

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu infrastruktur penting dalam sistem pengelolaan air, khususnya di kawasan permukiman. Sistem drainase berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air hujan agar tidak terjadi genangan atau banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat serta merusak infrastruktur. Secara umum, sistem drainase dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu drainase konvensional dan drainase pracetak. *Drainase* konvensional biasanya dibangun langsung di lokasi menggunakan metode pengecoran beton di tempat (*cast in situ*). Sementara itu, drainase pracetak merupakan saluran yang dibuat terlebih dahulu di pabrik dengan dimensi dan mutu tertentu, kemudian dipasang di lokasi proyek. Salah satu bentuk drainase pracetak yang banyak digunakan saat ini adalah saluran *U-Ditch* (Sundari & Afiatna, 2023)

Drainase konvensional memiliki beberapa kelebihan, antara lain lebih fleksibel dalam menyesuaikan bentuk dan ukuran dengan kondisi lapangan serta tidak memerlukan alat khusus dalam proses pemasangannya. Namun, metode ini memiliki beberapa kelemahan seperti waktu pengerjaan yang relatif lebih lama, mutu beton yang terkadang tidak konsisten karena dipengaruhi oleh kondisi pengecoran di lapangan, serta membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak.

Di sisi lain, drainase pracetak seperti *U-Ditch* memiliki beberapa keunggulan, di antaranya proses pemasangan yang lebih cepat, mutu beton yang lebih terjamin karena diproduksi di pabrik dengan standar tertentu, serta kualitas dimensi yang lebih presisi. Selain itu, penggunaan metode pracetak juga dapat mengurangi waktu pelaksanaan proyek sehingga lebih efisien dari segi waktu dan tenaga kerja.

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu wilayah di Provinsi Riau yang sebagian besar wilayahnya didominasi oleh tanah gambut. Tanah gambut memiliki karakteristik berupa kadar air yang tinggi, berat volume yang rendah, daya dukung tanah yang kecil, serta mudah mengalami penurunan (*settlement*) apabila menerima

beban. Kondisi tersebut menjadi tantangan dalam pembangunan infrastruktur, termasuk pembangunan sistem drainase. Hingga saat ini, sistem drainase yang banyak digunakan di Kabupaten Bengkalis masih berupa drainase konvensional. Namun, pada beberapa lokasi masih dijumpai kerusakan seperti retak, penurunan saluran, maupun genangan yang diduga dipengaruhi oleh karakteristik tanah gambut yang lunak. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai alternatif sistem drainase yang memiliki mutu konstruksi lebih baik serta sesuai dengan kondisi tanah gambut.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu kajian mengenai kelayakan penerapan saluran drainase pracetak tipe *U-Ditch* pada tanah gambut di Kabupaten Bengkalis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah gambut berdasarkan hasil pengujian laboratorium serta mengevaluasi penerapan saluran *U-Ditch* melalui pendekatan empiris sehingga dapat memberikan gambaran mengenai potensi penggunaan *U-Ditch* pada kawasan tanah gambut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan sistem drainase yang sesuai dengan karakteristik tanah gambut di Kabupaten Bengkalis.

Meskipun saluran *U-Ditch* telah banyak digunakan pada berbagai proyek drainase karena memiliki mutu beton yang lebih baik dan proses pemasangan yang lebih cepat, kajian mengenai penerapannya pada tanah gambut, khususnya di Kabupaten Bengkalis, masih sangat terbatas. Karakteristik tanah gambut yang berbeda dengan tanah mineral menyebabkan perlunya analisis terhadap kondisi tanah sebelum saluran *U-Ditch* diterapkan agar risiko penurunan tanah dapat diperkirakan sejak tahap perencanaan.

1.2 Ruang lingkup dan batasan masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang ingin dicapai, maka ruang lingkup dan batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1 Ruang lingkup

Adapun Ruang lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada kawasan penelitian yang memiliki karakteristik tanah gambut di Desa Wonosari

2. Penelitian ini membahas penerapan sistem drainase menggunakan saluran pracetak jenis *U-ditch* pada kondisi tanah gambut.
3. *U-ditch* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *U-ditch* pracetak yang telah tersedia di pasaran dan sesuai dengan standar atau spesifikasi yang berlaku.
4. Penelitian ini tidak membahas analisis hidrologi secara mendalam, seperti analisis curah hujan, debit limpasan, maupun perencanaan kapasitas saluran
5. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian penggunaan saluran *U-ditch* pada daerah dengan kondisi tanah gambut serta memberikan rekomendasi penerapannya.
6. Penelitian ini tidak membahas perencanaan detail struktur beton, analisis penulangan, metode pelaksanaan konstruksi, maupun perhitungan rencana anggaran biaya.

2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada kawasan Desa Wonosari Barat, Kabupaten Bengkalis sebagai lokasi studi yang mewakili kondisi tanah gambut.
2. Objek penelitian adalah saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* standar dengan dimensi 300 mm × 300 mm × 1200 mm sesuai spesifikasi pabrikan yang digunakan sebagai dasar analisis pembebanan dan penurunan tanah.
3. Penelitian ini tidak membahas analisis hidrologi secara rinci, seperti analisis curah hujan, perhitungan debit limpasan, maupun perencanaan dimensi saluran drainase. Penelitian difokuskan pada analisis kelayakan penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* berdasarkan karakteristik tanah gambut dan hasil analisis penurunan tanah (*settlement*).
4. Pengujian lapangan skala besar seperti sondir serta pengamatan penurunan jangka panjang tidak dilakukan dalam penelitian ini.
5. Analisis penurunan tanah dilakukan secara teoritis berdasarkan hasil uji laboratorium dan beban dari *U-ditch*.
6. Hasil penelitian dibatasi pada evaluasi kesesuaian penggunaan *U-ditch* serta rekomendasi umum penerapannya pada tanah gambut.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik tanah gambut pada kawasan penelitian di Jl wonosari barat Desa wonosari?
2. Bagaimana penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-ditch* pada kondisi tanah gambut di Jl wonosari barat Desa wonosari?
3. Bagaimana rekomendasi penerapan saluran *U-ditch* pada tanah gambut di Jl wonosari barat Desa wonosari agar dapat berfungsi secara optimal sebagai sistem *drainase*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah gambut pada kawasan penelitian di Kabupaten Bengkalis khusus nya pada kawasan wonosari barat
2. Untuk menganalisis penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-ditch* pada kondisi tanah gambut pada kawasan penelitian di desa wonosari.
3. Untuk memberikan rekomendasi penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* pada tanah gambut berdasarkan hasil analisis karakteristik tanah dan penurunan (*settlement*) sehingga dapat berfungsi secara optimal sebagai sistem *drainase*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi mahasiswa atau peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian terkait perencanaan drainase atau saluran *U-Ditch* pada daerah dengan karakteristik tanah gambut.

2. Manfaat Praktis

Manfaat Praktis Dari Penelitian ini :

1) Bagi Pemerintah Daerah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam menentukan jenis sistem drainase yang sesuai untuk diterapkan pada wilayah dengan kondisi tanah gambut, khususnya di Kabupaten Bengkalis.

2) Bagi Perencana dan Praktisi Konstruksi

Penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai kelayakan penerapan saluran *U-ditch* pada tanah gambut serta potensi terjadinya penurunan tanah apabila saluran tersebut diterapkan secara langsung pada kondisi tanah tersebut.

3) Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan serta pengalaman dalam melakukan penelitian di bidang teknik sipil, khususnya yang berkaitan dengan sistem drainase dan karakteristik tanah gambut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan bagian penting dalam suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perkembangan studi yang telah dilakukan sebelumnya serta mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) yang masih dapat dikaji lebih lanjut. Melalui kajian literatur, peneliti dapat memahami metode, variabel, serta hasil penelitian yang relevan dengan topik yang diteliti.

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perencanaan u-ditch pada tanah gambut sebagai substitusi sebagian semen dalam campuran beton dirangkum pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2. 1 Refrensi jurnal

No.	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Susila & Apoji (2012)	Analisis Penurunan Timbunan Jalan pada Tanah Gambut Menggunakan Metode Elemen Hingga	Penurunan tanah meningkat seiring bertambahnya beban timbunan.	Meneliti penurunan akibat beban <i>U-Ditch</i> pada tanah gambut menggunakan persamaan <i>Terzaghi</i> serta memberikan rekomendasi penerapannya.
2	Iskandar & Sapei (2022)	Analisis Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Prefabricated Vertical Drain (PVD)	PVD mempercepat proses konsolidasi tanah lunak.	Tidak membahas perbaikan tanah, tetapi menganalisis karakteristik tanah gambut dan settlement akibat <i>U-Ditch</i> .
3	Kemal & Wagola (2025)	Analisis Kekuatan Lentur Saluran Drainase Pracetak Jenis <i>U-Ditch</i> terhadap Beban Kendaraan	<i>U-Ditch</i> memenuhi persyaratan kekuatan struktur terhadap beban kendaraan.	Berfokus pada respon tanah gambut (settlement) dan kelayakan penerapan <i>U-Ditch</i> , bukan kekuatan struktur <i>U-Ditch</i> .

Sumber: di olah dari berbagai jurnal (2026)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tinjauan Umum *Drainase*

1 Pengertian dan Fungsi Sistem *Drainase*

Drainase merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengalirkan, membuang, atau mengendalikan kelebihan air dari suatu kawasan agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir. Air yang dialirkan dapat berasal dari curah hujan, limpasan permukaan (runoff), maupun sumber air lainnya. Menurut Cahyono,C.(2023). drainase adalah suatu usaha untuk mengurangi atau menghilangkan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu kawasan sehingga fungsi lahan dapat dimanfaatkan secara optimal..

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Permen PUPR) Nomor 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, sistem drainase merupakan satu kesatuan jaringan saluran dan bangunan pelengkap yang dirancang untuk mengendalikan kelebihan air di suatu kawasan melalui proses pengaliran, penampungan sementara, peresapan, maupun pembuangan ke badan air penerima secara aman dan berkelanjutan.

Dengan demikian, sistem drainase tidak hanya berfungsi sebagai saluran pembuangan air, tetapi juga menjadi bagian penting dalam pengelolaan sumber daya air untuk mengurangi risiko genangan, banjir, serta menjaga kualitas lingkungan.

2. Fungsi Sistem *Drainase*

Secara umum, sistem drainase memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- 1) Mengalirkan kelebihan air hujan atau limpasan permukaan menuju badan air penerima sehingga tidak terjadi genangan.
- 2) Mengurangi risiko terjadinya banjir pada kawasan permukiman maupun kawasan lainnya.
- 3) Menjaga stabilitas tanah dan konstruksi bangunan dari pengaruh kelebihan air.
- 4) Mengendalikan muka air tanah sehingga kondisi lingkungan tetap terjaga.
- 5) Mendukung terciptanya lingkungan yang sehat, aman, dan nyaman bagi masyarakat.

2.2.1.3 Tujuan Sistem *Drainase*

Tujuan utama penyelenggaraan sistem drainase adalah mengendalikan kelebihan air permukaan agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak infrastruktur. Menurut Suripin (2004), tujuan sistem drainase meliputi:

1. Mengalirkan limpasan air hujan secara efektif menuju badan air penerima.
2. Mencegah terjadinya genangan dan banjir pada kawasan permukiman maupun kawasan lainnya.
3. Melindungi bangunan, jalan, dan infrastruktur dari kerusakan akibat kelebihan air.
4. Mengendalikan muka air tanah sehingga kondisi lingkungan tetap stabil.
5. Mendukung terciptanya lingkungan yang sehat, aman, nyaman, dan berkelanjutan.

Dalam penelitian ini, sistem drainase yang dikaji adalah saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* yang diterapkan pada kawasan permukiman di Desa Wonosari Barat, Kabupaten Bengkalis. Penelitian ini berfokus pada analisis kelayakan penerapan saluran *U-Ditch* pada kondisi tanah gambut berdasarkan karakteristik tanah serta hasil analisis tegangan tanah dan penurunan (*settlement*). Oleh karena itu, selain mampu mengalirkan limpasan air permukaan, saluran *U-Ditch* juga harus memiliki kestabilan yang memadai agar dapat berfungsi secara optimal pada kondisi tanah gambut.

2.2.2 Klasifikasi Sistem *Drainase*

Sistem drainase dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa aspek, yaitu sejarah terbentuknya, letak bangunan, fungsi, dan konstruksi saluran. Klasifikasi ini bertujuan untuk mempermudah pemilihan jenis drainase yang sesuai dengan kondisi wilayah, karakteristik lahan, serta kebutuhan pengelolaan air. Menurut Suripin (2004), sistem drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan Sejarah Terbentuknya

Berdasarkan sejarah terbentuknya, sistem drainase dibedakan menjadi dua jenis, yaitu drainase alami dan drainase buatan.

1) *Drainase Alami (Natural Drainage)*

Drainase alami merupakan sistem drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Sistem ini memanfaatkan kondisi topografi dan alur sungai yang telah terbentuk secara alami sehingga air hujan dapat mengalir menuju badan air penerima. Contoh drainase alami adalah sungai, anak sungai, rawa, dan saluran alami lainnya.

2) *Drainase Buatan (Artificial Drainage)*

Drainase buatan merupakan sistem drainase yang dirancang dan dibangun oleh manusia untuk mengendalikan kelebihan air pada suatu kawasan. Saluran drainase buatan umumnya dibangun pada kawasan permukiman, jalan, kawasan industri, maupun kawasan perkotaan untuk mencegah terjadinya genangan dan banjir.

2 Berdasarkan Letak Bangunan

Berdasarkan letak bangunannya, sistem drainase dibedakan menjadi drainase permukaan dan drainase bawah permukaan.

1) *Drainase Permukaan (Surface Drainage)*

Drainase permukaan merupakan sistem drainase yang dibangun di atas permukaan tanah untuk mengalirkan limpasan air hujan menuju saluran utama atau badan air penerima. Jenis drainase ini paling banyak digunakan pada kawasan permukiman, jalan raya, dan kawasan perkotaan.

2. *Drainase Bawah Permukaan (Subsurface Drainage)*

Drainase bawah permukaan merupakan sistem *drainase* yang dibangun di bawah permukaan tanah dengan tujuan mengurangi kandungan air di dalam tanah serta mengendalikan muka air tanah. Sistem ini umumnya digunakan pada lahan pertanian, lapangan olahraga, maupun daerah yang memiliki muka air tanah tinggi.

3. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya, sistem drainase dibedakan menjadi drainase tunggal dan drainase gabungan.

1) *Drainase* Tunggal

Drainase tunggal merupakan sistem drainase yang hanya berfungsi mengalirkan satu jenis air, yaitu air hujan atau air limbah secara terpisah sehingga tidak terjadi pencampuran antara keduanya.

2) *Drainase* Gabungan

Drainase gabungan merupakan sistem *drainase* yang digunakan untuk mengalirkan air hujan dan air limbah dalam satu saluran yang sama. Sistem ini umumnya dijumpai pada kawasan yang telah berkembang sejak lama, namun saat ini penggunaannya mulai dikurangi karena dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

4. Berdasarkan Konstruksi

Berdasarkan konstruksinya, sistem drainase dibedakan menjadi saluran terbuka dan saluran tertutup.

1) Saluran Terbuka

Saluran terbuka merupakan saluran yang bagian atasnya terbuka sehingga aliran air dapat terlihat secara langsung. Jenis saluran ini banyak digunakan pada kawasan permukiman, jalan, dan kawasan industri karena mudah dalam proses pemeliharaan dan pembersihan.

2) Saluran Tertutup

Saluran tertutup merupakan saluran yang bagian atasnya ditutup menggunakan pelat beton atau material lainnya sehingga aliran air tidak terlihat dari permukaan. Saluran tertutup umumnya digunakan pada kawasan perkotaan yang memiliki keterbatasan ruang atau lokasi dengan aktivitas lalu lintas yang tinggi.

Berdasarkan klasifikasi tersebut, saluran drainase yang menjadi objek penelitian ini termasuk drainase buatan, drainase permukaan, drainase tunggal, dan menggunakan saluran terbuka pracetak jenis U-Ditch. Pemilihan jenis tersebut disesuaikan dengan kondisi kawasan permukiman di Desa Wonosari Barat,

Kabupaten Bengkalis, sehingga mampu mendukung fungsi drainase dalam mengalirkan limpasan air permukaan secara efektif.

2.3 Saluran *Drainase* Pracetak (*Precast*) Jenis *U-Ditch*

Saluran drainase pracetak merupakan salah satu jenis saluran yang banyak digunakan pada pembangunan infrastruktur, khususnya di kawasan perkotaan dan permukiman. Dibandingkan dengan saluran beton konvensional yang dicor di tempat (*cast in situ*), saluran pracetak memiliki kualitas yang lebih seragam karena diproduksi di pabrik dengan pengendalian mutu yang lebih baik. Selain itu, proses pemasangan saluran pracetak relatif lebih cepat sehingga dapat mengurangi waktu pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Salah satu jenis saluran drainase pracetak yang paling banyak digunakan adalah *U-Ditch*. Saluran ini memiliki bentuk penampang menyerupai huruf U dan tersedia dalam berbagai ukuran sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Dalam penelitian ini, *U-Ditch* digunakan sebagai objek analisis untuk mengevaluasi kelayakan penerapannya pada kondisi tanah gambut di Desa Wonosari Barat, Kabupaten Bengkalis. Oleh karena itu, pembahasan pada subbab ini meliputi pengertian, spesifikasi teknis, jenis dan dimensi, serta kelebihan dan kekurangan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch*.

2.3.1 Pengertian dan Spesifikasi *U-Ditch*

U-Ditch merupakan saluran drainase pracetak yang terbuat dari beton bertulang dengan bentuk penampang menyerupai huruf U. Saluran ini dirancang untuk mengalirkan air permukaan secara efektif serta banyak digunakan pada kawasan permukiman, jalan, kawasan industri, maupun fasilitas umum lainnya. Proses pembuatannya dilakukan di pabrik (*precast*) sehingga mutu beton, dimensi, dan kualitas produk lebih terjamin dibandingkan saluran yang dicor langsung di lapangan.

Secara umum, *U-Ditch* terdiri atas badan saluran dan dapat dilengkapi dengan penutup (*cover*) sesuai kebutuhan. Saluran ini diproduksi dalam berbagai ukuran dengan panjang standar tertentu sehingga memudahkan proses pengangkutan,

pemasangan, maupun pemeliharaan. Selain memiliki mutu beton yang seragam, penggunaan U-Ditch juga mampu mempercepat pelaksanaan konstruksi karena tidak memerlukan proses pengecoran di lokasi pekerjaan.

Spesifikasi teknis U-Ditch umumnya meliputi dimensi saluran, mutu beton, ketebalan dinding, panjang elemen, sistem sambungan, serta berat produk. Spesifikasi tersebut berbeda pada setiap ukuran dan mengikuti standar pabrikan maupun ketentuan teknis yang berlaku. Dalam penelitian ini, spesifikasi U-Ditch yang digunakan mengacu pada produk pracetak yang umum digunakan sebagai dasar dalam analisis pembebanan dan evaluasi kelayakan penerapannya pada tanah gambut.

2.3.2 Jenis dan Tipe Dimensi *U-Ditch*

Saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* diproduksi dalam berbagai ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan kapasitas aliran, kondisi lapangan, dan fungsi saluran. Perbedaan dimensi meliputi lebar, tinggi, ketebalan dinding, panjang elemen, serta berat produk. Semakin besar dimensi *U-Ditch*, maka semakin besar pula kapasitas aliran dan berat saluran yang harus ditahan oleh tanah dasar.

Secara umum, dimensi *U-Ditch* yang tersedia di pasaran memiliki panjang standar sekitar 1.200 mm, sedangkan lebar dan tinggi saluran bervariasi sesuai spesifikasi masing-masing pabrikan. Informasi mengenai dimensi, berat produk, serta mutu beton biasanya mengacu pada katalog teknis pabrikan atau standar produk pracetak.

Dalam penelitian ini digunakan salah satu tipe *U-Ditch* sebagai objek analisis untuk mengetahui pengaruh pembebanan saluran terhadap tanah gambut. Dimensi dan spesifikasi *U-Ditch* yang digunakan disajikan pada tabel spesifikasi *U-Ditch* sebagai dasar dalam perhitungan berat sendiri saluran, beban total, tegangan tambahan, dan analisis penurunan (*settlement*).

2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan Saluran Pracetak Dibandingkan Saluran Konvensional (Cor di Tempat)

Penggunaan saluran drainase pracetak jenis U-Ditch memiliki beberapa kelebihan dibandingkan saluran beton konvensional yang dicor di tempat (*cast in situ*). Produk pracetak diproduksi di pabrik dengan proses pengendalian mutu yang lebih baik sehingga kualitas beton dan dimensi saluran menjadi lebih seragam. Selain itu, proses pemasangan U-Ditch relatif lebih cepat karena elemen saluran telah dicetak sebelumnya, sehingga dapat mengurangi waktu pelaksanaan konstruksi dan kebutuhan tenaga kerja di lapangan.

Di sisi lain, penggunaan *U-Ditch* juga memiliki beberapa keterbatasan. Berat elemen pracetak yang relatif besar memerlukan peralatan angkat pada saat pemasangan, terutama untuk dimensi yang besar. Selain itu, pada daerah dengan kondisi tanah lunak atau tanah gambut diperlukan perhatian khusus terhadap kemampuan tanah dalam menahan beban saluran agar tidak terjadi penurunan yang berlebihan.

Berbeda dengan saluran beton konvensional yang dicor langsung di lapangan, *U-Ditch* memiliki mutu beton yang lebih terkontrol dan proses konstruksi yang lebih efisien. Namun demikian, keberhasilan penerapan saluran pracetak tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas produk, tetapi juga oleh kondisi tanah dasar sebagai tempat saluran tersebut dipasang. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap karakteristik tanah gambut dan besarnya penurunan (*settlement*) untuk mengevaluasi kelayakan penerapan saluran drainase pracetak jenis - *U Ditch* pada lokasi penelitian.

Tabel 2.1 perbandingan antara U-Ditch pracetak dan saluran cor di tempat

Aspek	Saluran Pracetak Jenis U-Ditch	Saluran Beton Cor di Tempat
Metode konstruksi	Diproduksi di pabrik (precast) kemudian dipasang di lokasi	Dicor langsung di lokasi pekerjaan
Mutu beton	Lebih seragam karena melalui pengendalian mutu pabrik	Dipengaruhi kualitas pekerjaan di lapangan
Waktu pelaksanaan	Relatif lebih cepat	Relatif lebih lama karena membutuhkan proses bekisting dan curing
Kualitas dimensi	Presisi dan seragam	Bergantung pada ketelitian bekisting dan pelaksanaan
Pemasangan	Lebih mudah dan praktis menggunakan alat angkat	Memerlukan proses pengecoran di lokasi
Pemeliharaan	Mudah dibongkar dan diganti apabila terjadi kerusakan	Perbaikan lebih sulit karena menyatu dengan konstruksi
Biaya awal	Relatif lebih tinggi	Relatif lebih rendah

Berdasarkan Tabel 2.1, saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan saluran beton cor di tempat, antara lain mutu beton yang lebih seragam, proses pemasangan yang lebih cepat, serta kualitas dimensi yang lebih presisi. Keunggulan tersebut menjadikan *U-Ditch* banyak digunakan pada pembangunan sistem drainase di kawasan permukiman maupun perkotaan. Namun demikian, berat elemen pracetak yang relatif besar menyebabkan kondisi tanah dasar perlu menjadi perhatian, terutama pada daerah bertanah gambut yang memiliki kompresibilitas tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis kelayakan penerapan saluran drainase pracetak

jenis *U-Ditch* berdasarkan karakteristik tanah gambut dan hasil analisis penurunan (*settlement*).

2.3.4 Metode pemasangan/konstruksi *U-Ditch* di lapangan

Pemasangan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* dilakukan secara bertahap agar saluran dapat berfungsi dengan baik dan memiliki kestabilan yang memadai. Dibandingkan dengan saluran beton cor di tempat, pemasangan *U-Ditch* relatif lebih cepat karena elemen saluran telah diproduksi di pabrik sehingga hanya memerlukan pekerjaan persiapan, pengangkatan, pemasangan, dan penyambungan di lokasi. Secara umum, tahapan pemasangan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* meliputi:

1. Persiapan lokasi pekerjaan, meliputi pengukuran (*setting out*), pembersihan area kerja, dan penentuan elevasi saluran sesuai gambar rencana.
2. Pekerjaan galian, yaitu menggali tanah sesuai dimensi saluran yang akan dipasang serta memperhatikan elevasi dasar saluran agar kemiringan aliran tetap terpenuhi.
3. Pembuatan lantai kerja, berupa lapisan pasir atau beton kurus (*lean concrete*) sebagai alas pemasangan *U-Ditch* agar beban saluran dapat didistribusikan secara merata ke tanah dasar.
4. Pemasangan elemen *U-Ditch*, dilakukan menggunakan alat bantu pengangkat sesuai berat elemen. Setiap unit dipasang secara berurutan dan disesuaikan dengan garis serta elevasi yang telah ditentukan.
5. Penyambungan antar elemen, dilakukan agar sambungan saluran tetap rapat sehingga dapat meminimalkan kebocoran maupun pergeseran antar segmen.
6. Urugan kembali (*backfilling*), dilakukan pada sisi kanan dan kiri saluran menggunakan material pilihan yang dipadatkan secara bertahap untuk menjaga kestabilan saluran.
7. Pekerjaan akhir, meliputi pemeriksaan elevasi, kebersihan saluran, serta pemasangan tutup *U-Ditch* apabila diperlukan.

2.2.4 Tanah Gambut

Tanah gambut merupakan salah satu jenis tanah organik yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang mengalami dekomposisi secara tidak sempurna pada kondisi jenuh air dalam waktu yang sangat lama. Di Indonesia, tanah gambut banyak dijumpai di Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua, termasuk di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Karakteristik tanah gambut yang memiliki kadar air tinggi, berat isi rendah, serta kompresibilitas yang besar menyebabkan tanah ini memiliki perilaku yang berbeda dibandingkan tanah mineral sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pembangunan infrastruktur. (Hardiyatmo, 2020; Kazemian.2011)

Pada penelitian ini, karakteristik tanah gambut menjadi faktor utama yang dianalisis untuk mengevaluasi kelayakan penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch*. Oleh karena itu, pemahaman mengenai sifat fisik dan sifat mekanik tanah gambut sangat diperlukan sebagai dasar dalam analisis tegangan tanah dan penurunan (*settlement*).

2.4.1 Definisi dan Proses Terbentuknya Tanah Gambut

Tanah gambut adalah tanah yang terbentuk dari akumulasi bahan organik berupa sisa-sisa tumbuhan yang mengalami dekomposisi secara tidak sempurna akibat kondisi lingkungan yang selalu jenuh air dan memiliki kandungan oksigen yang rendah. Menurut Hardiyatmo (2018), tanah gambut termasuk ke dalam kelompok tanah organik yang memiliki kandungan bahan organik tinggi sehingga mempunyai sifat fisik dan mekanik yang berbeda dengan tanah mineral.

Proses pembentukan tanah gambut berlangsung dalam waktu yang sangat lama melalui penumpukan material organik pada daerah rawa atau lahan basah. Kondisi genangan air yang terus-menerus menyebabkan proses pembusukan berlangsung lambat sehingga sisa-sisa vegetasi terus terakumulasi dan membentuk lapisan gambut yang semakin tebal. Ketebalan lapisan gambut dipengaruhi oleh umur pembentukan, kondisi hidrologi, jenis vegetasi, serta tingkat dekomposisi bahan organik.

Secara umum, tanah gambut memiliki kandungan air yang tinggi, berat isi yang rendah, angka pori yang besar, serta mudah mengalami penurunan apabila menerima pembebanan. Karakteristik tersebut menyebabkan tanah gambut menjadi salah satu jenis tanah yang memerlukan perhatian khusus dalam pembangunan konstruksi sipil.

2.4.2 Klasifikasi Tanah Gambut

Tanah gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat dekomposisi, kedalaman lapisan gambut, maupun kadar serat yang terkandung di dalamnya.

1. Berdasarkan Tingkat Dekomposisi

Menurut ASTM D4427, tanah gambut dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

- 1) Fibric, yaitu gambut dengan tingkat dekomposisi rendah dan masih banyak mengandung serat tumbuhan.
- 2) Hemic, yaitu gambut dengan tingkat dekomposisi sedang, di mana sebagian struktur serat telah mengalami pelapukan.
- 3) Sapric, yaitu gambut dengan tingkat dekomposisi tinggi sehingga struktur serat tumbuhan sudah sulit dikenali.

2. Berdasarkan Kedalaman Gambut

Berdasarkan kedalamannya, gambut dikelompokkan menjadi:

- 1) Gambut dangkal (< 1 m)
- 2) Gambut sedang (1–2 m)
- 3) Gambut dalam (2–3 m)
- 4) Gambut sangat dalam (> 3 m)

3. Berdasarkan Kandungan Serat

Berdasarkan kadar serat, tanah gambut dibedakan menjadi gambut berserat tinggi dan gambut berserat rendah. Kandungan serat berpengaruh terhadap kekuatan, kompresibilitas, dan kemampuan tanah dalam menerima pembebanan konstruksi.

2.2.5 Parameter Fisik Tanah

1. Kadar Air (*Water Content*)

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada setiap sampel tanah. Nilai kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan karakteristik tanah gambut karena tanah gambut umumnya memiliki kadar air yang relatif tinggi dibandingkan tanah mineral.

1) Peralatan dan Bahan

1. Cawan aluminium
2. Timbangan digital
3. Oven
4. Desikator
5. Spatula

2) Rumus Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

1. Berat Tanah Basah (W)

$$W = W_2 - W_1 \quad \text{Pers 2.1}$$

Keterangan:

Berat tanah basah (gram)

Berat wadah (gram)

Berat wadah + tanah basah (gram)

2. Berat Tanah Kering (W_s)

$$W_s = W_3 - W_1 \quad \text{Pers 2.2}$$

3.) Berat Air (W_w)

Keterangan:

W_w = Berat air (gram)

4. Kadar Air (*Water Content*)

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad \text{Pers 2.3}$$

Keterangan:

W_c = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gram)

W_s = Berat tanah kering (gram)

5. Kadar Air Rata-rata

$$W_{c(rata-rata)} = \frac{W_{c1} + W_{c2} + W_{c3}}{n} \quad \text{Pers 2.4}$$

atau karena pengujian menggunakan 3 benda uji, dapat ditulis:

$$W_{c(rata-rata)} = \frac{W_{c1} + W_{c2} + W_{c3}}{3}$$

Keterangan:

$W_{c(rata-rata)}$ = Kadar air rata-rata (%)

W_{c1} = Kadar air sampel 1 (%)

W_{c2} = Kadar air sampel 2 (%)

W_{c3} = Kadar air sampel 3 (%)

2. Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air pada volume yang sama. Parameter ini digunakan untuk mengetahui karakteristik material penyusun tanah.

1. Alat

Adapun alat yg di gunakan pada pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*) sebagai berikut:

- 1) Piknometer (*Pycnometer*)
- 2) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram

- 3) Oven
- 4) Desikator
- 5) Gelas ukur
- 6) Corong kaca
- 7) Botol semprot (wash bottle)
- 8) Termometer
- 9) Pompa vakum atau alat penghilang gelembung udara (jika tersedia)
- 10) Spatula

2. Bahan

Adapun bahan yg di gunakan pada pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*) sebagai berikut:

- 1) Sampel tanah kering lolos saringan No. 4 (4,75 mm)
- 2) Air suling (distilled water)

3. Rumus Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

Berat tanah kering

$$A = M_2 - M_1 \quad \text{Pers 2.5}$$

Berat tanah di dalam air

$$B = M_3 - M_4 \quad \text{Pers 2.6}$$

Selisih berat

$$C = A - B \quad \text{Pers 2.7}$$

Berat Jenis

$$Gs = \frac{A}{C} \quad \text{Pers 2.8}$$

Apabila hasil pengujian dilakukan pada temperatur selain **27,5°C**, maka dilakukan koreksi dengan persamaan

$$Gs_{27,5} = Gs \times \frac{\gamma_w(t)}{\gamma_w(27,5)} \quad \text{Pers 2.9}$$

Keterangan:

M_1 = Berat piknometer kosong (gram)

M_2 = Berat piknometer + tanah kering (gram)

M_3 = Berat piknometer + tanah + air (gram)

M_4 = Berat piknometer + air (gram)

A = Berat tanah kering (gram)

B = Berat tanah di dalam air (gram)

C = Selisih berat (gram)

G_s = Berat jenis tanah

γ_w = Berat isi air pada temperatur tertentu

4. Pengujian Berat Volume (*Bulk Density*)

Pengujian berat volume tanah dilakukan untuk mengetahui berat tanah per satuan volume dalam kondisi asli. Nilai berat volume merupakan salah satu parameter fisik tanah yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kepadatan tanah serta sebagai data pendukung dalam analisis karakteristik tanah gambut.

1. Alat

Adapun alat yang di gunakan pada pengujian Berat Volume (*Bulk Density*) sebagai berikut:

- 1) Ring sampler (silinder contoh) dengan volume diketahui.
- 2) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Jangka sorong (Vernier caliper) untuk mengukur diameter dan tinggi ring.
- 4) Pisau atau spatula untuk meratakan permukaan tanah pada ring.
- 5) Oven yang mampu mempertahankan suhu 105 ± 5 °C (untuk memperoleh berat kering, jika diperlukan).
- 6) Desikator untuk mendinginkan sampel setelah proses pengeringan.
- 7) Cawan atau wadah sampel.
- 8) Kuas kecil untuk membersihkan sisa tanah pada ring.

2. Bahan

Adapun yang di gunakan pada pengujian Berat Volume (*Bulk Density*) sebagai berikut:

- 1) Sampel tanah gambut yang diambil dari lokasi penelitian.
- 2) Air bersih (jika diperlukan untuk membersihkan peralatan)

3. Rumus yang di gunakan pada pengujian Berat Volume (*Bulk Density*)

Rumus Pengujian Berat Jenis (*Bulk Density*)

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \text{Pers 2.10}$$

Keterangan:

γ = Berat volume tanah (g/cm³ atau kN/m³)

W = Berat tanah (gram)

V = Volume ring (cm³)

5. Pengujian Batas *Atterberg* (*Atterberg Limit*)

Pengujian batas *Atterberg* dilakukan untuk mengetahui batas-batas konsistensi tanah, yaitu *Liquid Limit* (LL), *Plastic Limit* (PL), dan *Plasticity Index* (PI). Hasil pengujian ini digunakan untuk mengidentifikasi sifat plastisitas tanah serta sebagai salah satu parameter dalam analisis karakteristik tanah pada lokasi penelitian.

1. Alat

Adapun alat yang di gunakan pada pengujian Batas *Atterberg* (*Atterberg Limit*) sebagai berikut :

- 1) Alat Casagrande (*Casagrande Liquid Limit Device*).
- 2) Grooving tool (alat pembuat alur).
- 3) Plat kaca (*glass plate*).
- 4) Spatula.
- 5) Cawan kadar air (*moisture can*).
- 6) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.
- 7) Oven dengan suhu 105 ± 5 °C.
- 8) Desikator.

- 9) Gelas ukur atau botol semprot (*wash bottle*).
- 10) Ayakan No. 40 (0,425 mm).
- 11) Batang penggulung (*rolling rod*) atau telapak tangan untuk membentuk benang tanah pada uji batas plastis.
- 12) Wadah pencampur (*mixing dish*).

2. Bahan

Adapun bahan yang di gunakan pada pengujian Batas Atterberg (*Atterberg Limit*) sebagai berikut :

- 1) Sampel tanah yang telah dikeringanginkan (*air dried soil*).
- 2) Sampel tanah yang lolos ayakan No. 40 (0,425 mm).
- 3) Air suling (*distilled water*) atau air Pers 2.10 bersih

3. Rumus yang di gunakan pada pengujian Batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

Nilai Liquid Limit diperoleh dari kurva hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan (*flow curve*). Nilai LL merupakan kadar air yang bersesuaian dengan 25 pukulan.

1) Plastic Limit (PL)

$$PL = \frac{\sum W}{n} \quad \text{Pers 2.11}$$

Keterangan:

PL = Plastic Limit (%)

$\sum W$ = Jumlah kadar air hasil pengujian (%)

n = Jumlah pengujian

2) Plasticity Index (PI)

$$PI = LL - P \quad \text{Pers 2.12}$$

Keterangan:

1. PI = Plasticity Index (%)

2. LL = Liquid Limit (%)

3. PL = Plastic Limit (%)

6. Pengujian analisis saringan

Pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah berdasarkan persentase butiran yang tertahan dan lolos pada setiap ukuran saringan. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik tanah serta sebagai data pendukung dalam analisis karakteristik tanah gambut pada lokasi penelitian.

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada pengujian Pengujian analisis saringan Sebagai berikut :

- 1) Satu set ayakan standar (*standard sieve set*) dengan ukuran bukaan sesuai standar pengujian (misalnya 1/2", 3/8", No. 4, No. 10, No. 20, No. 40, No. 60, No. 100, No. 200, dan pan).
- 2) Mesin penggetar ayakan (*mechanical sieve shaker*).
- 3) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4) Oven dengan suhu 105 ± 5 °C.
- 5) Cawan atau wadah sampel.
- 6) Kuas halus untuk membersihkan ayakan.
- 7) Spatula atau sendok sampel.
- 8) Nampan (*tray*) sebagai alas penampung sampel

2. Bahan

Adapun bah an yang digunakan pada pengujian Pengujian analisis saringan Sebagai berikut :

- 1) Sampel tanah yang telah dikeringkan sesuai prosedur pengujian.
- 2) Sampel tanah yang telah dihancurkan secara hati-hati tanpa merusak ukuran butir asli.

3. Rumus yang di gunakan pada pengujian analisa saringan

Adapun rumus yang digunakan pada pengujian Pengujian analisis saringan Sebagai berikut :

1. Persentase Tertahan

$$\%Tertahan = \frac{W_t}{W} \times 100\% \quad \text{Pers 2.13}$$

Keterangan:

W_t = Berat tanah yang tertahan pada saringan (gram)

W = Berat total sampel (gram)

2. Persentase Tertahan Kumulatif

$$\%Tertahan \text{ Kumulatif} = \sum \%Tertahan \quad \text{Pers 2.14}$$

3. Persentase Lolos

$$\%Lolos = 100 - \%Tertahan \text{ Kumulatif} \quad \text{Pers 2.15}$$

2.2.6 Analisis Empiris

Analisis empiris merupakan metode analisis yang menggunakan hubungan atau korelasi matematis yang diperoleh dari hasil penelitian maupun pengamatan sebelumnya untuk memperkirakan suatu parameter tanpa harus melakukan pengujian secara langsung. Dalam bidang geoteknik, metode empiris banyak digunakan untuk memperkirakan parameter tanah apabila pengujian laboratorium tertentu tidak dapat dilaksanakan, sehingga tetap diperoleh estimasi parameter yang dapat digunakan dalam analisis teknik (Das & Sobhan, 2018).

Menurut Craig (2022), persamaan empiris merupakan hubungan matematis yang dikembangkan berdasarkan data hasil pengujian laboratorium maupun pengamatan lapangan dalam jumlah besar, sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan karakteristik tanah dengan tingkat ketelitian yang masih dapat diterima untuk keperluan rekayasa geoteknik.

2.2.7 *Compression Index* (Cc)

1. Pengertian *Compression Index*

Compression Index (Cc) atau indeks kompresibilitas merupakan parameter geoteknik yang menunjukkan besarnya kemampuan tanah mengalami pemampatan akibat penambahan beban. Nilai *Compression Index* digunakan dalam analisis

konsolidasi untuk memperkirakan besarnya penurunan (*settlement*) yang terjadi pada tanah akibat pembebanan (Das & Sobhan, 2018).

Pada tanah gambut, nilai Compression Index umumnya relatif tinggi karena tingginya kandungan bahan organik, kadar air, dan angka pori. Kondisi tersebut menyebabkan tanah gambut mempunyai sifat sangat kompresibel sehingga mudah mengalami penurunan ketika menerima beban konstruksi.

2. Perhitungan *Compression Index* Secara Empiris

Pada umumnya nilai Compression Index diperoleh melalui pengujian konsolidasi (*oedometer test*). Namun, karena pengujian tersebut tidak dapat dilakukan dalam penelitian ini, maka nilai Compression Index ditentukan menggunakan korelasi empiris yang dikembangkan oleh Skempton (1944).

Persamaan yang digunakan adalah

Pers 2.16

$$Cc = 0,009(LL - 10)$$

Keterangan:

Cc = Compression Index

LL = Liquid Limit (%)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai Liquid Limit maka semakin besar pula nilai Compression Index yang dihasilkan, sehingga tanah mempunyai tingkat kompresibilitas yang lebih tinggi.

Nilai Compression Index yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai parameter dalam analisis penurunan tanah menggunakan persamaan konsolidasi primer Terzaghi.

2.2.8 Analisis Penurunan Tanah (*Settlement*) Menggunakan Persamaan Terzaghi

Penurunan tanah (*settlement*) merupakan berkurangnya elevasi permukaan tanah akibat adanya pembebanan yang menyebabkan perubahan volume tanah. Pada tanah lunak, termasuk tanah gambut, penurunan umumnya terjadi karena proses konsolidasi primer, yaitu keluarnya air pori akibat bertambahnya tegangan efektif di dalam tanah (Hardiyatmo, 2020).

Menurut Terzaghi, besarnya penurunan konsolidasi primer dapat dihitung menggunakan persamaan

$$S = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right) \quad \text{Pers 2.17}$$

Keterangan:

S = Penurunan tanah (m)

C_c = Compression Index

H = Tebal lapisan tanah (m)

e_0 = Void ratio awal

σ'_0 = Tegangan efektif awal (kPa)

$\Delta\sigma$ = Tegangan tambahan akibat beban (kPa)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa besarnya penurunan dipengaruhi oleh nilai Compression Index, angka pori awal, ketebalan lapisan tanah, serta besarnya tegangan tambahan yang diterima tanah. Semakin besar nilai Compression Index maupun tegangan tambahan, maka semakin besar pula penurunan yang terjadi.

Dalam penelitian ini, nilai Compression Index diperoleh melalui korelasi empiris Skempton (1944), sedangkan nilai angka pori awal (e_0), berat volume kering (γ_d), dan tegangan efektif dihitung berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Seluruh parameter tersebut kemudian digunakan dalam persamaan konsolidasi primer Terzaghi untuk memperoleh besarnya penurunan tanah akibat pembebanan saluran drainase pracetak jenis U-Ditch.

1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penurunan (*Settlement*)

Besarnya penurunan tanah dipengaruhi oleh beberapa parameter geoteknik yang saling berkaitan. Menurut Hardiyatmo (2020), penurunan konsolidasi primer dipengaruhi oleh sifat kompresibilitas tanah, kondisi tegangan dalam tanah, serta besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi besarnya penurunan tanah antara lain sebagai berikut.

1) *Compression Index (Cc)*

Semakin besar nilai Compression Index, semakin besar kemampuan tanah mengalami pemampatan sehingga penurunan yang terjadi juga semakin besar.

2) *Void Ratio Awal (e_0)*

Void ratio menunjukkan banyaknya rongga yang terdapat dalam tanah. Tanah dengan nilai void ratio yang tinggi umumnya memiliki struktur yang lebih longgar sehingga lebih mudah mengalami penurunan.

3) *Ketebalan Lapisan Tanah (H)*

Semakin tebal lapisan tanah yang mengalami konsolidasi, maka besarnya penurunan yang terjadi akan semakin besar.

4) *Tegangan Efektif Awal (σ'_0)*

Tegangan efektif awal merupakan tegangan yang telah bekerja pada tanah sebelum menerima beban tambahan. Nilai ini memengaruhi besarnya perubahan volume tanah selama proses konsolidasi.

5) *Tegangan Tambahan ($\Delta\sigma$)*

Tegangan tambahan berasal dari beban konstruksi yang bekerja di atas tanah. Semakin besar beban yang diterima tanah, semakin besar pula tegangan tambahan yang terjadi sehingga penurunan tanah akan meningkat.

2. Hubungan Penurunan (*Settlement*) dengan Kelayakan Penggunaan *U-Ditch*

Penurunan tanah (*settlement*) merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kelayakan pembangunan infrastruktur di atas tanah lunak, termasuk tanah gambut. Penurunan yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan elevasi konstruksi, retak pada sambungan, kemiringan struktur yang tidak sesuai, serta menurunkan kinerja struktur dalam jangka panjang (Hardiyatmo, 2020; Das & Sobhan, 2018).

Pada saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch*, penurunan tanah yang tidak seragam (*differential settlement*) berpotensi mengakibatkan pergeseran antarsegmen, kerusakan pada sambungan, serta terganggunya kemiringan dasar

saluran sehingga kapasitas pengaliran air menjadi kurang optimal (Bowles, 1997; Hardiyatmo, 2020).

Dalam penelitian ini, hasil perhitungan penurunan tanah menggunakan persamaan konsolidasi primer Terzaghi digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kelayakan penerapan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* pada tanah gambut. Nilai *settlement* yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan acuan yang digunakan dalam literatur geoteknik mengenai batas penurunan yang masih dapat diterima (*allowable settlement*) untuk struktur ringan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi penerapan *U-Ditch* pada lokasi penelitian.

Dengan demikian, analisis penurunan tidak hanya digunakan untuk mengetahui besarnya deformasi tanah akibat pembebanan, tetapi juga menjadi dasar dalam menentukan apakah penggunaan saluran drainase pracetak jenis *U-Ditch* dapat diterapkan secara langsung atau memerlukan upaya perbaikan tanah sebelum konstruksi dilaksanakan.