

2022

JURNAL

RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

Perbandingan Displacement, Gaya Dalam, Serta Tulangan Lentur dan Geser Kolom Antara SRPMB dan SRPMK
(Bing Santosa, Sahrul Meirza Fitra Tama)

Kuat Tarik Besi Tulangan Polos dan Ulir Krakatau Steel Diameter 10mm
(Herlina Susilawati)

Implementasi Regulasi Jasa Konstruksi Pada Perubahan Kontrak Kerja Proyek Konstruksi
(Buddewi Sukindrawati, Widya kartika)

Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Pasir) Pada Campuran Beton Untuk Mengetahui Nilai Workability dan Kuat Tekan Beton
(Afrianto Sulaiman, Satria Agung Wibawa, Yayu Sriwahyuni Hamzah)

Efektifitas Dinding Geser Sebagai Pengendali Defleksi pada Gedung 6 Lantai
(Prasetya Adi, Bing Santosa, Dani Widiarta)

Limbah Beton Sebagai Substitusi Material Pada Laston AC-WC
(J.F. Soandrijanie Linggo, Amelia Bunga Nugrahenny)

Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Jalan Perkerasan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) dan Bina Marga
(Study Kasus Ruas Jalan Sentolo-Pengasih Kulon Progo)
(Suherminanta, Adrianto Palelu, Risdiyanto, Nindyo Cahyo Kresnanto)

Kajian Kehilangan Debit Akibat Budidaya Perikanan di sekitar Saluran Irigasi D I Nglengkong Kabupaten Sleman
(Sardi, Tania Edna Bhakty, Nizar ahmad, Wahyudi)

Studi Pengendalian Banjir dan Manajemen Pengendalian Banjir Sungai Buntung
(Studi Kasus Sungai Buntung Kabupaten Sukoharjo)
(Reja Putra Jaya, Sarju)

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief) : Dr. Tania Edna Bhakty, ST., MT.
- Penyunting (Editor) : 1. Dr. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc., Universitas Lampung
2. Dr. Ir. Edy Sriyono, M.T., Universitas Janabadra
3. Dr. Nindyo Cahyo K, S.T., M.T., Universitas Janabadra
4. Sarju, ST., M.T., Universitas Janabadra
- Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57, Yogyakarta 55231
Telp./Fax: (0274) 543676
Email: tania@janabadra.ac.id
Website: <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit : 2 kali setahun

JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL adalah media publikasi jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta yang diterbitkan secara berkala pada bulan April dan Oktober. Jurnal ini mempublikasikan hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Naskah yang masuk akan dievaluasi oleh Penyunting Ahli. Redaksi berhak melakukan perubahan pada tulisan yang layak muat demi konsistensi gaya, namun tanpa mengubah maksud isinya.

DAFTAR ISI

1. Perbandingan Displacement, Gaya Dalam, Serta Tulangan Lentur dan Geser Kolom Antara SRPMB dan SRPMK (Bing Santosa, Sahrul Meirza Fitra Tama)	1 - 5
2. Kuat Tarik Besi Tulangan Polos dan Ulir Krakatau Steel Diameter 10mm (Herlina Susilawati)	6 - 9
3. Implementasi Regulasi Jasa Konstruksi Pada Perubahan Kontrak Kerja Proyek Konstruksi (Buddewi Sukindrawati, Widya kartika)	10 - 18
4. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus (Pasir) Pada Campuran Beton Untuk Mengetahui Nilai Workability Dan Kuat Tekan Beton (Afrianto Sulaiman,Satria Agung Wibawa, Yayu Sriwahyuni Hamzah)	19 – 27
5. Efektifitas Dinding Geser Sebagai Pengendali Defleksi pada Gedung 6 Lantai (Prasetya Adi ,Bing Santosa, Dani Widihearta)	28 – 33
6. Limbah Beton Sebagai Subtitusi Material Pada Laston AC-WC (JF. Soandrijanie Linggo, Amelia Bunga Nugrahenny)	34 – 37
7. Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Jalan Perkerasan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) dan Bina Marga (Study Kasus Ruas Jalan Sentolo-Pengasih Kulon Progo) (Suherminanta, Adrianto Palelu, Risdiyanto, Nindy Cahyo Kresnanto)	38 – 50
8. Kajian Kehilangan Debit Akibat Budidaya Perikanan di sekitar Saluran Irigasi D I Nglengkong Kabupaten Sleman (Sardi, Tania Edna Bhakty, Nizar ahmad, Wahyudi)	51 – 61
9. Studi Pengendalian Banjir dan Manajemen Pengendalian Banjir Sungai Buntung (Studi Kasus Sungai Buntung Kabupaten Sukoharjo) (Reja Putra Jaya, Sarju)	62 - 64

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** Volume 8, Nomor 3, Edisi Oktober 2022. Jurnal ini menampilkan tujuh artikel di bidang Teknik Sipil.

Penerbitan **JURNAL RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL** ini adalah bertujuan untuk menjadi salah satu wadah berbagi hasil-hasil penelitian, kajian teori dan aplikasi teori, studi kasus atau ulasan ilmiah dari kalangan ahli, akademisi, maupun praktisi dalam bidang teknik sipil yang meliputi bidang Struktur, Keairan, Transportasi, Mekanika Tanah, dan Manajemen Konstruksi. Harapan kami semoga naskah yang tersajidapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing.

Redaksi

Limbah Beton Sebagai Substitusi Material Pada Laston AC-WC

JF. Soandrijanie Linggo¹, Amelia Bunga Nugrahenny²

¹⁾²⁾Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta
Email: jf.soandrijanie@uajy.ac.id¹⁾, ameliabungan@gmail.com²⁾

Abstract

There is a need for new environmentally friendly innovations in road pavement materials, such as the use of concrete waste as a material substitute for AC-WC concrete, with GGBFS (Ground Granulated Blast Furnance Slag) as filler. This study used concrete waste levels of 0%, 25%, 50%, and 75% with asphalt content of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7% respectively, and GGBFS as filler was used 2 % in accordance with the provisions of the General Specifications for Highways 2010 Revision 3. From the test results it is known that the more concrete waste used in the AC-WC concrete mixture, the lower the VMA and VITM values. As a material substitute that has a good effect on marshall characteristics found in a mixture of 25% concrete waste with an asphalt content of 5.5% -6.5% and an KAO value of 6.12%, 50% concrete waste with an asphalt content of 6% -6.5% and the KAO value is 6.25%.

Keywords: concrete waste, substitution, AC-WC concrete, GGBFS

1. Pendahuluan

Beton merupakan campuran bahan-bahan komposit yang terdiri dari agregat, semen, air, dan bahan-bahan tambah lainnya bila dibutuhkan. Beton merupakan salah satu komponen utama dalam pembangunan konstruksi. Selain itu, banyak sekali peneliti melakukan penelitian mengenai inovasi beton agar menjadi berkualitas dan bermanfaat. Sebelum digunakan dan dikembangkan, beton dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium. Dimana setelah dilakukan pengujian, benda uji beton akan langsung dibuang yang kemudian menjadi limbah laboratorium dan jarang dimanfaatkan kembali oleh laboratorium tersebut. Pada pembuatan briket aspal dibutuhkan bahan pengisi (*filler*) yang merupakan bahan pengisi rongga dalam campuran (*void in the mix*) sehingga dapat meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam campuran. Dalam penelitian ini digunakan GGBFS (*Ground Granulated Blast Furnance Slag*) yang lolos saringan no. 200 sehingga bisa digunakan untuk bahan perkerasan jalan. GGBFS merupakan produk baru dari pabrik baja yaitu PT. Steel Krakatau, produk ini juga merupakan produk sampingan. GGBFS berasal dari residu yang telah di proses dalam pembakaran dari tanur (*furnance*) untuk memurnikan baja. Keunggulan pada produk tersebut ialah ramah lingkungan selain itu daya tahan dan tahan panas terhadap temperatur rendah.

2. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Limbah beton dengan kadar variasi 15% memiliki nilai yang optimum dan berpengaruh baik terhadap nilai karakteristik marshall seperti: Stabilitas sebesar 1869,30 kg, *Flow* sebesar 3,17 mm, VFB sebesar 76,97%, VMA sebesar 16,64 %, VIM sebesar 3,83% dan MQ sebesar 590,97 kg/mm. (Imanurohman, dkk,2020). Menurut Al-Hdabi dan Al Nageim (2017), didapatkan bahwa pada saat penambahan GGBS 0-3

% untuk aspal emulsi, terjadi hasil yang signifikan dibandingkan dengan sifat-sifat campuran aspal secara konvensional. GGBFS baik digunakan untuk bahan pengisi (*filler*). GGBFS/GGBS atau semen *slag* utamanya mengandung kalsium, aluminium, dan silika yang memiliki komposisi tidak berbeda dengan bahan-bahan mineral alami termasuk bahan hidrasi seperti semen portland. GGBFS/GGBS menunjukkan kualitas perekatan yang sama dengan semen portland. Oleh karenanya dapat menggantikan fungsi semen portland pada rentang yang luas dengan rasio perbandingan tertentu (Krakatau Semen Indonesia).

Menurut Saodang (2004), laston adalah suatu lapisan permukaan, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas. Sifat laston yaitu kedap air, mempunyai nilai struktural, awet, mempunyai kadar aspal 4-7% terhadap berat campuran dan dapat digunakan untuk lalu lintas ringan, sedang sampai berat.

Tabel 1 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat		SNI 3407-2008	Maks. 12%
	Magnesium Sulfat			Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
		500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%

Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min.9 5%
Butir pecah pada agregat kasar	SNI 7619:2012	95/90 ,
Partikel Pipih dan lonjong	ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks 10%
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 2%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

Tabel 2 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Maks. 45%
Gumpalan Lempung dan Butir- butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks 10%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

Tabel 3 Ketentuan untuk Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60-70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 54
3	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
4	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
5	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
6	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

Tabel 4 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		Lapis Aus
Jumlah tumbukan perbidang		75
Rongga dalam campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15

Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800
	Maks.	-
Pelelehan (mm)	Min	2
	Maks.	4
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3

3. Metodologi Penelitian

Melaksanakan persiapan alat dan bahan pengujian, pengujian bahan,dan pembuatan benda uji dengan rincian variasi sampel sebagai berikut.

Tabel 5 Variasi Sampel Benda Uji

Kadar Aspal (%)	Aspal Pen. 60/70 + Filler GGBFS (2%)			
	Limbah Beton (0%)	Limbah Beton (25%)	Limbah Beton (50%)	Limbah Beton (75%)
5	2	2	2	2
5,5	2	2	2	2
6	2	2	2	2
6,5	2	2	2	2
7	2	2	2	2
Total	10	10	10	10
	40 buah			

Selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik *Marshall*, meliputi : *density*, *VMA*, *VITM*,*VFWA*, stabilitas, kelelehan/*flow*, dan *Marshall Quotient*.

4. Hasil Penelitian

Berikut akan ditampilkan hasil pengujian bahan serta karakteristik *Marhallnya*.

Tabel 6 Hasil Pemeriksaan Aspal Pen. 60/70

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Penertasi Aspal	60-70	66,73	mm	Memenuhi
2	Kehilangan Berat Aspal	≤ 0,8	0,05	% berat	Memenuhi
3	Penetrasi Setelah Kehilangan	≥ 54	64,06	mm	Memenuhi
4	Daktilitas	≥ 100	100	°C	Memenuhi
5	Titik Nyala	≥ 232	300	°C	Memenuhi
6	Titik Lembek	≥ 48	52,5	cm	Memenuhi
7	Kelarutan Aspal dalam CCl4	≥ 99	99,56	% berat	Memenuhi
8	Berat Jenis Aspal	≥ 1,0	1,09	gr/mm	Memenuhi

Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Soundness Test	Maks. 12	2,91	%	Memenuhi
2	Uji Keausan dengan LAA	Maks. 40	28,58	%	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	Min. 2,5	2,544	gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan	Maks. 3	2,309	%	Memenuhi

Tabel 8 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Sand Equivalent	Min. 60	100	%	Memenuhi
2	Berat Jenis Semu	Min. 2,4	2,73	gr/cm ³	Memenuhi
3	Penyerapan	Maks. 3	2,29	%	Memenuhi

Tabel 9 Hasil Pemeriksaan Limbah Beton

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Soundness Test	Maks. 12	11,31	%	Memenuhi
2	Uji Keausan dengan LAA	Maks. 30	28,84	%	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	Min. 2,5	2,634	gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan	Maks. 3	8,299	%	Tidak Memenuhi

Tabel 10 Hasil Pemeriksaan Marshall Test

Parameter Marshall	Syarat	Kadar Aspal (%)	Kadar Variasi Limbah Beton			
			0%	25%	50%	75%
Density (gr/cc)	-	5	2,1832	2,1930	2,1992	2,2091
		5,5	2,1846	2,1941	2,2007	2,2065
		6	2,1857	2,1960	2,2042	2,2121
		6,5	2,1861	2,1998	2,2045	2,2093
		7	2,1874	2,2006	2,2086	2,2118
VMA (%)	≥ 15	5	15,0273	14,6489	14,4061	14,0220
		5,5	15,3770	15,0081	14,7527	14,5289
		6	15,7355	15,3369	15,0229	14,7164
		6,5	16,1132	15,5873	15,4068	14,7164
		7	16,4572	15,9541	15,6456	15,5252
VITM (%)	3 – 5	5	5,4893	5,0685	4,7984	4,3712
		5,5	4,9284	4,5139	4,2270	3,9756
		6	4,3853	3,9330	3,5767	3,2290
		6,5	3,8722	3,2696	3,0628	2,8522
		7	3,3287	2,7466	2,3895	2,2502
VFWA (%)	≥ 65	5	63,5093	65,4004	66,8873	68,8291
		5,5	68,2265	69,9647	71,3475	73,5346
		6	74,3774	76,6082	76,3318	78,5827

		6,5	75,9756	79,0267	80,1599	81,3964
		7	79,7751	82,7910	85,3829	85,7718
Stabilitas (Kg)	≥ 800	5	1085,38	1143,82	1393,54	1441,71
		5,5	1117,77	1283,98	1363,35	1565,26
		6	1249,72	1245,18	1444,55	1427,47
		6,5	1173,35	1322,04	1373,74	1525,69
		7	1051,17	1231,91	1411,64	1445,83
kelelahan (mm)	2 - 4	5	3,01	2,75	2,45	2,29
		5,5	2,945	2,85	2,475	2,275
		6	2,99	2,815	2,41	2,255
		6,5	3,25	2,9	2,68	2,385
		7	3,425	3,15	2,77	2,745
MQ (Kg/mm)	≥ 250	5	360,93	432,36	572,44	629,81
		5,5	380,23	450,42	551,08	697,27
		6	419,82	443,69	599,34	632,30
		6,5	362,88	471,86	514,61	640,87
		7	307,10	392,17	527,77	527,64
Keterangan				Tidak Memenuhi		

5. Analisis dan Pembahasan

Semakin banyak penggunaan limbah beton pada campuran aspal beton, mengakibatkan *density* semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena limbah beton mampu mengisi rongga-rongga dengan baik sehingga dapat menurunkan VMA, *flow*, VITM, dan menaikkan stabilitas dan *Marshall Quotient*. Meskipun hasil penyerapan limbah beton melebihi syarat yang ditentukan (tidak memenuhi), namun kemampuan menyerap yang tinggi dari limbah beton ini justru dapat mengendalikan nilai kelelahan karena nilai VMA dan VITMnya kecil.

Penambahan aspal dalam campuran aspal beton meningkatkan nilai *density*, VMA, VFWA, dan *Flow*. Kemampuan aspal dalam mengisi rongga-rongga mengakibatkan VITM semakin kecil, sehingga nilainya cenderung turun. Namun untuk stabilitas dan *Marshall Quotient*, penambahan persentase aspal dalam campuran aspal beton menghasilkan tercapainya nilai optimum berada pada kadar aspal 6%-6,5%, yang mana sesuai dengan KAO dalam campuran sehingga dapat menghasilkan perkerasan lapis aspal beton yang memiliki stabilitas tinggi namun tetap terjaga fleksibilitasnya.

6. Kesimpulan

Pengaruh pemanfaatan limbah beton sebagai substitusi sebagian agregat kasar dan GGBFS sebagai bahan pengisi terhadap nilai *Marshall* sebagai berikut:

1. Nilai *density* yang semakin meningkat, akibat dari penambahan kadar limbah beton yang membuat campuran semakin padat.

2. Semakin banyak penggunaan limbah beton akan semakin memperkecil nilai VMA dan VITM.
3. Nilai VMA yang memenuhi syarat pada penggunaan limbah beton 25% dengan kadar aspal 5,5%-7%, limbah beton 50% dengan kadar aspal 6%-7%, dan limbah beton 75% pada kadar aspal 7%.
4. Nilai VITM yang memenuhi syarat untuk penggunaan limbah beton 25% dengan kadar aspal 5,5%-6,5% ,limbah beton 50% dengan kadar aspal 5%-6,5%, dan limbah beton 75% dengan kadar aspal 5%-6%
5. Semua nilai *density*, VFWA, Stabilitas, kelelahan/*flow*, dan *Marshall Quotient* laston AC-WC dari substitusi material dengan kadar limbah beton 25%, 50%, dan 75% memenuhi batas spesifikasi.
6. Limbah beton sebagai substitusi material pada laston AC-WC yang memenuhi batas spesifikasi hanya pada kadar 25% dengan kadar aspal 5,5%-6,5% dan kadar 50% dengan kadar aspal 6%-6,5%. Nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) pada pemanfaatan limbah beton 25% sebesar 6,12% dan limbah beton 50% sebesar 6,25%.

10. Daftar Pustaka

- [1] Imanurrohman, N., Sudarno, dan Amin,M. 2020. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete*
- [2] Al-Hdabi, A., & Al Nageim, H. 2017. *Improving Asphalt Emulsion Mixtures Properties Containing Cementitious Filler by Adding GGBS. Journal of Materials in Civil Engineering, Doi: 10,1061 / (ASCE) MT.1943- 5533.0001859.*
- [3] Krakatau Semen Indonesia: Graound Granulated Blast Furnance Slag, diakses 10 Januari 2020, <http://krakatausemenindonesia.com/blastfurnaceslag>
- [4] Saodang, H. 2004. *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung: Penerbit NOVA.
- [5] Spesifikasi Umum Binamarga 2010 Revisi 3. Dinas Pekerjaan Umum Bidang Binamarga, Jakarta.