

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Dalam melakukan penelitian mengenai “Analisis Stabilitas Terowongan Dengan Perkuatan *Wiremesh* dan *Rockbolt* Menggunakan Metode Elemen Hingga (Studi Kasus : Proyek Terowongan Jalur Ganda Kereta Api di Notog, Purwokerto)”, peneliti melakukan peninjauan terhadap beberapa penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya. Peneliti mengambil lima hasil penelitian sebelumnya yang terkait sehingga dapat memberikan perbandingan metode dan hasil dari penelitian yang akan dilakukan.

2.2 Terowongan

Terowongan adalah sebuah tembusan di bawah permukaan tanah atau gunung. Terowongan umumnya tertutup di seluruh sisi kecuali di kedua ujungnya yang terbuka pada lingkungan luar.

Menurut Raharjo (2004) terowongan biasa digunakan untuk lalu lintas kendaraan (umumnya mobil atau kereta api) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda. Selain itu, ada juga terowongan yang berfungsi mengalirkan air untuk mengurangi banjir atau untuk dikonsumsi, terowongan untuk saluran pembuangan, pembangkit listrik, dan terowongan yang menyalurkan kabel telekomunikasi.

2.3 Penelitian Terkait

Penelitian terkait sangat dibutuhkan peneliti sebagai referensi untuk mendukung dalam pembuatan penelitian ini. Adapun penelitian terkait sebagai berikut.

2.3.1 Penelitian Mengenai Perilaku Terowongan

Tugas Akhir Yulianto, A (2016) dengan judul “Studi Perilaku Terowongan Bor di Bawah Fondasi Tiang Rakit Menggunakan Plaxis 8.6” memberikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut sebagai berikut.

1. Pemodelan kekakuan terowongan sangat mempengaruhi gaya dalam dan deformasi yang terjadi pada terowongan. Pemodelan yang tidak sesuai dapat menimbulkan kekeliruan dalam proses produksi segmen terowongan maupun pelaksanaan konstruksi.
2. Jarak bersih antara struktur fondasi bangunan dengan terowongan mempengaruhi distribusi tegangan tanah yang dibebankan pada terowongan. Semakin kecil jarak antara struktur fondasi bangunan dengan terowongan, semakin besar gaya dalam yang dihasilkan.
3. Penggalian terowongan secara bersamaan, menghasilkan deformasi dan gaya-gaya dalam yang lebih kecil dibandingkan dengan penggalian terowongan secara bertahap. Hal ini membuktikan adanya pengaruh perbedaan antara penggalian kedua terowongan bersamaan dengan penggalian terowongan secara bertahap terhadap perilaku teknis dari terowongan.
4. Adanya air tanah meningkatkan beban tegangan yang diterima oleh terowongan, namun distribusi tegangan antarmuka terowongan yang dihasilkan lebih seragam dibandingkan dengan kasus terowongan tanpa pengaruh air tanah.
5. Perlunya perhitungan kebutuhan grout pressure secara akurat dalam menjaga stabilitas terowongan.
6. Dalam perancangan terowongan, diperlukan pertimbangan mengenai kedalaman terowongan dan diameter terowongan yang akan digali untuk memperkirakan stabilitas yang akan dicapai.
7. Penggalian terowongan secara bertahap menghasilkan penurunan dan beda penurunan rakit yang lebih besar dibandingkan dengan penggalian bersamaan.
8. Dari seluruh hasil yang didapatkan, disimpulkan bahwa semakin dekat terowongan bor dibangun terhadap struktur eksisting, semakin besar dampak yang dihasilkan terhadap struktur eksisting maupun terowongan tersebut.

2.3.2 Jurnal Mengenai Desain Konstruksi Terowongan

Jurnal Ilmiah Utomo, K (2014) dengan judul “Alternatif Desain Konstruksi Terowongan Headrace Bendungan Warsamson Kabupaten Sorong Dengan Metode Elemen Hingga 2D Dan 3D” memberikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut sebagai berikut.

1. Perbandingan nilai tekanan vertikal yang bekerja lebih besar pada dimensi tapal kuda dibanding dimensi lingkaran.
2. Nilai displacement akibat deformasi pada penggunaan program computer berbasis elemen hingga dihasilkan Tapal Kuda lebih kecil dibanding lingkaran.
3. Nilai mekanika terowongan momen, normal dan lintang yang dihasilkan tapal kuda lebih besar dibanding dimensi Lingkaran.
4. Hasil penulangan terowongan dimensi beton serta baja yang digunakan tapal kuda lebih kecil dibanding lingkaran.
5. Hasil analisa desain terowongan yang terbaik menggunakan dimensi bentuk tapal kuda dengan pertimbangan nilai displacement yang dihasilkan lebih kecil yang berpengaruh pada keamanan terowongan.

2.3.3 Jurnal Mengenai Sistem Penyangga Terowongan

Jurnal Ilmiah Apriyono dan Sumiyanto (2010) dengan judul “Tinjauan Kekuatan Sistem Penyangga Terowongan dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga” memberikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut sebagai berikut.

1. Software Plaxis 3D Tunnel dapat memodelkan perilaku deformasi terowongan dengan cukup baik, walaupun harus dilakukan beberapa penyederhanaan model untuk menyesuaikan dengan keterbatasan program.
2. Pemasangan sistem penyangga mengakibatkan penurunan nilai displacement di sekitar dinding terowongan. Sistem penyangga di lokasi penelitian, menyebabkan penurunan nilai displacement rerata sebesar 12,5 mm (46.30 %), sedangkan sistem penyangga berdasarkan Q sistem menyebabkan penurunan nilai displacement rerata sebesar 9.25 cm (34,26 %).

3. Walaupun tidak sekuat sistem penyangga sesuai di lokasi penelitian, sistem penyangga berdasarkan Q sistem mengurangi nilai displacement terowongan secara signifikan, sehingga pantas untuk dipertimbangkan dalam perencanaan.

2.3.4 Jurnal Mengenai Angka Keamanan (*Safety Factor*)

Jurnal Ilmiah Fadhillah dan Hamdhan (2016) dengan judul “Analisis Geoteknik Terowongan Batuan Geurutee Aceh Menggunakan Metode Elemen Hingga” memberikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut.

Gunung Geurutee Aceh memiliki kondisi standar alinyemen vertikal maupun horizontal masih belum terpenuhi, begitu juga waktu tempuh efektif. Timbul wacana pembangunan terowongan di kawasan Gunung Geurutee Aceh. Analisis geoteknik terowongan batuan Geurutee dibutuhkan untuk mengetahui gaya dalam yang terjadi pada terowongan tersebut dengan adanya sistem perkuatan sementara, nilai faktor keamanan (FK) , dan *face stability* menggunakan metode elemen hingga. Metode konstruksi terowongan menggunakan metode *New Austrian Tunneling Method* (NATM) dan Metode penggalian mengacu pada metode *Japanese Society of Civil Engineers* (JSCE). Model yang dibuat adalah terowongan dengan perkuatan sementara dengan tanpa perkuatan sementara, untuk membandingkan total displacement yang terjadi pada model tersebut dimana perkuatan sementara yaitu menggunakan *rockbolt* dan *shotcrete*. Kedua model tersebut menghasilkan nilai SF 7,076 untuk model dengan perkuatan sementara dan 4,525 untuk model tanpa perkuatan.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1	Yulianto, 2016	Studi Perilaku Terowongan Bor di Bawah Fondasi Tiang Rakit Menggunakan Plaxis 8.6	Metode elemen hingga menggunakan <i>software</i> <i>Plaxis</i> dan metode Davis et. al	Kekakuan berpengaruh terhadap gaya dalam dan deformasi terowongan air tanah meningkatkan beban tegangan yang diterima oleh terowongan semakin dekat terowongan bor dibangun terhadap struktur eksisting, semakin besar dampak yang dihasilkan terhadap struktur eksisting maupun terowongan tersebut
2	Apriyono, 2010	Tinjauan Kekuatan Sistem Penyangga Terowongan dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga	Metode elemen hingga menggunakan <i>software</i> <i>Plaxis</i>	Pemasangan sistem penyangga mengakibatkan penurunan nilai displacement di sekitar dinding terowongan Sistem penyangga berdasarkan Q sistem mengurangi nilai displacement terowongan secara signifikan, sehingga pantas untuk dipertimbangkan dalam perencanaan

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
3	Prasetyo, 2014	Alternatif Desain Konstruksi Terowongan Headrace Bendungan Warsamson Kabupaten Sorong Dengan Metode Elemen Hingga 2D Dan 3D	Metode elemen hingga menggunakan <i>software Plaxis</i> dan Metode Hooke Brown	<ul style="list-style-type: none"> - nilai tekanan vertikal yang bekerja pada dimensi tapal kuda > dimensi lingkaran - Hasil Penulangan Terowongan dimensi beton serta baja yang digunakan tapal kuda < dibanding Lingkaran - Hasil analisa desain terowongan yang terbaik menggunakan dimensi bentuk Tapal Kuda dengan pertimbangan nilai displacement yang dihasilkan lebih kecil yang berpengaruh pada keamanan terowongan
4	Fadhilah dan Hamdan, 2016	Analisis Geoteknik Terowongan Batuan Geurutee Aceh Menggunakan Metode Elemen Hingga	Metode elemen hingga menggunakan <i>software Plaxis</i> dan Metode <i>Rock Mass Rating</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Besarnya deformasi yang terjadi pada terowongan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan didapat nilai deformasi yang tidak jauh berbeda dikarenakan kondisi massa batuan Geurutee terbilang mantap - Pada kondisi sesungguhnya di lapangan terowongan tanpa perkuatan tidak dianjurkan karena dari akibat <i>blasting</i> yang memungkinkan terjadinya keruntuhan pada tahap penggalian terowongan tersebut

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian
5	Hatmoko, 2018	Analisis Stabilitas Terowongan Dengan Perkuatan <i>Wiremesh</i> Dan <i>Rockbolt</i> Menggunakan Metode Elemen Hingga	Metode elemen hingga menggunakan <i>software Plaxis</i> dan metode Fellenius	<ul style="list-style-type: none"> - Nilai angka keamanan pada terowongan tanpa perkuatan 2,352 - Nilai angka keamanan pada terowongan semakin besar jika ditambahkan perkuatan dengan <i>wiremesh</i> dan <i>rockbolt</i> - Pada titik bor log 3 di anjurkan untuk memakai perkuatan <i>wiremesh</i> dan 3 <i>rockbolt</i> saja karena selisih nilai <i>safety factor</i> dengan <i>wiremesh</i> dan 4 <i>rockbolt</i> hanya 0,021 saja.