

STUDI GEOLOGI TEKNIK UNTUK PEMBANGUNAN JEMBATAN “TONO ARCH” DI DAERAH TONO NOEFEFAN DAN SEKITARNYA, SUB-DISTRIK PANTE MAKASAR, DISTRIK OE CUSSE TIMOR-LESTE

Vitoria Maria Delillia Da Costa Oliveira¹, Handoko Teguh Wibowo²
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan ITATS

ABSTRACT

An arch bridge is a bridge with abutments at each end shaped as a curved arch. Tono arch Bridge at Tono-Noefefan area was made connect transport routers separated by river. Safe technical construction can be build by considering the result of technical geology where the technical construction will be located. The condition of technical geology such as lithology, geomorphology, geological structure, technical features of stone and soil as well as the surface conditions of ground water around the bridge are estimated influencing the stability of bridge construction. The research aimed at figuring out the condition of technical geology which influence the stability of its construction. The research method was technical geology analysis basis were technical features of soil and stone, geological structure, rainfall, and the height of ground water surface. The analysis results were used to evaluate the conditions of technical geology around the arch bridge development. The analysis result on technical geology and foundation supporting power indicated that Tono arch – Noefefan area has low level of technical risks.

Keyword: arch bridge, ground water surface, rainfall.

ABSTRAK

Jembatan lengkung adalah struktur setengah lingkaran dengan abutmen di kedua sisinya. Keberadaan jembatan Tono Arch di daerah Tono-Noefefan dibuat untuk menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terputus oleh sungai. Salah satu upaya untuk membangun konstruksi teknik yang aman adalah dengan memperhatikan hasil geologi teknik tempat konstruksi teknik akan dibangun. Salah satu upaya untuk membangun konstruksi teknik yang aman adalah dengan memperhatikan hasil geologi teknik tempat konstruksi teknik yang akan dibangun. Kondisi geologi teknik seperti litologi, geomorfologi, struktur geologi, sifat keteknikan batuan dan tanah, serta kondisi muka airtanah yang ada di sekitar lokasi jembatan diperkirakan akan mempengaruhi kestabilan dari konstruksi jembatan. Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi geologi teknik daerah sekitar jembatan Tono Arch dan menganalisis faktor-faktor geologi teknik yang mempengaruhi kestabilan konstruksi jembatan Tono Arch yang sedang dibangun. Sedangkan tujuannya Untuk mengidentifikasi dan memberi informasi kondisi geologi teknik terhadap kestabilan konstruksi jembatan di area Tono-Noefefan Oecusse. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis geologi teknik yang mempengaruhi kestabilan jembatan yang dibangun. Parameter-parameter yang digunakan sebagai dasar analisis adalah : sifat keteknikan tanah dan batuan, struktur geologi, curah hujan, dan ketinggian muka air tanah. Hasil dari analisis ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kondisi geologi teknik di area pembangunan jembatan *arch*. Berdasarkan hasil analisis geologi teknik dan analisis daya dukung pondasi maka keberadaan jembatan Tono *arch* di daerah Tono-Noefefan memiliki tingkat resiko keteknikan yang rendah.

Kata kunci : Jembatan lengkung, permukaan air tanah, curah hujan,.

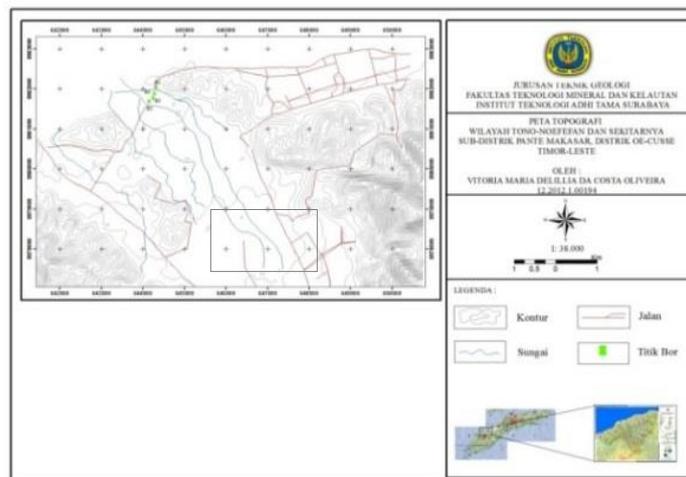
PENDAHULUAN

Timor Leste atau Timor Timur (sebelum merdeka) yang bernama resmi Republik Demokratik Timor Leste (juga disebut Timor Lorosa'e) adalah sebuah negara di Asia Tenggara. Terletak di sebelah utara Australia dan di bagian timur pulau Timor. Selain itu wilayah negara ini juga meliputi pulau Kambing atau Atauro, Jaco, dan enklave Oecusse-Ambeno di Timor Barat.

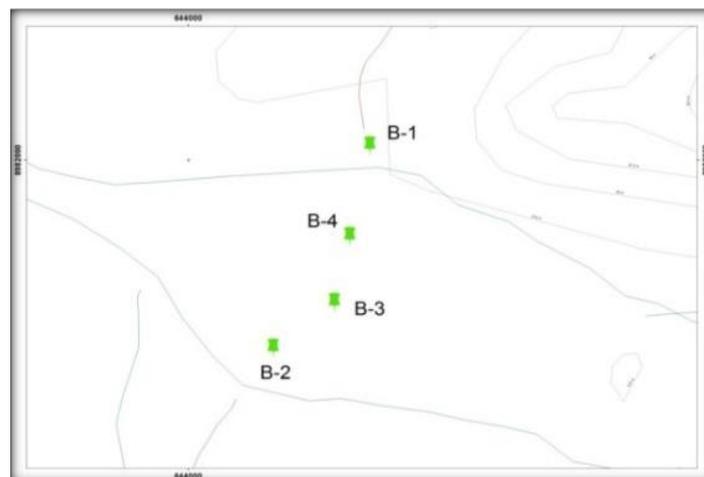
Enklave Oecusse-Ambeno adalah sebuah distrik di Timor Leste yang letak geografis wilayahnya dikelilingi oleh wilayah Indonesia. Daerah ini sendiri terletak di pantai barat pulau timor. Maksud Penelitian ini adalah mengetahui kondisi geologi teknik daerah sekitar Tono

Arch Bridge dan menganalisis faktor-faktor geologi teknik yang mempengaruhi kestabilan konstruksi Tono *Arch Bridge* yang sedang dibangun dan mendapatkan data data geologi meliputi data morfologi, batuan (litologi), elemen elemen struktur geologi, dan kondisi geologi teknik pada konstruksi Tono *Arch Bridge*. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi dan memberi informasi kondisi geologi teknik terhadap kestabilan konstruksi jembatan di area Tono Noefefan Oecusse. Secara administrasi Daerah Penelitian terletak di Tono-Noefefan Distrik Oecusse, Timor-Leste. Secara geografis kedudukan konstruksi Tono Arch Bridge terletak pada posisi grid UTM antara BM-A (644188/8981562), BM 05(644319/8982042) dan STA (644258/8982156). Dan pemetaan sekitar lokasi konstruksi terletak pada posisi grid UTM antara (643309/8981342) , (647162/8980278) dan (651108/897753).

Daerah Pemetaan dapat di tempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat maupun roda dua karena kondisi jalan yang ada pada wilayah tersebut 90% merupakan jalan aspal. Walaupun demikian, ada beberapa daerah yang hanya bisa ditempuh dengan menggunakan roda dua dan berjalan kaki. Daerah pemetaan telah diteliti oleh beberapa peneliti terdahulu, yang dipakai sebagai acuan oleh penulis sebagai berikut PT.ADHI KARYA PARSERO, data pemboran inti, hasil pengujian laboratorium, data deep boring, data curah hujan; Sani dkk, (1995), Fisiografi regional pulau timor; Sawyer dkk, (1993), Litostratigrafi regional pulau timor; Barber, (1981), Tektonostratigrafi Pulau Timor ;Hall & Wilson, (2000), Tektonik busur banda; Jacobson, 1992 op cit Sawyer dkk, 1993, Tektonik tumbukan di pulau timor.



Gambar 1. Peta Topografi Daerah Penelitian



Gambar 2. Peta Titik Bor

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Tanah (*soil*), Batuan (*rock*), dan Massa Batuan (*rock mass*).

Tanah diartikan sebagai suatu agregat alami dari butiran mineral, dengan atau tanpa konstituen organik yang dapat dipisahkan dengan cara mekanis seperti pengadukan dalam air (Peck, R.B, et al., 1973). Menurut asalnya tanah dapat digolongkan menjadi dua (Dunn, et al., 1980), yaitu :

- a. Tanah organik, merupakan tanah campuran yang mengandung bagian-bagian yang berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil.
- b. Tanah anorganik, merupakan tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimia atau fisika.

Batuan diartikan sebagai material yang tersingkap sebagai batuan dasar (*base rock*) yang muncul di permukaan atau yang masih tertutup oleh lapisan tipis tanah (0,5-2 m). Batuan dapat digolongkan menurut sifatnya (Johnson, et al., 1988) yaitu :

- a. *Intact rock*, merupakan batuan yang sifatnya menerus atau tidak terkena *discontinuity*.
- b. *Rock mass*, merupakan batuan yang tidak menerus atau terkena *discontinuity*.

Beberapa *discontinuity* yang sering dijumpai di lapangan antara lain : perlapisan, foliasi, kekar, dan sesar (patahan). Kondisi batuan sebagai bagian dari konstruksi teknik disebut sebagai sifat keteknikan, dimana sifat keteknikan ini sangat dipengaruhi oleh keadaan *rockmass*, tapi pada beberapa kasus kondisi sifat *intact rock* lebih digunakan untuk mengetahui kemungkinan deformasi dan spasi retakan jika batuan dikenai tekanan.

a. Batas Cair (*Liquid Limint*)

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari keadaan plastis. Batas cair ditentukan dengan uji casagrande. Contoh tanah dimasukkan ke dalaman cawan. Tinggi Tinggi contoh dalam cawan kira-kira 8 mm. Alat pembuat alur (*grooving tool*) dikerukkan di tengah-tengah cawan hingga menyentuh dasarnya. Kemudian dengan alat pengatur cawang diketuk-ketukan pada landasan dengan tinggi jatuh 1 cm. Presentase kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan sesudah 25 kali pukulan didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut. Karena sulitnya mengatur kadar air pada waktu celah menutup pada 25 kali pukulan, maka biasanya percobaan dilakukan, beberapa kali dengan kadar air yang berbeda dengan jumlah pukulan yang berkisar antara 15 sampai 35. Gambar skematis dari alat pengukur batas cair dapat dilihat pada gambar 2.3.

b. Batas Plastis (*Plastis limit*)

Batas Plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air di mana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

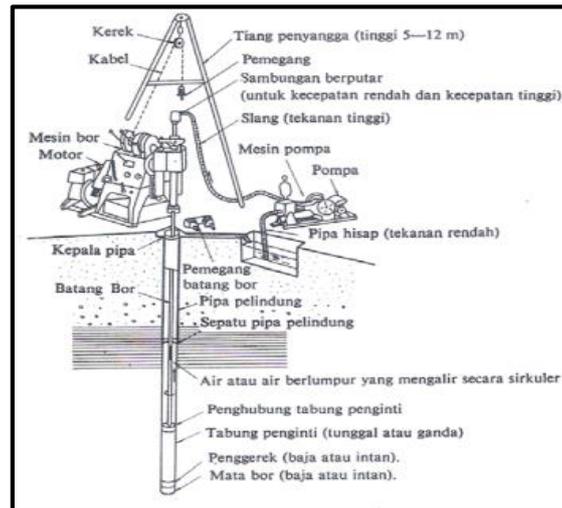
c. Batas Susut (*Shrinkage limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air di mana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Percobaan batas susut dilaksanakan dalam laboratorium dengan cawan porselin diameter 44,4 mm dengan tinggi 12,7 mm.

Pengujian di Lapangan (*In situ Test*)

1. Pemboran inti

Pemboran inti dilakukan untuk memperoleh contoh batuan atau tanah secara terus menerus dari permukaan sampai pada kedalaman yang diinginkan sehingga dapat memberikan informasi kondisi bawah permukaan (Verhoef, 1994) . Gambar skema mesin bor putar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Mesin Pemboran Inti (Sosrodarsono, 1989)

2. Pengujian SPT (*Standart Penetration Test*)

Pengujian SPT pada umumnya dilakukan bersamaan dengan pemboran inti. Rangkaian peralatan untuk pengujian SPT. Pengujian SPT bertujuan untuk memperoleh informasi kepadatan relatif tanah dan konsistensi tanah. Pengujian SPT terdiri dari dua jenis, yaitu :

- Static sounding* (menggunakan penetrometer dan sifatnya langsung).
- Dynamic sounding* (bersifat tidak langsung/dengan menghitung besarnya jumlah tumbukan N).

Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai N-SPT adalah faktor alami seperti sifat fisik batuan dan kedalaman pengujian. Hubungan antara nilai N-SPT dengan kepadatan relatif tanah, sifat konsistensi tanah berdasarkan nilai N-SPT.

3. Uji CPT (*Cone Penetrometer Test*) / Sondir

Uji sondir pada dasarnya merupakan bagian dari uji SPT jenis *static sounding*. Pengujian ini dilakukan langsung dengan penetrasi alat sondir ke dalam tanah. Pengujian sondir dilakukan untuk mengetahui besarnya tekanan konus pada setiap lapisan tanah akibat adanya desakan oleh suatu gaya (beban). Hubungan antara nilai tekanan konus dengan tingkat kepadatan relatif tanah.

Pengujian di Laboratorium

1. Uji Kuat Geser

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis- analisis kapasitas daya dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Parameter kuat geser tanah atau batuan ditentukan dari pengujian laboratorium pada sampel yang diambil dari lapangan selama pemboran. Di daerah penelitian, pengujian untuk menentukan kuat geser tanah dilakukan dengan Uji Triaksial (*triaxial test*) dan Uji kuat tekan bebas (*unconfined compression strength test*).

Klasifikasi Terzaghi

Klasifikasi ini termasuk klasifikasi batuan yang pertama kali dibuat dan ditemukan oleh Terzaghi pada tahun 1946 (Hoek, 2007). Klasifikasi ini pada awalnya dipakai untuk memperkirakan besar beban yang akan dipikul oleh penyangga pada dinding terowongan. Berdasarkan klasifikasi ini batuan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Intact Rock*, batuan tidak terdapat kekar dan rekahan
- Stratified*, batuan terdiri dari perlapisan yang saling terpisah atau tidak terdapat bidang pemisah antara satu lapisan dengan lapisan lain.
- Moderately Jointed*, batuan terdapat kekar-kekar dan rekahan, bidang-bidang kekar dan rekahan saling berhubungan.

Klasifikasi Geomekanik Batuan

[1] memperkenalkan klasifikasi geomekanik yang membagi batuan berdasarkan kualitasnya. Klasifikasi ini dikenal dengan *rock mass rating* (RMR). Penentuan kualitas batuan berdasarkan pada pengukuran parameter klasifikasi di lapangan. Tiap parameter mempunyai bobot nilai tersendiri. Penentuan klasifikasi berdasarkan nilai total dari seluruh parameter.

METODE

Penelitian dilakukan secara surface mapping (Pemetaan di permukaan), adapun pemetaan meliputi analisa litologi, geomorfologi dan struktur geologi.

Analisis dan Evaluasi data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah diperoleh, baik itu data primer yang diperoleh dari observasi lapangan serta data sekunder yang diperoleh dari PT Adhi Karya Persero. Dari data tersebut dilakukan analisis kondisi geologi teknik seperti struktur geologi, sifat keteknikan tanah dan batuan, hasil pemboran inti, hasil pengujian *Standart Penetration Test* (SPT), pengujian deep boring, pengujian sampel di laboratorium, Hasil dari analisis tersebut kemudian digunakan untuk mengevaluasi, mengidentifikasi dan memberikan informasi kondisi geologi teknik terhadap kestabilan konstruksi pengembangan Tono Arch Bridge di area Tono-Noefefan.

Penyusunan Laporan Penelitian

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan penelitian. Laporan penelitian disusun dalam bentuk laporan tertulis, peta dan gambar yang informatif serta sistematis sehingga penyajiannya mudah dimengerti dan dapat digunakan oleh pihak yang membutuhkan.

Hasil Penelitian

Hasil yang ingin diperoleh dalam lingkup penelitian ini adalah :

1. Informasi geologi teknik daerah sekitar *Tono Arch Bridge*
2. Informasi sifat keteknikan tanah dan batuan di daerah sekitar *Tono Arch Bridge*.
3. Peta Geologi, Peta Geomorfologi, Peta pola Aliran dan Peta Lintasan.
4. Informasi geologi teknik terhadap kestabilan dan kedudukan konstruksi Tono Arch Bridge.

GEOLOGI REGIONAL

Fisiografi Regional

Pulau Timor dapat dibagi menjadi dua kawasan yaitu Timor Barat dan Timor Timur (Timor Leste). Daerah penelitian sendiri termasuk dalam kawasan Timor Barat yang secara administratif termasuk dalam wilayah negara Indonesia. Timor Barat secara umum disusun oleh barisan perbukitan bergelombang, dataran tinggi, dan dataran rendah yang tersebar di beberapa tempat.

Teori pembentukan Pulau Timor hingga sekarang masih menjadi kontroversi. Berikut ini adalah beberapa teori yang dicetuskan oleh peneliti sebelumnya untuk menjelaskan model tektonik dari pembentukan Pulau Timor yaitu :

- **Model Imbrikasi**

Model ini dikemukakan oleh Hamilton (1979) dimana Timor diinterpretasikan sebagai akumulasi dari material yang terimbrikasi pada *hanging wall* suatu zona subduksi, yang kini terwakili di permukaan oleh Terusan Timor . Model ini menjelaskan bahwa Timor terbentuk sebagai *chaotic* melange, dimana penyesuaian isostasi menyebabkan terjadinya pengangkatan zona melange dan kemudian membentuk suatu prisma akrasi yaitu Pulau Timor itu sendiri.

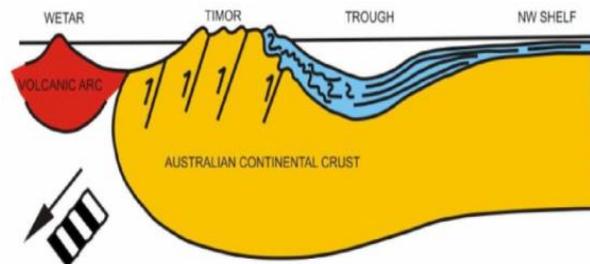
- **Model Overthrust**

Model ini dikemukakan oleh Barber (1981) dimana Timor terbentuk oleh batas kontinen Australia yang ditutupi oleh beberapa seri dari unit *overthrust* yang terdiri atas endapan dasar samudera, batuan metamorf, dan batuan sedimen.

- **Model Upthrust**

Model ini menjelaskan bahwa batas kontinen Australia masuk ke dalam zona subduksi di sekitar Selat Wetar dan kemudian proses subduksi terhenti. Lempeng benua terpisah dari lempeng samudera sehingga menyebabkan terjadinya pengangkatan Timor sebagai akibat dari pelentingan isostatik (Gambar 4).

Pada model ini, semua unit struktur yang terbentuk hanya berasal dari batas kontinen Australia dan tidak ada unit tektonik dari Asia yang terbentuk.



Gambar 4. Model Tektonik *Upthrust* (Chamalaun & Grady, 1978 *op cit* Barber, 1981)

Struktur Geologi Regional

Secara regional, struktur geologi yang terdapat di Timor sangat kompleks. Struktur utama yang ditemukan antara lain adalah lipatan, sesar naik, dan sesar mendatar mengiri. Struktur geologi yang berkembang secara umum dibentuk oleh tegasan-tegasan utama utama yang berarah barat laut - tenggara (NW-SE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Kondisi geologi daerah penelitian meliputi : geomorfologi daerah penelitian, pola pengaliran daerah penelitian, stratigrafi daerah penelitian, dan struktur geologi daerah penelitian

Curah Hujan Dan Muka Air Tanah

Curah Hujan

Air hujan yang terjatuh pada permukaan tanah sebagian akan menjadi aliran permukaan dan sebagian akan meresap ke dalam tanah, aliran permukaan akan terjadi apabila proses infiltrasi sudah tidak berjalan lagi dikarenakan tanah sudah jenuh terhadap air. Air hujan yang meresap ke dalam tanah (badan Jembatan) akan terjebak dalam zona yang relatif kurang lolos air (zona jenuh air). Semakin tinggi curah hujan atau semakin lama hujan berlangsung, akan semakin banyak air yang terinfiltrasi, sehingga zona tidak jenuh air yang lebih lolos air semakin lama akan semakin jenuh. Selain mengakibatkan kenaikan muka airtanah, meresapnya air hujan ke dalam lereng jembatan juga dapat mengakibatkan peningkatan tekanan air pori di dalam tanah.

Debit Sungai

Total luas Sungai Tono tangkapan DAS \pm 365 km² dengan utama panjang aliran sungai di seluruh \pm 24 Km. Tingkat dasar tertinggi dari daerah tangkapan air adalah + 305 meter di atas permukaan laut. Dan daerah yang paling cekungan tangkapan terdiri dari lapangan terbuka atau kawasan hutan yang diberikan nilai kecil dari limpasan permukaan koefisien.



Gambar 5. Posisi Kefamenanu Dibandingkan dengan Oe-cusse

Berdasarkan hasil simulasi model menggunakan intensitas hujan berkala, maka debit sungai berkala diperoleh sebagai berikut:

1. Debit Sungai 10 tahun yang akan datang

Simulasi Level Banjir

Tingkat banjir Tono River dianalisis berdasarkan periode pengembalian 10,25, 50 dan 100 tahun meskipun TOR diperlukan hanya untuk 50 tahun kembali periode.

Tingkat air banjir mensimulasikan dan menganalisis berdasarkan kondisi umum sebagai berikut:

1. Kondisi yang ada sebelum jembatan dibangun. Di mana tingkat tepi sungai sekitar -0,47 m dan tingkat sungai terdalam adalah -2,59 m.
2. Setelah jembatan dibangun tetapi dengan tingkat sungai yang ada. Tingkat yang paling bawah jembatan di bentang utama adalah + 3,451 m
3. Setelah jembatan dibangun dan dengan tingkat sungai dinormalisasi untuk -2,50 m.

Jadi berdasarkan analisis hidrologi dan ketinggian air banjir simulasi di atas, bagian panjang desain jembatan dengan tingkat bawah adalah +3,45 pada pertengahan rentang masih aman untuk periode banjir 50 tahun yang akan datang. Kondisi ini berlaku untuk kondisi sungai (yang ada atau dengan normalisasi).

Hasil Pemboran Inti dan Pengujian Laboratorium

Pemboran inti dilaksanakan untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan yang menyangkut jenis batuan, penyebaran, ketebalan serta sifat fisik dan keteknikannya. Pemboran inti dilaksanakan oleh PT. Adhikarya Parsero sebagai kontraktor dari pembangunan Tono Arch Bridge. Pemboran inti dilaksanakan di sepanjang tanggul ada 4 titik pemboran inti. Secara teknis pemboran dilaksanakan dengan mesin deep boring dengan kapasitas melakukan pemboran sedalam lebih dari 50 m. Pemboan dilaksanakan menggunakan mesin deep boring tipe TON UD-2.



Gambar 6. Lokasi *Bore Hole* Tono Arch Bridge

Analisa Sifat Keteknikan

Dari bawah permukaan BH-1, BH-2, BH-3 dan BH-4 dapat diketahuibahwa litologi yang ada di daerah penelitian secara vertikal pada umumnya menunjukkan kesamaan ciri-ciri litologi , dimana dari atas ke bawah secara umum tersusun oleh litologi :

1. Lanau pasiran
2. Pasir Kerikilan
3. Lanau
4. Pasir Kelanauan
5. Lempung

Litologi yang ada di daerah penelitian pada umumnya mempunyai nilai indeks plastis (PI) yang sangat rendah. Nilai indeks plastis dikatakan sangat rendah jika tidak melebihi 11 %. Pada kondisi nilai plastisitas sangat rendah ini maka kemampuan untuk berubah volume atau untuk terjadi kembali susut (soil ekspansif) pun rendah.

Profil Tanah Substruktur

Berdasarkan kondisi tanah di mana ada beberapa tanah yang kaku untuk lapisan yang keras dengan kondisi tekanan air, maka diputuskan akan menggunakan pipa baja pondasi tiang dengan diameter 711,2 mm dan panjang pipa baja tumpukan diambil sepanjang 21 m. Sehingga sesuai dengan substruktur plan-elevation-section dapat di bandingkan dengan bore log dan N-SPT masing-masing lokasi. Dapat dilihat di lampiran E.

Analisis Daya Dukung Pondasi

Pondasi dibagi menjadi dua jenis yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Untuk pondasi dalam digunakan beban yang sangat berat untuk abutmen dan pier jembatan. Pondas dalam bisa dalam bentuk cor *in situ bore pile* atau *precast pile (steel or concrete)*. (lampiran F).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemetaan yang telah dilakukan dan beberapa data-data Geologi yang ada serta beberapa analisis tentang beberapa aspek Geologi teknik, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa

1. Curah hujan maksimum di pante makasar yang diperkirakan untuk 10 tahun yang akan datang 271,09 mm, 25 tahun yang akan datang 333,64 mm, dan 50 tahun yang akan datang 380,05 mm.
2. Berdasarkan analisis hidrologi dan ketinggian air banjir simulasi yang ada, bagian panjang desain jembatan dengan tingkat bawah adalah 3,45 pada pertengahan rentang masih aman untuk periode banjir 50 tahun yang akan datang. Berdasarkan Kondisi ini berlaku untuk kondisi sungai (yang ada atau dengan normalisasi).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Classifications*, John Wiley and Sons, Canada.
- [2]. Attewell, (1976), *Principles of Engineering Geology*, University of Durham, London.
- [3]. Bates, R. L. dan Jackson, J.A.. (1987). *Glossary of Geology*. American Geological Institute.
- [4]. De Genevray & Samuel (1974), *Formation and Applications of the Sedimentary Record in Arc Collision Zones*, David W. Sholl
- [5]. Guy Sanglerat, (1972), *The Penetrometer And Soil Exploration Development in Geotechnical Engineering Vol.1*, Amsterdam The Netherland.
- [6]. Hary Christady Hardiyatmo (2012), *Mekanika Tanah I*, Gadjadara University Press
- [7]. Hamson, G. (2004), *Tectonic Evolution of East Timor The Banda Arc*. Melbourn : Universty of Melbourn.