

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
INTISARI	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Keaslian Penelitian	7
2.1.1 Analisis Rigid Pavement dengan metode elemen hingga.....	7
2.1.2 Analisis Simulasi Perilaku Pelat Beton Sebagai Perkerasan Kaku Diatas Tanah Subgrade Saradan Menggunakan Metode Elemen Hingga	8
2.1.3 Simulasi pengaruh variasi suhu terhadap pelat beton perkerasan kaku	9
2.1.4 Analisis Perkerasan Beton Tipe <i>Bonded</i> Menggunakan Metode Elemen Hingga	10
2.1.5 Pengaruh Ukuran Panel dan Radius Kekakuan Relatif terhadap Tegangan Kritis pada Perkerasan Beton.....	11
2.1.6 Investigasi Analitik Pada Perkerasan Beton Berpanel Pendek Menggunakan Metode Elemen Hingga	12
2.1.7 Analisis Parametrik Berbasis Metode Elemen Hingga untuk Menyelidiki Pengaruh Karakteristik Dasar Roda dan Konfigurasi Gandar pada Tegangan Lentur di Perkerasan Kaku	13
2.1.8 Analisis Parametrik dan Korelasi Kinerja Baru dari Suhu Permukaan Perkerasan Kaku Konvensional.....	15
2.1.9 Pengembangan Elemen Hingga Tiga Dimensi Berbasis Respons Pondasi Perkerasan Lapangan Terbang Yang Kaku Dan Model Prediksi Moduli	16
2.1.10 Investigasi numerik dari retak kelelahan akibat beban di perkerasan dek jembatan jalan melengkung dengan mempertimbangkan interaksi ban-jembatan.....	18
BAB III LANDASAN TEORI	19
3.1 Struktur Perkerasan Jalan.....	19
3.2 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement).....	19
3.3 Perkerasan Kaku (Rigid Pavement).....	20
3.4 Perkerasan Komposit	21

3.5	Tipe Perkerasan Kaku	21
3.6	Komponen-Komponen Dari Perkerasan Kaku	24
3.6.1	Tanah Dasar (Subgrade)	24
3.6.2	Bagian Lapis Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	24
3.6.3	<i>Bond Breakers</i>	25
3.6.4	Tulangan	25
3.6.5	Sambungan atau Joint	26
3.6.6	Alur Permukaan	27
3.7	Metode Elemen Hingga (MEH)	28
3.7.1	Konvergensi Mesh	29
3.7.2	Idealisasi Elemen	30
3.7.3	Material Baja Tulangan	32
3.7.4	Modulus Elastisitas	33
3.7.5	<i>Rasio Poisson</i>	33
3.7.6	Beban Kendaraan	33
3.7.7	Dimensi dan Tapak Roda Kendaraan	35
3.7.8	Distribusi Tegangan Boussinesq	36
3.7.9	Analisis Westergaard	38
3.7.9.1	Corner Loading	39
3.7.9.2	Edge Loading	40
3.7.9.3	Interior Loading	41
BAB IV	METODE PENELITIAN	42
4.1	Lokasi Penelitian	42
4.2	Teknik Pengumpulan Data	42
4.3	Alur Penelitian	43
4.4	Peralatan Penelitian	45
4.5	Parameter Input Model	45
4.5.1	Parameter Geometrik	45
4.5.2	Parameter Konfigurasi Beban Roda Kendaraan	48
4.5.3	Parameter Bahan Material	50
4.6	<i>Modulus of Rupture</i>	52
4.7	Pemodelan Dengan Abaqus	53
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	58
5.1	Hasil Uji Konvergensi	58
5.2	Hasil Analisis Respon Struktur <i>Rigid Pavement</i>	59
5.2.1	Respon Tegangan Normal Akibat Pengaruh Roda Kendaraan	62
a.	Respon Tegangan Normal Tarik	62
b.	Respon Tegangan Normal Tekan	69
5.2.2	Respon Tegangan Geser Akibat Pengaruh Roda Kendaraan	76
5.2.3	Respon <i>Displacement</i> Akibat Pengaruh Roda Kendaraan	82
5.3	Hasil Analisis Kebutuhan Bahan	91
5.3.1	Kebutuhan Bahan untuk Panel Model M1 (2,75 m x 2,75 m)	91
5.3.2	Kebutuhan Bahan untuk Panel Model M2 (2,75 m x 5 m)	91
5.3.3	Kebutuhan Bahan untuk Panel Model M3 (5,5 m x 5 m)	92
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1	Kesimpulan	93
6.2	Saran	94
DAFTAR	PUSTAKA	95

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Variasi ukuran dimensi panel pelat beton yang dimodelkan (a) Model M1(2,75x2,75) (b) Model M2(2,75x5,00) (c) Model M3(5,00x5,50)	47
Tabel 4.2 Nilai parameter untuk lapisan pelat beton (Sumber: DPUKPP Sleman 2022, SNI 2847: 2019 dan Tyau J.S, 2009)	51
Tabel 4.3 Nilai parameter untuk lapisan lean concrete (Sumber: DPUKPP Sleman 2022, SNI 2847: 2019 dan Tyau J.S, 2009)	51
Tabel 4.4 Nilai parameter untuk dowel (Sumber: DPUKPP Sleman 2022, SNI 2847: 2019 dan Tyau J.S, 2009)	51
Tabel 4.5 Nilai parameter untuk subgrade (Sumber: DPUKPP Sleman 2022, NAASRA 1987, Bowless 1997 dan Saffar dkk, 2021)	52
Tabel 4.6 Satuan dalam abaqus dalam SI (mm)	54
Tabel 4.7 Arah tegangan	54
Tabel 4.8 Arah <i>Displacement</i> pada keluaran Abaqus	54
Tabel 5.1 Hasil perhitungan selisih pada konvergensi mesh	58
Tabel 5.2 Dimensi part dari 3 variasi model M1, M2 dan M3	59
Tabel 5.3 Tegangan normal tarik pada variasi dimensi di <i>edge loading</i>	62
Tabel 5.4 Tegangan normal tarik pada variasi dimensi di <i>interior loading</i>	64
Tabel 5.5 Tegangan normal tarik pada variasi dimensi di <i>corner loading</i>	67
Tabel 5.6 Tegangan normal tekan pada variasi dimensi di <i>edge loading</i>	69
Tabel 5.7 Tegangan normal tekan pada variasi dimensi di <i>interior loading</i>	72
Tabel 5.8 Tegangan normal tekan pada variasi dimensi di <i>corner loading</i>	74
Tabel 5.9 Tegangan geser pada variasi dimensi di <i>edge loading</i>	76
Tabel 5.10 Tegangan geser pada variasi dimensi di <i>interior loading</i>	78
Tabel 5.11 Tegangan geser pada variasi dimensi di <i>corner loading</i>	80
Tabel 5.12 <i>Displacement</i> pada variasi dimensi di <i>edge loading</i>	82
Tabel 5.13 <i>Displacement</i> pada variasi dimensi di <i>interior loading</i>	85
Tabel 5.14 <i>Displacement</i> pada variasi dimensi di <i>corner loading</i>	88
Tabel 5.15 Kebutuhan bahan per 1 Km untuk model M1 (2,75 m x 2,75 m)	91
Tabel 5.16 Kebutuhan bahan per 1 km untuk model M2 (2,75 m x 5 m)	92
Tabel 5.17 Kebutuhan bahans per 1 km untuk model M3 (5,5 m x 5 m)	92

Gambar 1.1 Peningkatan Panjang jalan menurut Dinas PUPR RI sampai Tahun 2020	1
Gambar 2.1 (a) Dimensi (b) Letak beban model pelat beton (Utomo, 2017).....	7
Gambar 2.2 Model 3D dan posisi titik uji (Hilyanto dkk, 2013).....	8
Gambar 2.3 Mesh geometri model 3D FEM (Mahfuda dkk, 2022)	9
Gambar 2. 4 (a) Dua lapisan pelat beton monolitik di atas pondasi winkler dan (b) Penempatan gandar di atas tepi pelat perkerasan (Swarna dkk, 2016)	10
Gambar 2.5 Model pelat beton 3,667x4,572 m dengan beban 18 kN (Vishakarma dkk, 2018)	11
Gambar 2.6 Model 3D pondasi winkler, pelat beton dan pembebanan roda ganda (Gupta, 2021).....	12
Gambar 2.7 Model numerik menggunakan KENPAVE: (a) SASW, (b) SADW, dan (c) Tandem (Patel dkk, 2022)	14
Gambar 2.8 Model numerik dengan interaksi pada permukaan perkerasan kaku: (a) suhu lingkungan dan radiasi matahari, (b) albedo dan kecepatan angin, serta (c) kecepatan angin dan radiasi matahari (Rejeb dkk, 2022).....	16
Gambar 2.9 Model dan output tiga dimensi elemen hingga (Tarahomi dkk, 2017).....	17
Gambar 2.10 Pemodelan elemen hingga (Gong dkk, 2022).....	18
Gambar 3.1 Distribusi beban pada perkerasan kaku dan perkerasan lentur (Sukirman, 2010).....	19
Gambar 3.2 Struktur lapisan perkerasan lentur menurut NAVFAC DM-5.4, 1979.....	20
Gambar 3.3 Struktur perkerasan kaku menurut Dirjen Bina Marga KEMENPUPR No.02/M/BM/2017	21
Gambar 3.4 Struktur lapisan perkerasan komposit menurut FHWA (Hardiyatmo, 2019)	21
Gambar 3.5 Perkerasan beton bertulang bersambungan (JPCP) (Delatte, 2008)	22
Gambar 3.6 Perkerasan beton bertulang bersendi (JRCP) (Delatte, 2008)	23
Gambar 3.7 Perkerasan beton bertulang menerus (CRCP) (Delatte, 2008)	24
Gambar 3.8 Prosedur metode elemen hingga (Bathe, 2014).....	28
Gambar 3.9 Konvergensi mesh (Bathe, 2014).....	29
Gambar 3.10 3D solid elemen linear dan Quadratic (Dassault systems, 2020).....	30
Gambar 3.11 Arah dan permukaan elemen terkait serta posisi variabel keluaran titik integrasi elemen di bidang lapisan (ABAQUS User's Manual, 2003).....	30
Gambar 3.12 Jumlah pemesanan pada elemen (b) jumlah titik integrasi untuk keluaran (ABAQUS User's Manual, 2003)	31
Gambar 3.13 Element Interpolation Functions hk (Bathe, K., 2014).....	31
Gambar 3.14 Fungsi interpolasi dari delapan hingga dua puluh variabel node elemen tiga dimensi (Bathe, 2017)	31
Gambar 3.15 <i>Rectangular solid element</i> dan <i>hexahedron solid element</i> (Suhendro, 2000)	32
Gambar 3.16 Grafik linear gaya dan deformasi (Canonica, 1991).....	32
Gambar 3.17 Distribusi Beban Sumbu Kendaraan untuk berbagai Jenis Kendaraan (Bina Marga, No. 01/MN/BM/83).....	34
Gambar 3. 18 Ukuran truk yang melintasi lokasi penelitian (https://ktbfuso.co.id).....	34
Gambar 3.19 Hubungan antara tekanan kontak dan dan tekanan ban (Huang, 2004).....	35
Gambar 3.20 Dimensi bidang kontak ban tunggal dan ban ganda (Huang, 2004).....	35

Gambar 3.21 Tegangan dibawah beban terbagi rata berbentuk empat persegi panjang (Hardiyatmo, 2019).....	37
Gambar 3.22 Faktor pengaruh I untuk tegangan vertikal di bawah sudut luasan empat persegi Panjang akibat beban terbagi rata U.S Navy dalam (Hardiyatmo, 2019)	38
Gambar 3.23 Tambahan tegangan vertikal di sembarang titik akibat beban terbagi rata empat persegi Panjang (Hardiyatmo, 2019)	38
Gambar 3.24 <i>Corner, edge dan interior loading</i> (Delatte, 2008).....	39
Gambar 3.25 Pelat yang menerima beban sudut (a) beban terpusat (b) beban melingkar (Huang, 2004).....	40
Gambar 4.1 Gambar lokasi penelitian (DPUPKP Sleman, 2022)	42
Gambar 4.2 Bagan alir penelitian	44
Gambar 4.3 Denah penulangan sambungan (DPUPKP Sleman, 2022)	45
Gambar 4.4 Potongan A-A (DPUPKP Sleman, 2022)	46
Gambar 4.5 Tipikal potongan melintang 1 (DPUPKP Sleman, 2022)	46
Gambar 4.6 Tekanan kontak, tekanan ban dan luas kontak antara ban dan permukaan perkerasan (Huang, 2004).....	48
Gambar 4.7 Ukuran ekuivalen area bidang kontak roda tunggal	49
Gambar 4.8 Area bidang kontak roda ganda	50
Gambar 4.9 Lapisan rigid pavement.....	55
Gambar 4.10 Penginputan properti material pada Abaqus	55
Gambar 4.11 Penginputan kondisi batas dan pembebanan.....	56
Gambar 4.12 Bentuk akhir model serta lokasi pembebanan roda kendaraan	56
Gambar 4.13 <i>Output displacement</i> dari abaqus	57
Gambar 5.1 Hasil uji konvergensi	58
Gambar 5.2 Pembebanan pada model M1 (2,75 m x 2,75 m) dengan variasi pembebanan (a) <i>edge loading</i> (b) <i>interior loading</i> (c) <i>corner loading</i>	60
Gambar 5.3 Pembebanan pada model M2 (2,75 m x 5 m) dengan variasi pembebanan (a) <i>edge loading</i> (b) <i>interior loading</i> (c) <i>corner loading</i>	61
Gambar 5.4 Pembebanan pada model M3 (5,5 m x 5 m) dengan variasi pembebanan (a) <i>edge loading</i> (b) <i>interior loading</i> (c) <i>corner loading</i>	61
Gambar 5.5 Grafik tegangan normal tarik akibat <i>edge loading</i> pada model M1, M2 dan M3.....	63
Gambar 5.6 Tegangan normal tarik arah Sxx pada penampang M1 tebal 20 cm	64
Gambar 5.7 Grafik tegangan normal tarik akibat <i>interior loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 (c) M3	66
Gambar 5.8 Tegangan normal tarik arah Sxx pada penampang M1 tebal 20 cm	66
Gambar 5.9 Grafik Tegangan normal tarik akibat <i>corner loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	68
Gambar 5.10 Tegangan normal tarik arah Sxx pada penampang M2 tebal 20 cm.....	69
Gambar 5.11 Grafik tegangan normal tekan akibat <i>edge loading</i> pada model M1, M2 dan M3.	71
Gambar 5.12 Grafik tegangan normal tekan akibat <i>interior loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 (c) M3	73
Gambar 5.13 Grafik tegangan normal tekan akibat <i>corner loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	75
Gambar 5.14 Grafik tegangan geser akibat <i>edge loading</i> pada model M1, M2 dan M3.....	77
Gambar 5.15 Tegangan geser arah Sxz pada penampang M1 tebal 20 cm	78

Gambar 5.16 Grafik tegangan geser akibat <i>interior loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	79
Gambar 5.17 Tegangan geser arah S_{xz} pada penampang M1 tebal 20 cm	80
Gambar 5.18 Tegangan geser arah S_{xz} pada penampang M2 tebal 20 cm	81
Gambar 5.19 Grafik Tegangan geser akibat <i>corner loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	82
Gambar 5.20 Grafik <i>displacement</i> akibat <i>edge loading</i> pada model M1, M2 dan M3	83
Gambar 5.21 <i>Displacement</i> akibat <i>edge loading</i> pada model (a) M1, (b) M2 dan (c) M3 dengan ketebalan pelat 20 cm	84
Gambar 5.22 Grafik <i>displacement</i> akibat <i>interior loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	86
Gambar 5.23 <i>Displacement</i> akibat <i>interior loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3 dengan ketebalan pelat 20 cm	87
Gambar 5.24 Grafik <i>displacement</i> akibat <i>corner loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	89
Gambar 5.25 <i>Displacement</i> akibat <i>corner loading</i> pada model (a) M1 (b) M2 dan (c) M3	90