

ANALISIS KUAT LENTUR BETON SEBAGAI BAHAN PENGANTI SEMEN DENGAN FLY ASH (LIMBAH AMP)

Husnah¹, Rahmat Tisnawan², Anton Setiyoko³

¹Program Studi Teknik sipil, Universitas Abdurrab, Jalan Riau Ujung No.73

Email : husnah@univrab.ac.id

¹Program Studi Teknik sipil, Universitas Abdurrab, Jalan Riau Ujung No.73

Email : rahmat.tisnawan@univrab.ac.id

¹Program Studi Teknik sipil, Universitas Abdurrab, Jalan Riau Ujung No.73

Email : antonsetiyoko25@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat adalah hal yang sangat penting dalam kehidupan ini, sehingga limbah tidak lagi menimbulkan masalah lingkungan sosial masyarakat namun bisa digunakan menjadi hal yang berguna. Di bidang teknik sipil telah banyak limbah dijadikan sebagai bahan tambah campuran beton, misalnya penelitian yang telah dilakukan oleh (Munir, 2008) tentang Pemanfaatan abu batu bara (fly ash) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan. Di Kabupaten Kampar terdapat beberapa perusahaan-perusahaan yang memproduksi AMP (*Asphalt Mixing Plant*) atau unit produksi campuran beraspal, misalnya PT. Vira Jaya yang menghasilkan jumlah abuterbang (fly ash) atau limbah amp yang cukup besar, dimana hasil limbah tersebut tergantung jumlah produksi amp, makin besar produksi amp maka semakin besar pula limbah yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini apakah fly ash hasil limbah produksi AMP dapat mempengaruhi kuat lentur beton bahan dengan Bahan tambah flyash (limbah amp) sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). Dan Untuk mengetahui komposisi campuran beton dengan dengan fly ash limbah amp yang tepat untuk mendapatkan kekuatan (kuatlentur) beton optimum pada perkerasan kaku (rigid pavement). Dalam penelitian ini digunakan salah satu bahan mineral tambah anpozzolan berupa fly ash hasil limbah produksi AMP. Dengan penggunaan fly ash hasil limbah amp di teliti sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton yang diaplikasikan pada perkerasankaku (Rigid Pavement). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 24 buah. Untuk benda uji kuat lentur berbentuk balok dengan ukuran 60x15x15cm dan berbentuk silinder 15 x 30 cm dengan variasi kadar fly ash 0%, 5%, 10%,15% yang di uji pada umur 7 dan 28 hari dengan fassse besar 0.38. Masing-masing variasi berjumlah 3 bendauji. Penggunaan Pasir Urugdan *fly ash* hasil pembakaran AMP memenuhi syarat untuk campuran beton Fs 45. Hasil optimum didapat pada penambahan 5% dengan nilai kuat lentur 70.07 % pada umur 7 hari dan sebesar 103.45 % pada Umur Beton 28 Hari. Sedangkan nilai kuat tekan 363,62 kg/cm² pada umur 7 hari dan 460,09 kg/cm² pada umur 28 hari. Jika di analisis pada pengganti semen 5 % adalah titik optimum untuk penambahan fly ash. Penggunaan *fly ash* dengan variasi di atas 5% pada campur anter sebut tidak lagise bagai pozzolan yang dapat membentuk senyawa yang bersifat mengikat akantetapi fungsinya menjadi agregat halus dalam campuran beton, akibat pemakaian *fly ash* yang berlebihan menyebabkan limbah *fly ash* tidak habis bereaksi dengan air dalam campuran beton.

Kata Kunci :limbah amp virajaya, fly ash, *rigid pavement*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat adalah hal yang sangat penting dalam kehidupan ini, sehingga limbah tidak lagi menimbulkan masalah lingkungan sosial masyarakat namun bisa di gunakan menjadi hal yang berguna. Di bidang teknik sipil telah banyak limbah dijadikan sebagai bahan tambah campuran beton, misalnya penelitian yang telah dilakukan oleh(Munir,

2008) tentang Pemanfaatan abu batu bara (fly ash) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan. (Wardani, 2008) Pemanfaatan limbah batu bara (fly ash) untuk stabilisasi tanah dalam mengurangi pencemaran lingkungan.(Sumajouw Marthin & Windah, 2014) Pemanfaatan limbah bottom ash sebagai pengganti semen pada genteng beton ditinjau dari segi kuat lentur dan perembesan air.(Rompas, Pangouw, Pandaleke, & Mangare, 2013) Pengaruh

pemanfaatan Abu Ampar Tebu substitusi parsial semen dalam campuran beton ditinjau terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas.

Di Kabupaten Kampar terdapat beberapa perusahaan-perusahaan yang memproduksi AMP (Asphal Mixing Plant) atau unit produksi campuran beraspal, misalnya PT. Vira Jaya yang menghasilkan jumlah abu terbang (fly ash) atau limbah AMP yang cukup besar, dimana hasil limbah tersebut tergantung jumlah produksi AMP, makin besar produksi amp maka semakin besar pula limbah yang dihasilkan. Fly ash dari limbah AMP tersebut harus ditangani dan dimanfaatkan dengan benar karena berpotensi menimbulkan masalah lingkungan serta fenomena social masyarakat. Dengan banyaknya limbah hasil produksi amp ini maka perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan limbah tersebut menjadi sesuatu yang bermanfaat, beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam hal pemanfaatan limbah tersebut. (Yunus, 2010)beton yang memakai campuran fly ash 15%, dan 20% pada umur 54 hari mempunyai kuat lentur lebih tinggi dari pada beton normal dengan kandungan fly ash 25% dilihat dari persamaan garis regresi yang memiliki kemiringan yang lebih besar dari pada pada garis regresi yang menunjukkan beton normal (Fly ash 0%) sebagai bahan tambah dan pengganti/subtitusi cement dalam campuran beton yang akan digunakan untuk bahan perkerasan kaku (Rigid Pavement), penelitian yunus 2010 ini menggunakan Fly ash yang digunakan adalah fly ash tipe F berasal dari sisa hasil sisa bakar batu bara pada PLTU Tanjung Jati, Jepara, Indonesia yang diperoleh dari PT. Jaya Readymix Solo Plant. Maka dari itu perlu penelitian terkait dengan fly ash hasil limbah amp tersebut untuk melihat pengaruh tambahan fly ash limbah amp terhadap kuat lentur beton sebagai bahan perkerasan kaku (rigid pavement).

1. Material

1.1 Agregat Kasar 2-3 dari Batu Pangkalan

Agregat kasar yang sering digunakan untuk bahan konstruksi di daerah riau dan sekitarnya, batu ini berwarna coklat-orange dan keabu-abuan seperti gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Material BatuPangkalan

1.2 Agregat Kasar 1-2 Dari Batu Pangkalan



Gambar 2. Material Agregatkasar 1-2

2.3 Bahan Pengganti Semen (Fly Ash) Limbah AMP

UKURAN SARINGAN		KUMU LATIF TERTAHAN (g)	KUMU LATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)	SPE SIFI KASI (%)
STA (mm)	ALT				
63.5	2.5"				
50.8	2"	0.0	0.00	100.00	100
38.1	1.5"	0.0	0.00	100.00	100
25.4	1"	583.2	13.5	86.50	85 - 100
19.05	3/4"	3849.0	89.10	10.90	0 - 70
12.7	1/2"	4310.0	99.77	0.23	0 - 25
9.53	3/8"				0 - 5



Gambar 3. Fly Ash limbah AMP

2.4 Komposisi Specimen

UKURAN SARINGAN		KUMULATIF TERTAHAN (g)	KUMULATIF TERTAHAN (%)	KUMULATIF LOLOS (%)	SPEKIFIKASI (%)
STA (mm)	ALT				
63.5	2.5"				
50.8	2"				
38.1	1.5"	0	0.00	100.00	100
25.4	1"	0	0.00	100.00	100
19.05	3/4"	140.6	4.69	95.31	85 - 100
12.7	1/2"	1996.5	66.55	33.45	0 - 70
9.53	3/8"	2862.0	95.40	4.60	0 - 25
4.75	# 4	2988.2	99.61	0.39	0 - 5

Spesimen yang dibuat adalah beton berbentuk kubus berukuran satu cetakan balok ukuran 60 cm x 15 cm x15 cm. Bahan beton terdiri dari agregat kasar dari desa pangkalan dan fly ash dari limbah AMP PT. Vira Jaya. Besarnya persentase pergantian semen dengan fly ash pada setiap benda uji adalah 5%, 10% dan 15%. Adapun Perhitungan rencana campuran beton menggunakan Job Mix Design Fs 45 dari PT. Fitra Wika untuk peningkatan jalan Simpang Beringin – Maredan.

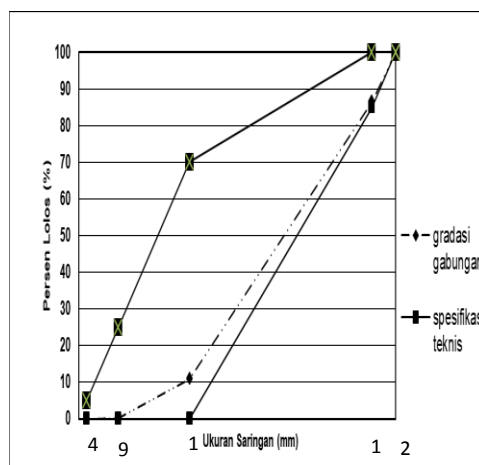
2. Pengujian di Laboratorium

Pengujian material dilakukan di Laboratorium dari PT. Fitra Wika untuk Peningkatan Jalan Simpang Beringin –

Maredan. Pengujian kuat lentur beton dilakukan di laboratorium bahan Universitas Abdurrah. Adapun hasil pengujian material yang dilakukan adalah:

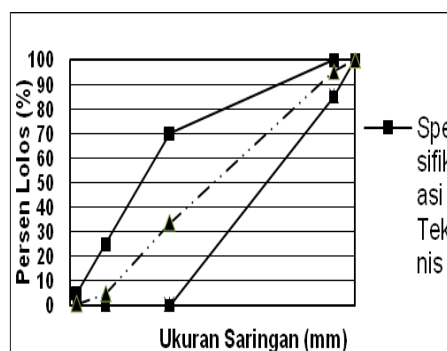
2.1 Hasil pengujian gradasi material Batu pecah 2-3

Tabel 1. Gradasi Batu Pecah 2-3



Gambar 4. Grafik Gradasi Batu Pecah 2-3

Tabel 2. Gradasi Batu Pecah 1-2



Gambar 5. Grafik Gradasi Batu Pecah 1-2

Dari table pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa hasil gradasi memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3(Marga, 2010). Hal ini menunjukkan

material yang digunakan bisadigun akan untuk campuran Beton FS 45 pada penelitian ini.

3.2 Proporsi Campuran

Perhitungan rencana campuran beton menggunakan Job Mix Design Fs 45 dari PT. Fitra Wika untuk Peningkatan Jalan Simpang Beringin – Maredan dengan perhitungan komposisi berat bahan sebagai berikut :

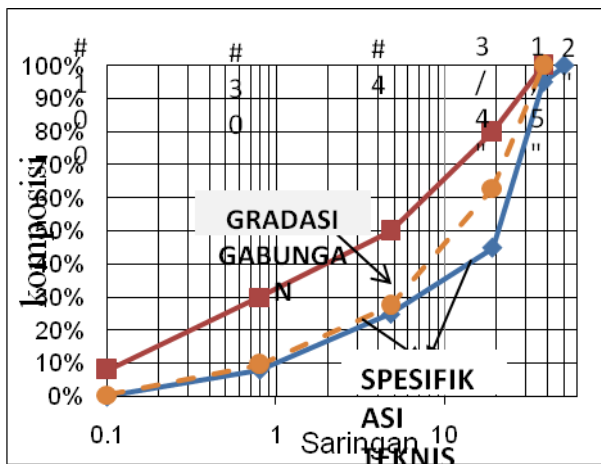
Berat untuk 1 m³ Beton :

Tabel 3. Komposisi berat untuk beton 1 m³

SEMENT (kg)	PASIR (kg)	BPC 1-2 (kg)	BPC 2-3 (kg)	AIR (kg)
398,75	576,69	665,42	532,33	179,44

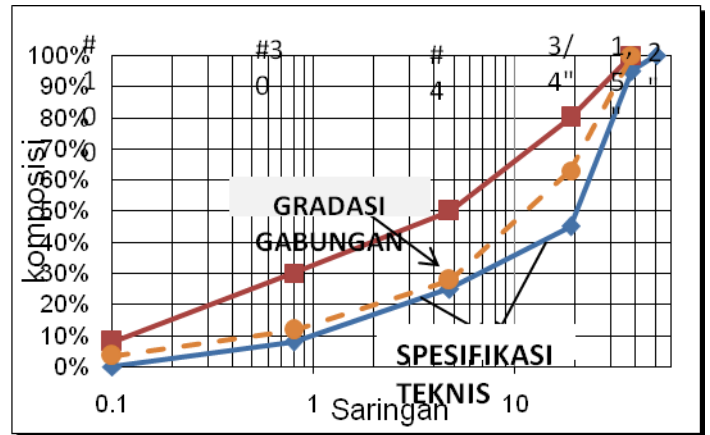
Sumber : Job Mix Design Fs 45 Peningkatan Jalan Simpang Beringin PT. Fitra Wika

Hasil Gradasi Gabungan dari komposisi penambahan fly ash 0%, 5%, 10% dan 15% sebagai berikut :

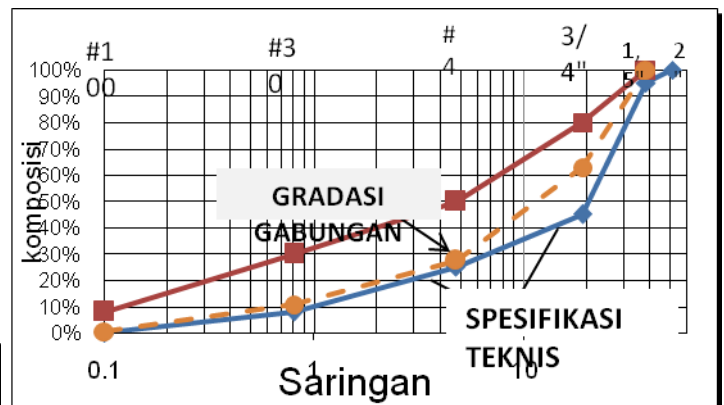


Gambar 6. Grafik Gradasi Gabungan Penambahan Fly Ash 0%

Gambar 7. Grafik Gradasi Gabungan Penambahan Fly Ash 5%



Gambar 8. Grafik Gradasi Gabungan Penambahan Fly Ash 10%



Gambar 9. Grafik Gradasi Gabungan Penambahan Fly Ash 15%

Semua gradasi gabungan menunjukkan bahwa Gradasi Gabungan masih dalam batas spesifikasi teknis bina Marga Tahun 2010 Rev. 3 (Marga, 2010) yang diajukan acuan oleh penulis dalam *mix design* campuran.

3.3 Perhitungan Rencana Campuran

Perhitungan rencana campuran beton menggunakan Job Mix Design Fs 45 dari PT. Fitra Wika untuk Peningkatan Jalan Simpang

Beringin – Maredan dengan perhitungan komposisi berat bahan sebagai berikut :

Berat untuk 1 m³Beton :

Tabel 4. Komposisi berat untuk beton 1 m³

SEM EN (kg)	PA SIR (kg)	BPC 1-2 (kg)	BPC 2-3 (kg)	AIR (kg)
398,75	576,69	665,42	532,33	179,44

Sumber : Job Mix Design Fs 45 Peningkatan Jalan Simpang Beringin PT. FitraWika

Maka untuk satu cetakan balok ukuran 60 cm x 15 cm x15 cm

1. Hitung Volume Balok

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \\ &= 13.500 \text{ cm}^3 \\ &= \mathbf{0,0135 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

2. Hitung Perbandingan Volume untuk mencari berat bahan

- a. **Semen** dalam 1 m³ Beton = 398,75 kg

$$\begin{aligned} \text{Semen dalam } 0,0135 \text{ m}^3 &= x \text{ kg?} \\ x &= \frac{0,0135 \text{ m}^3 \times 398,75 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 5,383 \text{ kg} \end{aligned}$$

Hasilnya dikali faktor koreksi 1,2 = 5,383 x 1,2 = **6,460 kg.**

- b. **Pasir** dalam 1 m³ Beton = 576,69 kg

$$\begin{aligned} \text{Pasir dalam } 0,0135 \text{ m}^3 &= x \text{ kg?} \\ x &= \frac{0,0135 \text{ m}^3 \times 576,69 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 7,785 \text{ kg} \end{aligned}$$

Hasilnya dikali faktor koreksi 1,2 = 7,785 x 1,2 = **9,342 kg.**

- c. **BPC 1-2** dalam 1 m³ Beton = 665,42

kg

BPC 1-2 dalam 0,0135 m³ = x kg?

$$x = \frac{0,0135 \text{ m}^3 \times 665,42 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 8,983 \text{ kg}$$

Hasilnya dikali faktor koreksi 1,2 = 8,983 x 1,2 = **11,780 kg.**

- d. **BPC 2-3** dalam 1 m³ Beton = 532,33 kg

BPC 2-3 dalam 0,0135 m³ = x kg?

$$x = \frac{0,0135 \text{ m}^3 \times 532,33 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 7,186 \text{ kg}$$

Hasilnya dikali faktor koreksi 1,2 = 7,186 x 1,2 = **8,623 kg.**

- e. **Air** dalam 1 m³ Beton = 179,44 kg

Air dalam 0,0135 m³ = x kg?

$$x = \frac{0,0135 \text{ m}^3 \times 179,44 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 2,422 \text{ kg}$$

Hasilnya dikali faktor koreksi 1,2 = 2,422 x 1,2 = **2,906 kg.**

Jika dihitung total komposisi berat bahan unuk 1 cetakan balok:

$$\begin{aligned} \text{Berat Total} &= \text{Berat Semen} + \text{Berat Pasir} + \\ &\text{Berat BPC 1-2} + \text{Berat BPC 2-3} + \\ &\text{Berat Air} \\ &= 6,460 \text{ kg} + 9,342 \text{ kg} + 11,780 \\ &\text{kg} + 8,623 \text{ kg} + 2,906 \text{ kg} \\ &= \mathbf{39,111 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Sedangkan kapasitas untuk 1 adukan molen ±70 kg, maka setiap adukan berat tidak dapat melebihi beban tersebut (disarankan oleh pengawas laboratorium bahan bangunan). Sehingga setiap satu adukan hanya bias untuk satu cetakan.

Tabel 5. Komposisi bahan untuk 1 cetakan balok

Kadar Pencampuran semen dengan Fly Ash	Total Volume (m ³)	Air (liter)	Pasir (kg)	Batu Pecah 1-2 (kg)	Batu Pecah 2-3 (kg)	Semen (kg)	Fly Ash (kg)
0%	0,0135	2,906	9,342	11,780	8,623	6,460	0
5%	0,0135	2,906	9,342	11,780	8,623	6,137	0,323
10%	0,0135	2,906	9,342	11,780	8,623	5,814	0,646
15%	0,0135	2,906	9,342	11,780	8,623	5,491	0,969

Penggunaan Campuran Fly Ash Limbah Asphalt Mixing Plant dapat di hitung dari sebagai berikut:

- Berat Semen (1 cetakan) = **6,460 kg**.
- Kadar campuran Fly Ash AMP

$$5\% = 5\% \times \text{berat semen} =$$

- $5\% \times 6,460 \text{ kg} = \mathbf{0,323kg}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Semen (campur)} &= \text{Berat Semen} \\ &- 5\% \text{ Fly Ash} \\ &= \mathbf{6,460 \text{ kg} -} \\ &\mathbf{0,323kg = 6,137 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$10\% = 10\% \times \text{berat semen} =$$

- $10\% \times 6,460 \text{ kg} = \mathbf{0,646kg}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Semen (campur)} &= \text{Berat Semen} \\ &- 5\% \text{ Fly Ash} \\ &= \mathbf{6,460 \text{ kg} -} \\ &\mathbf{0,646kg = 5,814 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$15\% = 15\% \times \text{berat semen} =$$

- $15\% \times 6,460 \text{ kg} = \mathbf{0,969kg}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Semen (campur)} &= \text{Berat Semen} \\ &- 5\% \text{ Fly Ash} \\ &= \mathbf{6,460 \text{ kg} -} \\ &\mathbf{0,969kg = 5,491 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut maka dapat dihitung kebutuhan bahan satu kali adukan (volume 1 cetakan balok 60 cm x15 cm x15 cm) dalam table berikut.

Sumber : Hasil Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

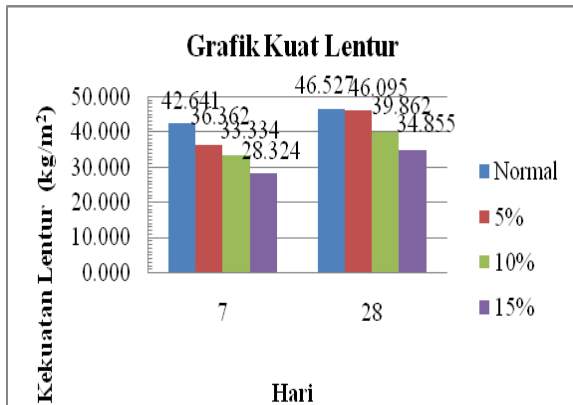
4.1 Hasil Uji Kuat Lentur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pada umur 7 hari yang berkisar antara 80.80 %. Hal ini menunjukkan hasil pengujian memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 yaitu sebesar 80%. Sedangkan pada umur 28 hari yang hasil kuat lentur diperoleh berkisar antara 102.4% juga memenuhi syarat Spesifikasi Teknis Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3 (Marga, 2010) yaitu sebesar 100%. Hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 10.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Lentur

Balok (campuran Fly Ash AMP)	Hari pengujian (kg/m ²)	
	7 hari	28 hari
Normal	42,641	46,527
5%	36,362	46,095
10%	33,334	39,862
15%	28,324	34,855

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 10. Hasil Uji Kuat Lentur

Campuran *fly ash* 5 % merupakan campuran dengan kenaikan yang paling maksimum. Dapat di lihat bahwa penggunaan *fly ash* dengan variasi diatas 5% pada campuran tersebut tidak lagi sebagai pozzolan yang dapat membentuk senyawa yang bersifat mengikat akan tetapi fungsinya menjadi agregat halus dalam campuran beton, akibat pemakaian *fly ash* yang berlebihan menyebabkan limbah *fly ash* tidak habis bereaksi dengan air dalam campuran beton.

Sisa limbah *fly ash* yang tidak habis ini merupakan bahan kapur tohor (CaO) yang tidak aktif dari limbah *fly ash*. Semakin tinggi kemurnian kapur semakin besar reaksinya terhadap air (Mulyono, 2004). CaO yang tidak aktif menimbulkan rongga udara pada beton yang berasal dari penguapan air. Semakin banyak CaO yang tidak aktif terjebak, semakin besar volume rongga udara yang dihasilkan. Semakin besar volume rongga udara dalam beton menyebabkan kepadatan beton menjadi berkurang dan akibat akhirnya adalah kekuatan beton menurun. Penggunaan abu terbang dengan variasi diatas 5% tersebut mengakibatkan kelebihan kadar SiO₂ tidak dapat bereaksi lagi dengan kapur sehingga kuat tekan beton menurun karena tidak terbentuknya kapur hidrolis, kandungan zat organik yang tinggi dapat menyebabkan tidak sempurnanya proses hidrasi beton.

5. Kesimpulan

Penggunaan Pasir Urug dan *fly ash* hasil pembakaran AMP memenuhi syara tuntut campuran beton Fs 45.

1. Hasil optimum didapat pada pengganti semen 5 % dengan nilai kuat lentur 80.80 % pada umur 7 hari dan sebesar 102.4% pada Umur Beton 28 Hari. Sedangkan nilai kuat tekan 363.62 kg/cm² pada umur 7 hari dan 460.95 kg/cm² pada umur 28 hari. Jika di analisis pada penambahan 3.3 % adalah titik optimum untuk penambahan fly ash.
2. Penggunaan *fly ash* dengan variasi diatas 5 % pada campuran tersebut tidak lagi sebagai pozzolan yang dapat membentuk senyawa yang bersifat mengikat akan tetapi fungsinya menjadi agregat halus dalam campuran beton, akibat pemakaian *fly ash* yang berlebihan menyebabkan limbah *fly ash* tidak habis bereaksi dengan air dalam campuran beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Universitas Abdurrab yang telah memberikan dana hibah internal 2018 dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Abdurrab yang memberikan kesempatan dalam melaksanakan Tri dharma Perguruan tinggi dalam Penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Marga, B. (2010). Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi 3. *Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.*
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.*
- Munir, M. (2008). Pemanfaatan abu batubara (*fly ash*) untuk hollow block yang bermutu dan aman bagi lingkungan. program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & 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, 1*(2).
- Sumajouw Marthin, D. J., & Windah, R. S. (2014). Pengaruh Pemanfaatan Abu terbang (*fly ash*) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai substitusi parsial terhadap

kuat tekan beton”. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.*

Wardani, S. P. R. (2008). Pemanfaatan limbah batubara (Fly Ash) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan.

Yunus, A. (2010). Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta.