

**PERENCANAAN JALAN INSPEKSI DENGAN LAPIS PERMUKAAN  
PAVING BLOCK MODIFIKASI LIMBAH FLY ASH DI BANDAR UDARA  
HUSEIN SASTRANEGARA BANDUNG**

**Indah Tunjung Prabasari<sup>(1)</sup>, Nurhedhi Desryanto<sup>(2)</sup>, Ajeng Miranti P.<sup>(3)</sup>**

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

**Abstrak:** Bandar udara Husein Sastranegara Bandung saat ini belum memiliki fasilitas jalan inspeksi sehingga diperlukan adanya fasilitas tersebut sebagai prasarana menunjang kegiatan pemantauan di bandar udara. Direncanakan jalan inspeksi menggunakan perkerasan jalan inspeksi menggunakan perkerasan fleksibel dengan lapisan *surface* yaitu *paving block* dengan menggunakan *fly ash* sebagai material pengganti semen PC. Analisa perhitungan yang digunakan adalah SNI 03-1732-1989 F dan Tata Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota No.038/TBM/1997. Dari perhitungan didapat hasil total tebal perkerasan yaitu 31 cm dengan *subbase course* 13 cm, *base* 10 cm, *surface* 8 cm. untuk lebar perkerasan tikungan adalah 2,55 m untuk semua desain tikungan, sedangkan dimensi jalan inspeksi yaitu panjang 1.649 m dengan lebar 5 m. Maka untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal dibutuhkan kembali pengujian kuat tekan pada perkerasan.

**Kata Kunci:** Jalan inspeksi, *fly ash*, *paving block*

**Abstract:** Husein Sastranegara Bandung *airport currently does not have road inspection facility. Therefore, it is necessary to have such facility as an infrastructure to support monitoring activities at the airport. It is planned that the inspection road will use inspection pavement using flexible pavement with a surface layer, that is paving blocks using fly ash as a replacement for PC cement. The calculation analysis used is SNI 03-1732-1989 F and Highway Geometric Design Procedures. From the calculation, the total thickness of the pavement is 31 cm with the subbase course 13 cm, base 10 cm, surface 8 cm. the width of the bend pavement is 2.55 m for all bend designs, while the inspection road dimension is 1,649 m in length with 5 m width. Thus, it is necessary to re-test the compressive strength of the pavement to get more maximum result.*

**Keyword:** *Inspection Road, Fly Ash, Paving Block*

## Pendahuluan

Pada saat ini Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung belum membutuhkan jalan inspeksi untuk meminimalisir pergerakan yang menggunakan area *runway* serta memantau kegiatan di sekeliling bandar udara. modifikasi fly ash sebagai lapisan surfaced Metode yang digunakan dalam perhitungan yaitu SNI 03-1732-1989 F dan Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota No.038/TBM/1997

## Tinjauan Pustaka

### Jalan Inspeksi

Jalan inspeksi (*inspection road/check road*) adalah jalan yang dibangun disekeliling batas bandar udara dan digunakan untuk pemeriksaan fasilitas bandara secara rutin seperti pagar sisi udara, aliran air dan saluran drainase. Disamping itu, jalan inspeksi juga digunakan untuk kendaraan-kendaraan darurat seperti pemadam kebakaran PKP-PK.

### Bata beton (*Paving Block*)

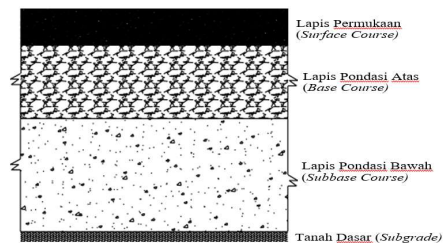
Bata beton (*Paving Block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolisis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

Klasifikasi Bata beton:

- Mutu A: digunakan untuk jalan
- Mutu B: digunakan untuk peralatan parker
- Mutu C: digunakan untuk pejalan kaki
- Mutu D: digunakan untuk taman dan penggunaan lain

## Perkerasan Lentur

Perkerasan *flexible* adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis, maksudnya adalah perkerasan akan mudah berubah saat diberi pembebanan yang berlebih. Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: tanah dasar (*Subgrade*) lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*).



### Fly Ash (Abu Terbang)

Abu terbang atau *fly ash* adalah residu halus yang dihasilkan dari pembakaran atau pembubukan batubara dan ditransportasikan oleh aliran udara panas (SNI 03-2460-2014). Presentase abu batubara yang dihasilkan dari sisa pembakaran batuabara adalah *fly ash* (80- 90%) dan *bottom ash* (10-20%).

Penggunaan batubara sebagai sumber energi berkembang pesat sehingga menghasilkan jumlah limbah *fly ash* yang cukup besar. Fly ash merupakan bahan limbah dari pembakaran batubara yang dikategorikan sebagai limbah B3 (PP nomor 85 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun). Sehingga perlu diadakannya pengelolaan agar tidak menimbulkan

masalah pada lingkungan, seperti pencemaran air dan pencemaran udara. Berikut tabel Persyaratan Kimia:

Uraian	Kelas		
	N	F	C
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , min, %	70	70	50
SO <sub>3</sub> , maks, %	4	5	5
Kadar air, maks, %	3	3	3
Hilang pijar, maks, %	10	6	6

Metode dan Analisis Komponen Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan Raya (Fleksibel)

Tebal perkerasan untuk jenis perkerasan fleksibel dihitung berdasarkan metode SNI 03- 1732-1989 F dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

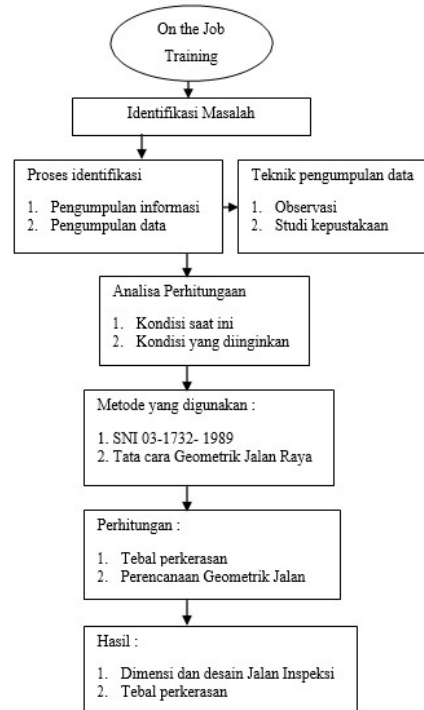
Keterangan :

- a<sub>1</sub> = koefisien kekuatan relative lapisan permukaan.
- a<sub>2</sub> = koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas
- a<sub>3</sub> = koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi bawah.
- D<sub>1</sub> = tebal lapisan permukaan
- D<sub>2</sub> = tebal lapisan pondasi atas
- D<sub>3</sub> = tebal lapisan pondasi bawah

Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan dihitung berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota No.038/TBM/1997 untuk menghasilkan klasifikasi medan jalan, perhitungan alinemen horizontal dan pelebaran tikungan.

## Metodologi Penelitian



## Hasil Dan Pembahasan

Data Eksisting

a. Data Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Jumlah pergerakan perhari
1	Kendaraan ringan 2 ton	48 kend./hari
	a. Mobil Pick up	
	b. Ambulance	4 kend./hari
2	Runway sweeper	1 kend./hari
3	Truk 2 as 20 ton	1 kend./hari
4	Truk 3 as 42 ton	2 ken d./h ari

b. Dimensi Jalan Inspeksi

Berdasarkan SKEP 347/XII/1999 syarat lebar jalan inspeksi yaitu 3–5,5m, maka penulis merencanakan lebar jalan inspeksi sebesar 5 meter.

c. *Fly Ash*

*Fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Paiton di Probolinggo Jawa Timur dan diuji oleh PT. Abu & Co. *Fly ash* yang dihasilkan merupakan type F grade 100 yang dibakar dengan temperatur >550° C. Berikut hasil pengujian kandungan kimia *fly ash* sesuai dengan SNI 03-2460-2014 oleh PT. Abu & Co:

No	Chemical composition	Mass (%)	No	Chemical composition	Mass (%)
1	SiO <sub>2</sub>	36.50	10	SrO	0.17
2	CaO	19.65	11	CuO	0.04
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.27	12	ZrO <sub>2</sub>	0.03
4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.00	13	ZnO	0.02
5	SO <sub>2</sub>	3.45	14	HgO	0.02
6	K <sub>2</sub> O	0.90	15	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02
7	TiO <sub>2</sub>	0.71	16	Rb <sub>2</sub> O	0.01
8	BaO	0.31	17	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01
9	MnO	0.20	Jumlah		100.00

d. *Paving Block*

Dimensi

Berdasarkan SNI 03- 0691-1996 syarat tebal *paving block* yang digunakan minimal 6 cm. Penulis merencanakan tebal *paving block* sebesar 8 cm. Maka dimensi *paving block* yaitu panjang = 20 cm, lebar = 10 cm dan tebal = 8 cm

Kuat tekan paving block

Berdasarkan data nilai kuat tekan tertinggi yaitu K 298,66 ≈ K 300, maka sesuai dengan SNI 03-0691-1996 pada tabel tentang sifat – sifat fisika pada paving block maka paving block tersebut termasuk Mutu A yaitu yang digunakan untuk jalan.

Uji Rembes Air

Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa hasil penyerapan air di bawah 3%, maka sesuai dengan SNI 03-0691- 1996 pada tabel 2.1 tentang

sifat – sifat fisika pada paving block maka paving block tersebut termasuk Mutu A yaitu yang digunakan untuk jalan.

Uji Penetrasi Air

Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa hasil penetrasi air memiliki rata- rata sebesar 1,63 cm, maka sesuai dengan SNI 03-2914-1992 pada ketentuan minimum beton kedap air, maka paving block tersebut memenuhi syarat yaitu di kurang dari 5 cm.

Uji Asam

Perubahan bentuk benda uji yang telah direndam dengan larutan asam larutan (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan konsentrasi 10% dengan pH 1±0,1 selama 4 bulan dapat dilihat pada gambar Benda uji dengan menggunakan *fly ash* lebih mampu menjaga bentuknya dibandingkan dengan benda uji yang menggunakan semen Portland. Maka dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti material semen lebih tahan terhadap asam.

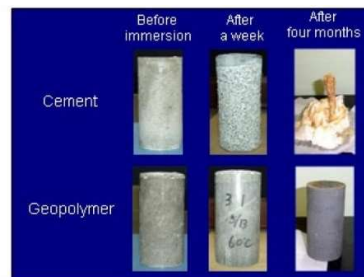


Fig. 1 Acid proof test (immersion in 10% sulfuric acid solution)

Data Curah Hujan

Data Curah Hujan Kota Bandung

NO	TAHUN	CURAH HUJAN (mm)	NO	TAHUN	CURAH HUJAN (mm)
1	1985	123.00	16	2000	95.00
2	1986	79.00	17	2001	78.00
3	1987	81.00	18	2002	100.00
4	1988	66.00	19	2003	119.00
5	1989	52.00	20	2004	70.20
6	1990	101.00	21	2005	80.00
7	1991	68.00	22	2006	94.30
8	1992	88.00	23	2007	69.50
9	1993	77.00	24	2008	67.80
10	1994	165.00	25	2009	88.90
11	1995	56.00	26	2010	104.73
12	1996	115.00	27	2011	101.60
13	1997	105.00	28	2012	138.90
14	1998	108.00	29	2013	166.60
15	1999	74.50	30	2014	154.00

Sumber: BMKG

Perhitungan

a. Perkerasan

Umur Rencana

Umur rencana jalan yang direncanakan adalah 10 tahun dari tahun 2020 sampai dengan 2030. Masa perencanaan dan pembangunan adalah 4 bulan (0,3 tahun).

Perkembangan lalu lintas

Faktor perkembangan lalu lintas diasumsikan sebesar 0% per tahun, dikarenakan tidak adanya pertumbuhan kendaraan operasional di Bandar Udara Husein Sastranegara.

Data kendaraan

Data kendaraan yang digunakan adalah pada data eksisting di atas.

Angka Ekuivalen

No	Jenis kendaraan	Angka ekuivalen
1	Kendaraan ringan 2 ton	0,0004
2	Runway sweeper	4,809
3	Truk 2 as 20 ton	1,071
4	Truk 3 as 42 ton	21,8386

Lintas Harian Rencana (LHR)

No.	Jenis Kendaraan	LHR	
		0,3 tahun	10 tahun
1	Kendaraan ringan 2 ton	52 Kend.	52 Kend.
2	Runway sweeper	1 Kend.	1 Kend.
3	Truk 2 as 20 ton	1 Kend.	1 Kend.
4	Truk 3 as 42 ton	2 Kend.	2 Kend.

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Dalam perencanaan jalan inspeksi di Bandar Udara Husein Sastranegara jumlah lajur rencananya yang akan dibangun adalah 1 lajur dan 2 arah. Maka nilai koefisien dapat dilihat pada tabel berikut :

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan		Kendaraan berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	-	0,300	-	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,40

Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = LHR_{permulaan} \times C \times E$$

Kendaraan Ringan 2 ton	= 52 × 1 × 0,0004	= 0,0208
Runway sweeper		
2 as 18 ton	= 1 × 1 × 4,8090	= 4,8090
Truk 2 as 18 ton	= 1 × 1 × 1,0710	= 1,0710
Truk 3 as 42 ton	= 2 × 1 × 21,8386	= 43,6772
LEP		= 49,578

Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LHR_{akhir} \times C \times E$$

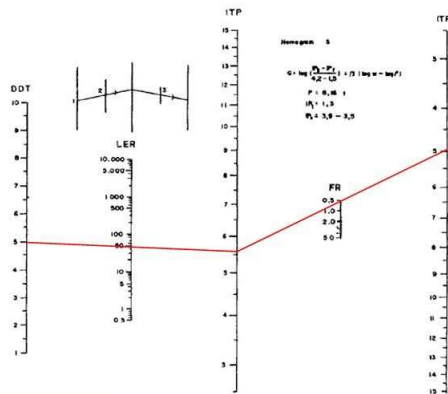
Kendaraan Ringan 2 ton	= 52 × 1 × 0,0004	= 0,0208
Runway sweeper		
2 as 18 ton	= 1 × 1 × 4,8090	= 4,8090
Truk 2 as 18 ton	= 1 × 1 × 1,0710	= 1,0710
Truk 3 as 42 ton	= 2 × 1 × 21,8386	= 43,6772
LEP		= 49,578

Lintas Ekuivalen Tengah (LET)  
 $LET = (LEP + LEA)$   
 Maka:  $LET = (49,578 + 49,578)$   
 $LET = 49,578$

Lintas Ekuivalen Rencana  
 $LER = LET$   
 Maka:  $LER = 49,578$   
 $LER = 49,578$

Indeks Tebal Perkerasan  
 $IP_t = 1,5$   
 $IP_o = 3,9-3,5$   
 $CBR = 6\%$   
 $DDT = 5,0$   
 $FR = 0,5$   
 $LER = 49,578$

Jadi nilai dari ITP adalah 5 (nomogram 5)



**Susunan Perkerasan**

Susunan perkerasan didapat dari koefisien relatif yaitu sebagai berikut :

- Lapisan permukaan (*surface course*) digunakan Laston (Lapis Aspal Beton) MS 340 dengan nilai  $a_1 = 0,30$ .
- Lapisan pondasi atas (base course) digunakan batu pecah kelas C dengan nilai CBR 60% dan  $a_2 = 0,12$ .
- Lapisan pondasi bawah (sub base

- course) digunakan sirtu kelas C dengan nilai CBR 30% dan  $a_3 = 0,11$ .
- Tanah dasar (*subgrade*) digunakan tanah urug dengan  $CBR \geq 6\%$ .

**Tebal perkerasan**

Dari batas-batas tebal minimum lapisan, didapatkan tebal minimum dari masing- masing lapisan perkerasan:

Lapisan *surface* ( $D_1$ ) = 8 cm  
 Lapisan base ( $D_2$ ) = 10 cm

Maka tebal lapisan subbase

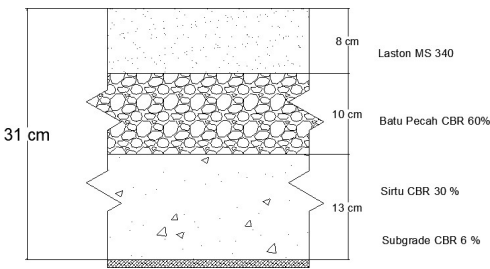
$$(D_3) : ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$5 = (0,30 \times 8) + (0,12 \times 10) + (0,11 \times D_3)$$

$$5 = 2,4 + 1,2 + 0,11 D_3$$

$$D_3 = 12,72 \text{ cm}$$

Maka tebal perkerasan sub base jalan inspeksi = 12,72= 13 cm



**b. Perencanaan Geometrik Jalan**  
**Klasifikasi medan**

Berdasarkan sketsa dan data kontur, Persentase kemiringan yang didapat adalah **0,00 %** maka termasuk jenis medan **datar**.

**Kecepatan Rencana**

Kecepatan rencana untuk jalan lokal medan datar disyaratkan 40-70 km/jam, maka kecepatan rencana yang diambil yaitu 60 km/jam.

**Alinemen horizontal**

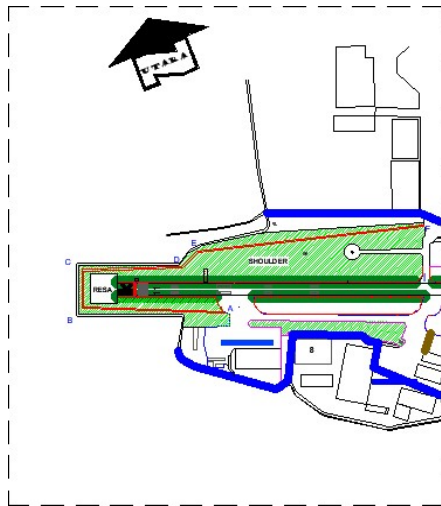
Hasil perhitungan lengkung tikungan adalah sebagai berikut:

	Tikungan B	Tikungan C	Tikungan D	Tikungan E
V	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam	60 km/jam
$\beta$	70°	70°	50°	50°
Rc	130 m	130 m	130 m	130 m
e	0,098	0,098	0,098	0,098
Ls	60	60	60	60
$\theta_s$	13,22°	13,22°	13,22°	13,22°
$\theta_c$	43,56°	43,56°	23,56°	23,56°
Lc	98,83 m	98,83 m	53,45 m	53,45 m
Xs	60 m	60 m	60 m	60 m
Ys	4,61 m	4,61 m	4,61 m	4,61 m
p	1,17 m	1,17 m	1,17 m	1,17 m
k	30,7 m	30,7 m	30,7 m	30,7 m
Es	30,12 m	30,12 m	14,73 m	14,73 m
Ts	122,54	122,54	91,86 m	91,86 m
L	218,83 m	218,83 m	183,72 m	183,72 m

#### Pelebaran Tikungan

Dari hasil perhitungan, didapatkan pelebaran di tikungan sebesar 2,55 m untuk semua tikungan

Dari seluruh hasil perhitungan maka didapat perencanaan jalan inspeksi sebagai berikut :



#### Kesimpulan Dan Saran

##### Kesimpulan

1. Tebal Perkerasan Total: 31 cm
2. Subbase 13 cm, Base course 10 cm, Surface 8 cm
3. Presentase kemiringan sebesar

0,00%, maka klasifikasi medan yaitu jenis medan datar

4. Dimensi jalan inspeksi adalah panjang= 1.649 meter dan berdasarkan SKEP 347/XII/1999 lebar jalan inspeksi = 5 meter.
5. Lebar perkerasan di tikungan sebesar 2,55 m untuk semua tikungan

#### Saran

1. Diperlukan perhitungan dalam menentukan drainase.
2. Diperlukan pengujian kembali terhadap kuat tekan pada perkerasan *paving block* dengan *fly ash* sebagai pengganti material semen.
3. Produk *paving block* dengan menggunakan *fly ash* diharapkan dapat di uji coba pada sarana sisi darat Bandar udara UPBU milik Ditjenhubud.
4. Disarankan pihak bandar udara segera melakukan pembangunan jalan inspeksi sebagai sarana pendukung kegiatan pemantauan, pemeliharaan dan pemeriksaan fasilitas di Bandar udara

#### Daftar Pustaka

- ASTM C 618-03 *Tentang Standard Specification For Coal Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan For Use In Concrete*
- Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1987.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Jalan No.038/T/BM/1997 *Tata Cara Perencanaan Geometrik*

- Jalan Antar Kota*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1997.
- Manual perkerasan jalan dengan alat Benkelman no. 01/MN/BM/83
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : KP 262 Tahun 2017 Tanggal 29 September 2017 *Tentang Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Manual Of Standard CASR – Part 139) Volume 1 Bandar Udara (Aerodrome)*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 *Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun*.
- Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 *Tentang Batu Beton (Paving Block)*.
- Standar Nasional Indonesia 03-2460-2014 *Tentang Spesifikasi Abu Terbang Batu Bara dan Pozolan Alam Mentah Atau Yang Telah Dikalsinasi Untuk Digunakan Dalam Beton*
- Standar Nasional Indonesia 03-2914-1992 *Tentang Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*
- Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor **SKEP/347/XII/1999** Tanggal 31 Desember 1999 *tentang Standar Rancang Bangun dan/atau Rekayasa Fasilitas dan Peralatan Bandar Udara*
- Saodang, hamirham. 2004. *Konstruksi jalan raya: buku 1 geometrik jalan*. Bandung : Nova.
- Ryan Renaldo W, Antoni dan Djwantoro H. 2016. “*Ketahanan di Lingkungan Asam, Kuat Tekan dan Penyusutan Beton dengan 100% Fly Ash pada Jangka Panjang*”. Universitas Petra.