

ANALISIS PENGGUNAAN STRUKTUR PONDASI SARANG LABA-LABA PADA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT

(Skripsi)

Oleh

RENI SEPTIA KURNIASARI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

ANALISIS PENGGUNAAN STRUKTUR PONDASI SARANG LABA-LABA PADA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT

Oleh

RENI SEPTIA KURNIASARI

Konstruksi sarang laba-laba (KSSL) merupakan salah satu alternatif yang digunakan dalam pembangunan gedung bertingkat. KSSL ini merupakan salah satu tipe pondasi dangkal berupa kombinasi konstruksi bangunan bawah konvensional yang merupakan perpaduan pondasi plat beton pipih menerus yang di bawahnya dikakukan oleh rib-rib tegak yang pipih tinggi dan sistem perbaikan tanah di antara rib-rib. KSSL mempunyai tingkat kekakuan yang lebih tinggi maka penurunan yang terjadi akan merata karena masing-masing kolom dijepit dengan rib-rib beton yang saling mengunci.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan daya dukung, penurunan dan penulangan pada suatu KSSL pada konstruksi gedung 3 lantai. Secara garis besar langkah pelaksanaan pengerjaannya adalah pengumpulan data sekunder (data tanah dan struktur), data hasil pembebanan, perhitungan daya dukung pondasi, distribusi tegangan, penurunan dan penulangan pondasi.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh nilai daya dukung tanah pada pondasi konstruksi sarang laba-laba adalah $1361,3270 \text{ kN/m}^2$. Nilai ini lebih besar dari distribusi tegangan yaitu sebesar $38,0691 \text{ kN/m}^2$. Penurunan total yaitu $28,6071 \text{ cm}$. Penulangan pada KSSL pada rib konstruksi dan *settlement* 8D22 untuk tulangan lapangan dan tumpuan serta penulangan pada pelat menggunakan D19-150 mm pada tumpuan dan lapangan.

Kata Kunci : Konstruksi Sarang Laba-Laba, Daya Dukung Tanah, Penurunan, Penulangan Pondasi

ABSTRACT

Analysis of Spider Web Foundation Structure Used in Multi-Storey Building Construction

By

RENI SEPTIA KURNIASARI

The spider web construction became an alternatives used in the construction of multi-storey building. The foundation of spider web construction is one type of shallow foundation in the form of a combination of conventional substructure construction, which is a blended of flat concrete plate foundation that is nailed by stand up high flat ribs in the bottom and soil system improvement among the ribs. The spider web construction has a high stiffness level so the settlement will occur equally because each column is clamped with the ribs concrete that locked each other.

This research will calculation the bearing capacity, settlement and reinforcement on a spider web foundation in 3 storey building construction. In general, the implementation steps are : collecting secondary data (soil laboratory and structure), loading of upper structure, calculate bearing capacity, stress distribution, settlement and reinforcement of foundation.

Based on the analysis, the value of soil bearing capacity on the spider web foundation is 1361,3270 kN/m². This value is higher than the stress distribution that is 38.0691 kN/m². Total settlement is 28.6071 cm. Reinforcement on the spider web construction on rib construction and settlement 8D22 for field and pedestal, as well as reinforcement on plate using D19-150 mm on pedestal and field.

Keywords : Spider Web Construction, Bearing Capacity of The Soil, Settlement and Reinforcement of Foundation

ANALISIS PENGGUNAAN STRUKTUR PONDASI SARANG LABA-LABA PADA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT

Oleh

RENI SEPTIA KURNIASARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: ANALISIS PENGGUNAAN STRUKTUR
PONDASI SARANG LABA- LABA PADA
KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT**

Nama Mahasiswa

: Reni Septia Kurniasari

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315011094

Jurusan

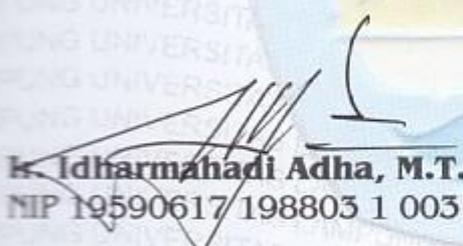
: Teknik Sipil

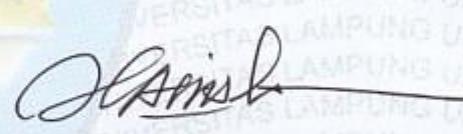
Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Idharmahadi Adha, M.T.
NIP 19590617 198803 1 003


Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.
NIP 19850228 201212 1 000

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

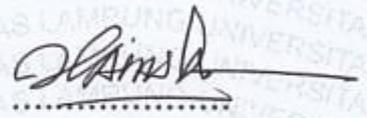
I. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Ir. Idharmahadi Adha, M.T.**

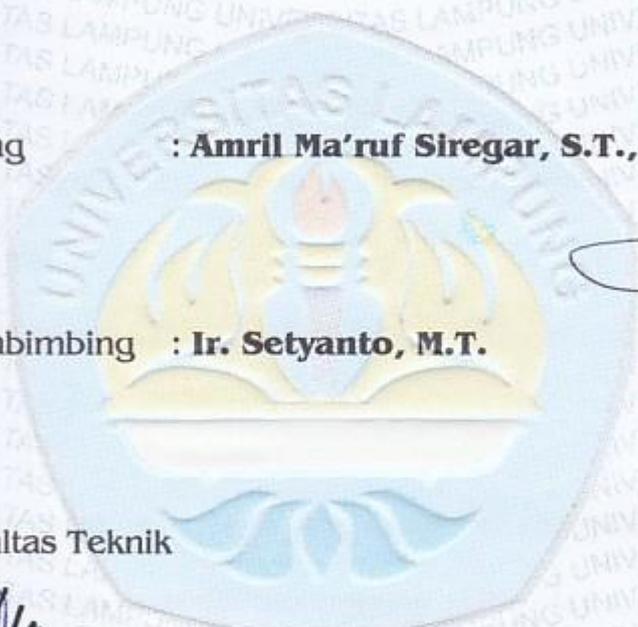
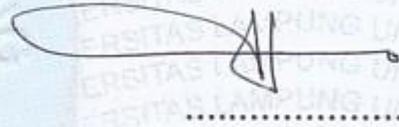


Anggota
Pembimbing

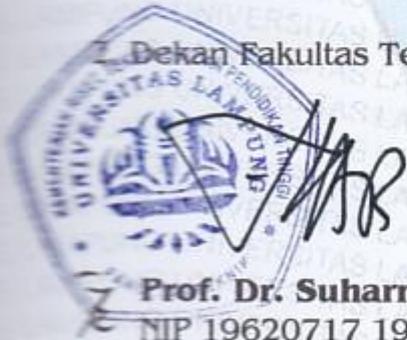
: **Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Setyanto, M.T.**



Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **10 Juli 2018**

PERSEMBAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba Pada Konstruksi Gedung Bertingkat adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,

2018

Pembuat Pernyataan




Reni Septia Kurniasari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukoharjo, 14 September 1995, sebagai anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Sajad dan Ibu Marliah. Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Dharmawanita Sukoharjo 3, Pringsewu diselesaikan tahun 2001, Sekolah Dasar diselesaikan di SD Negeri 3 Sukoharjo 3 tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Sukoharjo pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil dan menjabat sebagai Sekretaris Departemen Kaderisasi periode 2015/2016. Penulis juga aktif pada organisasi Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas (UKMF) Mahasiswa Teknik Cinta Alam Fakultas Teknik Universitas Lampung, menjabat sebagai Bendahara Umum periode 2016/2017.

Pada bulan November sampai Januari 2015, penulis melaksanakan Kerja Praktik di Proyek Pembangunan Hotel Zodiak Scorpio Bandar Lampung. Pada bulan Januari sampai Maret 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Rajawali, Kecamatan Bandar Surabaya, Lampung Tengah.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim..

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah swt. Berkat rahmat dan karuniaNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Untuk kedua orang tuaku Ibu dan Bapak terimakasih atas semua yang telah dilakukan serta untuk doa terbaik yang tiada hentinya kalian panjatkan, maaf ya anakmu selalu menyusakan.

Mba Desti yang selalu memotivasi dan Veve yang selalu bertanya kapan wisuda.

Semoga bangga melihat perjuangan saya.

Kepada Pak Idhar, Pak Amril, dan Pak Setyanto yang senantiasa membimbing saya sampai akhir perjuangan ini, yang selalu sabar untuk memberikan ilmunya untuk saya, yang selalu bersedia meluangkan sedikit waktunya untuk sekedar membimbing saya terimakasih Bapak Dosen..

Terimakasih untuk semua angkatan 2013 yang saya cintai, maaf ya tidak dapat disebutkan satu persatu pada halaman ini cukuplah dikenang dalam hati. Semoga setiap langkah kita diberikan kemudahan dan keberkahan. Semoga sukses selalu dan menjadi anak yang berbakti pada negeri.

Untuk teman rekan dan keluarga angkatan IX terimakasih untuk semua perjalanannya. Juga untuk anggota Matalam lainnya yang banyak membantu

saya dalam hal apapun. Jangan mengambil apapun kecuali gambar. Jangan meninggalkan apapun kecuali jejak. Jangan membunuh apapun kecuali waktu

Untuk bapak dan ibu dosen yang ada di kampus terimakasih untuk ilmu yang diberikan selama ini, semoga nantinya ilmu yang kalian berikan kepada saya bisa bermanfaat untuk orang banyak. Dan tak lupa pula untuk seluruh orang yang ada dikampus yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu untuk bantuan yang selama ini diberikan. Untuk yang selalu jadi motivasi saya untuk menyelesaikan semuanya sampai akhir perjuangan ini, terimakasih doa dan dukungan dengan caranya masing-masing. Doa selalu kumpangatkan agar Allah selalu memberikan kesuksesan yang nantinya bisa bermanfaat bukan hanya untuk dirimu sendiri tapi juga untuk orang banyak. Amin.

MOTTO

“Apa yang dibutuhkan bangsa adalah kuku yang lebih kotor dan pikiran yang lebih bersih”
(Will Rogers)

“ Bersatu Kita Teguh Bercerai Kita Runtuh ”

“Kesuksesan tak pernah dimiliki. Ia disewakan dan itu dibayar setiap hari.”
(Rory Vaden)

“Jika kau ingin mengatur orang lain, maka aturlah dirimu sendiri dahulu.”
(Abu Bakar)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., selaku Ketua Bidang Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian.
4. Bapak Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian ini.
5. Bapak Ir.Setyanto,M.T., selaku Penguji bukan Pembimbing atas saran, kritik, dan bimbingan dalam penelitian ini.
6. Bapak Ir.Setyanto,M.T., selaku Pembimbing Akademik.

7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
8. Keluarga tercinta terutama orang tuaku , Ibu dan Bapak, Mba Desti , dan Adikku Vera Retno Saputri.
9. Terimakasih juga kepada sahabatku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, abang-abang, mbak-mbak, kakak-kakak, adek-adek Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah memberikan masukan, kritikan, saran, do'a nya kepada saya selama pengerjaan tugas akhir.
10. Dan terima kasih juga kepada teman, rekan dan keluarga Matalam FT Unila angkatan IX dan anggota lainnya yang telah memberikan pembelajaran, pengalaman, kritik, saran, serta doanya dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan selalu melindungi kita semua

Bandar Lampung, Juli 2018
Penulis,

Reni Septia Kurniasari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR NOTASI.....	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Umum	4
B. Tanah Sebagai Pendukung Pondasi	6
C. Jenis-Jenis Pondasi.....	6
D. Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL)	9
E. Daya Dukung	12
F. Perhitungan Tegangan Tanah Maksimum yang Timbul.....	14
G. Penulangan Pondasi	15
H. Penurunan (<i>Settlement</i>)	16
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Pengambilan Data Sekunder	21

B. Metode Perhitungan dan Analisis	21
C. Diagram Alir Penelitian	23

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Umum	24
B. Daya Dukung Tanah	24
C. Distribusi Tegangan Akibat Beban Momen dan Gaya Eksentrisitas	26
D. Analisis Penurunan Pondasi.....	36
E. Penulangan Pondasi.....	43

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	90
B. Saran	90

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Faktor Daya Dukung untuk Persamaan Terzhagi.....	14
Tabel 2. Beban Struktur Di Atas Pondasi (P).....	26
Tabel 3. Perhitungan Titik Berat Konstruksi Bangunan Akibat Gaya	28
Tabel 4. Perhitungan Titik Berat Terhadap Penampang Bangunan.....	31
Tabel 5. Perhitungan Momen Akibat Titik Berat Terhadap Gaya pada kolom arah sumbu x dan y	32
Tabel 6. Perhitungan Momen Inersia Penampang pada Arah Sumbu x dan y.....	34
Tabel 7. Faktor Pengaruh Newmark	38
Tabel 8. Perhitungan tegangan tanah pada masing-masing titik pada kedalaman 3 m	39
Tabel 9. Hasil Perhitungan Tegangan Efektif.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pondasi Sumuran.....	7
Gambar 2. Pondasi Tiang.....	7
Gambar 3. Pondasi Telapak	8
Gambar 4. Pondasi Memanjang	8
Gambar 5. Pondasi Rakit.....	9
Gambar 6. Pondasi Sarang Laba-Laba.....	10
Gambar 7. Daya Dukung Batas dari Tanah Pondasi.....	13
Gambar 8. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan.....	16
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 10. Tampak Atas Konstruksi Bangunan.....	25
Gambar 11. Titik Berat Konstruksi Bangunan Terhadap Gaya.....	30
Gambar 12. Titik Berat Terhadap Bentuk/Dimensi Bangunan.....	31
Gambar 13. Titik Berat Terhadap Bentuk/Dimensi Bangunan.....	34
Gambar 14. Denah Pondasi yang Dianalisis	37
Gambar 15. Beban merata di titik B pada kedalaman (z) – 3,0 m.....	37
Gambar 16. Letak Penulangan Pelat 2 Arah.....	51
Gambar 17. Tulangan Rib Konstruksi.....	59
Gambar 18. Letak Penulangan Pelat 2 Arah.....	68
Gambar 19. Tulangan Rib <i>Settlement</i>	76

Gambar 20. Denah Pondasi	77
Gambar 21. Letak Penulangan Pelat 2 Arah	78
Gambar 22. Penulangan Pelat Lantai.....	85
Gambar 23. Tampak Atas Pondasi KSSL	86
Gambar 24. Tampak Depan Pondasi KSSL	87
Gambar 25. Tampak Atas Penulangan KSSL	88
Gambar 26. Potongan A-A Tulangan Rib Konstruksi	89
Gambar 27. Potongan B-B Tulangan Rib <i>Settlement</i> /Diagonal.....	89

DAFTAR NOTASI

q_u = daya dukung ultimit

c = Kohesi

B_w = Lebar pondasi

N , N_c , N_q = Faktor daya dukung untuk setiap metode

σ = Tegangan yang timbul akibat M dan P

P = Beban vertikal pada kolom

A = Luas penampang pondasi

M_x = Momen pada kolom arah sumbu x

I_x = Momen inersia pada kolom arah sumbu x

x = Jarak titik berat pada arah sumbu y

M_y = Momen pada kolom arah sumbu y

I_y = Momen inersia pada kolom arah sumbu y

y = Jarak titik berat pada arah sumbu x

S = Penurunan total

S_i = Penurunan segera

S_u = Penurunan konsolidasi primer

S_s = Penurunan konsolidasi sekunder

- S_i = Penurunan segera
- q_n = Tekanan pada dasar pondasi netto
- B = Lebar pondasi
- μ = Angka Poisson
- E_s = Modulus elastisitas tanah
- I_p = Faktor pengaruh yang tergantung dari kontak pondasi dan kekakuan pondasi
- A = penambahan tegangan rata-rata sesuai kedalaman tinjauan
- q_0 = beban pada pondasi
- z = penambahan lebar daerah tekan pada pondasi sesuai kedalaman tinjauan
- e_0 = angka pori awal yang didapat dari tes indeks
- C_c = indeks kompresi, didapat dari percobaan konsolidasi
- C_s = indeks swelling, didapat dari percobaan konsolidasi
- P_c = tegangan prakonsolidasi, didapat dari percobaan konsolidasi
- $P_0 = \gamma' \cdot z$
- p = tegangan akibat beban luar

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan dan menopang beban yang ada di atasnya dan beratnya sendiri ke dalam tanah dan batuan yang ada di bawahnya. Sementara itu, kondisi tanah yang ada pada bawah struktur sangat berkaitan dengan perilaku tanah itu sendiri ketika menerima beban.

Pemilihan jenis pondasi merupakan salah satu tahap penting dalam perencanaan sebuah bangunan. Suatu sistem pondasi harus mampu mendukung beban bangunan di atasnya, termasuk gaya-gaya luar seperti gaya angin, gempa dan lain-lain. Jika terjadi kegagalan konstruksi pada pondasi, misalnya retak atau patah, dapat terjadi hal-hal seperti : kerusakan pada dinding, retak, miring, lantai pecah, retak, bergelombang, penurunan atap dan bagian-bagian bangunan lain. Maka dari itu pondasi haruslah kuat, stabil dan aman agar kegagalan konstruksi dapat dihindarkan, karena akan sulit untuk memperbaiki suatu sistem pondasi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemilihan jenis pondasi secara garis besar ditentukan berdasarkan faktor teknis, ekonomis dan lingkungan. Kompleksnya sifat, perilaku dan parameter tanah membuat para ahli

geoteknik terus berusaha mencari solusi yang tepat untuk membuat suatu sistem pondasi yang memenuhi faktor teknis, ekonomis dan lingkungan sehingga dapat digunakan pada kondisi tanah yang sesuai.

Salah satu jenis pondasi yang dikenal dalam dunia konstruksi adalah pondasi konstruksi sarang laba-laba. Filosofi konstruksi sarang laba-laba merupakan konstruksi pondasi dangkal yang memiliki kekakuan yang tinggi. Sarang laba-laba dipakai menjadi nama pondasi karena pembesian plat pondasi di daerah kolom membentuk seperti sarang laba-laba. Juga bentuk jaringannya yang tarik menarik bersifat monolit yang berada dalam satu kesatuan.

Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) adalah struktur kombinasi yang dapat menimbulkan kerjasama yang saling menguntungkan antara sistem pondasi plat beton pipih menerus yang di bawahnya yang dikakukan oleh rib-rib tegak pipih tapi tinggi dengan menambah sistem perbaikan tanah diantara rib-rib atau di bawah plat.

B. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang di atas akan direncanakan pembangunan pondasi konstruksi sarang laba-laba untuk konstruksi gedung bertingkat. Sebelum memulai perencanaan, tahap awal adalah menganalisis jenis tanah, menghitung penulangan pada pondasi dan menghitung penurunan yang terjadi. Dalam perencanaan harus dilakukan teliti dan menggunakan standar yang sesuai untuk perencanaan konstruksi bangunan bertingkat.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung daya dukung tanah.
2. Mengetahui besarnya penurunan pondasi.
3. Menghitung penulangan pada pondasi konstruksi sarang laba-laba.

D. Batasan Masalah

Dengan tujuan untuk memfokuskan pembahasan dari perhitungan ini, maka dibuat beberapa batasan masalah yang akan di cermati dalam perhitungan ini. Adapun pembahasan analisis ini dibatasi pada beberapa dasar perhitungan, dan asumsi yaitu :

1. Data hasil pengujian tanah diperoleh dari data sekunder.
2. Perhitungan daya dukung tanah menggunakan analisis Terzhagi secara manual menggunakan program Microsoft Excel.
3. Analisis pembebanan diperoleh dari *output* perhitungan dengan bantuan program SAP 2000.
4. Perhitungan penurunan yang terjadi terhadap pondasi sarang laba-laba.
5. Perhitungan penulangan pondasi sarang laba-laba berdasarkan SNI 2847:2013.

Dari analisis ini mungkin tidak sama persis dengan perhitungan aslinya mengingat perhitungan asli pondasi KSSL dilindungi hak paten dan hanya diketahui oleh pencipta pondasi KSSL sendiri, yaitu Ir. Ryantori dan Ir. Sutjipto.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Pondasi adalah bagian dari struktur bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke lapisan tanah di bawahnya. Pondasi bekerja sama dengan bagian struktur bangunan yang lain dalam menahan beban. Dengan adanya pondasi, penurunan struktur bangunan dapat banyak dikurangi dan walaupun terjadi penurunan bangunan, hal tersebut terjadi secara bersamaan di semua lokasi sehingga tidak membahayakan struktur bangunan (Susanti dkk, 2012).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

Semua konstruksi yang direncanakan, keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan tersebut dan meneruskan beban bangunan itu ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Bentuk pondasi tergantung dari jenis bangunan yang akan

dibangun dan keadaan tanah pada pondasi, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras.

Pemilihan jenis struktur bawah (*sub-structure*) yaitu pondasi, menurut *Soedarsono & Nakazawa (1984)* harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Keadaan tanah pondasi

Pemilihan tipe pondasi dikaitkan dengan keadaan tanah di sekitar pondasi. Keadaan tanah yang dimaksud yaitu kedalaman lapisan tanah keras, daya dukung tanah, tegangan tanah, jenis tanah dan sebagainya.

2. Batasan-batasan akibat struktur di atasnya

Keadaan struktur atas pondasiakan sangat mempengaruhi pemilihan tipe pondasi. Hal tersebut meliputi sifat dinamis bangunan di atas pondasi (statis tertentu atau tak tentu, kekakuannya, dll) dan kondisi beban (besar, arah dan penyebaran beban).

3. Batasan-batasan keadaan lingkungan disekitarnya

Yang termasuk dalam batasan-batasan keadaan lingkungan di sekitarnya adalah kondisi proyek, dimana pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu ataupun membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah dibangun di sekitar daerah proyek.

4. Biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan

Dalam sebuah pekerjaanperlu diperhatikan aspek biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini dapat mempengaruhi tujuan pencapaian kondisi yang ekonomis dalam pembangunan.

B. Tanah Sebagai Pendukung Pondasi

Dalam ilmu teknik sipil, tanah yaitu himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) terletak di atas relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Partikel-partikel dapat berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang ditentukan.

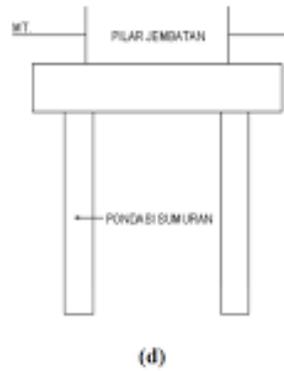
C. Jenis-Jenis Pondasi

Secara umum pondasi dapat dibagi menjadi dua macam yaitu pondasi dalam (*deep foundation*) dan pondasi dangkal (*shallow foundation*) (Das, 1998).

1. Pondasi Dalam

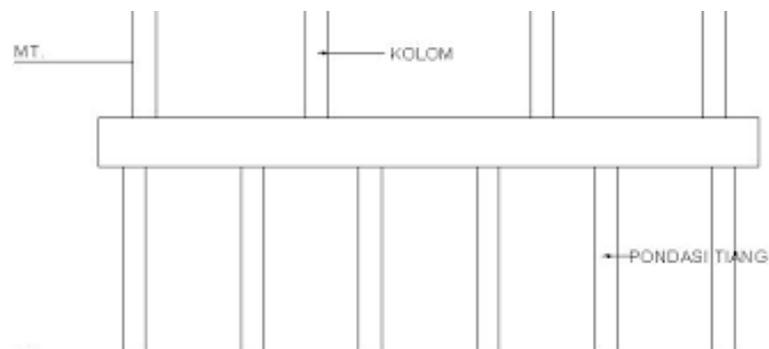
Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan dengan kedalaman $D_f/B \geq 4$, seperti:

- a) Pondasi sumuran yaitu peralihan antara pondasi tiang dan pondasi dangkal, pondasi ini digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam.



Gambar 1. Pondasi Sumuran
(Sumber :Das, 1998)

- b) Pondasi tiang yaitu pondasi dalam yang biasanya digunakan pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dibanding dengan pondasi sumuran.

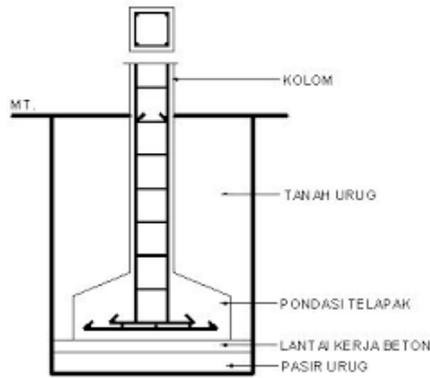


Gambar 2. Pondasi Tiang
(Sumber : Das, 1998)

2. Pondasi Dangkal

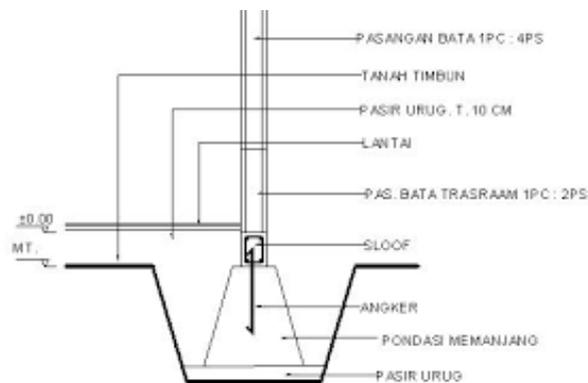
Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung dengan kedalaman $D_f/B \leq 4$, seperti:

- a) Pondasi telapak yaitu pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom.



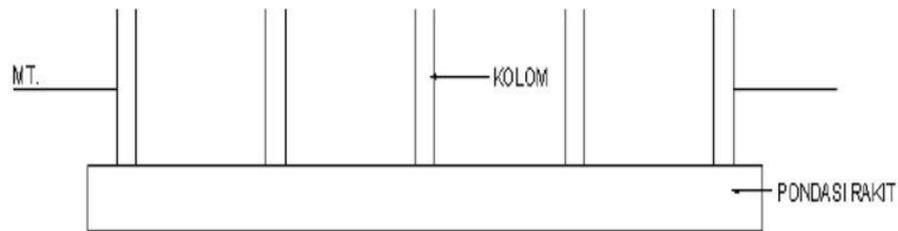
Gambar 3. Pondasi Telapak
(Sumber : Das, 1998)

- b) Pondasi memanjang yaitu jenis pondasi dangkal yang dipergunakan untuk mendukung beberapa kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit saling terhimpit satu sama lainnya.



Gambar 4. Pondasi Memanjang
(Sumber : Das, 1998)

- c) Pondasi rakit yaitu pondasi dangkal yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak, pondasi ini memiliki susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.



Gambar 5. Pondasi Rakit
(Sumber : Das, 1998)

D. Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL)

Pondasi KSSL merupakan salah satu jenis pondasi dangkal dengan kombinasi konstruksi bangunan bawah konvensional yang didapat dari perpaduan pondasi plat beton pipih menerus yang di bawahnya dikakukan oleh rib-rib tegak yang pipih tinggi dan sistem perbaikan tanah di antara rib-rib. Kombinasi tersebut menghasilkan kerja samayang saling menguntungkan sehingga terbentuklah sebuah pondasi yang memiliki kekakuan (*rigidity*) jauh lebih tinggi dibandingkan sistem pondasi dangkal lainnya. Nama sarang laba-laba digunakan karena pembesian plat pondasi di daerah kolom membentuk sarang laba-laba. Juga bentuk jaringannya yang tarik menarik bersifat monolit yaitu berada dalam satu kesatuan. Ini disebabkan plat konstruksi didesain untuk multi fungsi, untuk septitank, bak reservoir, lantai, pondasi tangga, kolom prakis dan dinding. Rib-rib pada KSSL berfungsi sebagai penyebar gaya-gaya yang bekerja atau tegangan yang bekerja pada kolom. Pasir atau pengisi tanah dipadatkan yang berfungsi untuk menjepit rib-rib konstruksi terhadap lipatan puntir.

Konstruksi sarang laba-laba (KSSL) ditemukan pada 1976 oleh Ir. Ryantori dan Ir Sutjipto yang meraih hak paten nomor 7191 dan lisensi maupun pengembangan dipegang PT Katama Suryabumi.



Gambar 6. Pondasi Sarang Laba-Laba
(Sumber : <https://jowonews.com/2016/04/21/24920/>)

Konstruksi Sarang Laba-Laba terdiri dari dua bagian konstruksi, yaitu:

1. Konstruksi beton

- a. Konstruksi beton pondasi KSSL berupa pelat pipih menerus yang dibawahnyadikakukan oleh rib-rib tegak yang pipih tetapi tinggi.
- b. Ditinjau dari segi fungsinya, rib-rib tersebut ada 3 macam yaitu rib konstruksi, *ribsettlement* dan rib pengaku.
- c. Bentuknya bisa digambarkan sebagai kotak raksasa yang terbalik (menghadapkebawah).

d. Rib-rib tersebut disusun sedemikian rupa, sehingga denah atasmembentuk petak-petak segitiga dengan hubungan yang kaku (*rigid*).

2. Perbaikan tanah / pasir

- a. Rongga yang ada di antara rib-rib atau dibawah pelat diisi dengan lapisan tanah/pasir yang memungkinkan untuk dipadatkan dengan sempurna.
- b. Untuk memperoleh hasil yang optimal maka pemadaan dilaksanakan lapis demi lapis dengan tebal tiap lapis tidak lebih dari 20 cm.

Adanya perbaikan tanah yang dipadatkan dengan baik dapat membentuk lapisan tanah yang kuat seperti batu karang sehingga bisa mempekecil dimensi pelat serta rib-rib nya. Sedangkan rib-rib pelat KSSL merupakan pelindung bagi perbaikan tanah yang sudah dipadatkan dengan baik.

Pada dasarnya pondasi KSSL bertujuan untuk memperkaku sistem pondasi itu sendiri dengan cara berinteraksi dengan tanah pendukungnya. Seperti diketahui bahwa jika pondasi semakin fleksibel maka distribusi tegangan yang timbul akan semakin tidak merata, terjadi konsentrasi tegangan pada daerah terpusat. Dan sebaliknya jika pondasi semakin kaku maka distribusi tegangan akan semakin merata. Hal ini mempengaruhi kekuatan pondasi dalam hal penurunan pondasi.

Dengan pondasi KSSL karena mempunyai tingkat kekakuan yang lebih tinggi maka penurunan yang terjadi akan merata karena masing-masing kolom dijepit dengan rib-rib beton yang saling mengunci.

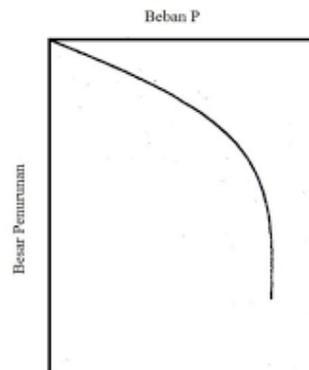
Menurut lokakarya yang diadakan di Bandung pada pertengahan tahun 2004 oleh Puslitbang Depkimpraswil yang dihadiri oleh para pakar gempa dan tanah disimpulkan kelebihan-kelebihan pondasi KSSL, yaitu :

1. KSSL memiliki kekakuan yang lebih baik dengan penggunaan bahan bangunan yang hemat dibandingkan dengan pondasi rakit.
2. KSSL memiliki kemampuan memperkecil penurunan daripada pondasi rakit.
3. KSSL mampu membuat tanah menjadi bagian dari struktur pondasi.
4. KSSL berpotensi untuk digunakan sebagai pondasi pada bangunan betingkat rendah (2 lantai) yang dibangun di atas tanah lunak dengan mempertimbangkan total penurunan yang mungkin terjadi.
5. Pelaksanaannya tidak menggunakan alat-alat berat dan tidak mengganggu lingkungan sehingga cocok diterapkan baik di lokasi padat penduduk maupun di daerah terpencil.
6. KSSL mampu menghemat penggunaan baja tulangan maupun beton.
7. Waktu pelaksanaan yang diperlukan relatif lebih cepat dan dapat dilaksanakan secara padat karya.
8. KSSL lebih ekonomis dibandingkan pondasi konvensional rakit atau tiang pancang sehingga cocok digunakan oleh negara-negara berkembang.

E. Daya Dukung

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kekuatan maksimum tanah menahan tekanan dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya failure. Sedangkan failure pada tanah adalah penurunan (*settlement*) yang

berlebihan atau ketidakmampuan tanah melawan gaya geser dan untuk meneruskan beban pada tanah. (Bowles, 1992).



Gambar 7. Daya Dukung Batas dari Tanah Pondasi
(Sumber :Bowles, 1992)

Untuk pondasi KSSL perkiraan kapasitas daya dukung tanah ditentukan berdasarkan perumusan :

$$q_{aKSSL} = 1,5 q_a \text{ (pondasi rakit) } \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$$q_{a\text{pondasi rakit}} = \frac{q_{ult}}{n} \text{ (n= angka kemanan = 3) } \dots\dots\dots (2)$$

1. Pondasi Bujur Sangkar :

$$q_u = 1,3.C.N_c + p_o.N_q + 0.4. \gamma.B.N \gamma \dots\dots\dots (3)$$

2. Pondasi Lingkaran :

$$q_u = 1,3.C.N_c + p_o.N_q + 0.3. \gamma.B.N \gamma \dots\dots\dots (4)$$

3. Pondasi Empat Persegi Panjang :

$$q_u = C.N_c (1+ 0,3 B/L) + p_o.N_q + 0.5. \gamma.B.N \gamma (1- 0,2 B/L) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

q_u = daya dukung ultimit

c = Kohesi

B = Lebar pondasi

N_γ, N_c, N_q = Faktor daya dukung untuk setiap metode

Tabel 1. Faktor Daya Dukung untuk Persamaan *Terzaghi*

Ø deg	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5.7	1.0	0.0	5.7	1.0	0.0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8.0	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19.0	8.3	5.7
34	52.6	36.5	36	23.7	11.7	9.0
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.5	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.1

Sumber : Braja M. Das, 1984

F. Perhitungan Tegangan Tanah Maksimum Yang Timbul

Tegangan Tanah Maksimum dihitung dengan rumus :

$$q_o = R \left(\frac{1}{A} \pm \frac{e_x}{I_y} \pm \frac{e_y}{I_x} \right) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

$R = \sum P$ = Resultant dari gaya-gaya vertical dari beban-beban kolom dan beban-bebandindingdiatasKSL.

A = Luasan KSSL

I_x, I_y = Momen inersia dari luasan KSSL terhadap sumbu x & y

$$I_x = \frac{LB^3}{12} \quad I_y = \frac{BL^3}{12}$$

e_x, e_y = Eksentrisitas dari gaya-gaya vertical terhadap titik pusat luasan pondasi

x, y = Koordinat dari titik, dimana tegangan tanah ditinjau

G. Penulangan Pondasi

Tebal pondasi (h) diperoleh dengan rumus:

$h = d + \text{diameter tulangan} + \text{selimut beton}$

a. Menghitung luas tulangan baja per satuan lebar untuk perkuatan positif dan negatif dalam arah x dan y digunakan rumus:

$$b. M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots \dots \dots (7)$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f'_c \cdot b} \dots \dots \dots (8)$$

dengan,

A_s = luas tulangan per satuan lebar

f_y = tegangan izin tarik baja

M_u = faktor momen

b = lebar plat per satuan lebar

a = jarak tulangan

ϕ = faktor reduksi (0,85)

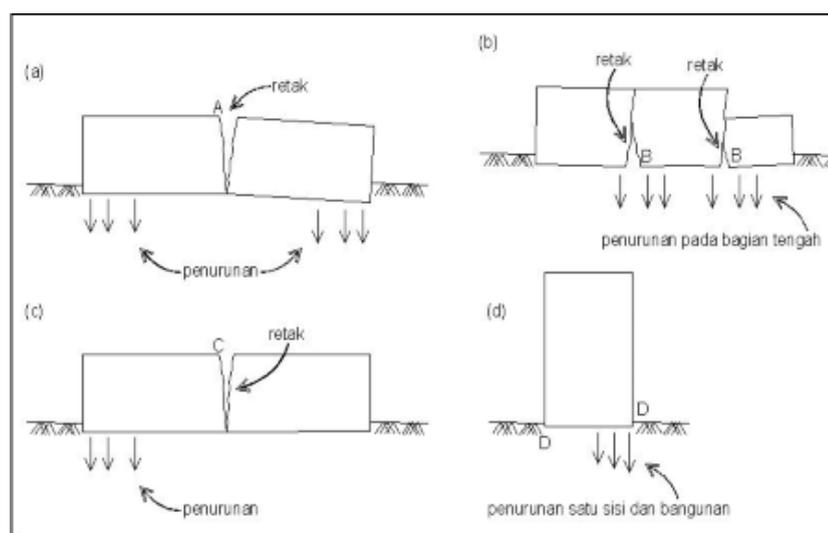
H. Penurunan (*Settlement*)

Istilah penurunan digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Jika seluruh permukaan tanah di bawah dan di sekitar bangunan turun secara seragam dan penurunan tidak terjadi berlebihan, maka turunnya bangunan akan tidak nampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tidak menyebabkan kerusakan bangunan.

Namun, kondisi tertentu dapat menyebabkan terganggunya kestabilan, bila penurunan terjadi secara berlebihan. Penurunan yang tidak seragam atau pada titik tertentu lebih membahayakan bangunan dari pada penurunan total.

Menurut Hardiyatmo, dalam bidang teknik sipil, ada dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan, yaitu:

- a. Besarnya penurunan yang akan terjadi
- b. Kecepatan penurunan



Gambar 8. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan
(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

1. Saat keadaan seperti pada gambar (a) pada bagian tengah bangunan mengalami penurunan paling besar, maka dapat terjadi retak-retak pada bagian tengah.
2. Saat keadaan seperti pada gambar (b), pada bagian bangunan yang mengalami kondisi tekan pada bagian atas dan kondisi tarik pada bagian bawah dan mengalami penurunan paling besar terdapat dibagian tengah bangunan maka dapat mengakibatkan retakan-retakan.
3. Saat keadaan seperti pada gambar (c), bangunan mengalami penurunan pada salah satu bagian, sehingga dapat menyebabkan keretakan pada bagian tengah.
4. Saat keadaan seperti pada gambar (d), penurunan bangunan terjadi secara berangsur-angsur pada salah satu bagian bangunan, yang bisa mengakibatkan bangunan menjadi miring dan menimbulkan keretakan.

Selain dari kegagalan kuat dukung tanah, pada setiap proses penggalian selalu dihubungkan dengan perubahan keadaan tegangan di dalam tanah. Perubahan tegangan pasti akan disertai dengan perubahan bentuk, pada umumnya hal ini yang menyebabkan penurunan pada pondasi.

Tegangan yang ada dalam tanah yang timbul karena pengaruh beban di permukaan disebut tambahan tegangan (*stress increment*), karena sebelum tanah dibebani oleh pengaruh bangunan sudah mengalami tekanan akibat berat tanah sendiri yang disebut dengan tekanan *overburden*. Analisis tegangan dalam tanah berdasarkan pada anggapan bahwa tanah bersifat

homogen, elastis, isotropis, dan terdapat hubungan linier antara tegangan dan regangan.

1. Analisis Penurunan

Penurunan (*settlement*) pondasi yang terletak pada tanah jenuh yang berbutir halus dapat dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Penurunan segera
2. Penurunan konsolidasi sekunder
3. Penurunan konsolidasi primer

Penurunan total adalah jumlah dari ketiga komponen penurunan tersebut, atau bila dinyatakan dalam persamaan:

$$S = S_i + S_c + S_s \dots \dots \dots (9)$$

dimana :

S = Penurunan total

S_i = Penurunan segera

S_u = Penurunan konsolidasi primer

S_s = Penurunan konsolidasi sekunder

2. Penurunan Segera

Penurunan segera adalah penurunan yang dihasilkan oleh distorsi massa tanah yang tertekan dan terjadi pada volume yang konstan.

Penurunan pada tanah-tanah berbutir kasar dan tanah-tanah berbutir halus yang tidak jenuh termasuk tipe penurunan segera, karena penurunan terjadi segera setelah terjadi penerapan beban.

Menurut Mentang (2013), rumus penurunan segera dikembangkan berdasar teori dari Timonshenko dan Goodier (1951) sebagai berikut:

$$S_i = \frac{q_n B}{E_s} (1 - \mu^2) I_p \dots\dots\dots (10)$$

dimana:

S_i = Penurunan segera

q_n = Tekanan pada dasar pondasi netto

B = Lebar pondasi

μ = Angka Poisson

E_s = Modulus elastisitas tanah

I_p = Faktor pengaruh yang tergantung dari kontak pondasi dan kekakuan pondasi

3. Penurunan Konsolidasi

Penurunan konsolidasi terdiri dari 2 tahap, yaitu:

1. Tahap penurunan konsolidasi primer

Penurunan konsolidasi primer adalah penurunan yang terjadi sebagai hasil dari pengurangan volume tanah akibat aliran air meninggalkan zona tertekan yang diikuti oleh pengurangan kelebihan tekanan air pori (*excess pore water pressure*).

2. Tahap penurunan konsolidasi sekunder.

Penurunan konsolidasi merupakan fungsi dari waktu. Penurunan konsolidasi sekunder, adalah penurunan yang tergantung dari waktu juga, namun berlangsung pada waktu setelah konsolidasi primer selesai, dimana tegangan efektif akibat bebannya telah konstan. Besarnya penurunan bergantung pada karakteristik tanah dan

penyebaran tekanan pondasi ke tanah di bawahnya. Penurunan pondasi bangunan dapat diestimasi dari hasil-hasil uji laboratorium pada contoh-contoh tanah tak terganggu yang diambil dari pengeboran, atau dari persamaan-persamaan empiris yang dihubungkan dengan hasil pengujian di lapangan secara langsung.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data utama yang digunakan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Adapun data sekunder yang didapat berasal dari hasil penyelidikan tanah suatu proyek. Dari data hasil penyelidikan tanah yang didapatkan digunakan sebagai acuan perhitungan perencanaan pondasi pada skripsi ini.

B. Metode Perhitungan dan Analisis

Setelah data yang diperlukan terkumpul maka dapat dilakukan proses perhitungan pondasi konstruksi sarang laba-laba dan analisis terhadap struktur bangunan, seperti :

1. Perhitungan struktur atas

Pembebanan maksimum pada kolom-kolom yang ditumpu langsung pada pondasi konstruksi sarang laba-laba.

2. Perhitungandaya dukung tanah

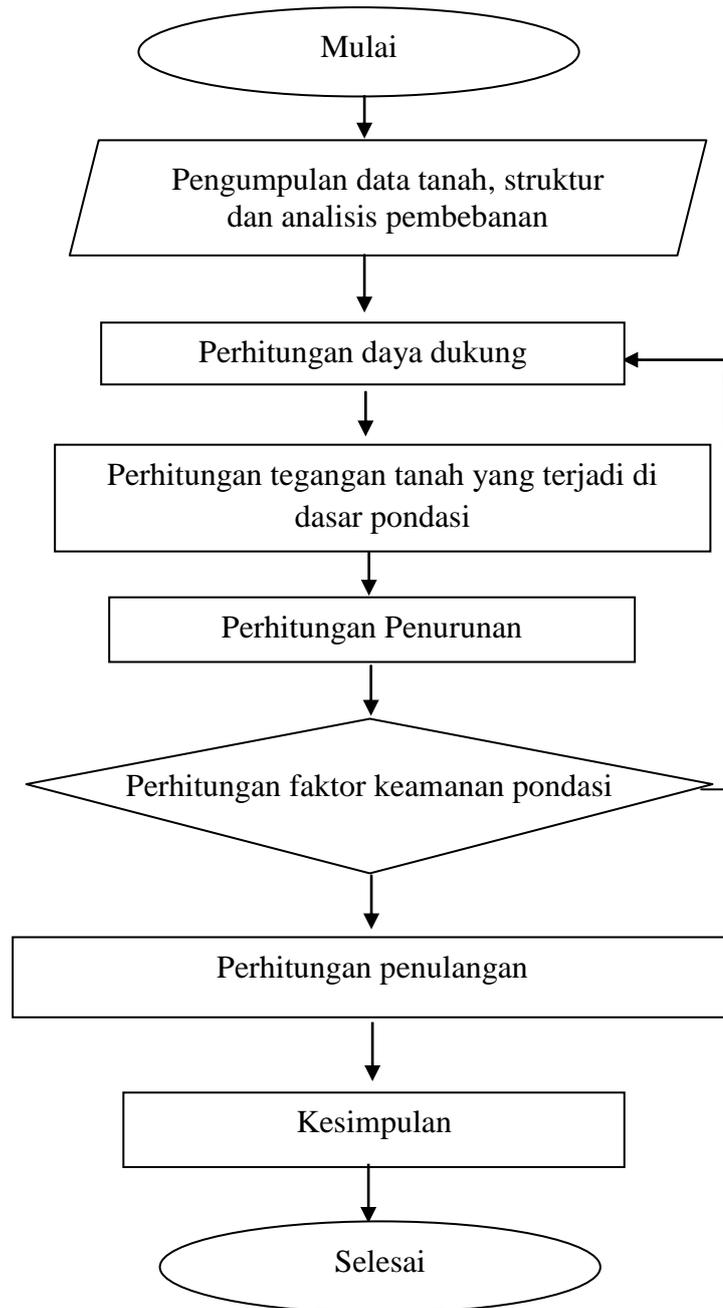
Perhitungan kapasitas daya dukung pada pondasi KSSL sesuai dengan bab II pada persamaan (1).

3. Perhitungan distribusi tegangan yang terjadi pada pondasi.

4. Perhitungan penurunan yang terjadi pada pondasi sesuai pada bab II pada persamaan (9).

5. Perhitungan penulangan pondasi sesuai dengan bab II pada persamaan (7).
6. Melakukan analisis terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan dan membuat kesimpulan.

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan data, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Analisis dayadukung tanah pada pondasi konstruksi sarang laba-laba adalah sebesar $1361,3270 \text{ kN/m}^2$. Nilai ini lebih besar dari distribusi tegangan yaitu sebesar $38,0691 \text{ kN/m}^2$. Dengan demikian mampu menahan beban konstruksi di atasnya.
2. Penurunan total pada pondasi konstruksi sarang laba – laba yang dikaji sampai dengan kedalaman 16 m adalah sebesar 28,6071 cm.
3. Penulangan pondasi pada rib konstruksi dan rib *settlement* dibutuhkan 4D13 mm untuk tulangan lapangan, 4D13 mm untuk tulangan tumpuan. Untuk penulangan pelat pada rib konstruksi diperlukan D10-120 mm pada tulangan lapangan dan D10-120 mm pada tulangan tumpuan.
4. Penulangan pada pelat lantai dibutuhkan D10-100mm untuk tulangan lapangan dan tumpuan.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan penulis berdasarkan pembahasan dan pengolahan data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai daya dukung tanah pada pondasi konstruksi sarang laba-laba untuk gedung bertingkat dengan jenis-jenis tanah yang berbeda.
2. Perlu dilakukan perbandingan pondasi konstruksi sarang laba-laba dengan jenis pondasi lain ditinjau dari studi biaya pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1992. *“Analisa dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid I”*, Erlangga. Jakarta.
- Braja, M, Das. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga
- Gunawan, R. 1983. *Pengantar Teknik Fondasi*. Yogyakarta: Kanisius
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *“Teknik Pondasi I”*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kinanthi, Intan. 2016. *“Analisis Kekuatan Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSLL) Terhadap Beban Gempa Pada Gedung Bertingkat Berdasarkan SNI 1726:2012”*. Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor.
- Maghira, Dwi., B,Arifin., Rahayu, Astri. 2014. *“Perencanaan Alternatif Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba Pada Palu Grand Mall”*, Jurnal Infrastruktur Universitas Tadulako.
- Mina, Enden., Kusuma, Indera., Nursoliha. 2017. *“Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Konstruksi Saarang Laba-Laba Pada Gedung Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) 1 Pusat Pemerintahan Tangerang Selatan”*, Jurnal Fondasi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Ratna, Sari, Cipta., Tirta, Rahman, Maulana. 2007. *“Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba pada Gedung BNI '46 Wilayah 0 Semarang”*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Setyanto, 1999 *“Rekayasa pondasi – I”*, Buku Ajar Fakultas Teknik Sipil Universitas Lampung.
- Sinaga, Lidya T. N. 2014. *“Alternatif Pondasi Dangkal Pada Konstruksi Tangki Minyak”*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- SNI 2847-2013. 2013. *“Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

S.S., Purwanto. 2012. “*Konstruksi Pondasi Sarang Laba-Laba Atas Tanah Daya Dukung Rendah Bangunan Bertingkat Tanggung*”, Jurnal Teknik Sipil Vol 12 No 1 (51-60).

Susanti, L., Suroso, Munawir, As’ad. 2012. “*Studi Perencanaan Pondasi Pada Pembangunan Ruang VIP RSUD Gambiran Kediri Dengan Alternatif Pemakaian Pondasi Dalam Dan Pondasi Dangkal*”, Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya.