

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*badrock*).

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah fondasi pendukung suatu bangunan, bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok/dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. Jika didalam filosofi desain struktur dikenal dengan istilah *strong column weak beam* maka didalam tanah juga mempunyai filosofi tersendiri yaitu daya dukung tanah harus lebih kuat daripada struktur bangunannya, atau jika diurutkan dari yang paling lemah akan menjadi : plat lantai boleh rusak tetapi baloknya jangan, balok boleh rusak tetapi kolomnya jangan, kolom boleh rusak tetapi fondasinya jangan, fondasi boleh rusak tetapi tanahnya jangan.

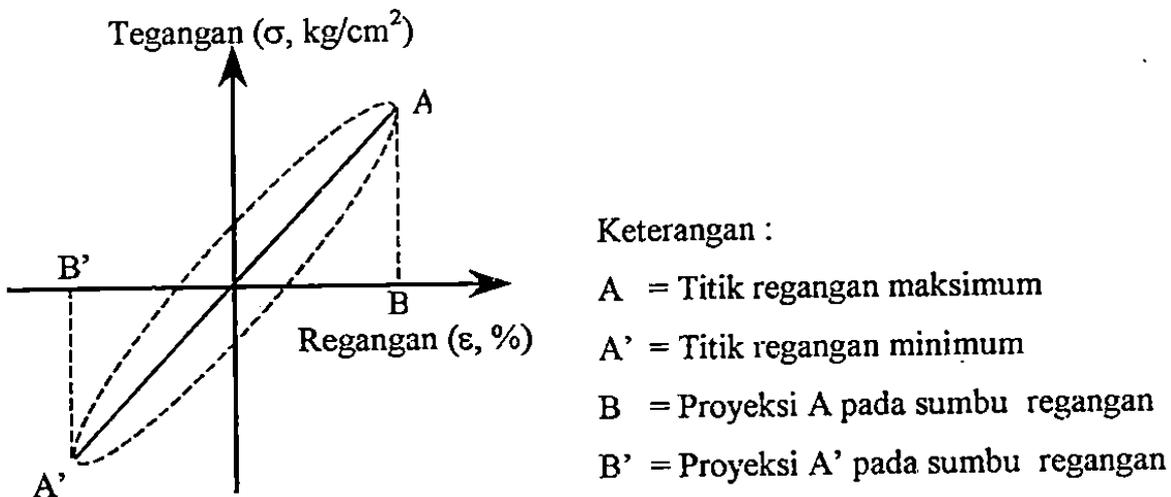
Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, akan tetapi istilah sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis.

### 2.1. Pasir dan redaman

Menurut Luong (1996) pasir mampu menyerap energi melalui 2 cara, yaitu *pertama* melalui deformasi plastis butir-butir pasir serta melalui gesekan antar butir pasir, cara tersebut terjadi pada saat pasir mengalami tekanan yang relatif rendah, yang tidak menyebabkan terjadinya perubahan posisi antar butir pasir. Pada kasus ini tekanan yang diberikan menyebabkan permukaan butir pasir yang saling bersentuhan saling menekan, sehingga terjadi deformasi plastis pada butir-butir pasir tersebut. Penyerapan energi pada kasus ini sangat kecil, dan biasanya diabaikan. Cara *kedua* terjadi jika tekanan pada pasir mengakibatkan perubahan posisi antar butir pasir. Perubahan posisi tersebut disertai

peristiwa gesekan antar butir, yang mengakibatkan terjadinya penyerapan energi melalui perubahan energi mekanik menjadi energi panas.

Perubahan posisi antar butir pasir menyebabkan terjadinya regangan plastis, yang pada pembebanan dinamis regangan plastis ini menimbulkan peristiwa histeresis (Jafarzadeh, 1996). Pada peristiwa histeresis, kurva hubungan tegangan-regangan dalam satu siklus pembebanan berbentuk luasan tertutup yang disebut *hysteresis loop* (Das, 1993). Luas *hysteresis loop* menggambarkan besar energi gesekan yang diserap oleh lapisan pasir dalam siklus pembebanan tersebut (Luong, 1996). Penyerapan energi melalui peristiwa histeresis ini mengakibatkan terjadinya peningkatan redaman total serta penurunan deformasi struktur (Dowrick, 1976).



Gambar 2.1. Hysteresis loop dan rasio redaman.

Besar energi yang diserap dalam satu siklus pembebanan melalui peristiwa histeresis biasa dinyatakan dalam rasio redaman (*damping ratio, D*) yang didefinisikan dari gambar 2.1. Dari gambar tersebut besarnya damping ratio dapat ditentukan dengan rumus 1, dengan *D* adalah besarnya rasio redaman (%) (Das, 1993) serta (Zaghal dkk., 1995).

$$D = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{\text{Luas Histeresis Loop}}{\text{Luas Segitiga } AOB + \text{Luas Segitiga } A'OB'} \right] \dots\dots\dots (1)$$

Rumus tersebut sesuai dengan hasil penelitian Mahmud dkk. (2004) yang menyimpulkan bahwa rasio redaman pasir pada umumnya sebanding dengan *hysteresis*

mengakibatkan terjadinya peningkatan rasio redaman. Rasio redaman yang didapatkan antara 2,1 % sampai dengan 8,2 %.

Rasio redaman pada lapisan pasir dipengaruhi oleh ukuran butir pasir, kadar air, angka pori, tingkat kepadatan, jumlah siklus pembebanan, tingkat regangan, serta besar tekanan efektif yang bekerja pada lapisan pasir tersebut (Das, 1993).

Perilaku pasir pada pembebanan dinamis dipengaruhi secara signifikan oleh besar tekanan dipengaruhi secara signifikan oleh besar tekanan permukaannya. Dalam penelitian terhadap perilaku geser pasir, Prakash (1981) menyimpulkan bahwa kekakuan geser pasir meningkat sejalan dengan peningkatan tekanan permukaannya. Peningkatan kekakuan pasir berarti meningkatnya tegangan pada lapisan pasir tersebut untuk mencapai nilai regangan tertentu.

Pada pengujian triaksial terhadap pasir kering Faountainableau Habib dan Luong (dalam Wood, 1982) menyimpulkan bahwa penambahan tekanan utama sampai nilai batas tertentu menyebabkan terjadinya pemampatan pasir (*volumetric compression*), sedangkan penambahan tekanan diatas nilai batas tersebut mengakibatkan pengembangan pasir (*volumetric dilatation*). Kesimpulan ini sejalan dengan hasil penelitian Yamamuro dan Lade (1996) terhadap pasir Cambria, yang menyimpulkan bahwa pecahnya butir-butir pasir merupakan faktor paling dominan dalam perilaku pasir pada tekanan tinggi.

## 2.2. Kandungan frekuensi.

Untuk mengetahui pengaruh kandungan frekuensi terhadap rasio redaman, maka perlu diketahui terlebih dahulu tentang kandungan frekuensi gempa. Sebagaimana diketahui bahwa gempa bumi yang terekam dalam percepatan tanah merupakan gabungan dari beberapa frekuensi. Oleh karena itu dipakai beberapa istilah kandungan frekuensi sebagai suatu cara untuk mendiskripsikan gabungan beberapa frekuensi. Pada kenyataannya kandungan frekuensi pada suatu gempa dapat saja mempunyai rentang yang sempit sehingga frekuensi dominan lebih jelas ataupun kandungan frekuensi yang menyebar dengan rentang yang panjang. Beberapa hal akan berpengaruh terhadap hal-hal tersebut.

Kandungan frekuensi kemudian diketahui menjadi parameter penting selain durasi gempa (Tso, dkk., 1992). Hal tersebut dimungkinkan karena parameter-parameter

tersebut dapat dideteksi mulai dari cara yang sederhana. Housner (1971) mengusulkan cara yang sederhana untuk mengetahui kandungan frekuensi gempa yaitu dengan menghitung jumlah garis yang memotong sumbu-waktu untuk setiap detik pada rekaman percepatan tanah akibat gempa. Konsep ini sangat sederhana dan juga dipakai oleh Araya dan Saragoni (1988) dalam bukunya (Uang dan Bertero, 1988) untuk mendiskripsikan *damage potential* suatu gempa.

Konsep lain yang cukup sederhana untuk mendeteksi kandungan frekuensi gempa adalah seperti yang disampaikan oleh Tso dkk. (1992). Konsep yang dimaksud adalah *A/V ratio* yaitu dengan memakai perbandingan antara percepatandan kecepatan tanah maksimum. Sebagaimana dikatakan sebelumnya, percepatan tanah berasosiasi dengan frekuensi tinggi, sedangkan percepatan tanah berasosiasi dengan frekuensi menengah sampai rendah. Bukti dari percepatan gempa menunjukkan bahwa percepatan tanah beratenuasi lebih cepat dibanding dengan kecepatan tanah. Gzaetas (1987) dalam buku (Banerjee, 1987) mengatakan bahwa media tanah umumnya akan berfungsi menyaring frekuensi tinggi pada gelombang gempa, sehingga pada jarak yang jauh percepatan tanah akibat gempa cenderung berbentuk sinusoidal/harmonik. Dengan demikian pada daerah yang dekat dengan episenter percepatan cenderung mempunyai frekuensi tinggi, bersifat impulsif, percepatan tanahnya relatif tinggi dan durasi gempa relatif singkat. Pada daerah yang jauh dengan episenter, keadaannya akan berkebalikan. Sebagai konsekuensinya nilai *A/V ratio* akan tinggi (frekuensi tinggi) pada daerah yang dekat dengan episenter *A/V ratio* rendah (frekuensi rendah). Dengan demikian *A/V ratio* dapat juga dipakai untuk