

Analisis Numerik Pola Keruntuhan Tanah Pasir di Bawah Pelat Bersirip dengan Variasi Kemiringan Sirip Menggunakan Metode Elemen Hingga

Bani Satria, M. Yusuf* & Vivi Bachtiar

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak – 78124, Indonesia

Email: m_yusuf@civil.untan.ac.id

Dikirim: 12 Februari 2026

Direvisi: 10 Mei 2026

Diterima: 3 Juni 2026

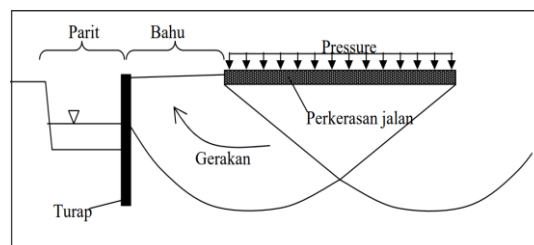
ABSTRAK

Jalan merupakan sarana transportasi vital yang memiliki peran strategis dalam dinamika ekonomi. Sebagai infrastruktur pendukung pembangunan nasional, stabilitas tanah dasar pada perkerasan jalan sangat krusial untuk menjamin keamanan transportasi. Di Kota Pontianak, penggunaan perkerasan kaku masih dihadapkan pada kendala kerusakan struktur yang dipicu oleh kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Penelitian ini merupakan penelitian berkelanjutan dengan menganalisis pola keruntuhan tanah pasir di bawah pelat bersirip menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS 2D) dengan variasi kemiringan sirip 0° , 30° , 60° , dan 90° , serta kondisi tanpa sirip. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelat bersirip dengan kemiringan 60° memberikan distribusi tegangan yang lebih merata dan luas berdasarkan pola keruntuhannya dan penurunan yang lebih kecil dibandingkan dengan variasi lainnya. Temuan ini mengindikasikan bahwa kemiringan sirip 60° merupakan konfigurasi optimum dalam meningkatkan performa pelat terhadap keruntuhan tanah pasir. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa analisis numerik menghasilkan nilai daya dukung dan penurunan yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil analisis eksperimental pada seluruh variasi pelat.

Kata kunci: pelat bersirip, PLAXIS 2D, pola keruntuhan, tanah pasir.

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan elemen krusial dalam pembangunan nasional yang menuntut standar keamanan dan kenyamanan tinggi (Silitonga et al., 2020). Dalam strukturnya, perkerasan kaku (rigid pavement) menjadi tipe yang dominan digunakan di wilayah seperti Kota Pontianak (Sukirman, 1999). Meskipun memiliki durabilitas tinggi, performa perkerasan kaku sangat bergantung pada stabilitas lapisan tanah dasar (subgrade). Penurunan pada pelat beton sering kali dipicu oleh kegagalan lapisan bawah dalam menahan beban vertikal, terutama pada kondisi tanah yang kurang terkonsolidasi atau memiliki daya dukung rendah. Banyak turap yang terbuat dari kayu belian atau beton bertulang telah digunakan untuk memperkuat saluran drainase yang besar atau parit di beberapa jalan di Kota Pontianak dan sekitarnya. Tekanan perkerasan jalan pada tanah di dasar jalan menyebabkan tanah di bahu jalan naik, menyebabkan penurunan pada badan jalan yang menyebabkan jalan bergelombang (Jumadi et al., 2022). Mekanisme terjadinya penurunan badan jalan akibat tekanan lalu lintas dan kondisi tanah dasar tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem konstruksi jalan konvensional di Kota Pontianak

Sebagai langkah stabilisasi, penggunaan urugan pasir secara luas diimplementasikan untuk mendistribusikan beban secara merata ke lapisan tanah di bawahnya. Tanah yang tidak kohesif dengan kadar air yang cukup tinggi dapat bersifat sebagai satu cairan kental (Bowles, 1997). Pasir sebagai material granular dengan dominasi massa partikel lebih dari 85%, berperan vital dalam meningkatkan kekuatan struktur perkerasan sesuai standar teknis (Syenna et al., 2022). Oleh karena itu, pemahaman terhadap interaksi antara

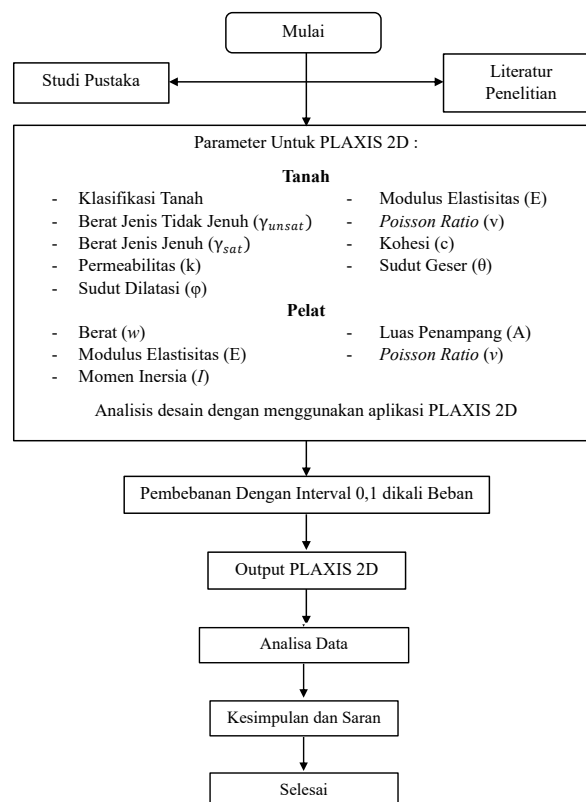
beban, material pelat, dan karakteristik lapisan pasir menjadi kunci dalam memitigasi risiko kerusakan dini pada jalan beton.

Berbagai inovasi telah dikembangkan untuk memitigasi kegagalan struktural pada perkerasan jalan, salah satunya melalui implementasi desain pelat beton bersirip. Integrasi sepasang sirip pada pelat bertujuan untuk mereduksi pergerakan lateral tanah akibat beban vertikal kendaraan, yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan stabilitas dan kenyamanan operasional jalan. Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya, yaitu analisis eksperimental pola keruntuhan tanah pasir di dalam bak kaca. Pendekatan elemen hingga (analisis numerik) digunakan untuk mengatasi keterbatasan metode eksperimental tersebut, terutama dalam memvisualisasikan distribusi tegangan dan pola keruntuhan secara detail. Melalui simulasi ini, penelitian mengevaluasi variasi kemiringan sirip guna mengidentifikasi mekanisme deformasi tanah yang lebih mendalam dibandingkan dengan analisis eksperimental.

Beberapa pembatasan masalah, untuk membatasi ruang lingkup dalam penulisan ini, yaitu (1) Dalam penelitian ini, tanah yang dimodelkan adalah tanah pasir. Spesifikasi yang direncanakan untuk pelat yang ditambahkan sirip yaitu pelat yang digunakan terbuat dari material baja; rencana mutu baja (f_y) sebesar 410 MPa; model pelat yang digunakan memiliki ketebalan 0,5 cm, dimensi pelat 14 cm $\times$ 14 cm, panjang sirip 7 cm, dengan variasi kemiringan pelat yaitu 0°, 30°, 60°, 90°, dan tanpa sirip; pelat dianggap kaku sempurna. (2) Penelitian ini dianalisis menggunakan aplikasi PLAXIS 2D V22. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pola keruntuhan tanah pasir secara numerik melalui simulasi PLAXIS 2D V22; mengevaluasi besarnya penurunan (settlement) dan distribusi tegangan yang terjadi pada setiap variasi pelat guna mengidentifikasi pengaruh penambahan sirip terhadap daya dukung dan menentukan sudut kemiringan sirip optimum dari berbagai variasi yang diuji untuk menghasilkan desain pelat yang paling efektif.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode numerik melalui perangkat lunak PLAXIS 2D v.22 tahun 2023 untuk menganalisis perilaku geoteknik, khususnya bentuk deformasi dan nilai penurunan pada pemodelan pelat bersirip di atas tanah pasir. PLAXIS merupakan program berbasis metode elemen hingga yang mampu mensimulasikan perilaku tanah secara akurat (Harsanto et al., 2015). Penggunaan versi v.22 dipilih karena keunggulannya dalam menyediakan fitur yang lebih komprehensif dibandingkan versi sebelumnya, sehingga menjamin ketajaman hasil analisis numerik dalam studi ini.

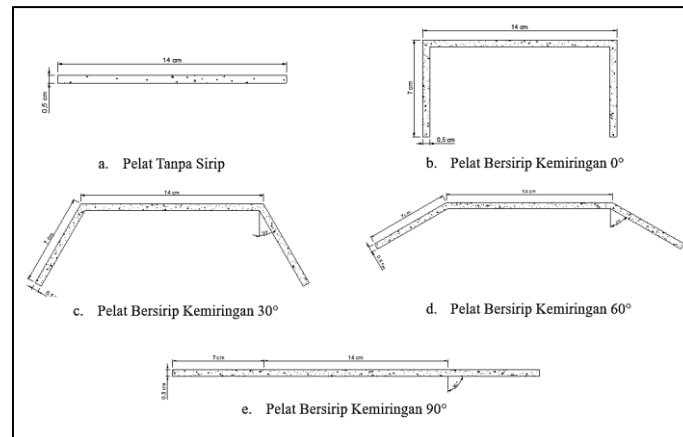


Gambar 2. Diagram Alir

Gambar 2 merupakan diagram alir yang menggambarkan tahapan penelitian mulai dari studi pustaka hingga kesimpulan. Sebelum melakukan penelitian, dilakukan pengujian tanah di laboratorium untuk mendapatkan data parameter tanah. Pengujian tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Setelah mendapatkan parameter tanah, dilakukan analisis pola keruntuhan tanah di bawah pelat bersirip secara numerik menggunakan aplikasi PLAXIS 2D V22. Hasil pola keruntuhan yang terjadi diidentifikasi agar diperoleh pelat yang paling optimum dalam menahan pola keruntuhan tanah.

2.1 Pemodelan Pelat Bersirip

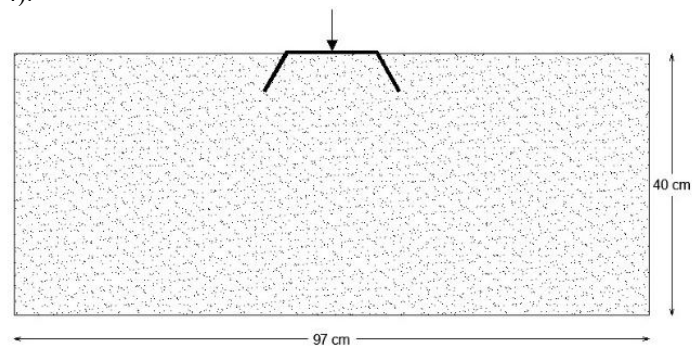
Pada penelitian ini dimodelkan lima pelat dengan variasi kemiringan sirip yang merupakan model sampel, yaitu pelat tanpa sirip, pelat bersirip kemiringan 0° , pelat bersirip kemiringan 30° , pelat bersirip kemiringan 60° , dan pelat bersirip kemiringan 90° (Gambar 3).



Gambar 3. Model Sampel Pelat Bersirip

2.2 Pemodelan Geometri di PLAXIS 2D v.22

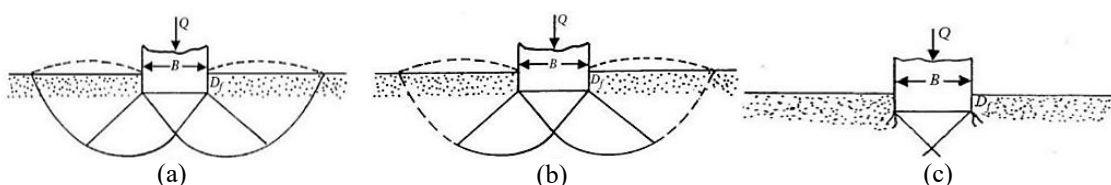
Berdasarkan pengujian eksperimental yang dilakukan di laboratorium, dimensi geometri yang digunakan pada aplikasi PLAXIS 2D v.22 sama dengan pengujian eksperimental di laboratorium sebesar $97 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ (Gambar 4).



Gambar 4. Model Geometri di dalam PLAXIS 2D V22

2.3 Pola Keruntuhan

Konsep perhitungan daya dukung tanah, didasarkan pada pola atau bentuk keruntuhan geser yang terjadi dalam tanah akibat pembebanan. Terdapat tiga kemungkinan pola keruntuhan tanah yang dapat menjadi acuan terhadap rumusan kapasitas dukung tanah ditunjukkan pada (Gambar 5), yaitu (a) pola keruntuhan menyeluruh, (b) pola keruntuhan setempat, dan (c) pola keruntuhan baji (Hardiyatmo, 1996).



Gambar 5. Pola Keruntuhan Tanah

2.4 Parameter PLAXIS 2D V.22

Parameter tanah pada penelitian ini didapat berdasarkan hasil pengujian sifat fisis tanah di laboratorium dan korelasi berdasarkan jenis tanah. Korelasi parameter tanah mengacu pada buku “Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi” oleh Warman (2019). Tanah yang diuji merupakan tanah pasir yang merupakan tanah non kohesif. Data parameter tanah disajikan pada Tabel 1. Parameter pelat didapat dari hasil perhitungan sesuai dengan mutu yang digunakan. Pelat yang digunakan adalah pelat baja dengan mutu (f_y) 410 MPa. Perhitungan parameter pelat mengacu pada skripsi Ridwan (2019). Data parameter pelat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Parameter Tanah

Parameter	Satuan	Data
Jenis Tanah	-	Pasir
Konsistensi	-	Loose
Model Material	-	Mohr-Coloumb
Tipe Material	-	Drained
γ_{sat}	kN/m ³	19,654
γ_{unsat}	kN/m ³	15,368
e	-	0,75
E	kN/m ²	10000
ν	-	0,3
c	kN/m ²	2,4
Θ	°	34,059
Ψ	°	0
k_x	m/day	0,864
k_y	m/day	0,864
R inter	-	0,6

Tabel 2. Data Parameter Pelat

Parameter	Satuan	Data
Material Type	-	Elastic; Isotropic
E	kN/m ²	200000000
γ	kN/m ³	78,5
EA	kN/m	5000000
EI	kN.m ² /m	260,417
W	kN/m/m	1,963
ν	-	0,3

2.5 Pemodelan Numerik pada PLAXIS 2D v.22

Pemodelan menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D v.22 dilakukan dengan merepresentasikan pelat bersirip sebagai elemen kesatuan antara pelat utama dan sirip sesuai dimensi pada Gambar 5. Tanah pasir dimodelkan dengan material model Mohr-Coulomb menggunakan parameter pada Tabel 1. Geometri domain penelitian ditunjukkan pada Gambar 6. Interaksi antara tanah dan pelat diakomodasi melalui elemen *interface* dengan nilai R inter = 0,6. Seluruh geometri pelat dan tanah didiskretisasi menggunakan jaringan elemen tetrahedral 10 simpul (10-node) dengan pengaturan kerapatan *mesh* global kategori *Medium*.

3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini melakukan pengujian dengan beban terpusat dengan analisis numerik menggunakan aplikasi PLAXIS 2D v.22 pada sampel pelat bersirip bermaterial baja terhadap tanah pasir. Berdasarkan Tabel 3, penggunaan pelat bersirip meningkatkan kapasitas dukung dibandingkan dengan pelat tanpa sirip. Kapasitas dukung maksimum diperoleh pada sudut sirip 60° sebesar 13,8 kN dengan penurunan 1,873 mm, sedangkan pelat tanpa sirip hanya mampu menahan beban 3,5 kN. Hasil ini menunjukkan bahwa sudut sirip 60° merupakan konfigurasi yang paling efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah pasir melalui distribusi beban yang lebih optimal.

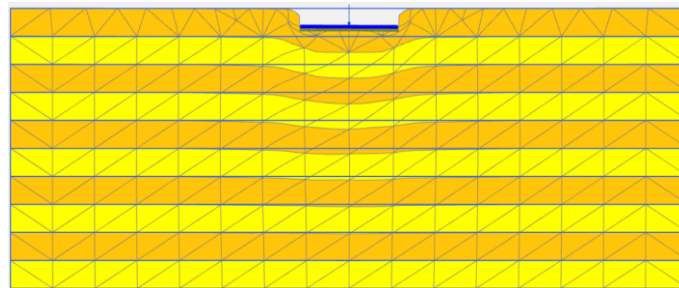
Tabel 3. Hasil Pembacaan Nilai Pembebanan dan Penurunan Pelat Bersirip

Pelat	P maks (kN)	d (mm)
Tanpa Sirip	3,5	1,079
0°	6,3	1,695
30°	12,0	2,033
60°	13,8	1,873
90°	10,3	1,442

3.1 Pola Keruntuhan Pelat Tanpa Sirip

Pola keruntuhan yang terjadi pada pelat tanpa sirip adalah keruntuhan geser setempat. Pola keruntuhan tanah menunjukkan penurunan intensitas seiring bertambahnya kedalaman, dengan konsentrasi deformasi vertikal tajam tepat di bawah pelat. Pola distribusi deformasi dan zona keruntuhan tanah tersebut ditunjukkan pada Gambar 6. Pada lapisan tengah, deformasi tampak lebih landai dengan intensitas yang berangsur menurun, mengindikasikan bahwa tegangan dari permukaan telah teredam oleh tahanan tanah. Pada lapisan bawah, pada kedalaman dasar, hampir tidak terlihat deformasi, sehingga zona tersebut dapat dikategorikan sebagai area yang tidak terpengaruh oleh beban.

Ketiadaan elemen penahan samping (sirip) menyebabkan kegagalan massa tanah dalam menahan geser lateral. Ditinjau dari distribusi gaya, pola ini merupakan konsekuensi dari pembentukan bola tegangan (stress bulb) yang ramping dan dalam. Tanpa perkuatan lateral, tegangan vertikal terpusat sepenuhnya pada jalur pusat beban. Zona pengaruh beban tetap sempit dan gagal meluas ke massa tanah di sekitarnya, berbeda dengan efisiensi yang ditunjukkan oleh konfigurasi pelat bersirip.

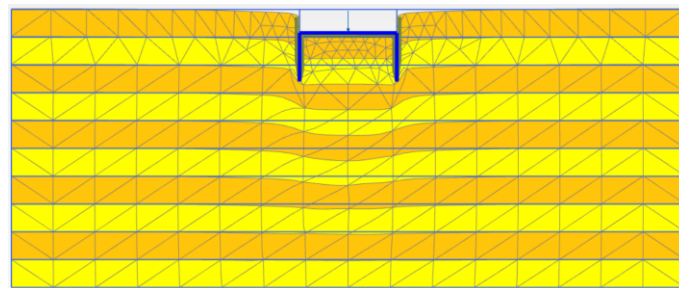


Gambar 6. Pola Keruntuhan Tanah pada Pelat Tanpa Sirip

3.2 Pola Keruntuhan Pelat Bersirip Kemiringan 0°

Pola keruntuhan yang terjadi pada pelat bersirip kemiringan 0° adalah keruntuhan geser setempat. Deformasi paling besar terjadi tepat di bawah pelat memicu penurunan lokal yang tajam. Pada lapisan berikutnya, deformasi mulai menyebar ke arah lateral dan intensitasnya mulai menurun. Memasuki lapisan bawah, perubahan bentuk tanah sangat kecil hingga hampir tidak terlihat. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh beban pelat semakin melemah dan mencapai batas jangkauan efektifnya pada kedalaman tertentu. Pola distribusi deformasi dan zona keruntuhan tanah pada pelat bersirip dengan kemiringan 0° ditunjukkan pada Gambar 7.

Secara mekanis, sirip 0° berfungsi sebagai penghalang fisik yang mengalihkan sebagian beban vertikal menjadi tegangan lateral, sehingga area penyebaran beban lebih luas dibandingkan pelat tanpa sirip. Meskipun penetrasi tegangan menjadi lebih dalam, zona pengaruhnya tetap terbatas karena dominasi beban arah vertikal. Secara keseluruhan, konfigurasi ini berkontribusi pada perluasan distribusi beban, namun mekanisme pengekanan tanah belum seoptimal variasi sudut kemiringan lainnya.

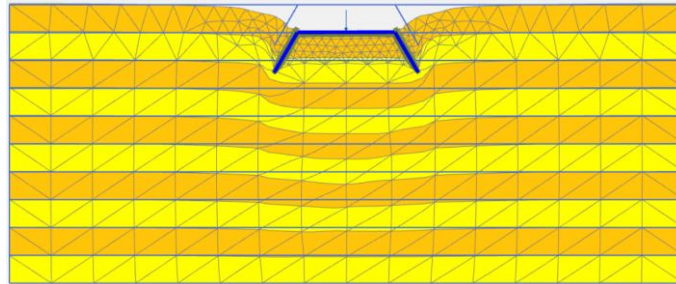


Gambar 7. Pola Keruntuhan Tanah pada Pelat Bersirip Kemiringan 0°

3.3 Pola Keruntuhan Pelat Bersirip Kemiringan 30°

Pola keruntuhan yang terjadi pada pelat bersirip dengan kemiringan 30° adalah keruntuhan geser setempat. Deformasi terjadi lebih meluas secara lateral dibandingkan dengan variasi 0°. Secara keseluruhan, konfigurasi pelat bersirip 30° menghasilkan pola keruntuhan yang lebih menyebar dibandingkan dengan pelat bersirip 0°. Dengan mengubah arah penyebaran beban menjadi miring, risiko keruntuhan tanah jadi lebih terbagi ke area yang lebih luas, tidak hanya terfokus di bawah fondasi saja.

Mekanisme distribusi tegangan pada pelat bersirip 30° terjadi melalui pengalihan beban vertikal menjadi gaya diagonal. Kemiringan sirip ini menciptakan efek yang mendorong tanah ke arah samping, sehingga memperluas area sebaran tegangan (stress bulb) di luar fondasi. Hal ini membuat tahanan geser tanah bekerja lebih maksimal karena beban terbagi ke area yang lebih luas. Dengan demikian, konsentrasi tegangan di bawah pelat berkurang dan risiko keruntuhan tanah menjadi lebih terbagi. Pola distribusi deformasi dan zona keruntuhan tanah pada pelat bersirip dengan kemiringan 30° ditunjukkan pada Gambar 8.

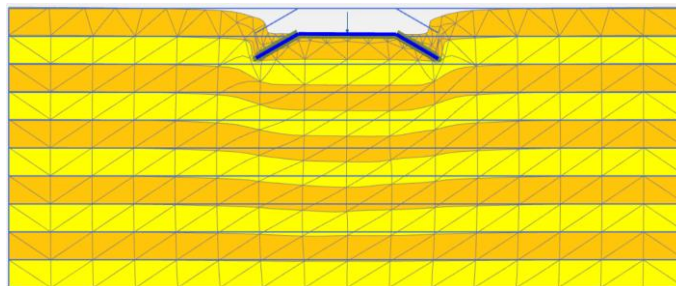


Gambar 8. Pola Keruntuhan Tanah pada Pelat Bersirip Kemiringan 30°

3.4 Pola Keruntuhan Pelat Bersirip Kemiringan 60°

Pola keruntuhan yang terjadi pada pelat bersirip dengan kemiringan 60° adalah keruntuhan geser setempat. Deformasi yang terjadi lebih menyebar secara lateral pada pelat bersirip 60° , sehingga menghasilkan peredaman tegangan yang lebih efisien. Pada lapisan menengah hingga bawah, intensitas deformasi berkurang secara bertahap akibat redaman tekanan sebelum mencapai lapisan dasar.

Mekanisme distribusi tegangan pada pelat bersirip 60° bekerja dengan mengalihkan beban ke area lateral yang jauh lebih luas melalui sudut sirip yang tajam. Kemiringan ini memperkuat efek penguncian tanah sehingga penyebaran tegangan menjadi maksimal dan tekanan teredam lebih efisien. Hal ini memaksa volume tanah yang lebih besar untuk memikul beban, sehingga intensitas deformasi berkurang secara signifikan sebelum mencapai lapisan dasar. Hasilnya, konfigurasi ini menjadi yang paling stabil dan efektif dalam meratakan distribusi beban dibandingkan dengan variasi lainnya. Pola distribusi deformasi dan zona keruntuhan tanah pada pelat bersirip dengan kemiringan 60° ditunjukkan pada Gambar 9.

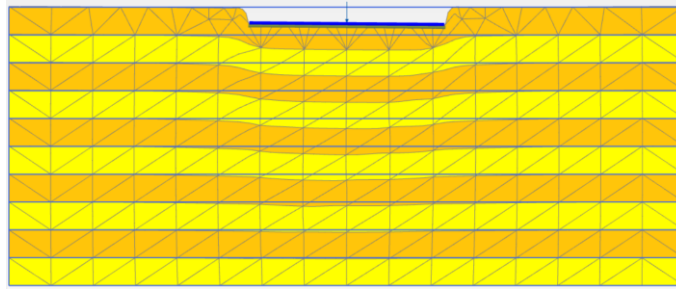


Gambar 9. Pola Keruntuhan Tanah pada Pelat Bersirip Kemiringan 60°

3.5 Pola Keruntuhan Pelat Bersirip Kemiringan 90°

Pola keruntuhan yang terjadi pada pelat bersirip kemiringan 90° adalah keruntuhan geser setempat. Deformasi maksimum terkonsentrasi di bawah pelat dan sepanjang bidang sirip menunjukkan bahwa sirip vertikal kurang efektif dalam mengalihkan gaya secara horizontal. Pada lapisan menengah hingga bawah, intensitas deformasi menurun cepat dengan zona pengaruh yang lebih sempit dan dangkal dibandingkan variasi 60° .

Mekanisme distribusi tegangan pada pelat bersirip 90° menunjukkan kecenderungan beban yang merambat secara vertikal tanpa penyebaran lateral yang berarti. Karena posisi sirip yang tegak lurus, tidak terjadi efek pasak (wedging effect) untuk mendorong tanah ke arah samping. Akibatnya, tegangan terkonsentrasi sepenuhnya di bawah dasar pelat dan sepanjang bidang sirip vertikal. Secara keseluruhan, konfigurasi 90° menghasilkan pola keruntuhan yang terpusat dan kurang efisien dalam mendistribusikan beban, sehingga kapasitas daya dukungnya lebih rendah dibandingkan variasi kemiringan lainnya. Pola distribusi deformasi dan zona keruntuhan tanah pada pelat bersirip dengan kemiringan 90° ditunjukkan pada Gambar 10.



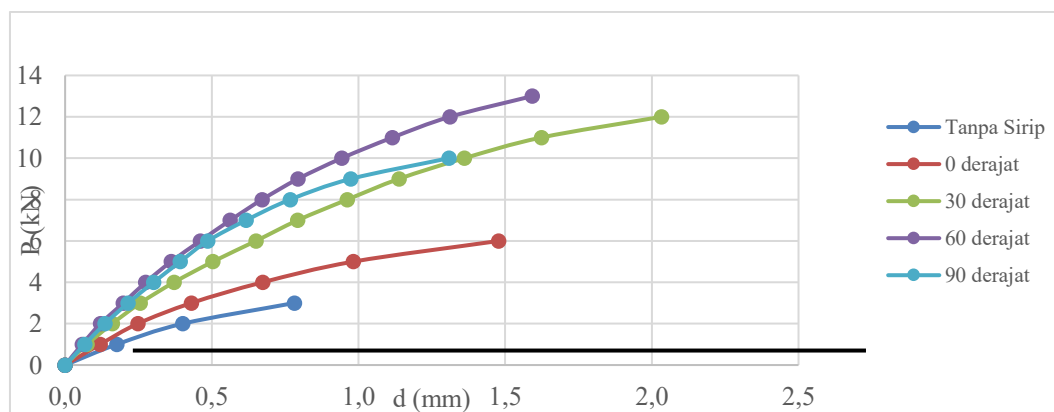
Gambar 10. Pola Keruntuhan Tanah pada Pelat Bersirip Kemiringan 90°

3.6 Perbandingan Beban Terhadap Penurunan Semua Variasi Pelat Bersirip

Pada penelitian ini, dari kelima sampel pelat bersirip akan dicari pelat bersirip yang memiliki daya dukung paling bagus dari hasil perbandingan grafik yang didapat. Data perbandingan beban dan penurunan kelima sampel pelat bersirip analisis numerik dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel 4, sudut kemiringan sirip memengaruhi mekanisme distribusi tegangan pada tanah pasir. Kemiringan 60° menghasilkan penyebaran tegangan yang lebih luas sehingga konsentrasi tegangan di bawah pelat berkurang dan kapasitas dukung meningkat dibandingkan variasi sudut lainnya. Gambar 11 menunjukkan bahwa penggunaan sirip meningkatkan kapasitas pembebanan dibandingkan pelat tanpa sirip. Kurva pelat bersirip 60° berada di atas variasi lainnya, yang menunjukkan kemampuan mendistribusikan beban secara lebih efektif sehingga kapasitas dukung meningkat.

Tabel 4. Hasil Uji Pembebanan Pelat Bersirip

Tanpa Sirip		0°		30°		60°		90°	
P (kN)	d (mm)	P (kN)	d (mm)	P (kN)	d (mm)	P (kN)	d (mm)	P (kN)	d (mm)
0	0,000	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
1	0,177	1	0,119	1	0,075	1	0,058	1	0,067
2	0,401	2	0,248	2	0,161	2	0,121	2	0,136
3	0,782	3	0,431	3	0,256	3	0,199	3	0,215
3,5	1,079	4	0,673	4	0,371	4	0,275	4	0,302
-	-	5	0,983	5	0,504	5	0,361	5	0,393
-	-	6	1,478	6	0,650	6	0,461	6	0,486
-	-	6,3	1,695	7	0,793	7	0,563	7	0,617
-	-	-	-	8	0,962	8	0,671	8	0,767
-	-	-	-	9	1,138	9	0,794	9	0,974
-	-	-	-	10	1,361	10	0,943	10	1,308
-	-	-	-	11	1,624	11	1,116	10,3	1,442
-	-	-	-	12	2,033	12	1,312	-	-
-	-	-	-	-	-	13	1,592	-	-
-	-	-	-	-	-	13,8	1,873	-	-

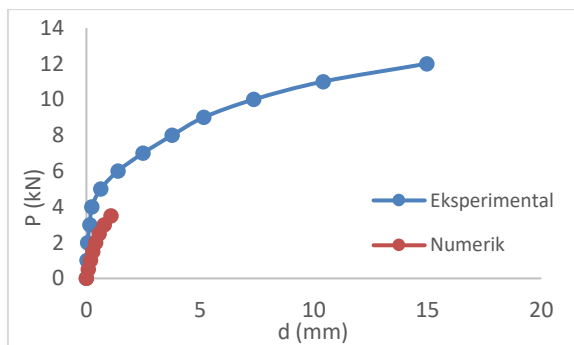


Gambar 11. Grafik Pembebanan (P) VS Penurunan (d)

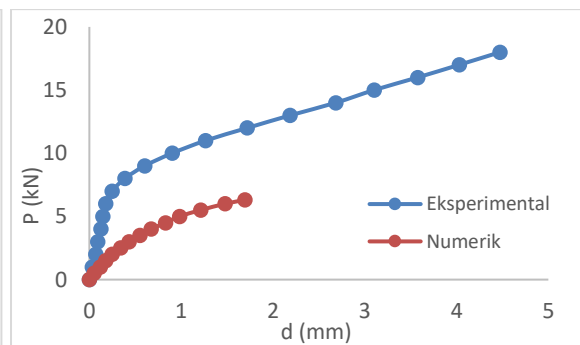
Berdasarkan Tabel 4, penurunan pelat meningkat seiring bertambahnya beban pada seluruh variasi pengujian. Penggunaan sirip terbukti meningkatkan kapasitas pembebanan dibandingkan pelat tanpa sirip. Kapasitas pembebanan tertinggi diperoleh pada pelat bersirip dengan kemiringan 60° sebesar 13,8 kN, diikuti oleh kemiringan 30° , 90° , dan 0° . Hasil ini menunjukkan bahwa sudut kemiringan sirip berpengaruh terhadap efektivitas distribusi beban ke tanah pasir, dengan konfigurasi 60° sebagai variasi yang paling optimal dalam meningkatkan kapasitas dukung.

Tabel 5. Hasil Pembacaan Nilai Penurunan pada Beban 3 kN

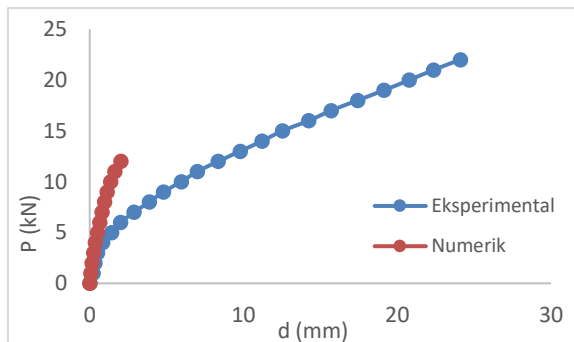
Pelat	Nilai d (mm)
	Beban 3 kN
Tanpa Sirip	0,782
0°	0,431
30°	0,256
60°	0,199
90°	0,215



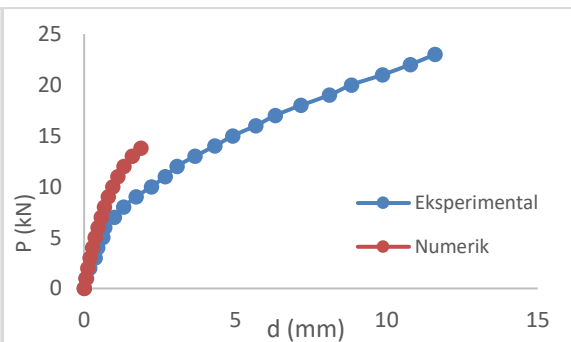
Gambar 12. Perbandingan Hasil Pelat Tanpa Sirip



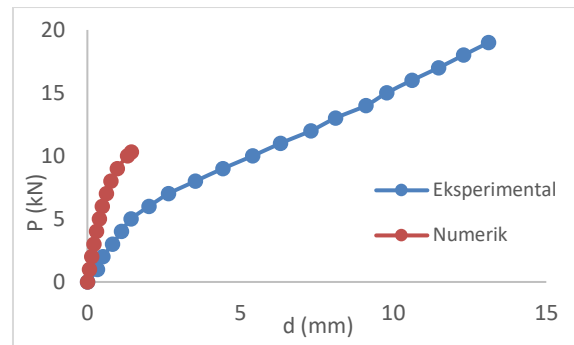
Gambar 13. Perbandingan Hasil Pelat Bersirip Kemiringan 0°



Gambar 14. Perbandingan Hasil Pelat Bersirip Kemiringan 30°



Gambar 15. Perbandingan Hasil Pelat Bersirip Kemiringan 60°



Gambar 16. Perbandingan Hasil Pelat Bersirip Kemiringan 90°

Selanjutnya, dilakukan perbandingan antara hasil analisis numerik dan hasil pengujian eksperimental untuk mengevaluasi kapasitas daya dukung pelat. Analisis numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D V.22, sedangkan hasil pengujian eksperimental diperoleh melalui pengujian laboratorium. Perbandingan respons beban–penurunan antara kedua metode pada setiap variasi pelat disajikan pada Gambar 12–16.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis numerik, penambahan sirip pada pelat secara signifikan memengaruhi pola keruntuhan tanah. Konfigurasi sirip mendistribusikan beban secara lebih luas ke arah lateral dibandingkan dengan pelat tanpa sirip. Pada pembebanan yang sama sebesar 3 kN, pelat tanpa sirip menunjukkan penurunan sebesar 0,782 mm. Seiring dengan perubahan sudut kemiringannya, nilai penurunan oleh pelat mengalami penurunan hingga mencapai titik optimal pada sudut 60° sebesar 0,199 mm, kemudian pada sudut 90° nilai penurunan mengalami kenaikan menjadi 0,215 mm.

Pelat bersirip dengan kemiringan 60° menunjukkan kinerja paling optimal dalam mengontrol pola keruntuhan tanah dan nilai penurunan yang lebih kecil dibandingkan dengan pelat bersirip lainnya. Pelat tersebut menghasilkan penyebaran tegangan yang lebih luas dan merata ditinjau dari pola keruntuhan tanah yang terbentuk. Dari daya dukung yang dihasilkan, perbandingan nilai beban dan penurunan yang diperoleh pada analisis numerik lebih rendah dibandingkan dengan hasil analisis eksperimental untuk semua variasi pelat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1997. *Foundation Analysis and Design*. Singapore: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hardiyatmo, H. C. 1996. *Teknik Fondasi 1*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Harsanto, C., Manoppo, F. J., & Sumampouw, J. R. 2015. Analisis Daya Dukung Tiang Bor (*Bored Pile*) Pada Struktur Pylon Jembatan Soekarno Dengan PLAXIS 3D. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5(2), 345–350. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/9962>
- Ridwan, M. 2019. *Studi Parametrik Pelat Terpaku Akibat Beban Horizontal*, Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Silitonga, M. R., Amin, M., & Elvina, I. 2020. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Aashto 1993 pada Ruas Jalan Dusun Betung Kabupaten Katingan. *Oktober*, 4(1), 14–25.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Syenna, A., Yusuf, M., & Bachtiar, V. 2022. Tinjauan Daya Dukung Pelat Beton Bersirip di Atas Pasir Dengan Variasi Kemiringan Sirip Yang Diperkaku Berdasarkan Uji Pembebanan. *JeLAST*, 9(3). <https://doi.org/10.26418/jelast.v9i3.57244>
- Warman, R. S. 2019. *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga