	403,5	0,0053	2,139	12	25,663
Material RAP	1476,9	0,0053	7,828	12	93,931

Tabel 7. Komposisi Campuran Benda Uji Beton $f_c'25$ MPa

Bahan	Bahan (kg/m ³)	Volume Silinder (m ³)	Bahan 1 sampel (kg)	Jumah sampel	Total bahan (kg)
A	B	C	D=b x c	E	F= d x e
Semen	358,30	0,0053	1,899	12	22,767
Air	190,0	0,0053	1,007	12	4,028
Agregat Halus	402,91	0,0053	2,135	12	25,625
Material RAP	1348,89	0,0053	7,149	12	85,789

Untuk sampel silinder beton $f_c' 25$ MPa dia. 15 cm tinggi 30 cm dibutuhkan semen 1,899 kg, air 1,007 kg, pasir 2,135 kg, dan material RAP sebanyak 7,149 kg.

3.5 Hasil pengujian slump dan sampel benda uji

Uji kekentalan beton, diperoleh nilai slump untuk mutu beton $f_c'25$ dan $f_c'15$ masing-masing 11 cm dan 10 cm, dengan nilai ini maka campuran beton segar dapat dilanjutkan dengan pembuatan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

3.6 Hasil Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari untuk mutu beton $f_c'25$ dan $f_c'15$ disajikan masing-masing pada Tabel 8 dan Tabel 9. Analisis kuat tekan beton $f_c'25$ pada umur 7 hari dan 28 hari masing-masing menunjukkan nilai rata-rata 16,70 MPa dan 23,20 MPa.

Analisis menggunakan prosedur SNI 03-2834-2000 untuk rancangan campuran beton $f_c'25$ menggunakan RAP hanya mencapai 23,2: 25,0 = 92,8% atau terjadi selisih penyimpangan 7,2% terhadap nilai rancangan kuat tekan. Analisis kuat tekan beton $f_c'15$ pada umur 7 hari dan 28 hari masing-masing menunjukkan rata-rata 9,05 MPa dan 13,07 MPa. Dengan menggunakan SNI 03-2834-2000 untuk rancangan beton $f_c'15$ menggunakan RAP hanya mencapai 13,07: 15,0 = 87,1% atau terjadi penyimpangan 12,9% terhadap nilai rancangan.

Penyimpangan terhadap dua jenis beton dalam penelitian terjadi selisih rata-rata dua jenis beton adalah 10% yaitu 7,2% untuk $f_c' 25$ MPa dan 12,9% untuk $f_c' 15$ MPa. Berdasarkan analisis dua mutu beton dalam penelitian dapat disimpulkan makin tinggi mutu beton maka makin kecil nilai penyimpangan terhadap rancangan beton menggunakan SNI 03-2834-2000.

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton $f_c'25$ MPa

No	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Gaya Tekan (kn)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	7	10,03	290	16,42	16,70
2	7	10,09	296	16,70	
3	7	10,93	300	16,98	
1	28	11,73	420	23,77	23,20
2	28	11,03	400	22,64	
3	28	11,27	410	23,21	

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton, dimulai sejak beton berumur awal 7 hari kemudian meningkat terus hingga umur 28 hari.

Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tekan Beton $f_c' 15 MPa$

No	Umur (hari)	Berat benda uji (kg)	Gaya Tekan (kN)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	7	10,03	150	8,49	9,05
2	7	10,09	170	9,62	
3	7	10,93	160	9,06	
1	28	11,73	220	12,45	13,07
2	28	11,03	240	13,58	
3	28	11,27	230	13,2	

Berdasarkan hasil uji kuat tekan umur 7 dan 28 hari yang disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9, maka dapat disimpulkan bahwa rancangan kuat tekan menggunakan standar SNI 03-2834-2000 menggunakan agregat RAP ternyata tidak memadai karena menyebabkan penyimpangan berdasarkan hasil uji kuat tekan umur 28 hari. Mutu beton $f_c' 25 MPa$ hanya mampu menghasilkan nilai kuat tekan 23,20 MPa lebih rendah dari nilai rancangan. Demikian dengan mutu beton $f_c' 15 MPa$ juga menghasilkan nilai kuat tekan lebih rendah dari nilai karakteristik yaitu 13,07 MPa.

Oleh karena itu direkomendasikan bagi penggunaan material RAP, sebaiknya menggunakan nilai standar deviasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan standar deviasi yang disarankan oleh SNI 03-2834-2000 untuk beton normal.

4. Kesimpulan

Hasil rancangan beton menggunakan material *reclaimed asphalt pavement* sebagai pengganti agregat kasar menggunakan SNI 03-2834-2000 menunjukkan adanya penyimpangan nilai kuat tekan bagi mutu beton $f_c' 25 MPa$ dan $f_c' 15 MPa$ masing-masing sebesar 7,2% dan 12,9% terhadap kuat tekan hasil rancangan. Analisis dua mutu beton menggunakan semen portland komposit sebagai bahan pengikat dalam penelitian dapat disimpulkan makin tinggi mutu beton maka makin kecil nilai penyimpangan terhadap rancangan beton menggunakan SNI 03-2834-2000. Pemanfaatan material *reclaimed asphalt pavement* (RAP) dapat direkomendasikan sebagai agregat kasar pengganti dalam campuran beton dengan resiko penurunan nilai kuat tekan terhadap hasil rancangan campuran.

Daftar Pustaka

- Eko, W., Susilowati, A. 2015. Pemanfaatan Hasil Pengupasan Aspal Untuk Daur Ulang Campuran beton Aspal, *Jurnal Poli-Teknologi*, 14 (1). <https://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/politeknologi/article/view/737> (diakses 5 Agustus 2023).
- Ghozi, F.M. 2020. Pengaruh campuran RAP (*reclaimed asphalt pavement*) terhadap karakteristik campuran beton aspal lapis AC-WC (*Asphalt concrete-Wearing Course*). *Skripsi-2020*. <https://repository.trisakti.ac.id/usaktiana/index.php/home/detail/detailkoleksi/4/S/KR/2014/0000000000000948/0> (diakses 5 Agustus 2023).
- Iduwin, T., mayasari, D., Yuhana, T. 2021. Pengaruh air menggunakan *Reclaimed Asphalt Pavement* pada campuran beton aspal berdasarkan uji Cantabro dan *Indirect Tensile Strength*. *Forum Mekanika 30-40*. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v10i1.1377> (diakses 5 Agustus 2023).
- Kiswara, S. 2007. Pengaruh recycling aspal sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus terhadap kualitas beton. UNS (Sebelas Maret University). <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/3470> (diakses 5 Agustus 2023).
- Muhid, I. 2012. Studi kuat Tarik beton normal mutu sedang dengan campuran abu sekam padi (RHA) dan limbah adukan beton (CSW) = ash (RHA and concrete sludge waste (CSW) designed for moderate

- strength. *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*. <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20311201> (diakses 5 Agustus 2023).
- Putri, I.S.A., Sofia, D.A., Kamal, M.I.H. 2022. Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Terhadap Kuat Tekan Beton. *Seminar Nasional dan Riset Terapan*, 380-385. <https://semnastera.polteksmi.ac.id/index.php/semnastera/article/view/375> (diakses 5 Agustus 2023).
- SNI ASTM C136-012., Standar Pengujian Analisa saringan agregat halus dan Agregat kasar, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- SNI 1969-2016., Standar Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan agregat halus dan Agregat kasar, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- SNI 03-2834-2000., "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal", *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- SNI 1974:2011., Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 1972:2022., Metode uji slump beton semen hidraulis, *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 7656:2012., Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- Widayanti, A., Soemitro, R.A.A., Ekaputri, J.J. & Suprayitno, H. 2017. Karakteristik Material Pembentuk Reclaimed Asphalt dari Jalan Nasional di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas – Vol. 1, No. 1*, Desember 2017, pp. 11-22.