ISSN 1411-1586

Teodolita

JURNAL ILMU-ILMU TEKNIK

VOL. 15 NO. 1, Juni 2014

- Mesjid Saka Tunggal Sebagai Ruang Ritual Komunitas Islam ABOGE di Desa Cikakak Banyumas — *Wita Widyandini, Yohana Nursruwening*
- Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Simpang Bersinyal Dengan Program Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 (Studi kasus Simpang Empat DKT Purwokerto — *Pingit Broto Atmadi*
- Pengaruh Orientasi Obyek Pada Algoritma Template Matching — *Kholistianingsih*
- Pengaruh Faktor Spekulasi Pasar Terhadap Harga Properti Perumahan Di Wilayah Perkotaan — *Dwi Jati Lestariningsih, Basuki*
- Teknologi Mikrokontroler Untuk Mengukur Panjang Kabel — *Priyono Yulianto*
- Pemanfaatan Abu Limbah Rotan Sebagai Campuran Adukan Beton — *Iwan Rustendi*

UNIVERSITAS WIJAYAKUSUMA PURWOKERTO					
Teodolita	Vol. 15	NO. 2	Hlm. 1 - 72	ISSN 1411-1586	Purwokerto Juni 2014

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

JURNAL TEODOLITA

VOL. 15 NO. 1, Juni 2014 **ISSN 1411-1586**

DAFTAR ISI

Mesjid Saka Tunggal Sebagai Ruang Ritual Komunitas Islam ABOGE di Desa Cikakak Banyumas…… 1 - 11
Wita Widyandini, Yohana Nursruwening

Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Simpang Bersinyal Dengan Program Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 (Studi kasus Simpang Empat DKT Purwokerto……..12 - 22
Pingit Broto Atmadi

Pengaruh Orientasi Obyek Pada Algoritma *Template Matching*.……..23 - 33
Kholistianingsih

Pengaruh Faktor Spekulasi Pasar Terhadap Harga Properti Perumahan Di Wilayah Perkotaan……..34 - 48
Dwi Jati Lestariningsih, Basuki

Teknologi Mikrokontroler Untuk Mengukur Panjang Kabel…….....49 - 58
Priyono Yulianto

Pemanfaatan Abu Limbah Rotan Sebagai Campuran Adukan Beton.....59 - 72
Iwan Rustendi

JURNAL TEODOLITA

VOL. 15 NO. 1, Juni 2014 **ISSN 1411-1586**

HALAMAN REDAKSI

Jurnal Teodolita adalah jurnal imiah fakultas teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto yang merupakan wadah informasi berupa hasil penelitian, studi literatur maupun karya ilmiah terkait. Jurnal Teodolita terbit 2 kali setahun pada bulan Juni dan Desember.

Penanggungjawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Pemimpin Redaksi : Taufik Dwi Laksono, ST MT
Sekretaris : Dwi Sri Wiyanti, ST MT
Bendahara : Basuki,ST MT
Editor : Drs. Susatyo Adhi Pramono, M.Si
Tim Reviewer : Taufik Dwi Laksono, ST MT
Iwan Rustendi, ST MT
Yohana Nursruwening, ST MT
Wita Widyandini, ST MT
Priyono Yulianto, ST MT
Kholistianingsih, ST MT
Alamat Redaksi : Sekretariat Jurnal Teodolita
Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto
Karangsalam-Beji Purwokerto
Telp 0281 633629
Email : teodolitaunwiku@yahoo.com

Tim Redaksi berhak untuk memutuskan menyangkut kelayakan tulisan ilmiah yang dikirim oleh penulis. Naskah yang di muat merupakan tanggungjawab penulis sepenuhnya dan tidak berkaitan dengan Tim Redaksi.

PEMANFAATAN ABU LIMBAH ROTAN SEBAGAI CAMPURAN ADUKAN BETON

Iwan Rustendi, Dosen Teknik Sipil Unwiku Purwokerto

ABSTRAK : Penelitian ini menyelidiki karakteristik beton yang ditambah dengan abu limbah rotan (ALR). Karakteristik beton yang diselidiki yaitu sifat kemudahan pengerjaan *(workability),* dan kuat tekan beton. Penambahan abu limbah rotan (ALR) dibuat dalam beberapa variasi persentase terhadap berat semen yaitu sebanyak 0% (sebagai kontrol) 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu limbah rotan (ARL) terhadap adukan beton mengakibatkan menurunnya sifat kemudahan pengerjaan *(workability)* , tapi dapat meningkatkan kuat tekan beton. Untuk adukan beton normal (0% ALR) nilai slam adalah 9,0 cm, adukan beton 5% ALR turun menjadi 3,0 cm, adukan beton 10% ALR sebesar 1,5 cm, adukan beton 15% ALR sebesar 0,5 cm dan adukan beton 20% ALR nilai slamnya menjadi nol. Kuat tekan beton dengan penambahan ALR 5% adalah sebesar 33,40 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 46,58% dari kuat tekan beton tanpa menggunakan ALR (ALR 0%). Untuk beton 10% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 59,65%, beton 15% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 65,85% dan beton 20% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 72,68%.

KATA KUNCI : abu serbuk limbah kerajinan rotan, adukan beton.

PENDAHULUAN

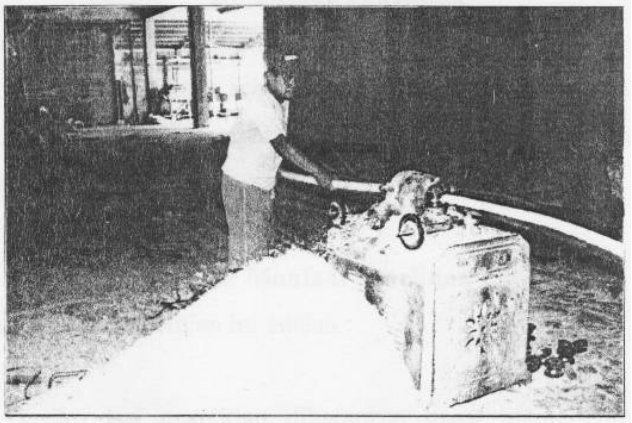
Beton adalah campuran dari agregrat halus (pasir) dan agregrat kasar (split, kerikil, batu pecah, atau jenis agregrat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu (Sameklo dan Rahmadiyanto, 2001). Untuk tujuan tertentu biasanya adukan beton dicampur dengan bahan tambah yang bisa berupa *chemical admixture* (bahan tambah kimia) atau *additive* (bahan tambah mineral). Dalam beberapa penelitian juga telah banyak dilakukan penggunaaan bahan campuran atau tambahan untuk adukan beton yang tujuannya untuk meningkatkan fermorma beton atau untuk mengurangi penggunaan semen. Beberapa bahan tambah yang sudah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya adalah berupa bahan tambah yang tergolong dalam kategori limbah namun diprediksi mampu meningkatkan kualitas beton. Dan ternyata setelah dilakukan penelitian terbukti bahwa bahan tambah yang masuk dalam kategori limbah tersebut bisa memperbaiki karakteristik beton terutama kuat tekannya. Praktek penggunaannya yaitu limbah yang banyak terdapat di sekitar kita dan belum termanfaatkan secara optimal dibuat menjadi abu dengan melalui proses pembakaran kemudian diolah lagi menjadi sejenis serbuk atau mineral baru kemudian

dicampurkan pada adukan beton. Jenis limbah yang sudah digunakan dalam beberapa penelitian diantaranya sekam padi, ampas tebu, serbuk gergaji dan lain-lain.

Daerah Plumbon yang terletak di Kabupaten Cirebon Propinsi Jawa Barat merupakan sentra kerajinan rotan. Berdasarkan survey, limbah hasil pengolahan rotan dari rotan sebagai bahan baku menjadi rotan yang siap dibuat menjadi barang kerajinan *(handycraft)* volumenya cukup besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut berupa gelondongan hasil potongan, serta helaian dan serbuk hasil serutan batangan rotan. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pengrajin untuk limbah yang berbentuk serbuk sudah ada yang memanfaatkan untuk bahan dasar pembuatan obat nyamuk bakar. Namun pemanfaatan tersebut belum bisa memecahkan permasalahan penanganan limbah secara tuntas karena dari semua indistri pengrajin rotan yang ada di daerah Plumbon tersebut dalam satu hari mampu menghasilkan limbah sekitar 200 m3.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu limbah rotan (ALR) pada adukan beton. Apakah dengan penambahan abu limbah rotan (ALR) pada adukan beton tersebut mampu meningkatkan karakteristik beton khususnya kuat tekannya. Akan diselidiki pula bagaimana pengaruhnya terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton *(workability).*

Gambar 1. Batangan rotan sebelum diproses



Gambar 2. Proses pengolahan rotan

Gambar 3. Limbah rotan berupa helaian

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa riset tentang adukan beton yang menggunakan bahan tambah mineral yang berasal dari abu limbah sisa produksi telah banyak dipublikasikan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Djaka Suhirkam. dan A. Latif yang berjudul Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Abu Sekam Padi Terhadap Kekuatan Beton K-400. Dalam penetilian ini penggantian semen degan abu sekam padi adalah sebesar 2,5 %; 5%; 7,5 % dan 10 % terhadap berat. Hasil pengujian pada umur 7 hari untuk penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 1,427%, penggantian sebesar 5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 20,865%, penggantian sebesar 7,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 24,931% dan penggantian sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 28,115%. Pengujian pada umur 14 hari untuk penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 0,606%, penggantian sebesar 5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 1,215%, penggantian sebesar 7,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,085% dan penggantian sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 6,433%. Pengujian pada umur 21 hari untuk penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 3,863%, penggantian sebesar 5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,233%, penggantian sebesar 7,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,268% dan penggantian sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,784%. Pengujian pada umur 28 hari untuk penggantian semen dengan abu sekam padi sebesar 2,5% dapat meningkatkan kuat tekan

beton sebesar 1,753%, penggantian sebesar 5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 4,188%, penggantian sebesar 7,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 7,298% dan penggantian sebesar 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 10,341%. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik pada umur 28 hari dengan substitusi sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% diperoleh kuat tarik beton berturut-turut sebesar 4,169 MPa, 4,560 MPa, 4,890 MPa, 4,980 MPa dan 5,376 MPa.

Penelitian yang lain adalah menggunakan abu ampas tebu (AAT) yang dilakukan oleh Gerry Phillip Rompas, J.D. Pangouw, R. Pandaleke dan J.B. Mangare dengan judul Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas. Dalam penelitian ini digunakan persentase AAT berturut-turut sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% terhadap berat semen sebagai substitusi semen. Pengujian kuat tarik lentur pada umur 14 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase kuat lentur beton yang menggunakan AAT terhadap beton normal (beton tidak menggunakan AAT) adalah 102,45% untuk persentase AAT 5%, 94,53% untuk persentase AAT 10%, 94,38% untuk persentase AAT 15%, 92,94 untuk persentase AAT 20% dan 83,29% untuk persentase AAT 25%. Pengujian kuat tarik lentur pada umur 28 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase kuat lentur beton yang menggunakan AAT terhadap beton normal (beton tidak menggunakan AAT) adalah 100,12% untuk persentase AAT 5%, 93,03% untuk persentase AAT 10%, 84,95% untuk persentase AAT 15%, 92,16 untuk persentase AAT 20% dan 89,43% untuk persentase AAT 25%. Sementara untuk pengujian modulus elastisitas pada umur 28 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase modulus elastisitas beton yang menggunakan AAT terhadap beton normal (beton tidak menggunakan AAT) adalah 113,058% untuk persentase AAT 5%, 112,675% untuk persentase AAT 10%, 99,547% untuk persentase AAT 15%, 123,268% untuk persentase AAT 20% dan 104,913% untuk persentase AAT 25%. Dalam penelitian ini diselidiki pula nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari untuk semua persentase penggunaan AAT. Untuk perrsentase AAT 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% kuat tekan betonnya adalah berturut-turut 34,208 MPa, 43,736 MPa, 34,505 MPa, 39,279 MPa, 34,972 MPa dan 33,232 MPa.

Penelitian selanjutnya adalah yang dilakukan oleh Melvin Junius Indra, Christianto Tjondro dan Handoko Sugiharto dengan menggunakan abu limbah gergaji. Dalam penelitian ini digunakan persentase abu limbah gergaji berturut-turut sebesar 10%, 15%, 20% terhadap berat semen sebagai substitusi semen. Pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase kuat tekan beton yang menggunakan abu limbah gergaji terhadap beton normal (beton tidak menggunakan abu limbah gergaji) adalah 86,49% untuk persentase 10%, 63,24% untuk persentase 15% dan 125,68% untuk persentase 20%. Pengujian kuat tekan beton pada umur 14 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase kuat tekan beton yang menggunakan abu limbah gergaji terhadap beton normal (beton tidak menggunakan abu limbah gergaji) adalah 82,71% untuk persentase 10%, 67,67% untuk persentase 15% dan 87,00% untuk persentase 20%. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari diperoleh kesimpulan bahwa persentase kuat tekan beton yang menggunakan abu limbah gergaji terhadap beton normal (beton tidak menggunakan abu limbah gergaji) adalah 71,86% untuk persentase 10%, 60,52% untuk persentase 15% dan 92,73% untuk persentase 20%. Sementarap untuk pengujian kuat tarik belah beton pada umur 7 hari diperoleh hasil untuk persentase 0%, 10%, 15% dan 20% adalah berturut-turut 2,76 MPa, 2,34 MPa, 1,63 MPa dan 1,78 MPa. Sedangkan untuk pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari diperoleh hasil untuk persentase 0%, 10%, 15% dan 20% adalah berturut-turut 2,81 MPa, 2,75 MPa, 1,76 MPa dan 2,17 MPa.

LANDASAN TEORI

Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah rasio antara berat air dengan berat semen dalam adukan beton. Secara umum semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah kekuatan betonnya. Akan tetapi nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu kekuatan betonnya semakin tinggi, karena FAS yang terlalu rendah mengakibatkan adukan beton sulit dipadatkan dan akhirnya kekuatan beton menjadi rendah. Umumnya nilai FAS minimum sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Mulyono, 2004).

Kemudahan Pengerjaan

Kemudahan pengerjaan atau workability merupakan ukuran tingkat kemudahan dari beton segar *(fresh concrete)* untuk diaduk dan dipadatkan. Kemudahan pengerjaan identik dengan tingkat keplastisan atau konsistensi (kelecakan). Semakin plastis adukan beton semakin mudah pengerjaannya.

Untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton dilakukan percobaan slam *(slump test)*. Nilai slam yang kecil berarti adukan beton sulit untuk dikerjakan dan sebaliknya.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan tegangan normal yang dihasilkan dari pengujian benda uji *(specimens)*. Berdasarkan ASTM C 873 – 94, pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, di mana kuat tekannya dihitung dengan persamaan :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad \text{.....(1)}$$

dengan,

f_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum yang menyebabkan benda uji hancur (N)

A = luas penampang silinder (mm^2)

Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton didapat dari hasil pengujian tarik belah *(splitting test)* dengan menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang diletakan dengan posisi rebah (tidur). Besarnya kuat tarik belah beton dihitung dengan persamaan sebagai berikut (ASTM C 496 – 94):

$$f_t = \frac{2P}{\pi dL} \quad \text{.....(2)}$$

dengan,

f_t = kuat tarik beton (MPa)

P = beban maksimum pada saat silinder hancur (N)

d = diameter silinder beton (mm)

L = tinggi/panjang silinder beton (mm).

METODOLOGI

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan *(eksperimental research)*. Beberapa adonan beton diberi perlakuan dengan cara menambahkan abu limbah rotan (ALR) sebagai pengganti (substitusi) semen kemudian diuji kelecakannya (sifat *workability*) dan sifat mekaniknya (kuat tekan dan kuat tarik). Hasil uji yang didapat dibandingkan dengan hasil uji dari beton normal (yang tidak diberi abu limbah rotan).

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah rotan yang berupa serbuk di salah satu industri kerajinan rotan di daerah Plumbon, Cirebon, Jawa Barat. Karena hanya diambil dari satu industri kerajinan rotan maka ditinjau dari banyaknya (kuantitasnya) populasi tersebut merupakan populasi terbatas (terhingga). Berdasarkan pengamatan visual peneliti serbuk limbah rotan tersebut mempunyai ukuran butiran yang hampir seragam dan warna yang hampir sama yaitu coklat sehingga ditinjau dari sudut sifatnya populasi tersebut juga bersifat homogen.

Teknik pengambilan sampel adalah *accidental sampling* (sampling kebetulan) di mana diambil sampel yang kebetulan ada atau kebetulan dijumpai atau yang mudah diambil.

Serbuk limbah rotan yang telah diambil kemudian dijemur untuk menghilangkan kadar airnya, dan setelah kering kemudian dibakar menggunakan wadah drum bekas sampai terbakar semua dan berubah menjadi abu. Setelah dingin secara alami kemudian abu limbah rotan tersebut diayak menggunakan ayakan nomor 200.

Variabel Penelitian

Berdasarkan fungsinya, variabel-variabel dalam penelitian ini meliputi (1) variabel bebas, (2) variabel terikat, (3) variabel kendali. Yang bertindak sebagai variabel bebas adalah persentase abu limbah rotan (ALR) yang ditambahkan pada adukan beton sebagai substitusi semen yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Sementara yang bertindak sebagai variabel terikat adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari. Dan yang bertindak sebagai faktor kendali yaitu nilai faktor air semen (fas) sebesar 0,50 atau nilai kuat tekan beton yang disyaratkan sebesar fc’ 20 MPa (nilai kuat tekan rata-rata rencana 31,48 MPa)

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari agregat kasar (split) berasal dari daerah Banyumas (pecah mesin) dengan ukuran butir maksimum 20 mm, agregat halus (pasir) berasal dari Sungai Serayu dan bahan pengikat menggunakan semen tipe I produksi Semen Holcim

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini sebagian besar merupakan data kuantitatif (berupa angka-angka) dan teknik pengumpulannya hampir semuanya melalui pengujian dilaboratorium. Data-data tersebut dilihat dari fungsinya terdiri dari data pendukung dan data utama. Data pendukung adalah data material yang digunakan dalam membuat rancangan adukan seperti gradasi agregat halus, berat jenis agregat halus, kadar lumpur agregat halus dan berat jenis agregat kasar. Sedangkan data utama adalah data yang akan dianalisis yaitu nilai slam adukan beton dan kuat tekan benda uji beton.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini adalah analisis *bevariate* (terhadap dua variabel yang diduga saling berhubungan), di mana dicari hubungan antara variabel bebas *(independent variable)* dengan variabel terikat *(dependent variable)*. Persentase penambahan abu serbuk limbah rotan ke dalam adukan beton sebagai variabel bebas dicari hubungannya dengan sifat kemudahan pengerjaan *(workability)* dan kuat tekan beton sebagai variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Material

Pengujian terhadap bahan-bahan adukan beton didapatkan data-data gradasi pasir masuk dalam zona I (pasir kasar), berat jenis pasir (SSD) 2,53, kadar lumpur agregat halus 3,21% dan berat jenis kerikil 2,64.

Rancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton *(mix design)* menggunakan metode Inggris *(The British Mix Design Method)* yang tercantum dalam *Design of Normal Concrete Mixes*. Metode ini dikenal juga dengan metode DOE *(Departement of Enviroment)*. Metode DOE dipakai sebagai standar perancangan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia yang tertuang dalam SKSNI T-15-1990-03 dengan judul bukunya Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Berdasarkan hasil perancangan campuran tersebut, kebutuhan

material untuk masing-masing tipe adukan per meter kubik beton ditunjukan pada Tabel 1. Dan kebutuhan material untuk satu kali pembuatan adukan (untuk 4 buah benda uji silinder) ditunjukan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan material per kubik beton

Tpe adukan	Persentase ALR (%)	Kebutuhan material (kg/m3)				
		PC	Pasir	Kerikil	Air	ALR
Normal	-	450	742,5	907,5	225	-
Tambah ALR	5	450	742,5	907,5	225	22,5
	10	450	742,5	907,5	225	45,0
	15	450	742,5	907,5	225	67,5
	20	450	742,5	907,5	225	90,0

Tabel 2. Kebutuhan material per satu kali pembuatan adukan (4 buah benda uji silinder)

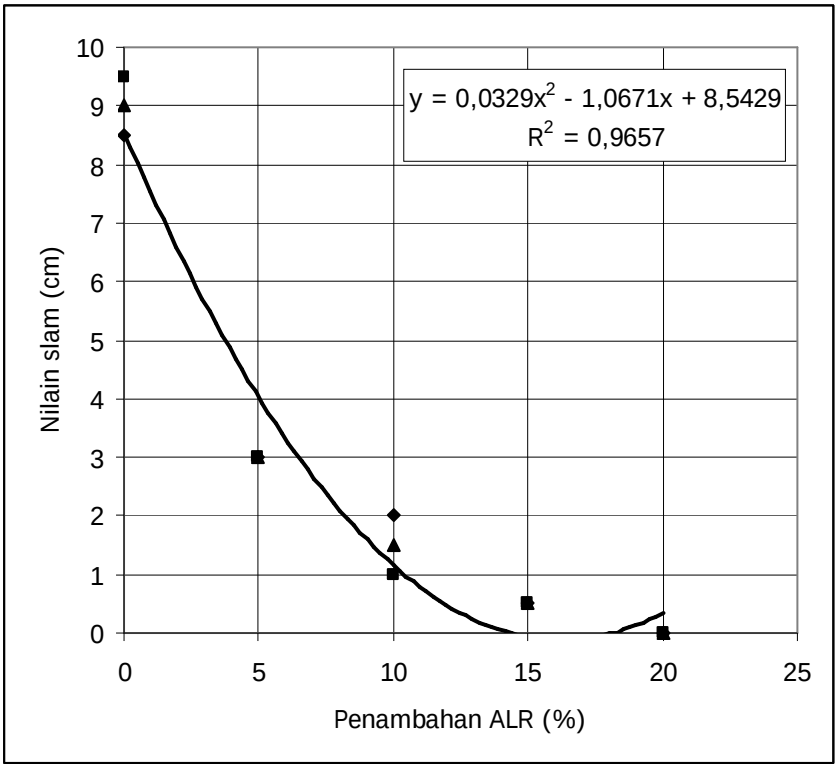
Tpe adukan	Persentase ALR (%)	Kebutuhan material (kg/m3)				
		PC	Pasir	Kerikil	Air	ALR
Normal	-	11,45	18,89	23,09	5,72	-
Tambah ALR	5	11,45	18,89	23,09	5,72	0,57
	10	11,45	18,89	23,09	5,72	1,15
	15	11,45	18,89	23,09	5,72	1,72
	20	11,45	18,89	23,09	5,72	2,29

Nilai Slam Adukan

Hasil pengujian slam terhadap beton normal dan beton abu limbah rotan (ALR) diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Hasil pengujian slam (Sumber : hasil pengujan)

Persenatse ALR (%)	Nilai slam (cm)		
	I	II	Rerata
0	8,5	9,5	9,0
5	3,0	3,0	3,0
10	2	1	1,5
15	0,5	0,5	0,5
20	0,0	0,0	0,0



Gambar 4. Hubungan antara kandungan ALR dengan nilai slam

Dari dua kali pengujian slam adukan beton diperoleh rata-rata nilai slam beton normal adalah 9,0 cm. Nilai slam ini sesuai atau mendekati nilai slam yang direncanakan yaitu 10,0 cm. Panambahan abu libah rotan (ARL) 5% nilai slam turun menjadi 3,0 cm, penambahan abu limbah rotan (ARL) 10% slam menjadi 1,5 cm, penambahan abu limbah rotan (ARL) 15% slam menjadi 0,5 cm dan penambahan abu limbah rotan (ARL) 20% slam menjadi nol. Dengan demikian dengan penambahan abu limbah rotan (ARL) sebesar 5% saja terjadi perubahan sifat *workability* beton yang cukup signifikan. Pada kondisi ini sifat keplastisan beton kurang sekali sehingga proses pengerjaan beton (pengadukan, penuangan dan pemadatan) sudah masuk dalam kategori sulit. Menurut ACI 544. 3R – 84 syarat nilai slam adukan beton adalah berkisar antara 5 – 12,5 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai slam adukan beton yang ditambah abu limbah rotan (ARL) tidak memenuhi syarat. Dalam praktek nilai slam tersebut bisa diperbaiki atau ditingkatkan dengan penggunaan *adimxture* tipe A *(water reducing admixture)*.

Kuat Tekan Beton

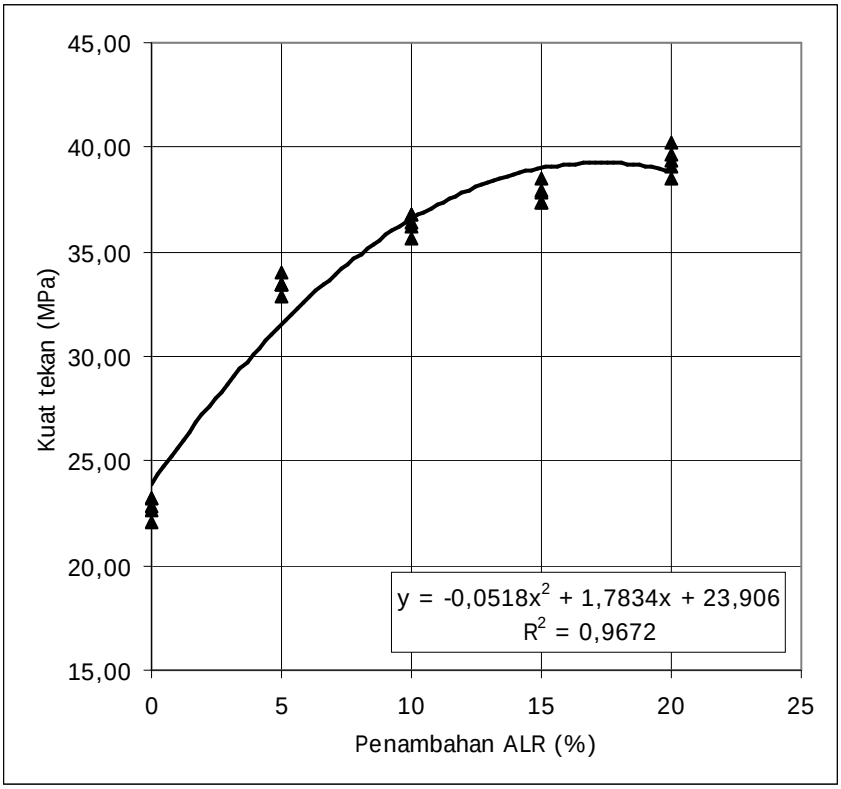
Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari, dan hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 4. Untuk beton yang tanpa menggunakan ALR (ALR 0%) diperoleh kuat tekan beton (rata-rata) sebesar 22,79 MPa. Nilai kuat tekan ini belum mencapai kuat tekan rata-rata yang direncanakan (kuat tekan rata-rata rencana fcr sebesar 31,48 MPa). Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor di mana salah satunya adalah faktor material (terutama agregat halus dan kasar).

Kuat tekan beton dengan penambahan ALR 5% adalah sebesar 33,40 MPa sehingga kuat tekan beton mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu sebesar 46,58% dari kuat tekan beton tanpa menggunakan ALR (ALR 0%). Dan semakin besar persentase penambahan ALR semakin besar pula peningkatan kuat tekannya. Untuk beton 10% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 59,65%, beton 15% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 65,85% dan beton 20% ALR peningkatan kuat tekannya sebesar 72,68%. Namun dari grafik terlihat bahwa peningkatan kuat tekannya tidak secara linier, ini berarti bahwa ada nilai persentase ALR yang menyebabkan penambahan kuat tekannya paling besar (maksimum).

Apabila dikorelasikan dengan nilai slam yang dihasilkan, penambahan ALR melebihi 20% ada kemungkinan kuat tekannya tidak lagi naik tapi justru turun kembali. Pada penambahan ALR 20% nilai slamnya sudah mencapai 0 (nol), artinya beton tersebut sudah sangat kental atau sudah sulit untuk dipadatkan. Dan apabila persentase ALR ditingkatkan kembali berarti beton akan semakin sangat kental dan semakin sangat sulit untuk dipadatkan. Ketika kepadatan beton berkurang maka pori-pori beton akan bertambah sehingga kemampatannya menjadi berkurang dan akhirnya kekuatannya juga akan berkurang. Dari sini dapat diprediksi bahwa persentase penambahan ALR optimum adalah sebesar 20% untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang maksimum.

Tabel 4. Kuat tekan silinder beton umur 28 hari (Sumber : hasil pengujian)

Penambahan ALR (%)	Kuat tekan (MPa)					Peningkatan (%)
	I	II	III	IV	Rerata	
0	23,21	23,21	22,08	22,65	22,79	-
5	33,40	32,84	33,97	33,40	33,40	46,58%
10	35,67	36,80	36,25	36,80	36,38	59,65%
15	37,93	37,37	38,50	37,37	37,79	65,85%
20	38,50	39,63	39,07	40,20	39,35	72,68%



Gambar 5. Hubungan antara kandungan ALR dengan kuat tekan beton

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan abu limbah rotan (ALR) ke dalam adukan beton mampu meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan beton mengalami peningkatan yang cukup signifikan seiring dengan makin besarnya persentase penambahan ALR ke dalam adukan beton.

Penambahan ALR 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen mampu meningkatkan kuat tekan berturut-turut sebesar 46,58%, 59,65%, 65,85% dan 72,68%.

2. Penambahan abu limbah rotan (ALR) ke dalam adukan beton mengakibatkan sifat kemudahan pengerjaan *(workability)* adukan beton semakin berkurang. Penambahan ALR 5% mengakibatkan berkurangnya sifat *workability* adukan beton yang cukup signifikan di mana nilai slam berubah secara drastis dari 9 cm (ALR 0%) menjai 3 cm. Nilai slam nol yang berarti beton sangat kental atau adukan beton sulit untuk dipadatkan terjadi pada penambahan ALR 20%.

SARAN-SARAN

1. Penambahan abu limbah rotan (ALR) terhadap adukan beton sangat mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan *(workability)* adukan beton. Agar nilai slam memenuhi nilai standar (masih dalam toleransi yang disyaratkan), maka kalau akan diaplikasikan dilapangan harus ditambahkan bahan tambah *(chemical admixture)* yang bersifat meningkatkan sifat *workability*.
2. Perlu dilakukan uji laboratorium terhadap abu limbah rotan (ALR) untuk mengetahui unsur-unsur kimia yang terkandung didalamnya kalau mau dilakukan penelitian lanjutan.
3. Perlu penelitian lanjutan di mana limbah rotan (ALR) dijadikan sebagai bahan pengganti atau substitusi semen.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1982, " Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI - 1982)", Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Peneliitian dan Pengembangan PU, Bandung.

Anonim, 1989, Standar Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SK SNI M – 09 – 1989 – F, Yayasan BPPU, Bandung.

Anonim, 1990, Standar Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SKSNI T-15-1990-03, Yayasan LPMB, Bandung.

Anonim, 1990, Standar Metode Pengambilan Contoh untuk Campuran Beton Segar, SK SNI M – 62 – 1990 – 03, Yayasan LPMB, Bandung.

Indra, M. J., Tjondro, C., dan Sugiharto, H., Pemanfaatan Abu Limbah Gergaji Kayu Sebagai Campuran Pembuatan Beton, Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.

Mulyono, T., 2004, "Teknologi Beton",. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Murdock, L., T., dan Brook, K., M., 1986, ".Bahan dan Praktek Beton", Edisi ke empat, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Notoatmojo, S., 1993, "Metodologi Penelitian", Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.

Riduwan, 2005, "Belajar Mudah Penelitian", Penerbit Alfabeta, Bandung.

Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., dan Mangare, J., B., 2013, Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.2, Januari 2013 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.

Suhirkam, D., dan Latif, A., Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Abu Sekam Padi Terhadap Kekuatan Beton K 400, Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Suryabrata, S., 2003, "Metodologi Penelitian", Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Tjokrodimuljo, K., 1996, "Teknologi Beton", Penerbit Naviri, Yogyakarta.

Usman, H. U. , dan Akbar, P. S., 2003, ,"Metodologi Penelitian", Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.