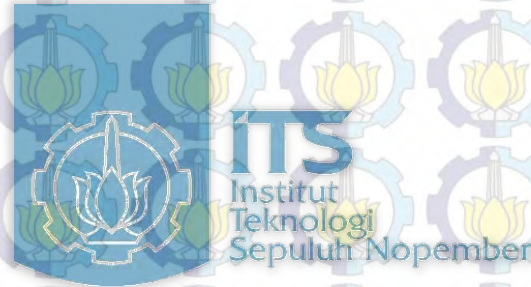


Laporan Tugas Akhir

ANALISA LIFE CYCLE COST PERKERASAN KAKU DAN LENTUR JALAN NASIONAL

(STUDI KASUS: JALAN BATAS KOTA BOJONEGORO-PADANGAN)



Oleh :

FENDY NUR BETAMAL

3112106001

Dosen Pembimbing:

CAHYONO BINTANG NURCAHYO, ST., MT.

Prof. INDRASURYA B. MOCHTAR, Ir., M.Sc., Ph.D.

Program Sarjana Lintas Jalur

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

2015

OUTLINE

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
ANALISA HASIL
KESIMPULAN

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Kerusakan Jalan Nasional lebih cepat dibandingkan dengan umur rencana jalan.

Current State

Beban kendaraan berlebih dan kenaikan volume lalu lintas melanggar persyaratan Manual Desain Perkerasan 2013.

Ideal State

Beban kendaraan dan umur rencana sesuai persyaratan terkait.

To close the gap...

Umur rencana optimum yang ditentukan dari analisis *life cycle cost* dan analisis beban sumbu secara menyeluruh.

Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

	Lentur	Kaku
Umur Rencana	20	40

Vehicle damage factor Bina Marga MST-10ton

No.	Type kendaraan & golongan		Nilai VDF
1	Bus kecil	5a	0,3
2	Bus besar	5b	1,0
3	Truck 2 as (H)	6	7,3
4	Truck 3 as	7a	28,9
5	Trailer 4 as, truck gandengan	7b	36,9
6	Truck s. trailer 5 as	7c	41,6

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk desain

	2011-2020	>2021-2030
Arteri & Perkotaan	5%	4%

PENDAHULUAN

2. TUJUAN PENULISAN

1. Tujuan utama :

Mengetahui nilai *life cycle cost* pada dua tipe perkerasan jalan berdasarkan Manual Desain Perkerasan 2013.

2. Detil tujuan:

Perencanaan Perkerasan Lentur

Mengetahui biaya awal konstruksi

Mengetahui biaya pemeliharaan

Menjamin tercapainya tingkat layanan jalan sepanjang umur pelayanan jalan dengan *life cycle cost* yang minimum;

PENDAHULUAN

3. BATASAN MASALAH

1. Biaya awal konstruksi, biaya operasional dan perawatan, serta biaya penggantian, mengacu pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan Jawa Timur.
2. Umur rencana jalan selama 20 tahun.
3. Data tanah dianggap sama untuk setiap perkerasan jalan.

OUTLINE



PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
ANALISA HASIL
KESIMPULAN

TINJAUAN PUSTAKA

- Manual Desain Perkerasan 2013
- Pd T-05-2005 Perencanaan Tebal Lapis Tambah
- Jurnal Terkait *Life Cycle Cost*

TINJAUAN PUSTAKA

* *Initial Cost*

Disebut juga biaya awal dimana biaya ini meliputi biaya konstruksi, biaya desain, biaya perijinan, dan biaya pengembangan.

* *Operational and Maintenance Costs*

Biaya perawatan berkala yang mungkin terjadi setiap tahun ataupun dalam periode waktu tertentu.

* *Replacement Cost*

Merupakan biaya yang timbul karena usaha untuk mempertahankan fungsi asli dari suatu jalan.

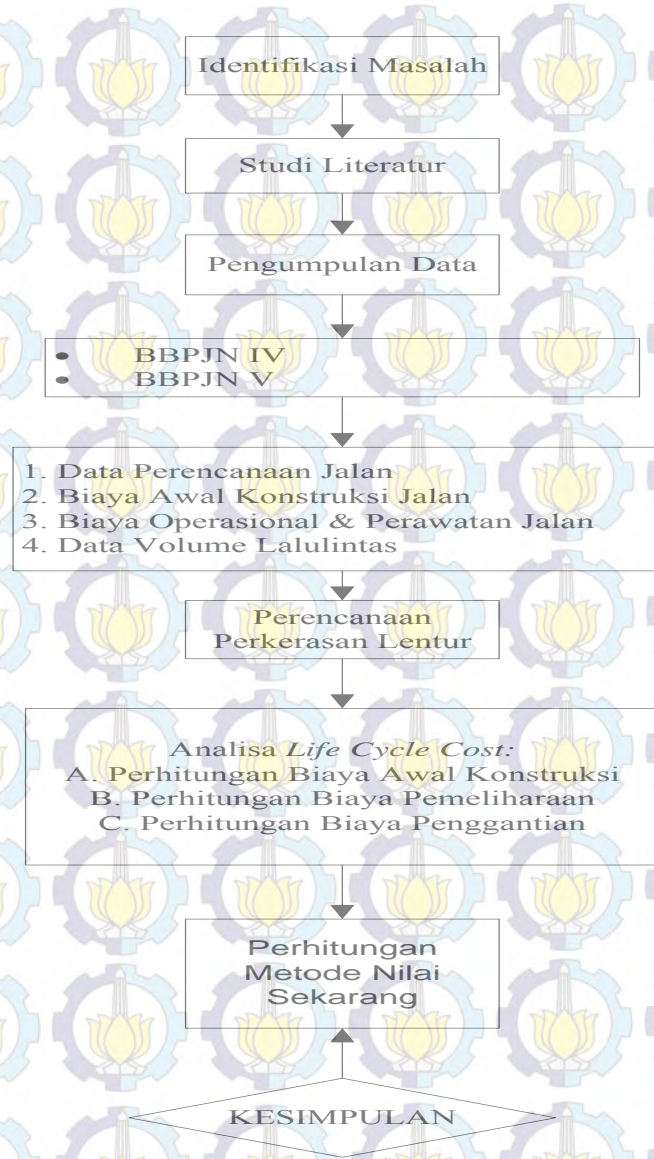
* *Terminal Value*

Merupakan Nilai sisa suatu bangunan yang sudah habis umur ekonomisnya.

OUTLINE

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
ANALISA HASIL
KESIMPULAN

1. BAGAN ALIR



2. DATA LHR

METODOLOGI

Data LHR tahun 2011 Bojonegoro - Padangan

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011
1	1	Sepeda Motor	2109
2	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	5564
3	3	Angkutan Kota, MPU	6748
4	4	Mobil Box, Pick up	4552
5	5A	Bus Kecil	396
6	5B	Bus Besar	6
7	6A	Truk Ringan	1684
8	6B	Truk 2As	374
9	7A	Truk 3As	158
10	7B	Trailer	8
11	7C	Semitrailer	55

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

Rencana Kenaikan LHR Bojonegoro-Padangan

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011	i pertahun
1	5A	Bus Kecil	396	4%
2	5B	Bus Besar	6	4%
3	6A	Truk Ringan	1684	3%
4	6B	Truk 2As	374	3%
5	7A	Truk 3As	158	2%
6	7B	Trailer	8	2%
7	7C	Semitrailer	55	2%

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

3. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

KENDARAAN NIAGA	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
	Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF ₁ Pangkat ⁴	VDF ₅ Pangkat ⁵
	1	1	Sepeda Motor	1.1		2	30,4			
	2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / pickup / station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
	5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
	5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
	6a.1	6.1	Truk 2 sumbu-cargoningan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a.2	6.2	Truk 2 sumbu- ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-cargo sedang	1.2	muatan umum	2			0,7	0,7
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu- sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
	6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu- berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
	6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu- berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.2.2	muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.2.2	tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
	7b	10	Truk 2 sumbudan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	38,9	80,4
	7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2 - 2.2		4	0,3	0,50	13,6	24,0
	7c2.1	12	Truk 5 sumbu- trailer	1.2.2 - 2.2		5	0,7	1,00	19,0	33,2
	7c2.2	13	Truk 6 sumbu- trailer	1.2 - 2.2.2		6			30,3	68,7
	7c3	14	Truk 8 sumbu- trailer	1.2.2 - 2.2.2		8	0,3	0,50	41,6	83,7

Catatan : Data didasarkan pada survey beban lalu lintas Arteri Pulau Jawa – 2011. Lihat hasil survey WIM 2011 untuk informasi lebih lanjut

OUTLINE

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
ANALISA HASIL
KESIMPULAN

1. CESA

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)

$$ESA_{\text{bus kecil}} = 445 \times 0.3$$

$$= 133.63$$

$$R = \frac{(1+0.01 \times 4)^{20} - 1}{0.01 \times 4}$$

$$= 29.778$$

$$CESA_{\text{bus kecil}} = 133.63 \times 365 \times 29.7781$$

$$= 1452466.065$$

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2014	VDF	ESA	i	R	CESA
1	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	6441	-	-	6%	36.7856	-
2	3	Angkutan Kota, MPU	7812	-	-	5%	33.066	-
3	4	Mobil Box, Pick up	5270	-	-	5%	33.066	-
4	5A	Bus Kecil	445	0.3	133.63	4%	29.7781	1452466.065
5	5B	Bus Besar	7	1	6.75	4%	29.7781	73356.87199
6	6A	Truk Ringan	1840	0.8	1472.12	3%	26.8704	14438109.52
7	6B	Truk 2As	409	7.3	2983.36	3%	26.8704	29259892.09
8	7A	Truk 3As	168	28.9	4845.69	2%	24.2974	42974177.47
9	7B	Trailer	8	36.9	313.27	2%	24.2974	2778235.117
10	7C	Semitrailer	58	41.6	2428.04	2%	24.2974	21533204.43
TOTAL			22458	-	12183			112509441.6

2. Traffic Multiplier

Nilai TM kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 - 2. Maka, ditentukan $TM = 2$.

Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai TM untuk mendapatkan nilai $CESA_5$, $CESA_5 = (TM \times CESA_4)$.

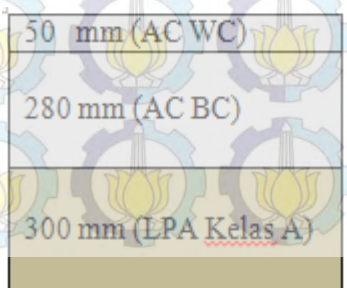
$$\begin{aligned}CESA_5 &= 2 \times CESA_4 \\ &= 2 \times 112509441.6 \\ &= 225018883.1\end{aligned}$$

ANALISA HASIL

3. Struktur Perkerasan Lentur

ANALISA HASIL

		STRUKTUR PERKERASAN							
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
		Lihat desain 5 & 6			Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif lebih murah ³				
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain (pangkat 5) (10^6 CESA ₅)		< 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 4,0	4,0 – 30	30 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500
Jenis permukaan berpegikat		HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)		AC _e atau AC _f		AC _e		
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah		Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A')				
		KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)							
HRS WC		30	30	30					
HRS Base		35	35	35					
Lapisan beraspal AC WC					40	40	40	50	50
Lapisan beraspal AC BC ³					135	155	185	220	280
CTB atau CTB ⁴					150	150	150	150	150
LPA Kelas A LPA Kelas A ²		150	250	250	150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%		150	125	125					



4. Biaya Awal Konstruksi Perkerasan Lentur

1. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC WC)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \\ &= 6325 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC BC)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.28 \text{ m} \\ &= 35420 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 11500 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} \\ &= 37950 \text{ m}^3\end{aligned}$$

No.	Uraian Pekerjaan	Vol. (m ³)	Vol. (Ton)	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Laston Lapis Aus (AC-WC)	6325	15059.524	Rp 454,621	Rp 6,846,374,912
2	Laston Lapis Antara (AC-BC)	27830	66261.905	Rp 433,339	Rp 28,713,854,480
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18975	-	Rp 391,105	Rp 7,421,214,506
	Jumlah				Rp 42,981,443,898

ANALISA HASIL

5. Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

Untuk pemeliharaan berkala pada jalan Bojonegoro-Padangan direncanakan untuk dilakukan *overlay* selama 2 tahun sekali dengan panjang jalan yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, maka selanjutnya dihitung biaya pemeliharaan rutin senilai Rp.130,000,000.-/Km.

Tabel Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Biaya/Km (x1000)	Anggaran (x1000)
1	Tahun ke-2	20	2.3	Rp 130,000	Rp 299,000
2	Tahun ke-4	40	4.6	Rp 130,000	Rp 598,000
3	Tahun ke-6	60	6.9	Rp 130,000	Rp 897,000
4	Tahun ke-8	80	9.2	Rp 130,000	Rp 1,196,000
6	Tahun ke-12	20	2.3	Rp 130,000	Rp 299,000
7	Tahun ke-14	40	4.6	Rp 130,000	Rp 598,000
8	Tahun ke-16	60	6.9	Rp 130,000	Rp 897,000
9	Tahun ke-18	80	9.2	Rp 130,000	Rp 1,196,000

P tahun ke-2= Rp 299,000,000

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:

$$F = P (1+i)^n$$

$$F = \text{Rp } 299,000,000 * (1+0.0582)^5$$
$$= \text{Rp } 334,816,000$$

5. Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

Perhitungan future lainnya dapat dilihat pada tabel 6.7.

Tabel 6.7 Perhitungan Future Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Present (x1000)	Future (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 299,000	Rp 334,816
2	Tahun ke-4	Rp 598,000	Rp 749,846
3	Tahun ke-6	Rp 897,000	Rp 1,259,502
4	Tahun ke-8	Rp 1,196,000	Rp 1,880,500
6	Tahun ke-12	Rp 299,000	Rp 589,501
7	Tahun ke-14	Rp 598,000	Rp 1,320,231
8	Tahun ke-16	Rp 897,000	Rp 2,217,566
9	Tahun ke-18	Rp 1,196,000	Rp 3,310,936

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$
$$= \text{Rp } 334,816,000 \left[\frac{1}{(1+0.0662)^5} \right]$$
$$= \text{Rp } 294,530,000$$

Perhitungan Present lainnya dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Perhitungan Present Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Future (x1000)	Present (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 334,816	Rp 294,530
2	Tahun ke-4	Rp 749,846	Rp 580,253
3	Tahun ke-6	Rp 1,259,502	Rp 857,367
4	Tahun ke-8	Rp 1,880,500	Rp 1,126,066
6	Tahun ke-12	Rp 589,501	Rp 273,162
7	Tahun ke-14	Rp 1,320,231	Rp 538,156
8	Tahun ke-16	Rp 2,217,566	Rp 795,166
9	Tahun ke-18	Rp 3,310,936	Rp 1,044,371

6. Biaya Pemeliharaan Berkala Perkerasan Lentur

Diasumsikan pada tahun ke-10 dilakukan pelapisan ulang tambah struktur laston secara keseluruhan.

$$\begin{aligned}\text{Biaya pekerjaan} &= \text{jumlah harga AC-WC} + \text{AC-BC} \\ &= \text{Rp } 6,846,374,912 + \text{Rp } 28,713,854,480 \\ &= \text{Rp } 35,560,229,392\end{aligned}$$

Dari biaya pekerjaan tersebut, dihitung nilai future pada tahun ke-10.

$$P \text{ tahun ke-10} = \text{Rp } 35,560,229,392$$

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}F &= P (1+i)^n \\ F &= \text{Rp } 35,560,229,392 (1+0.0582)^5 \\ &= \text{Rp } 62,609,772,512\end{aligned}$$

Dari nilai perhitungan future diatas, kemudian dipresent kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini.

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}P &= F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \\ &= \text{Rp } 62,609,772,512 \left[\frac{1}{(1+0.0662)^5} \right] \\ &= \text{Rp } 32,980,356,355\end{aligned}$$

7. Biaya Perkerasan Kaku

Biaya Awal Konstruksi

Total biaya awal konstruksi pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 95,313,606,511.52,-.

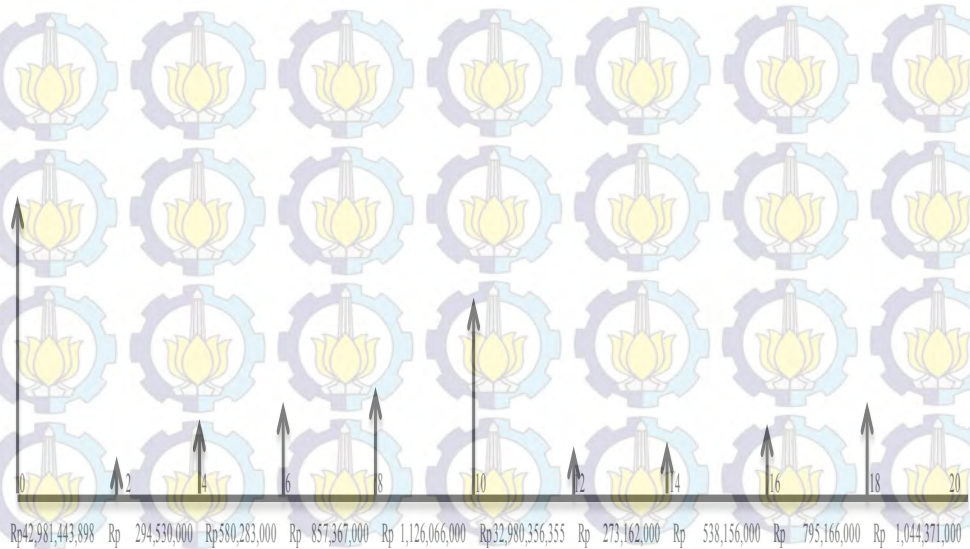
Biaya Pemeliharaan

Total biaya Layanan Pemeliharaan Perkerasan Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 15,135,257,674.30,-. Masa layanan dan pemeliharaan selama 1643 hari dan masa pemeliharaan 180 hari setelah PHO, sehingga total menjadi 1823 hari. Biaya pemeliharaan ini sesuai dengan C.1 Kontrak Berbasis Kinerja diasumsikan dikeluarkan pada tahun ke-2 tanpa memperhitungkan ketersediaan PAGU TA. BBPJM V, karena sistem pembayaran mengikuti prestasi keluaran hasil pekerjaan pelaksana.

Selain itu, biaya pemeliharaan ini hanya berlaku pada tahun ke-2 hingga tahun ke-7, setelah itu menjadi tanggung jawab dari PPK dengan asumsi pengeluaran biaya pemeliharaan rutin hanya pekerjaan *sealant* yang dianggap ringan.

8. Arus Kas

ANALISA HASIL



Arus Kas Perencanaan Perkerasan Lentur



Arus Kas Perencanaan Perkerasan Kaku

OUTLINE

PENDAHULUAN
TINJAUAN PUSTAKA
METODOLOGI
ANALISA HASIL
KESIMPULAN

Hasil akhir dari penelitian ini yaitu mengetahui nilai *life cycle cost* dari kedua perencanaan perkerasan pada Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil perencanaan perkerasan lentur terhadap prediksi kenaikan laulintas selama 20 tahun, diperlukan biaya sebesar Rp.75,967,309,324,- menggunakan perkerasan lentur.
2. Sesuai dengan kontrak berbasis kinerja yang berlaku pada Proyek Peningkatan Struktur jalan tersebut, maka diperlukan biaya sebesar Rp.110,448,864,185,- dengan perkerasan kaku. Nilai ini lebih mahal pada biaya pemeliharaan dikarenakan resiko ditanggung oleh pihak kontraktor pada kontrak berbasis kinerja.



TERIMA KASIH

Program Sarjana Lintas Jalur
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2015

