

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Hampir semua bencana alam besar yang pernah terjadi di dunia, sebagian diantaranya terjadi di Indonesia. Indonesia rawan terhadap bencana gunung api dan gempa bumi, Tsunami, banjir dan longsor. Berdasarkan data Statistik Bencana menurut jenisnya dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), selama periode tahun 2022 dan 2023, telah terjadi lebih kurang 2.918 kejadian bencana yang terjadi di berbagai lokasi di Indonesia. Jenis bencana yang dikelompokkan oleh BNPB tersebut adalah bencana banjir, tanah longsor, gabungan banjir dan longsor, abrasi, puting beliung, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, gempa bumi, dan letusan gunung api. BNPB juga merilis, bahwa belakangan ini telah terjadi peningkatan jumlah kejadian bencana. Serta dinyatakan bahwa jutaan masyarakat Indonesia masih tinggal di daerah rawan bencana dengan tingkat mitigasi yang rendah (BNPB, 2023).

Berdasarkan data BNPB diatas, bencana longsor menjadi jenis bencana yang terbanyak terjadi, dibandingkan jenis bencana lainnya, dengan 1075 kejadian longsor dari 2.918 kejadian bencana secara keseluruhan. Kerugian yang timbul dari bencana longsor tersebut adalah 61 jiwa meninggal, 9 jiwa hilang, 18 terluka, 573 jiwa menderita, serta 2.695 jiwa mengungsi. Kerusakan prasarana dan fasilitas yang terdampak adalah 702 rumah, 16 prasarana pendidikan, 13 gedung peribadatan, 166 fasilitas umum, 27 jembatan, 11 pabrik, serta sejumlah perkantoran, prasarana kesehatan, kios dan lain-lainnya. Jumlah korban jiwa dan kerugian material diatas, merupakan jumlah yang sangat besar bagi suatu negara.

Berfokus pada bencana longsor, beberapa kawasan terbangun di kawasan perkotaan di Indonesia berada pada daerah berbukit atau dengan topografi bergelombang dan relatif dengan kemiringan tinggi yang rawan terjadi

bencana longsor. Untuk memperoleh zona datar, biasanya dilakukan upaya perbaikan tanah, membuat terasering, membangun *retaining wall* (dinding penahan tanah), dan lain-lain (Mazni dkk., 2018).

Retaining Wall adalah suatu bentuk konstruksi untuk mengatasi kelongsoran tanah, atau untuk menahan kelongsoran dua elevasi tanah yang berbeda ketinggian. Membangun *Retaining Wall* pada suatu lereng tanah diyakini oleh masyarakat adalah salah satu cara untuk mengatasi kelongsoran, seperti tanah pada lereng alam ataupun lereng buatan, tanah urugan di bawah jalan dan jembatan, tanah pada dinding basement, tanah pada terowongan, dan tanah di sepanjang sisi sungai yang dalam. Begitu juga dalam perkembangan dan kemajuan pengamanan dari longsor pada infrastruktur jalan, dengan bermacam tipe konstruksi seperti bronjong, segmental blok, geotextile dan lainnya. Membangun *Retaining Wall* pada suatu lereng tanah, bisa menjadikan area di atas dinding tersebut aman digunakan/dimanfaatkan dan stabil. Idealnya *Retaining Wall* didesain untuk bisa menahan beban yang ada di sekitarnya, seperti beban bangunan yang berada di atasnya, beban gempa, beban mesin yang menghasilkan getaran, dan lain-lain (Ramdhani dkk., 2016). Disain *Retaining Wall* harus cukup stabil, kuat, aman, dan dapat menahan gaya lateral yang bekerja pada tanah di samping *Retaining Wall* tersebut, serta memungkinkan dalam pengerjaan konstruksinya.

Permasalahan yang sering dihadapi para masyarakat dalam pembangunan *Retaining Wall* adalah keterbatasan biaya, waktu, dan faktor keamanan (Alexiou dkk., 2020; Stathas, 2017). Faktor keamanan suatu *Retaining Wall* adalah hasil analisis dengan memperhitungkan keamanannya terhadap guling, geser, daya dukung tanah. Untuk itu perlu ditinjau gaya-gaya yang bekerja pada *Retaining Wall* tersebut. Dalam perencanaan menangani longsor dengan metode apapun dituntut harus memenuhi syarat-syarat teknis menurut fungsi yang tepat guna, volume yang sesuai, serta sifat-sifat kondisi infrastruktur (Koopialipoor dkk., 2020; Purwanto, 2012). Pilihan

berbagai metode konstruksi dalam pencegahan tanah longsor, disebabkan oleh terbatasnya biaya, alat, material, tenaga, batasan, dan faktor lainnya. Pertimbangan lainnya adalah, misalnya bagaimana penanganannya kejadian bencana longsor pada suatu jalan, dapat dengan cepat dan tepat, efektif dan efisien dikerjakan, sehingga pengguna jalan tidak lama menunggu pekerjaan perbaikan dari kerusakan jalan akibat longsor dimaksudkan.

Selama ini pembangunan *Retaining Wall* dibangun secara konvensional, dimana pembangunannya hanya mengandalkan penggunaan material batu dengan dimensi yang besar dan jumlah yang masif. Namun pembangunan secara konvensional diatas, memiliki beberapa keterbatasan. Sejalan dengan perkembangan teknologi dalam beberapa tahun terakhir ini, berbagai jenis *Retaining Wall* telah dikembangkan untuk menemukan solusi ekonomis dan aman untuk masalah longsor tanah.

Ada dua metoda pelaksanaan konstruksi *Retaining Wall*, yang pertama secara konvensional yang di cetak di tempat (*in-situ*) dan segmental precast (di cetak di pabrik dan dibagi per-segmen atau per-blok). Pada perkembangannya, diinisiasi beberapa tipe struktur *Retaining Wall*, antara lain *Cantilevered Retaining Wall*, *Masonry/ Concrete Wall*, *Counterfort Retaining Walls*, *Buttress Retaining Wall*, *Gravity Retaining Wall (GRW)*, *Gabion or Crib Wall*, *Wood Retaining Walls*, *Tilt-up Concrete Retaining Wall*, *Segmental Retaining Walls (SRW)*, *Bridge Abutments*, *Sheet Pile and Bulkhead Walls*, *Restrained Retaining Wall (RRW)*, *Anchored (tieback) walls* (Armaghani dkk., 2020; Brooks & Nielsen, 2013; Ghaleini dkk., 2019; Koopialipoor dkk., 2020).

Seiring dengan perjalanan waktu, model dari *Segmental Retaining Wall (SRW)* sampai saat ini berkembang menjadi dua model yaitu *Conventional Gravity Segmental Retaining Wall (C-GSRW)* dan *Reinforcement Soil Gravity Segmental Retaining Wall (RS-GSRW)* atau *Retaining Wall Segmental gravitasi dengan perkuatan tanah*. Keduanya merupakan *Segmental Retaining Wall gravitasi*, dimana struktur tersebut akan memanfaatkan berat

struktur sendiri untuk mendukung massa tanah yang tidak stabil di belakang dinding (Geoguide1, 2017). Akan tetapi RS-GSRW menggunakan penguatan sebagai bagian dari *Segmental Retaining Wall* dan mendapatkan bantuan penguatan dari material lainnya.

Kedua model *Segmental Retaining Wall* (RS-GSRW dan C-GSRW) dalam bentuk blok pre-cast dalam penampilannya juga lebih estetika, biaya konstruksi lebih murah, kualitas dinding lebih terjamin, mudah dalam pelaksanaan konstruksi, tidak memakai banyak tenaga kerja, dan cepat dalam pelaksanaan pembangunannya. *Segmental Retaining Wall* dalam pelaksanaan konstruksinya tidak memerlukan lahan yang luas, dapat dibangun dengan mudah dan ramah lingkungan (Masoud dkk., 2018; Stathas, 2017; P. Xu dkk., 2021). Pembangunan *Segmental Retaining Wall* didisain agar tetap stabil terhadap faktor internal, external, dan lokal yang mempengaruhi ketahanan dalam waktu jangka panjang (Haddad & Shafabakhsh, 2008). Keuntungan konstruksi *Segmental Retaining Wall* adalah biaya konstruksi relatif lebih murah, lebih awet dalam pemakaian karena dibuat tanpa tulangan, konstruksi yang lolos air yang mengakibatkan kurangnya tekanan air dibelakang dinding, lebih fleksibel karena bisa mengikuti kontur tanah, dan ketika terjadi penurunan yang tidak seragam maka tidak akan merusak konstruksi secara umum (Moch. Sholeh & Yunaefi, 2016). Pelaksanaan *Segmental Retaining Wall* dalam bentuk blok akan lebih cepat dan anggaran biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan konstruksi *Retaining Wall* monolit cetak in-situ (Pramanik dkk., 2022; Ramli dkk., 2013).

Selama ini berdasarkan beberapa referensi secara konseptual, metodologi desain *Segmental Retaining Wall* mirip dengan metode yang digunakan untuk setiap *Retaining Wall* monolit (Collin dkk., 2007; Patel & Deb, 2020a; Tang dkk., 2018a), dimana hampir semua besaran parameter diasumsikan sama seperti dalam menganalisis *Retaining Wall* monolit, seperti: (a) mengandalkan berat sendiri strukturnya, (b) pola longsor yang dipakai

adalah pola longsor menurut Rankine, dimana Rankine menganggap pola longsor C-GSRW berbentuk garis lurus, yang terbentuk dari garis antara sudut $(45^\circ + \phi/2)$ dengan bidang horizontal, (c) faktor keamanan terhadap geser, guling, dan daya dukung, struktur *Retaining Wall* bronjong dan segmental dianggap seperti struktur monolit (Toprak dkk., 2016). Yadav dan kawan-kawan juga mengkaji teori-teori yang relevan untuk memahami respon RW di berbagai bidang teknik sipil seperti hidrolik, struktur irigasi, jalan raya, kereta api, terowongan, pertambangan, dan lain (Yadav dkk., 2018).

Menjadi sangat penting penelitian ini dilaksanakan atas dasar pemikiran bahwa, pola keruntuhan/longsor atau pergerakan butiran tanah yang terjadi dibelakang *Segmental Retaining Wall* tidak sama dengan pola longsor *Retaining Wall* monolit atau tidak sama dengan asumsi yang dipakai selama ini. *Segmental Retaining Wall* yang terdiri dari beberapa segmen blok pracetak yang disusun, ketika adanya dorongan tekanan tanah lateral maka longsor yang terjadi adalah pola longsor per-segmen. Untuk selanjutnya dalam disertasi ini istilah *Segmental Retaining Wall* dinyatakan dengan SRW.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ialah menemukan pola longsor tanah pasir di belakang *Segmental Retaining Wall* (SRW). Untuk mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan beberapa langkah yaitu:

- 1) Merumuskan pola longsor tunggal untuk beberapa skenario bentuk SRW,
- 2) Menentukan panjang permukaan longsor tanah pasir di belakang SRW,
- 3) Menemukan sudut longsor tanah pasir di belakang SRW,
- 4) Menemukan rumusan analisis stabilitas SRW untuk mendapatkan faktor keamanan (FS) geser dan guling berdasarkan pola longsor tanah pasir.

1.3. Dasar Pemikiran Penelitian

Teori klasik dari Rankine menyatakan bahwa pola longsor (failure pattern atau slip line) dari tanah pasir yang berada di belakang SRW adalah persamaan linier dan diterapkan serupa dengan RW monolit. Padahal terdapat perbedaan mendasar dari perilaku dan pola longsor dari tanah yang berada dibelakang SRW dibandingkan dengan pola longsor tanah pada *Retaining Wall* monolit.

Struktur SRW yang terdiri dari balok-balok pra-cetak, tentu perilakunya lebih fleksibel dan cenderung runtuh per-segmennya ketika mengalami longsor akibat adanya pergerakan tanah di belakangnya. Hal diatas ini yang menjadi dasar pemikiran penelitian ini dilaksanakan. Pola longsor dari SRW ini akan menjadi dasar untuk analisis selanjutnya dalam menentukan stabilitas geser dan guling dari SRW.

1.4. Kegunaan atau Kontribusi Penelitian

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan alternatif analisis dalam perhitungan kestabilan SRW, yang selama ini menggunakan teori klasik (Rankine). Alternatif pemodelan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah model analisis stabilitas geser dan guling SRW berdasarkan pola bidang longsor tanah yang berada di belakang SRW. Berbeda dengan teori klasik yang menganalisis kestabilan geser dan guling SRW berdasarkan perhitungan tekanan tanah lateral yang berasal dari tegangan overburden (akibat berat sendiri tanah). Kontribusi yang diberikan oleh penelitian ini berkaitan dengan pengembangan model analisis berdasarkan persamaan fungsi dari pola bidang longsor tanah, dimana penelitian ini juga mendapatkan beberapa besaran parameter kelongsoran, seperti panjang permukaan longsor, sudut longsor, faktor keamanan dari stabilitas geser dan guling SRW.

Kontribusi kedua yang juga penting adalah mendapatkan perbedaan pola longsor tanah akibat perbedaan dari pola struktur balok penyusun SRW.

Selanjutnya model yang dikembangkan dari penelitian ini adalah memungkinkan untuk mengestimasi pola keruntuhan berbagai bentuk dan pola struktur balok penyusun SRW.

1.5. Batasan Masalah Penelitian

Penelitian dalam analisis SRW ini terdapat beberapa batasan dan asumsi yang harus diperhatikan. Batasan dan asumsi tersebut meliputi:

- 1) Asumsi tanah pasir yang digunakan homogen dan isotropik, dengan sudut gesek dalam tanah (sebesar 31.70, 36.750, dan 40.10.
- 2) Permukaan tanah di belakang SRW adalah datar
- 3) Kondisi tanah pasir merupakan tanah satu lapis tanpa adanya pengaruh muka air tanah dan tidak mengalami perubahan kelembaban.
- 4) Diasumsikan tidak ada koefisien gesek antara dinding tegak SRW dengan tanah di belakang SRW.
- 5) Pengamatan hanya dilakukan untuk kondisi bidang dua dimensi.
- 6) Asumsi beban yang berpengaruh adalah beban terdistribusi merata (statis) dan tidak memperhitungkan beban gempa.
- 7) Safety Faktor (SF) geser dan guling dipakai sebagai indikator kestabilan SRW.

1.6. Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan Disertasi ini, diuraikan dalam enam (6) bab, yaitu:

Bab 1. Pendahuluan, berisi tentang latar belakang penelitian ini, yang berisikan tentang literature review yang menjadi dasar kenapa penelitian SRW ini perlu dilakukan. Di sini akan dirangkum permasalahannya dan batasannya, tujuan, kegunaan atau kontribusi penelitian serta dasar pemikiran penelitian.

Bab 2. Studi Pustaka, yang menjelaskan tentang kelongsoran pada RW. Dasar teori tentang tegangan tanah lateral dan pengaruh dalam menjaga

kestabilan SRW. Menjelaskan pola (bentuk) kelongsoran yang terjadi di belakang SRW menurut teori Rankine. Serta mencari luas area kelongsoran, panjang kurva kelongsoran, dan panjang kelongsoran di permukaan timbunan SRW. Selain itu juga dideskripsikan teoritikal dari tegangan normal dan kuat geser yang terjadi dibelakang SWR dengan cara penggambaran Lingkaran Mohr.

Bab 3. Metodologi, berisikan tentang metodologi penelitian yang dimulai dari studi literature, persiapan alat dan bahan untuk tahap percobaan di laboratorium mekanika tanah. Proses percobaan SRW di laboratorium serta bagaimana pencatatan data dan pengolahan data tersebut.

Bab 4. Analisis Data, Hasil, dan Pembahasan Penelitian, menjelaskan tentang data-data yang didapat dari hasil percobaan laboratorium, analisa data, pengolahan data dan hasil pengolahan data tersebut.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran, tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian serta saran yang akan dilakukan untuk lanjutan penelitian ini.

