

Turnitin Originality Report

Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi dengan Variasi Faktor Aman Pada Tambahan 1 Modulus Reaksi Subgrade by Anas Puri



From artikel (Dosen)

- Processed on 10-Sep-2019 16:59 +08
- ID: 1170110465
- Word Count: 3545

Similarity Index

24%

Similarity by Source

Internet Sources:

22%

Publications:

3%

Student Papers:

9%

sources:

- 1 12% match (Internet from 30-Jul-2019)
<http://journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/view/1761>
- 2 3% match (Internet from 14-Jun-2016)
<http://slametwidodo-untan.yolasite.com/resources/Cakar%20Ayam%20Modifikasi.pdf>
- 3 2% match (Internet from 27-Jun-2017)
<https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/1656/%285%29-Hary%20Christady-UGM.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- 4 1% match (Internet from 26-Oct-2018)
<https://vdocuments.site/perkuatan-pelat-lantai-jurnal.html>
- 5 1% match (Internet from 11-Jun-2017)
<http://sipil.ft.uns.ac.id/konteks7/prosiding/274G.pdf>
- 6 1% match (student papers from 04-Mar-2019)
[Submitted to Universitas Islam Riau on 2019-03-04](#)
- 7 1% match (Internet from 04-Aug-2019)
<https://marhedychanigo.blogspot.com/2013/03/>
- 8 1% match (student papers from 03-May-2018)
[Submitted to Universitas Islam Riau on 2018-05-03](#)
- 9 < 1% match (publications)
[Ma, H, H Ji, and L Yin. "Experimental and fractal study on the critical loading force for rock fragmentation by pick tine". Rock Mechanics Achievements and Ambitions, 2011.](#)

10

< 1% match (Internet from 20-Nov-2012)

http://ijens.org/Vol_12_I_03/129903-8585-IJCEE-IJENS.pdf

11

< 1% match (Internet from 09-Aug-2017)

<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/abstrak/17508/Studi-Perilaku-Pelat-Beton-Di-Atas-Tanah-Dengan-Metode-Element-Hingga-Sap-2000-V1100-Ditinjau-Pada-Variasi-Modulus-Reaksi-Subgrade-Kv-dan-Mutu-Pelat-Beton>

12

< 1% match (Internet from 08-Mar-2016)

http://jusami.batan.go.id/dokumen/materi/26Jan12_161606_Engkir%20S.pdf

13

< 1% match (Internet from 15-Jul-2010)

<http://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/vdz/3LiteraturRecherche/Zementmerkblaetter/LB2.pdf>

14

< 1% match (student papers from 18-Oct-2017)

[Submitted to Universitas Diponegoro on 2017-10-18](#)

paper text:

Jurnal aintis ISSN: 1410-7783 Volume 17 Nomor 1, April 2017, 15-23

1Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi dengan Variasi Faktor Aman Pada Tambahan Modulus Reaksi Subgrade Dinda Rosita

Agustin¹, Anas Puri², Rony Ardiansyah³ 1Mahasiswa Program

8Studi Teknik sipil, Universitas Islam Riau

2Pengajar Program

8Studi Teknik sipil, Universitas Islam Riau

3Pengajar Program

8Studi Teknik sipil, Universitas Islam Riau

1dindaragustin@gmail.com; 2anaspuri@eng.uir.ac.id; 3ronyardiansyahuir@gmail.com Abstrak

1Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) merupakan sistem perkerasan yang digunakan pada tanah lunak yang dapat meratakan lendutan yang terjadi, karena pelat-cakaryang kaku. Sistem CAM ini merupakan pengembangan dari sistem Cakar Ayam (CA) yang telah diusulkan oleh Prof. Sedyatmo. Beberapa cara analisa lendutan CAM telah banyak dikembangkan. Pada

makalah ini akan diterapkan modulus reaksi subgrade ekuivalen metode Puri, dkk (2012) untuk menghitung lendutan sistem CAM, dimana nilai faktor aman divariasikan. Input lendutan pada metode tersebut digunakan lendutan pengamatan. Lendutan pelat dihitung menggunakan metode BoEF (Beams on Elastic Foundation). Hasil hitungan lendutan kemudian divalidasi dengan lendutan pengamatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa besaran faktor aman mempengaruhi nilai lendutan hitungan. Lendutan hitungan meningkat dengan peningkatan faktor aman. Faktor aman 1,0 sudah mencukupi untuk analisis oleh karena lendutan hitungan sangat mendekati pengamatan. Lendutan hitungan didasarkan pada tinjauan satu baris cakar, sedangkan lendutan pengamatan adalah untuk 3 baris cakar. Dengan demikian hasil hitungan pada zona aman. Metode hitungan menggunakan modulus reaksi subgrade ekuivalen dapat digunakan untuk perencanaan perkerasan sistem CAM.

Kata kunci : Cakar Ayam Modifikasi, lendutan, modulus reaksi subgrade ekuivalen, faktor aman Abstract Modified Cakar Ayam system (CAM) is a system of pavement used on soft soil that can distribute settlement uniformly because the stiffness of the system. CAM is a development of the system Cakar Ayam (CA) which was proposed by Prof. Sedyatmo. Some analysis methods of CAM deflection has been developed. This paper will apply the equivalent modulus of subgrade reaction from Puri, et al (2012) method to calculate the deflection. The safety factor (SF) was varied. Slab deflections input in analysis were based on observed deflections. Deflection was calculated by Beam on Elastic Foundation method and then validated by observed deflections. Results show that SF's values can influence the calculated deflections. Calculated deflection tends to increase by increasing the SF. SF = 1,0 was sufficiently for analysis because calculated deflections were closed to observed deflections. Calculated deflections were based on single-pile row and the observed deflections were based on three pile rows. Hence, the calculated deflections were on safety zone. The calculation method by using

10 equivalent modulus of subgrade reaction can be used for preliminary design of CAM system.

Keywords: Modified Cakar Ayam, deflection, equivalent modulus of subgrade reaction, safety factor 1.
PENDAHULUAN

2 Di Indonesia, banyak ditemui daerah yang memiliki tanah-dasar (subgrade) yang terletak pada tanah yang relatif lunak atau

tanah ekspensif. Dalam bidang teknik sipil, tanah mempunyai peranan penting dan salah satu unsur yang berpengaruh pada setiap struktur yang akan dibangun baik pada struktur bangunan maupun struktur perkerasan. Metode perancangan perkerasan jalan yang telah ada, umumnya diasumsikan

2 bahwa tanah-dasar dalam kondisi stabil, sehingga tebal komponen struktur perkerasan hanya didasarkan pada daya dukung tanah-dasar yang dinyatakan oleh nilai CBR atau modulus reaksi subgrade vertikal. Perancangan menjadi tidak tepat bila ternyata tanah-dasar saat dibebani

beban lalu-lintas **mengalami** penurunan **yang berlebihan (akibat tanah fondasi yang lunak).**

1 Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) merupakan salah satu **sistem yang**

dapat menyelesaikan masalah tersebut. Melihat keberhasilan penggunaan Sistem Cakar Ayam Prof. Sedyatmo (1961) dan

7 Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) yang telah dipatenkan oleh Prof. Ir. Bambang Suhendro, Msc, Ph.D, Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng., DEA, Ir. Mariyadi Darmokumoro.

Melihat keberhasilan pada penggunaan perkerasan CAM, Hardiyatmo (2008) mengusulkan perkerasan beton "Sistem Pelat Terpaku". Analisa ini menggunakan

6 modulus reaksi subgrade ekuivalen (Hardiyatmo, 2009, 2011; **Puri, dkk. 2012;**

Somantri, 2013; Puri, 2015) maupun metode elemen hingga (Somantri, 2013; Puri, 2015). Menurut Puri, dkk (2012), tambahan modulus reaksi subgrade (Δk) berdasarkan penurunan toleransi. Untuk merancang kebutuhan, sulit untuk menentukan faktor reduksi perlawanan tiang (α). Menurut Puri, dkk (2012), unit memobilisasi perlawanan poros tiang masih dalam zona elastis. Menurut aturan praktis dalam menentukan kapasitas bantalan tiang diijinkan yang biasanya diambil pada 1/2.5 kapasitas ultimate, lebih jauh lagi, faktor pengurangan perlawanan tiang didekati oleh 1/2.5. Hal lain yang harus dipertimbangkan adalah penurunan toleransi perkerasan pelat kaku ($\bar{\delta}_a$). Pada penelitian ini akan dilihat variasi faktor aman pada Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) dalam menentukan nilai tambahan modulus reaksi subgrade, kemudian akan dilihat pola lendutan pada masing-masing variasi faktor aman. 1.1 Tinjauan Pustaka Beberapa cara analisa lendutan pada perkerasan CAM telah dilakukan oleh

2 Suhendro (1992), mengembangkan prosedur atau Metode Analisis sistem Cakar Ayam dengan metode matematik nonlinier 3-Dimensi, yaitu dengan menggunakan metode elemen hingga.

Hardiyatmo, dkk

2 (1999), mengusulkan penyelesaian untuk analisis lendutan, momen dan gaya lintang yang terjadi pada pelat sistem Cakar Ayam dengan menggunakan pendekatan metoda Beam on Elastic Foundation (BoEF) yang dikembangkan oleh Hetenyi untuk hitungan balok pada fondasi

elastik. Muhi (2007) melakukan pengamatan terhadap kajian lendutan akibat variasi lebar cakar 10 cm dan 30 cm pada sistem tanpa cakar dan pada sistem dengan cakar dengan perbandingan kondisi pembebanan yang sama dan tekanan kontak yang sama. Dan dilakukan perhitungan lendutan menggunakan metode BoEF, dimana hasil pada perhitungan metode BoEF yang didapat dibandingkan dengan hasil data pengamatan langsung di laboratorium. Hardiyatmo (2010) melakukan penelitian

3metode hitungan lendutan, momen dan gaya lintang sistem cakar ayam untuk perancangan perkerasan jalan beton

3yang terdiri dari satu deret cakar dengan dimensi pelat 7,5 m x 2,5 m. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga (SAP 2000).

Setiawan (2015) menganalisis lendutan yang terjadi pada perkerasan sistem CAM melalui pengamatan dan

11dengan metode elemen hingga menggunakan program SAP 2000 v.11.

1.2 Landasan Teori

4Dalam perancangan Sistem Pelat Terpaku dibutuhkan nilai modulus reaksi tanah- dasar akibat pengaruh dukungan tiang. Modulus reaksi subgrade ekuivalen (k') didefinisikan sebagai modulus reaksi tanah-dasar yang memperhatikan kontribusi tiangdalam menahan perpindahan vertikal pelat yang dinyatakan oleh persamaan (Hardiyatmo, 2010):

$$k' = k + \Delta \quad (1)$$

5Dimana k' : modulus reaksi subgrade ekuivalen (kN/m^3), k : modulus reaksi subgrade(kN/m^3), Δ : kenaikan modulus reaksi subgradeakibat pemasangan tiang (kN/m^3). Menurut Puri, dkk (2012), mobilisasi perlawanan gesek tiang masih dalam zona elastis. Menurut aturan praktis dalam menentukan kapasitas dukung tiang diizinkan biasanya diambil pada 1/2,5 kapasitas ultimit. Dimana 2,5 adalah faktor aman (SF). Oleh karena itu,

5tambahan modulus reaksi subgrade karena adanya tiang dibawah pelat dapat ditentukan dengan (Puri, dkk., 2012): $k' = k + \Delta$ (2) dimana k : faktor adhesi (non dimensional), Δ : kohesi undrained(kN/m^2), A : luas selimut tiang (m^2), s : toleransi penurunan (m), γ :

5luasan zona pelat yang didukung oleh satu tiang

(m^2) = s^2 dan s : jarak antar tiang (m). Adapun konstanta 2,5 adalah SF. Selanjutnya Persamaan (2) dapat ditulis menjadi (Puri, 2015) $k' = k + \Delta$ (3) Perhitungan lendutan menggunakan metode BoEF (Beam on Elastic Foundation) dengan menggunakan formula-formula Roaks (Young dan Budynas, 2002) dengan input nilai k' .

2. METODE PENELITIAN 2.1 Objek Penelitian Objek

14yang digunakan pada penelitian ini (Gambar 1) adalah model

skala penuh perkerasan

3 Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) dari pelat beton ukuran 6,0 m x 6,0 m

tebal pelat 0,15 m (Setiawan, 2015). Pipa cakar yang digunakan merupakan

3 pipa cakar baja diameter 0,72 m dengan tinggi 1,07 m dan

tebal 1.4 mm terletak di bawah pelat beton. a) Denah b) Potongan melintang Gambar 1. Dimensi perkerasan sistem Cakar Ayam Modifikasi (Setiawan, 2015) Tabel 1. Properties tanah lempung lunak Ngawi dan beton (Setiawan, 2015) No Properties Besaran Satuan 1 Kohesi (c) 15 kN/m² 2 Modulus reaksi 5.498,4 kN/m³ subgrade vertikal, kv 3 Mutu beton, f_c pada 32,16 MPa 28 hari 4 Klasifikasi tanah CH menurut USCS 2.2 Cara analisis Penggunaan modulus reaksi subgrade ekuivalen pada Sistem Pelat Terpaku akan diaplikasikan pada Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) untuk menghitung lendutan dan gaya dalam dengan objek penelitian uji coba model skala penuh lapangan Setiawan (2015). Modulus reaksi subgrade

Tampang Samping Gambar 1. Dimensi perkerasan sistem Cakar Ayam Modifikasi (Setiawan, 2015) Tabel 1. Properties tanah lempung lunak Ngawi dan beton (Setiawan, 2015) No Properties Besaran Satuan 1 Kohesi (c) 15 kN/m² 2 Modulus reaksi 5.498,4 kN/m³ subgrade vertikal, kv 3 Mutu beton, f_c pada 32,16 MPa 28 hari 4 Klasifikasi tanah CH menurut USCS 2.2 Cara analisis Penggunaan modulus reaksi subgrade ekuivalen pada Sistem Pelat Terpaku akan diaplikasikan pada Sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) untuk menghitung lendutan dan gaya dalam dengan objek penelitian uji coba model skala penuh lapangan Setiawan (2015). Modulus reaksi subgrade

4 ekuivalen (k') yang didefinisikan sebagai modulus reaksi tanah-dasar yang memperhatikan kontribusi tiang dalam menahan gerakan perpindahan vertikal pelat.

Dalam penelitian ini akan digunakan Metode Puri (2012), yang divariasikan dengan 5 faktor aman (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0). Perhitungan model skala penuh hanya ditinjau

5 satu baris, dimana lebar pelat diambil sama dengan jarak

cakar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2a. Tahapan perhitungan menggunakan BoEF disederhanakan sebagai berikut: (a) lantai kerja diabaikan, guna desain pada zona

5 lebih aman, (b) hal yang sama pada pelat penebalan/pelat konektor juga diabaikan.

Perhitungan pada penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan lendutan pengamatan (Setiawan, 2015) sebagai nilai lendutan izin ($\delta_a = \delta_s$). Lendutan izin pengamatan yang diambil dari lendutan beban repetitif setelah pembasahan (Setiawan, 2015). a) Tinjauan satu baris cakar b) Potongan melintang Gambar 2. Denah tinjauan satu baris cakar dan potongan melintang CAM untuk analisis. 3. HASIL DAN PEMBAHASAN 3.1 Hasil Hitungan

Lendutan Berdasarkan Lendutan Pengamatan sebagai Lendutan Izin Perhitungan menggunakan nilai kvyang telah diketahui dari uji beban pelat sebesar 5.498,4 kN/m³ yang kemudian dikoreksi dengan bentuk dan ukuran pelat dengan metode Das (2011), diperoleh nilai kv menjadi 1.282,96 kN/m³. Konstruksi terletak pada tanah lempung Ngawi. Untuk nilai kohesi (c) = 15 kN/m³, berdasarkan kurva Tomlinson pada Grafik Mc Clelland (1974) diperoleh faktor adhesiad = 1,0. Kemudian didapat tahanan gesek satuan ultimit % = 15 kN/m³. Dari dimensi cakar dan pelat pada Gambar (2), selimut tiang (As) = 2,419 m² dan luas pelat yang didukung tiang tunggal (APS) = 4 m². Kemudian diambil variasi faktor aman (1, 1,5, 2, 2,5, 3) pada metode Puri, dkk (2012) dalam menentukan tambahan modulus reaksi subgrade (Δk). Dengan mengambil lendutan pengamatan sebagai nilai lendutan izin ($\delta_s = \delta_a$) dan mengambil variasi faktor aman, maka menambah variasi nilai tambahan modulus reaksi subgrade (Δk) seperti pada Tabel.2 dan Tabel.3. Dengan menambah k dengan Δk didapat nilai modulus reaksi subgrade ekivalen (k'). Hasil perhitungan dengan lendutan pengamatan dengan variasi faktor aman (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0) dan variasi beban

13(20 kN, 40 kN, 60 kN, 100 kN)

kemudian dianalisis menggunakan program BoEF. Tabel 2. Modulus reaksi subgrade ekivalen satu baris cakar dengan $\delta_s \approx \delta_a$ titik A Q (kN) δS (mm) Faktor Aman Δk (kN/m³) k' (kN/m³)

1	16256,7	26309,52	1,5	10837,8	18181,16	20	0,558	2	8128,36	14116,98	2,5	6502,69	11678,47	3	5418,91	10052,80	1	7591																														
13310,94	1,5	5060,67	9515,44	40	1,195	2	3795,50	7617,69	2,5	3036,40	6479,04	3	2530,33	5719,93	1	4604,69	8831,48	1,5	3069,80	6529,14	60	1,970	2	2302,35	5377,96	2,5	1841,88	4687,26	3	1534,90	4226,79	1	2688,57	5957,295	1,5	1792,38	4613,01	100	3,774	2	1344,29	3940,87	2,5	1075,43	3537,58	3	3268,73	3268,73

Tabel 3. Modulus reaksi subgrade ekivalen satu baris cakar dengan $\delta_s \approx \delta_a$ di titik D Q (kN) δS (mm) Faktor Aman Δk (kN/m³) k' (kN/m³)

20	0,558	1	23684,73	24967,69	1,5	15789,82	17072,78	2	11842,36	13125,32	2,5	9473,89	10756,85	3	7894,91	9177,87	1	14702,19	15985,15	1,5	9801,46	11084,42	40	1,195	2	7351,09	8634,05	2,5	5880,87	7163,83	3	4900,73	6183,69	1	10786,27	12069,23	1,5	7190,84	8473,80	60	1,970	2	5393,13	6676,09	2,5	4314,51	5597,47	3	3595,42	4878,38	1	6277,68	7560,64	1,5	4185,12	5468,08	100	3,774	2	3138,84	4421,80	2,5	2511,07	3794,03	3	2092,56	3375,52
----	-------	---	----------	----------	-----	----------	----------	---	----------	----------	-----	---------	----------	---	---------	---------	---	----------	----------	-----	---------	----------	----	-------	---	---------	---------	-----	---------	---------	---	---------	---------	---	----------	----------	-----	---------	---------	----	-------	---	---------	---------	-----	---------	---------	---	---------	---------	---	---------	---------	-----	---------	---------	-----	-------	---	---------	---------	-----	---------	---------	---	---------	---------

3.1.1 Beban di Titik A (Tepi Pelat dengan Koperan) Hasil hitungan lendutan akibat beban di tepi pelat disajikan pada Tabel

124, 5, 6, dan 7 berturut-turut untuk

beban

920 kN, 40 kN, 60 kN, dan 100 kN.

Distribusi lendutan sepanjang pelat diberikan pada Gambar 3 sampai 6. Tabel 4. Lendutan Hitungan Akibat Beban Tepi Sebesar 20 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%)

1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	-0,558	-0,639	-0,883	-1,100	-1,298	-1,478	15	58	97	133	165
-----	-----	-----	-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----	----	----	-----	-----

Lendutan hitungan akibat beban di tepi sebesar 20 kN dengan variasi faktor aman diberikan pada Tabel 4. Lendutan pada faktor aman 1,0 paling kecil dibanding faktor aman lainnya. Walaupun memiliki lendutan yang lebih kecil dari variasi faktor aman yang lainnya, namun lendutan pada faktor aman 1,0 masih lebih besar 15% dibanding lendutan pengamatan. Sementara selisih terbesar dari variasi faktor aman yaitu 165% untuk faktor aman 3,0. Distribusi lendutan sepanjang pelat diberikan pada Gambar 3. Pola lendutan sudah mengikuti pola lendutan pengamatan, namun terlihat seluruh pelat mengalami penurunan. Tabel 5. Lendutan Hitungan Akibat Beban Tepi Sebesar 40 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%)

1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	-1,195	-2,046	-2,722	-3,286	-3,768	-4,185	71	128	175	215	250
-----	-----	-----	-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----	-----	-----	-----	-----

Tabel 6. Lendutan Hitungan Akibat Beban Tepi Sebesar 60 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%)

1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	-1,970	-4,145	-5,339	-6,278	-7,039	-7,673	110	171	219	257	290
-----	-----	-----	-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 7. Lendutan Hitungan Akibat Beban Tepi Sebesar 100 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%)

1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	-3,774	-9,204	-11,369	-12,947	-14,152	-15,106	144	201	243	275	300
-----	-----	-----	-----	-----	--------	--------	---------	---------	---------	---------	-----	-----	-----	-----	-----

Selisih lendutan hitungan untuk faktor

aman 1,0 dengan lendutan pengamatan sebesar 71 % pada beban 40 kN (Tabel 5). Sementara selisih terbesar dari variasi faktor aman yaitu yaitu 250 % dengan faktor aman 3,0. Hasil yang serupa juga diperoleh untuk beban lainnya. Lendutan terendah pada faktor aman terkecil, dan cenderung meningkat dengan peningkatan faktor aman. Hingga beban 60 kN, seluruh pelat mengalami penurunan, kecuali untuk beban 100 kN hanya pelat yang lebih dekat pada beban yang mengalami penurunan. Akan tetapi tidak terjadi jungkitan pelat. Jarak dari tepi kiri pelat (m) Lendutan (mm) 0.5 0 0 -0.5 -1 -1.5 1 2 3 4 5 Pengamatan Faktor aman 1 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 6 -2 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 Gambar 3. Lendutan sepanjang pelat akibat beban tepi sebesar 20 kN. 1 Jarak dari tepi kiri pelat (m) 0 Lendutan (mm) -1 0 1 2 3 4 5 6 Pengamatan -2 Faktor aman 1 -3 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 -4 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 -5 Gambar 4. Lendutan sepanjang pelat akibat beban tepi sebesar 40 kN. Jarak dari tepi kiri pelat (m) 2 0 Lendutan (mm) -2 0 1 2 3 4 5 6 -4 Pengamatan Faktor aman 1 -6 Faktor aman 1,5 -8 FFaakkttoorr aammaann 22,5 Faktor aman 3 -10 Gambar 5. Lendutan sepanjang pelat akibat beban tepi sebesar 60 kN. 2 Jarak dari tepi kiri pelat (m) 0 Lendutan (mm) -2 0 1 2 3 4 5 6 -4 -6 -8 -10 PFaekntgoarmaamtaann 1 -12 Faktor aman 1,5 -14 FFaakkttoorr aammaann 22,5 -16 Faktor aman 3 Gambar 6. Lendutan sepanjang pelat akibat beban tepi sebesar 100 kN. 3.1.2 Beban di Titik D (Tengah Pelat) Hasil hitungan lendutan akibat beban di tengah pelat disajikan pada Tabel 8, 9, 10, dan 11 berturut-turut untuk beban

920 kN, 40 kN, 60 kN, dan 100 kN.

Distribusi lendutan sepanjang pelat diberikan pada Gambar 7 sampai 10. Tabel 8. Lendutan Hitungan Akibat Beban di Tengah Sebesar 20 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%) 1 1,5 2 2,5 3 -0,383 -0,34 -0,475 -0,599 -0,715 -0,824 -11 24 56 88 115 Tabel 9. Lendutan Hitungan Akibat Beban di Tengah Sebesar 40 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%) 1 1,5 2 2,5 3 -0,617 -0,784 -1,068 -1,322 -1,551 -1,758 27 73 114 151 185 Lendutan hitungan akibat beban di tepi sebesar 20 kN dengan variasi faktor aman diberikan pada Tabel 8. Lendutan pada faktor aman 1,0 paling kecil dibanding faktor aman lainnya dan under-estimated sebesar 11%. Sementara selisih terbesar dari variasi faktor aman yaitu 115% untuk faktor aman 3,0. Distribusi lendutan sepanjang pelat diberikan pada Gambar 7. Pola lendutan sudah mengikuti pola lendutan pengamatan, namun terlihat seluruh pelat mengalami penurunan. Tabel 10. Lendutan Hitungan Akibat Beban di Tengah Sebesar 60 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%) 1 1,5 2 2,5 3 -0,841 -1,34 -1,803 -2,2 -2,548 -2,856 59 % 114 % 162 % 203 % 240 % Tabel 11. Lendutan Hitungan Akibat Beban di Tengah Sebesar 100 kN Faktor Aman Pengamatan Lendutan (mm) Hitungan Selisih (%) 1 1,5 2 2,5 3 -1,445 -2,988 -3,891 -4,62 -5,226 -5,74 107 169 220 262 297 Jarak dari tepi kiri pelat (m) 0 -0.1 0 1 2 3 4 5 6 Lendutan (mm) -0.2 -0.3 -0.4 -0.5 -0.6 -0.7 -0.8 -0.9 Pengamatan Faktor aman 1 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 Gambar 7. Lendutan sepanjang pelat akibat beban di tengah sebesar 20 kN. Selisih lendutan hitungan untuk faktor aman 1,0 dengan lendutan pengamatan sebesar 27 % pada beban 40 kN (Tabel 9). Sementara selisih terbesar dari variasi faktor aman yaitu yaitu 185 % dengan faktor aman 3,0. Hasil yang serupa juga diperoleh untuk beban lainnya. Lendutan terendah pada faktor aman terkecil, dan cenderung meningkat dengan peningkatan faktor aman. Hingga beban 100 kN, seluruh pelat mengalami penurunan. Akan tetapi tidak terjadi jungkitan pelat. 0 -0.2 0 Lendutan (mm) -0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.6 -1.8 -2 Jarak dari tepi kiri pelat (m) 1 2 3 4 5 6 Pengamatan Faktor aman 1 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 Gambar 8. Lendutan sepanjang pelat akibat beban di tengah sebesar 40 kN. 0 Jarak dari tepi kiri pelat (m) -0.5 0 1 2 3 4 5 6 Lendutan (mm) -1 -1.5 -2 -2.5 -3 Pengamatan Faktor aman 1 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 Gambar 9. Lendutan sepanjang pelat akibat beban di tengah sebesar 60 kN. 0 Jarak dari tepi kiri pelat (m) -1 0 1 2 3 4 5 6 Lendutan (mm) -2 -3 -4 -5 -6 -7 Pengamatan Faktor aman 1 Faktor aman 1,5 Faktor aman 2 Faktor aman 2,5 Faktor aman 3 Gambar 10. Lendutan sepanjang pelat akibat beban di tengah sebesar 100 kN. Berdasarkan seluruh hasil hitungan lendutan yang ada terlihat bahwa lendutan hitungan pada beban di tepi mengalami over-estimated yang lebih besar dibanding akibat beban di tengah pelat. 4. KESIMPULAN Dari hasil lendutan perhitungandan pengamatan dapat disimpulkan bahwa: 1. Variasi faktor aman mempengaruhi hasil hitungan lendutan, dimana lendutan hitungan semakin besar dengan semakin besarnya faktor aman. Hal tersebut sudah sesuai dengan

kenyataan. 2. Pola lendutan hitungan sudah sesuai dengan pengamatan. 3. Lendutan hitungan untuk beban di tepi cenderung lebih over-estimated dibanding untuk beban di tengah pelat. DAFTAR PUSTAKA

1 **Suhendro, B., 2006, Sistem cakar ayam modifikasi sebagai alternatif solusikonstruksi jalan diatas tanah lunak,dari buku 60 tahun RepublikIndonesia, Jakarta, Indonesia** **Muhu, H.L.Y., 2007, Kajian Lendutan Pada Sistem Cakar Ayam AkibatVariasi Lebar Pelat (Model SistemCakar Ayam Dari Pelat Baja),Skripsi, Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, UGM,Yogyakarta, Indonesia.** **Suhendro, B., dan Hardiyatmo, H.C., 2010sistem perkerasan Cakar AyamModifikasi (CAM) sebagaialternatif solusi konstruksi jalan di atas tanah lunak, Ekspansif, dan timbunan, Prosiding Seminar danPameran sehari 2010 inovasi baruteknologi jalan dan jembatan, DPD HPJI Jatim, Surabaya, 31 Maret 2010.** **Hardiyatmo, H.C., 2011, Method toanalyze the deflection of the nailed-slab system, International Journal of Civil and Environmental Engineering IJCEE-IJENS, Volume 11 Number 4, pp.22-28.** **Puri, A., 2015, Perilaku Perkerasan Kaku Sistem Pelat Terpaku pada Lempung Lunak, Disertasi, Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.** **Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2012a, Determining Additional Modulus of Subgrade Reaction Based on Tolerable Settlement for The Nailed- Slab System Resting on Soft Clay, International Journal of Civil and Environmental Engineering IJCEE-IJENS,Vol. 12 No. 03, pp 32-40** **Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., dan Rifa'i, A.,2013, Penerapan Metode Analisis Lendutan Pelat Terpaku Pada Model Skala Penuh dan Komprasi Dengan Uji Pembebanan, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTeKS7)Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta, 24-26 Oc- tober 2013, pp. G201-G211** **Setiawan, B., 2015, Perilaku Sistem CakarAyam Modifikasi Pada Tanah Ekspansif, Disertasi, Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta, Indonesia.**

J. Sainis Volume 17 Nomor 01,

62017 Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi(

Agustin, Dkk) J. Sainis Volume 17 Nomor 01,

62017 Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi(

Agustin, Dkk) J. Sainis Volume 17 Nomor 01,

**62017 Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam
Modifikasi(**

Agustin, Dkk) J. Saintis Volume 17 Nomor 01,

**62017 Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam
Modifikasi(**

Agustin, Dkk) 16 17 18 19 20 21 22 23