

Studi Eksperimental Tentang Kondisi Ekstrem Pelat Beton Bersirip di Tanah Pasir

Marvin Luckianto, Vivi Bachtiar*, M. Yusuf

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

*Koresponden email: vivibachtiar@civil.untan.ac.id

Diterima: 29 November 2025

Disetujui: 03 Desember 2025

Abstract

Roads are a crucial land transportation infrastructure that play an essential role in the distribution of goods and services. The existence of this infrastructure is vital for regional economic development. With the presence of roads, especially those prioritized for motor vehicles, travel time to destinations can be significantly reduced. The deflection of concrete pavement occurs due to loads acting on its surface. Therefore, the concrete slab or pavement must be designed with sufficient strength and an effective thickness. This study aims to analyze the effect of load position variation on the deflection of finned concrete slabs to determine the most critical (extreme) point. The research was conducted experimentally using an indirect loading method. The sample used was a finned concrete slab with a fin inclination of 30° , subjected to loading at the mid-point of the non-finned side, the mid-point of the finned side, and the corner of the finned concrete slab. Based on the loading test and graphical analysis, the slab loaded at the corner experienced the greatest deflection, indicating the most extreme condition, with a load of 14 kN producing a deformation of 17,719 mm.

Keywords: *finned concrete slab, extreme condition, loading method*

Abstrak

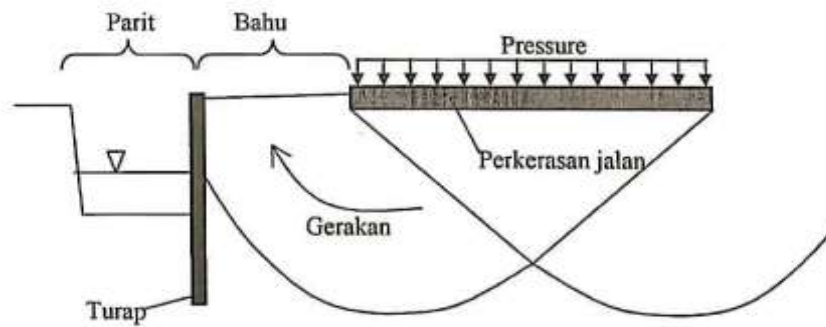
Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang sangat penting dalam perhubungan distribusi barang dan jasa. Keberadaan prasarana ini sangat diperlukan untuk mengembangkan perekonomian daerah. Dengan adanya jalan, suatu perjalanan yang diutamakan kendaraan bermotor dapat menjadi lebih cepat pada tempat tujuan. Penurunan jalan beton terjadi dikarenakan beban yang berada di atas permukaan jalan beton tersebut. Pelat beton atau jalan beton perlu di rancang desain yang kuat dan mempunyai ketebalan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi titik pembebanan terhadap penurunan pada pelat beton bersirip guna menentukan titik paling ekstrem. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental melalui metode pembebanan tidak langsung. Sampel yang digunakan ialah pelat beton bersirip dengan kemiringan sirip 30° dilakukan pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip, pembebanan tengah-tengah sisi bersirip, dan pembebanan sudut pelat beton bersirip. Hasil pengujian pembebanan dan pengamatan grafik terdapat pelat dengan pembebanan di sudut mengalami penurunan terbesar atau terjadi kondisi ekstrem dengan beban 14 kN deformasi sebesar 17,719 mm.

Kata Kunci: *pelat beton bersirip, kondisi ekstrem, metode pembebanan*

1. Pendahuluan

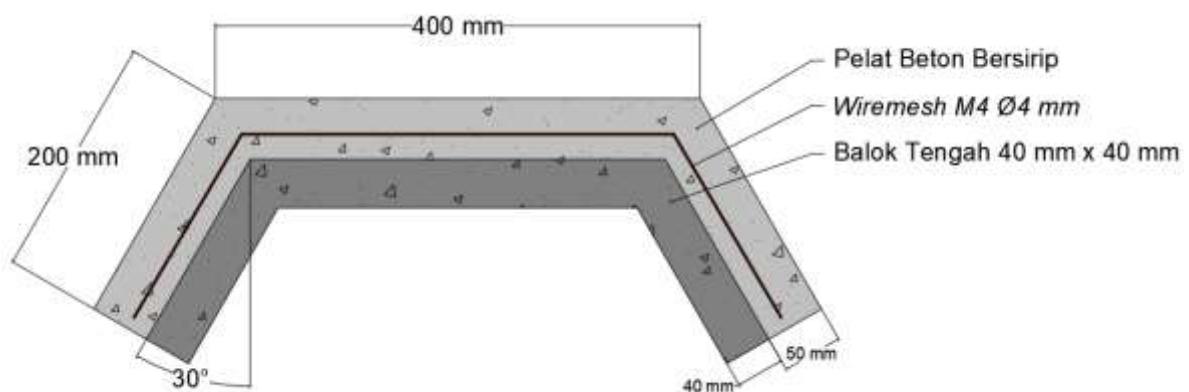
Jaringan jalan sebagai bagian dari prasarana transportasi darat memiliki peranan penting dalam sektor perhubungan, terutama dalam menjaga kelancaran distribusi barang dan jasa [2]. Keberadaan prasarana ini sangat diperlukan untuk mengembangkan perekonomian daerah [1]. Dengan adanya prasarana tersebut, suatu perjalanan yang diutamakan kendaraan bermotor dapat menjadi lebih cepat pada tempat tujuan.

Diketahui bahwa tanah Kota Pontianak memiliki dominan tanah lunak yang mempunyai daya dukung tanah yang rendah. Kondisi tanah tersebut berpotensi menyebabkan jalan di Kota Pontianak rusak [5]. Kerusakan jalan diakibatkan pada konstruksi di bagian lapisan bawah jalan. Umumnya sekitar perkerasan jalan telah diperkuat dengan turap jika berada dekat dengan parit atau drainase yang dapat dilihat pada **Gambar 1** [3]. Urugan pasir ini umumnya digunakan dalam perkerasan jalan untuk menstabilkan permukaan tanah asal [6].



Gambar 1. Pergerakan horizontal tanah dasar di bawah pelat akibat beban lalu lintas.
Sumber: Peneliti (2020)

Inovasi pelat beton dalam mengurangi pergerakan horizontal tanah dan penurunan ialah dengan menambahkan sirip pada pelat beton bersirip [5]. Kemiringan sirip pada pelat beton bersirip dalam studi eksperimental ini ialah 30° yang telah ditetapkan untuk model penelitian [6]. Pelat beton bersirip yang akan digunakan dalam penelitian ini ialah pelat berukuran 40 cm x 40 cm dengan panjang sirip 20 cm, tebal pelat 5 cm yang dapat dilihat pada **Gambar 2**. Pada **Gambar 3** dapat dilihat juga untuk model pelat beton bersirip dengan model lapangan. Dalam penelitian eksperimental ini dilakukan guna untuk mencari letak titik ekstrem pelat beton bersirip.



Gambar 2. Model Pelat Beton Bersirip
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 3. Pelat Beton Bersirip
Sumber: Hasil Analisis (2025)

2. Metode Penelitian

Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya untuk menetapkan model pelat beton bersirip. Penelitian sebelumnya telah menetapkan kemiringan mulai dari 0° , 10° , 20° , 30° , dan 40° [6]. Penelitian sebelumnya telah menetapkan tinggi atau panjang sirip pada pelat beton [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sirip (*fins*) pada pelat beton mampu meningkatkan nilai P_u

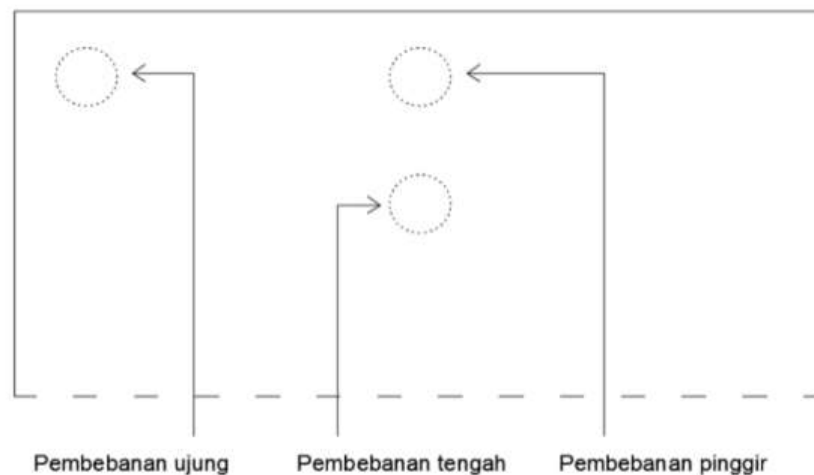
hingga 42% dibandingkan pelat tanpa sirip [7]. Dalam penelitian sebelumnya menghasilkan dan menarik kesimpulan hasil data yang optimal dalam penganganan penurunan.

Tanah Pasir

Secara geologis, tanah pasir terbentuk melalui proses pelapukan batuan sedimen serta batuan beku. Sebagai tanah non-kohefif, pasir memiliki karakteristik bahwa butir-butirnya tidak saling melekat dan berada dalam keadaan longgar [10]. Tarikan permukaan memberikan tanah non-kohefif semua, dengan demikian karena kohesi suatu tanah pasir akan hilang apabila tanah pasir dalam kondisi kering atau jenuh [11]. Pada tanah pasir, tingkat kepadatan lapisan ditentukan melalui nilai kepadatan relatif (DR), sedangkan tingkat konsistensinya dapat diketahui melalui tabel klasifikasi tanah berbutir [12].

Tegangan Pelat Beton

Distribusi tegangan pada pelat jalan beton yang diberi beban terjadi akibat adanya tegangan lentur dan tegangan geser [8]. Tegangan lentur muncul karena momen lentur yang dihasilkan oleh beban di atas pelat, sedangkan tegangan geser timbul di sepanjang permukaan pelat, terutama di area yang bersentuhan dengan tanah. Deformasi penurunan pada permukaan perkerasan dapat disebabkan oleh pelemahan sifat tanah dasar yang berubah menjadi tanah lunak, maupun oleh pengurangan volume tanah akibat mekanisme penyusutan [15]. Selain menerima beban berulang dari kendaraan, perkerasan jalan juga dipengaruhi fluktuasi temperatur yang mengakibatkan timbulnya momen lentur bergantian pada struktur perkerasan [13]. Salah satu tegangan yang terjadi pada pelat beton perkerasan kaku ialah tegangan akibat pembebanan oleh kendaraan lalu lintas. Pembebanan tersebut yang berada pembebanan ujung, pembebanan pinggir, dan pembebanan tengah yang terdapat pada **Gambar 4** [8].



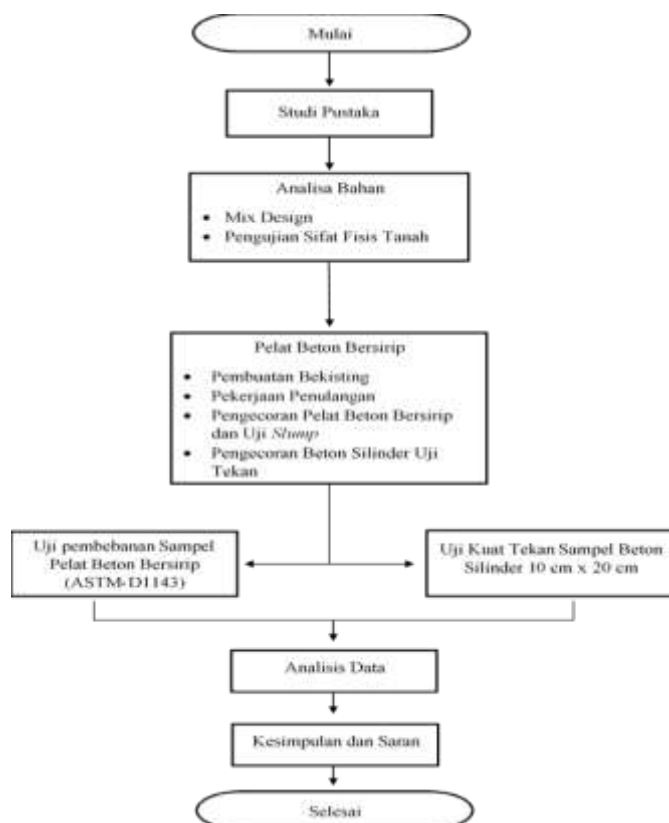
Gambar 4. Pembebanan Pada Pelat Beton
Sumber: Ari Suryawan (2009)

Metode Elastis Plastis

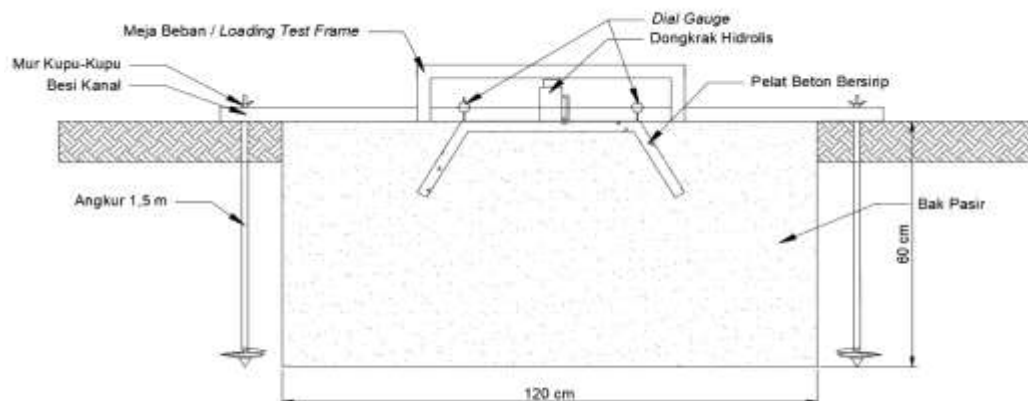
Metode elastis plastis digunakan untuk menganalisis perilaku tanah dari kondisi elastis hingga kondisi plastis ketika beban yang diberikan melebihi batas elastisnya. Perilaku elastis-plastis dari solusi elastis penuh dengan menerapkan kriteria besaran (*magnitude criterion*) dan penyelarasan arah (*directional alignment*) sebagai kondisi batas yang telah dimodifikasi [14]. Model ini memberikan prediksi yang lebih realistis terhadap deformasi dan keruntuhan tanah. Beban ultimit (P_u) ditentukan dari titik perpotongan antara garis elastis dan garis plastis pada grafik hubungan beban deformasi [9]. Grafik tersebut dibuat dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Curve Expert*.

Metode Penelitian

Pelat beton bersirip dengan spesifikasi pelat berukuran 40 cm x 40 cm dengan panjang sirip 20 cm, tebal pelat 5 cm yang d. Dalam penelitian ini telah dibuat diagram alir yang dapat dilihat pada **Gambar 5**. Penelitian ini dilakukan pada kolam urugan pasir gembur seperti pada **Gambar 6**, yang berspesifikasi kedalaman 60 cm, lebar 60 cm, dan panjang 120 cm. Penelitian ini menggunakan alat utama seperti dongkrak hidrolik, *loading test frame* atau meja beban, angkur, *dial gauge*, dan lainnya yang dapat dilihat pada **Gambar 7**. Dalam pengerjaan penelitian ini, pasir yang digunakan ialah pasir gembur. Dalam menentukan parameter pasir yang digunakan, telah dilakukan pengujian analisa bahan pasir dalam laboratorium. Besar batas kapasitas dongkrak hidrolik yang digunakan ialah 50 ton. Penelitian dilakukan hingga mengalami keruntuhan atau *dial gauge* telah terlampaui.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 6. Model Pengujian Pelat Beton Bersirip
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 7. Pengujian Eksperimental Pelat Beton Bersirip
Sumber: Hasil Analisis (2025)

3. Analisis dan Hasil Data

3.1 Data Parameter Fisis Tanah Pasir

Tes laboratorium menghasilkan data parameter tanah pasir yang digunakan untuk penelitian. Data tersebut disajikan dalam **Tabel 1** berdasarkan data Laboratorium Mekanika Tanah.

Tabel 1. Hasil Laboratorium Parameter Tanah Pasir

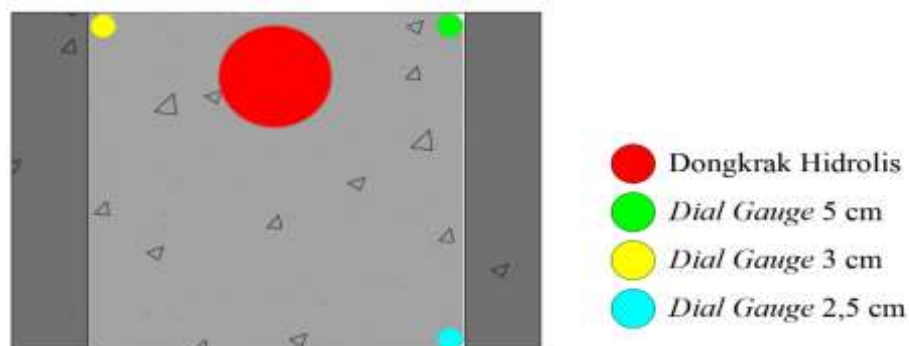
No	Pengujian Sifat Fisis	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	1,232	%
2	Berat Volume	0,015	g/cm ³
3	Berat Jenis	2,689	g/cm ³
4	Kohesi	0,024	kg/cm ²
5	Sudut Geser	34,059	°
6	Koefisien Permeabilitas	1,869E-05	cm/detik
7	Hidrometer dan Analisa Saringan	Ukuran Butir	Persentase Lewat Saringan (%)
		0,001	23,794
		0,003	33,708
		0,005	45,604
		0,008	53,536
		0,017	71,381
		0,026	79,312
		0,075	5,352
		0,125	22,184
		0,180	52,894
		0,250	79,442
		0,425	90,398
		0,850	96,456

Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.2 Analisis Letak Pembebanan Pengujian

Dalam penelitian ini terdapat 3 variasi letak titik pembebanan yang telah diuji. Berikut macam-macam letak pembebanan pengujian pada pelat beton bersirip.

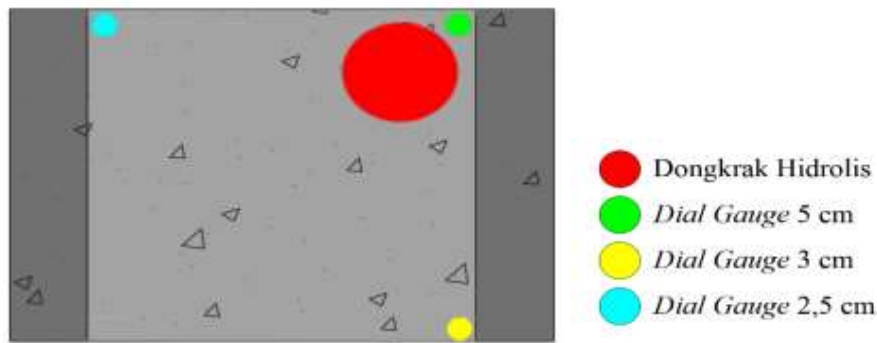
- 1) Pembebanan yang dilakukan pada pelat beton bersirip dengan titik pembebanan pada tengah-tengah sisi tak bersirip pelat seperti pada **Gambar 8** disajikan desain pemodelan pembebanan.



Gambar 8. Pembebanan Pada Tengah-Tengah Sisi Tak Bersirip

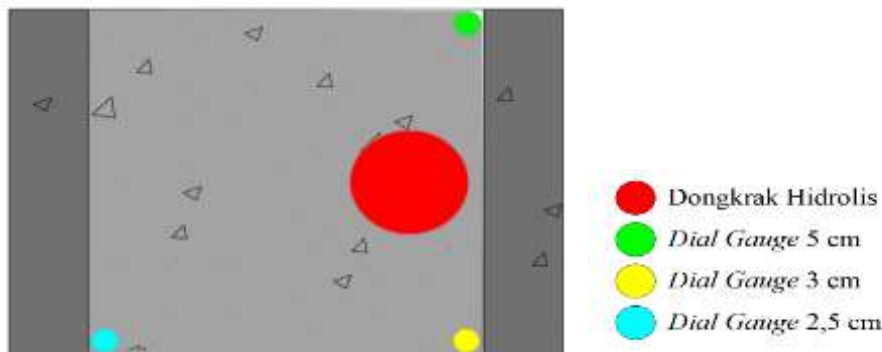
Sumber: Hasil Analisis (2025)

- 2) Pembebanan yang dilakukan pada pelat beton bersirip dengan titik pembebanan pada sudut pelat seperti pada **Gambar 9** disajikan desain pemodelan pembebanan.



Gambar 9. Pembebanan Pada Sudut
Sumber: Hasil Analisis (2025)

- 3) Pembebanan yang dilakukan pada pelat beton bersirip dengan titik pembebanan pada tengah-tengah sisi bersirip pelat seperti pada **Gambar 10** disajikan desain pemodelan pembebanan.



Gambar 10. Pembebanan Pada Tengah-Tengah Sisi Bersirip
Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.3 Analisis Deformasi Tanah

Berikut adalah hasil gabungan penurunan dari variasi letak pembebanan pelat beton bersirip. Data penurunan diplot dalam grafik dan disempurnakan menggunakan aplikasi *CurveExpert*.

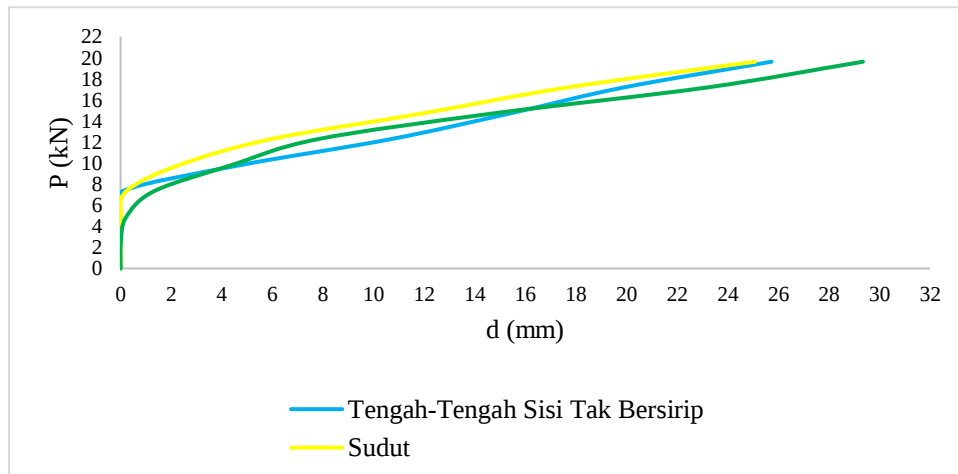
Tabel 2. Hasil Deformasi Penurunan Semua Variasi Titik Pembebanan

No.	P (kN)	d (mm)		
		Tengah-Tengah Sisi Tak Bersirip	Sudut	Tengah-Tengah Sisi Bersirip
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	2,45	0,000	0,000	0,007
3	4,90	0,000	0,008	0,229
4	7,36	0,101	0,235	1,343
5	9,81	4,732	2,308	4,387
6	12,26	10,656	5,913	7,774
7	14,71	15,397	11,932	14,739
8	17,16	19,866	17,627	23,154
9	19,61	25,729	25,081	29,344

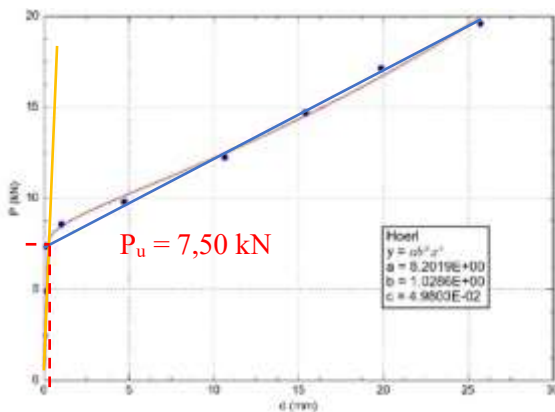
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dapat dilihat pada **Tabel 2**, jika diambil satu garis dengan beban yang sama dalam semua variasi titik pembebanan. Pada beban 14,71 kN, penurunan pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip sebesar 15,397 mm, penurunan pembebanan sudut sebesar 11,932 mm, dan penurunan pembebanan tengah-tengah sisi bersirip sebesar 14,739 mm. Maka daripada itu, penurunan terbesar atau letak ekstrem pada pelat beton bersirip di atas tanah pasir adalah pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip. Berikut ini akan disajikan

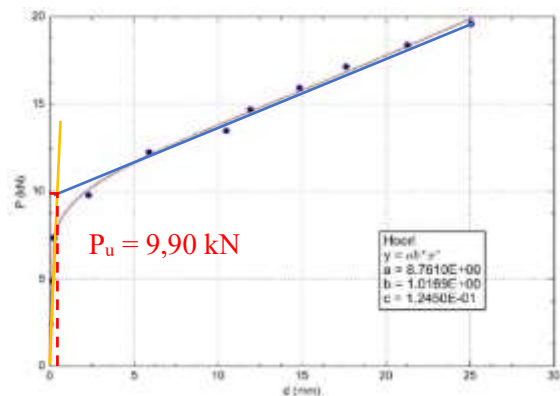
gambar atau grafik gabungan pembebanan pada **Gambar 11** dan grafik nilai beban ultimit (P_u) setiap variasi letak pembebanan pada **Gambar 12** sampai dengan **Gambar 14**.



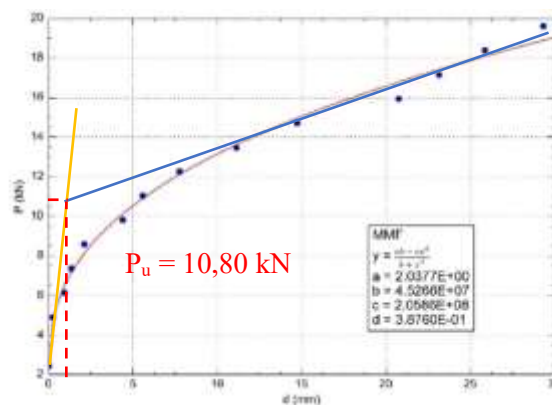
Gambar 11. Grafik Gabungan Pembebanan
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 12. Beban Ultimit Pembebanan Tengah-Tengah Sisi Tak Bersip
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 13. Beban Ultimit Pembebanan Sudut
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 14. Beban Ultimit Pembebanan Tengah-Tengah Sisi Bersip
Sumber: Hasil Analisis (2025)

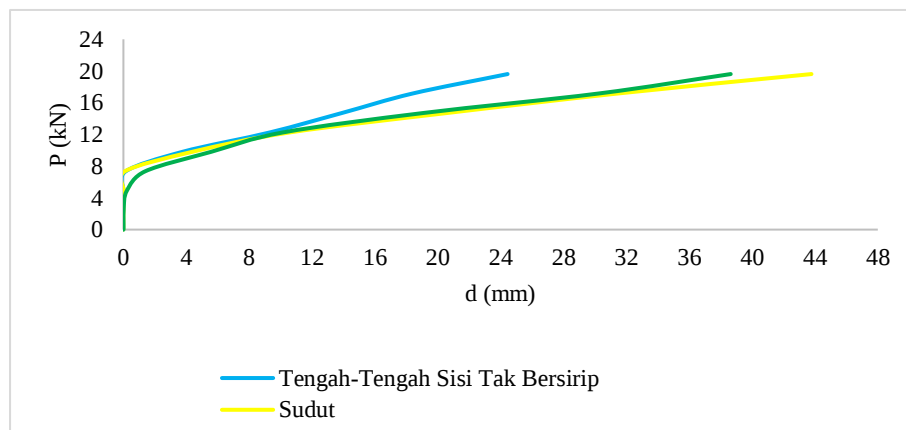
Berikut adalah hasil gabungan penurunan dari variasi letak pembebanan dengan tinjauan dial terdekat pada pelat beton bersip. Data penurunan diplot dalam grafik dan disempurnakan menggunakan aplikasi *CurveExpert*.

Tabel 3. Hasil Deformasi Penurunan Semua Variasi Titik Pembebanan Tinjauan Dial Terdekat

No.	P (kN)	d (mm)		
		Tengah-Tengah Sisi Tak Bersirip	Sudut	Tengah-Tengah Sisi Bersirip
1	0,00	0,000	0,000	0,000
2	2,45	0,000	0,000	0,010
3	4,90	0,000	0,023	0,219
4	7,36	0,151	0,092	1,390
5	9,81	3,757	4,378	5,580
6	12,26	9,328	10,599	10,161
7	14,71	13,916	20,622	19,108
8	17,16	18,401	31,452	30,232
9	19,61	24,446	43,779	38,641

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dapat dilihat pada **Tabel 3**, jika diambil satu garis dengan beban yang sama dalam semua variasi titik pembebanan. Pada beban 14,71 kN, penurunan pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip sebesar 13,916 mm, penurunan pembebanan sudut sebesar 20,622 mm, dan penurunan pembebanan tengah-tengah sisi bersirip sebesar 19,108 mm. Maka daripada itu, penurunan terbesar atau letak ekstrem pada pelat beton bersirip di atas tanah pasir adalah pembebanan sudut. Berikut ini akan disajikan gambar atau grafik gabungan pembebanan tinjauan dial terdekat pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Grafik Gabungan Pembebanan Tinjauan Dial Terdekat
Sumber: Hasil Analisis (2025)

4. Kesimpulan

Dari hasil kesimpulan grafik pembebanan gabungan variasi titik pembebanan setiap letak pembebanan pada sampel pelat beton bersirip, penurunan yang lebih besar atau letak pembebanan yang ekstrem ialah tengah-tengah sisi tak bersirip pelat. Perbandingan antara tiap pembebanan ialah pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip pelat hampir dua kali lipatnya dari pembebanan sudut pelat, dan tengah-tengah sisi tak bersirip pelat hampir satu setengah kali lipatnya dari pembebanan tengah-tengah sisi bersirip pelat.

Berdasarkan studi ini, dengan uji pembebanan tinjauan dial terdekat pada pelat beton bersirip di atas pasir dengan tiga posisi beban yaitu beban berada di tengah-tengah sisi bersirip, beban berada di tengah-tengah sisi tak bersirip, dan beban berada di sudut, diperoleh bahwa kondisi ekstrem terjadi jika beban berada di sudut. Kondisi ekstrem tersebut ditentukan berdasarkan penurunan terbesar di antara tiga posisi beban. Penurunan yang diukur adalah penurunan di posisi beban. Penempatan beban di sudut memberikan penurunan sekitar 8% lebih besar daripada penempatan beban di tengah-tengah sisi bersirip dan sekitar 48% lebih besar daripada penempatan beban di tengah-tengah sisi tak bersirip.

Dari hasil pembebanan variasi masing-masing titik pembebanan dapat disimpulkan melalui persentase. Dengan pembebanan 14,71 kN, persentase perbandingan variasi titik pembebanan ialah pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip terhadap sudut ialah 22,504%, dan pembebanan tengah-tengah sisi tak bersirip terhadap tengah-tengah sisi bersirip ialah 4,274%.

5. Referensi

- [1] M. Yusuf, dan V. Bachtiar, “Studi Eksperimental Skala Kecil Tentang Daya Dukung Pelat Beton Bersirip Sebagai Model Jalan Beton Di Tanah Gambut,” *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, vol. 12, no. 1, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtsuntan/article/view/16822>
- [2] A. Herzanita, dan F. Juwita, “Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Studi Kasus Peningkatan Jalan Way Sekampung – Sp. Bakauheni,” *Jurnal Teknik Sains*, vol. 05, no. 01, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.saburai.id/index.php/teknik/article/download/709/515>
- [3] V. Candra, M. Yusuf, dan V. Bachtiar, “Tinjauan Daya Dukung Pelat Beton Bersirip Di Atas Tanah Gambut Dengan Variasi Ketebalan Lapisan Pasir,” *JeLAST J. Tek. Kelaut. , PWK , Sipil, dan Tambang*, vol. 5, no. 1, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/24026/18825>
- [4] T. I. Amal, V. Bachtiar, and M. Yusuf, “Tinjauan Daya Dukung Pelat Beton Bersirip Berdasarkan Variasi Panjang Secara Numerik,” *J. Tek. Sipil*, vol. 23, no. 3, pp. 438–445, Aug. 2023, doi: 10.26418/jts.v23i3.6.
- [5] M. Yusuf, dan V. Bachtiar, “Studi Tentang Perilaku Pelat Beton Di Atas Tanah Gambut Untuk Pengembangan Jalan Beton Di Pontianak,” *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, vol. 9, no. 2, 2009, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtsuntan/article/view/288>
- [6] A. Syenna, M. Yusuf, and V. Bachtiar, “Tinjauan Daya Dukung Pelat Beton Bersirip Di Atas Pasir Dengan Variasi Kemiringan Sirip Yang Diperkaku Berdasarkan Uji Pembebanan,” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 9, no. 3, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/viewFile/57244/75676594935>
- [7] M. Setiawan, M. Yusuf, and V. Bachtiar, “Uji Kekuatan Pelat Bersirip Yang Diperkaku Dengan Cara Penebalan Di Daerah Sambungan Antara Pelat Dan Sirip (Studi Kasus: Penebalan Pada Pelat),” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/23915>
- [8] A. Suryawan, “Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Rigid Pavement,” Edisi Ce. 2, *Yogyakarta Beta Offset*, 2009.
- [9] A. J. Zedan, “Pressure - Settlement Characteristics of Shallow Foundations using Finite Element Method,” *Tikrit J. Eng. Sci.*, vol. 24, no. 1, pp. 25–37, 2017, doi: <https://doi.org/10.25130/tjes.24.1.03>.
- [10] B. Miswar, dan A. Prihatiningsih, “Pengaruh Sudut Geser Dalam Terhadap Penambahan Pasir Sub-Rounded, Sub-Angular, Dan Angular Pada Pasir Rounded,” *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 7, no. 3, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i3.30822>
- [11] J. E. Bowles, “Foundation Analysis and Design,” *McGraw-Hill*, New York, 1993.
- [12] Zulkipli, E. Pridi, dan Aprianto, “Korelasi Kadar Air, Derajat Kepadatan Relatif Dengan CBR Pada Tanah Berbutir,” *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 1, no. 1, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/10264>
- [13] A. Puri, “Studi Paramterik Perkerasan Jalan Beton Sistem Pelat Terpaku Pada Tanah Dasar Lunak,” in *Annual Civil Engineering Seminar*, 2015.
- [14] R. J. McDonald, and D. F. Socie, “An Improved Multiaxial Method to Estimate the Elastic-Plastic Behavior From a Purely Elastic Solution,” *ScienceDirect, Elsevier*, vol. 2, Issue 1, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.03.035>
- [15] F. Chasanah, “Analisis Peningkatan Jalan Akibat Kerusakan Struktur Perkerasan Di Atas Tanah Ekspansif,” *Jurnal Teknisia*, 2015, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/teknisia/article/view/3619/3219>