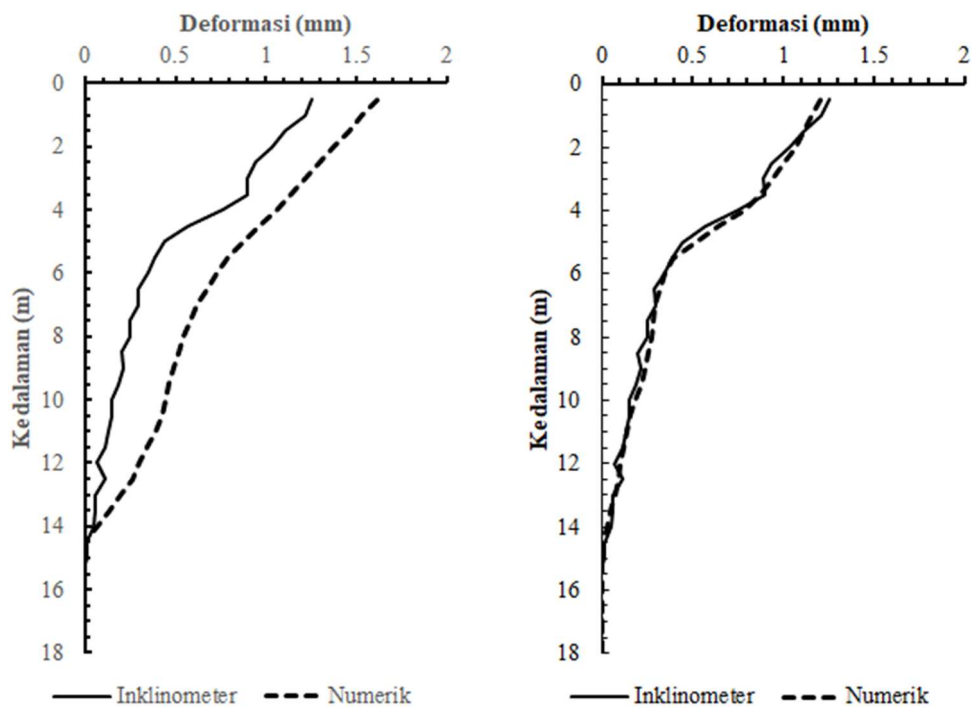


BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Validasi Hasil Pemodelan

Untuk mengetahui apakah parameter-parameter yang dimasukkan sudah sesuai dengan yang ada di lapangan maka perlu adanya validasi dari hasil pemodelan. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan dengan pengukuran di lapangan. Pada penelitian ini, hasil yang divalidasi berupa deformasi yang terjadi di pada 18 Juli. Dengan menggunakan parameter-parameter yang ada ditampilkan pada tabel 3. 3, tabel 3. 4, dan tabel 3. 5 didapatkan hasil deformasi seperti yang di tunjukkan pada Gambar 4. 1. Dari Gambar 4. 1 dapat diketahui bahwa masih terdapat perbedaan yang besar antara hasil pemodelan dengan pengukuran di lapangan.



Gambar 4. 1 Deformasi yang terjadi di lereng dengan pemodelan dan pengukuran di lapangan (a) sebelum validasi, (b) sesudah validasi.

Untuk mengevaluasi nilai kesalahan (*error*) hasil pemodelan terhadap pengukuran di lapangan maka digunakan metode *root mean square error* (RMSE). RMSE memberikan besarnya *error* yang terjadi dengan membandingkan jarak antara nilai asli dan hasil prediksi, semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa semakin baik kinerja dari suatu model (Jacovides dan Kontoyiannis, 1995). RMSE sudah digunakan sebagai ilmu statistik standar untuk mengukur kinerja dari suatu model dalam berbagai bidang seperti meteorologi, kualitas udara dan studi tentang iklim (Chai dan Draxler, 2014).

Nilai RMSE rata-rata dari hasil pemodelan awal didapatkan sebesar 26,8 %. Maka dilakukan validasi terhadap parameter geoteknik dan hidrolis tanah dengan cara *trial and error* untuk mendapatkan nilai parameter yang lebih sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan. Tabel 4. 1, tabel 4. 2 dan tabel 4. 3 menunjukkan parameter yang sudah divalidasi sehingga hasil sudah mendekati dengan pengukuran di lapangan dengan nilai RMSE rata-rata sebesar 3,3 % seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. 5.

Tabel 4. 1 Parameter Tanah untuk SIGMA/W Setelah Validasi

Parameter	Lapisan ke-		
	1	2	3 (Hard Rock)
c' (kN/cm ²)	13,6	22,4	-
ϕ' (°)	28	35	-
ν	0,334	0,334	0,334
Berat tanah (kN/m ²)	16,95	17,00	22

Tabel 4. 2 Modulus Elastisitas pada Setiap Lapisan Setelah Validasi

Lapisan Tanah	Modulus Elastisitas, E (kPa)
Lapisan 1 (a)	1.800
Lapisan 1 (b)	4.000
Lapisan 2 (a)	50.000
Lapisan 2 (b)	280.000
Lapisan 2 (c)	9.200
Lapisan 2 (d)	17.300
<i>Hardrock</i>	23.000.000

Tabel 4. 3 Parameter Hidrolik pada Setiap Lapisan

Parameter	Lapisan ke-		
	1	2	3 (Hard Rock)
k (m/hari)	$2,3 \times 10^{-2}$	$6,4 \times 10^{-2}$	1×10^{-18}
θ_s (m^3/m^3)	0,4868	0,4735	-
θ_r (m^3/m^3)	0,4607	0,4575	-

4.2. Hasil Penelitian

4.2.1. Tekanan Air Pori

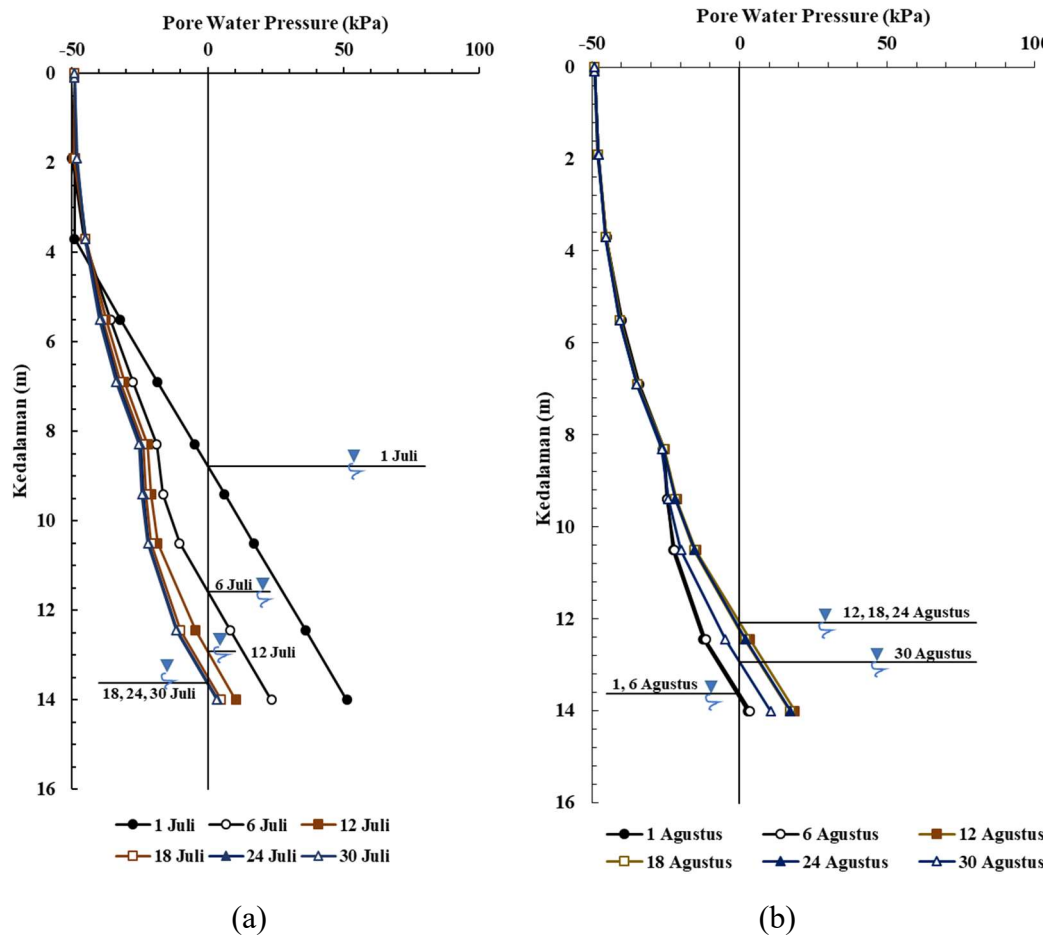
Tekanan air pori selama pemodelan mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Gambar 4. 2 menunjukkan perubahan tekanan air pori yang terjadi pada bulan Juli dan Agustus. Di kedalaman 14 m pada tanggal 1 Juli diperoleh nilai tekanan air pori sebesar 51,2 kPa. Pada tanggal 6 Juli, nilai tekanan air pori mengalami penurunan yang cukup besar menjadi 23,4 kPa. Penurunan ini masih berlangsung sampai dengan 12 Juli menjadi 10,3 kPa. Setelah 12 Juli nilai tekanan air pori tidak mengalami perubahan sebesar sebelumnya walaupun masih mengalami penurunan. Pada 18 Juli nilai tekanan air pori menjadi 4,8 kPa. Nilai tekanan air pori masih mengalami penurunan sampai 30 Juli menjadi 3,4 kPa.

Pada bulan Agustus perubahan tekanan air pori mengalami variasi dengan perubahan yang tidak terlalu besar. Pada 1 Agustus di kedalaman 14 m nilai *pore water pressure* sebesar 2,7 kPa, pada hari 6 Agustus nilai *pore water pressure* sebesar 3,6 kPa dan pada 30 Agustus nilai *pore water pressure* meningkat menjadi 10,5 kPa. Pada BH-6 nilai *pore water pressure* berubah menjadi *negatif (suction)* menjadi -2,7 kPa pada 1 Agustus dan menjadi -18,6 kPa pada 30 Agustus.

4.2.2. Deformasi Lereng

Dari hasil pemodelan, menunjukkan terdapat pergerakan yang terjadi di lereng. Gambar 4. 3 menunjukkan pergerakan yang terjadi pada bulan Juli dan Agustus. Berdasarkan hasil pemodelan deformasi yang terjadi searah dengan prediksi gerakan longsor dan pergerakan dimulai pada kedalaman 14 m dari permukaan tanah. Deformasi yang terjadi pada lereng terus bertambah seiring bertambahnya waktu. Pada tanggal 6 Juli deformasi yang terjadi pada kedalaman 0,5 m sebesar 0,4 mm dan meningkat menjadi 1,2 mm pada 18 Juli. Deformasi terus bertambah dengan perubahan yang tidak sebesar sebelumnya seperti pada hari 24

dan 30 Juli berturut-turut sebesar 1,4 mm dan 1,6 mm. Deformasi yang terjadi pada bulan Agustus 2017 juga bertambah seiring berjalan waktu dengan perubahan yang semakin lama semakin kecil. Pada tanggal 1 Agustus deformasi pada kedalaman 0,5 sebesar 1,6 mm dan menjadi 1,9 mm pada 30 Agustus.



Gambar 4. 2 Perubahan tekanan air pori (*pore water pressure*) pada bulan (a) Juli, (b) Agustus.

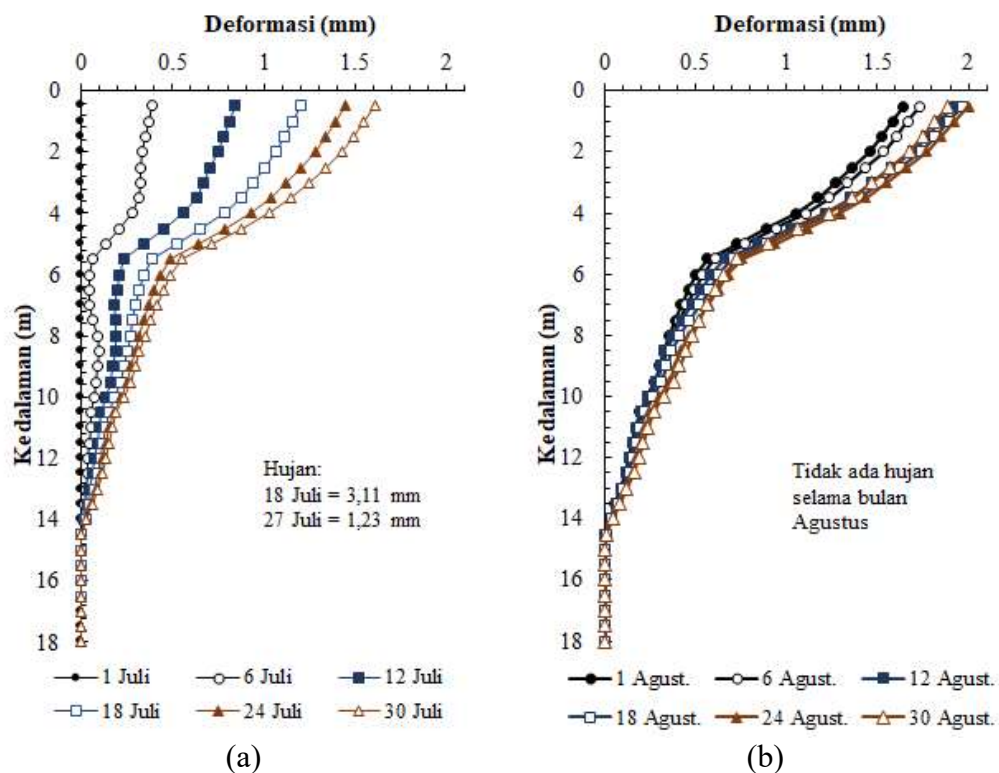
4.3. Pembahasan

4.3.1. Perubahan Tekanan Air Pori (*Pore Water Pressure*)

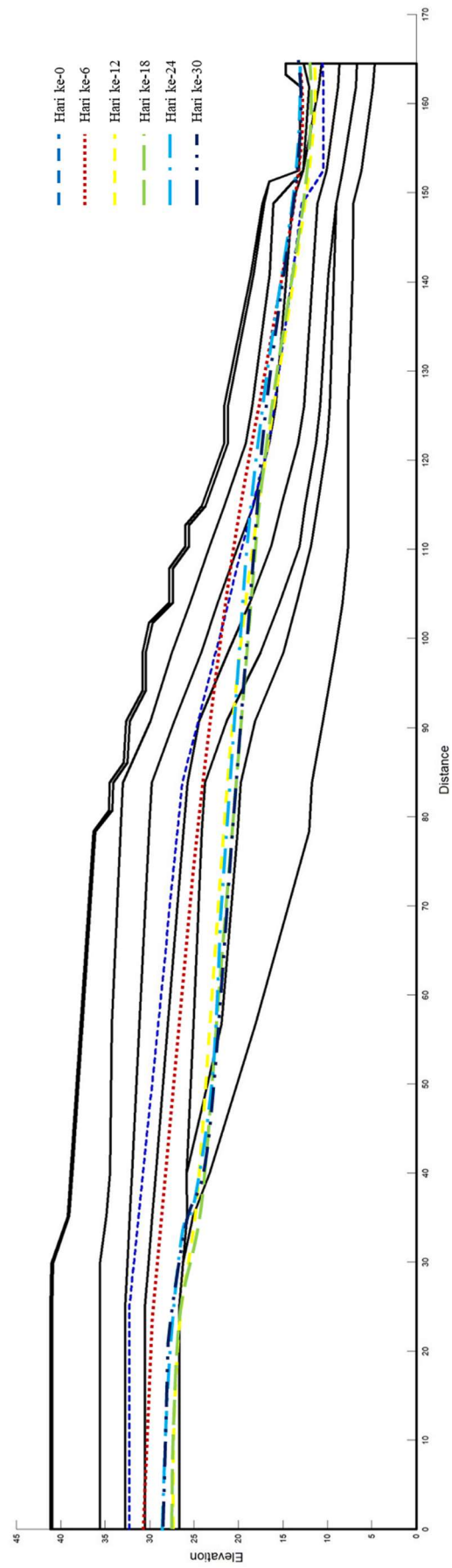
Banyak faktor yang dapat menyebabkan perubahan tekanan air pori pada lereng. Salah satunya adalah infiltrasi hujan. Hujan dengan durasi panjang memungkinkan lebih banyak air hujan yang dapat terinfiltrasi dalam tanah (Gofar dan Lee, 2008). Air hujan yang terinfiltrasi kedalam tanah dapat menurunkan nilai *suction* dan meningkatkan tekanan air pori sehingga menyebabkan stabilitas lereng menurun (Gofar dan Lee, 2008; Muntohar dkk., 2013; Xue dkk., 2016). Dalam hal ini, hujan yang terjadi 18 dan 27 Juli tidak memberikan efek pada pengikatan nilai

tekanan air pori pada lereng seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. 1. Hal ini disebabkan karena intensitas dan durasi hujan yang kecil. Durasi hujan dan intensitas hujan yang kecil menyebabkan air tidak dapat terinfiltrasi dengan baik ke dalam tanah (Haryanti dkk., 2010).

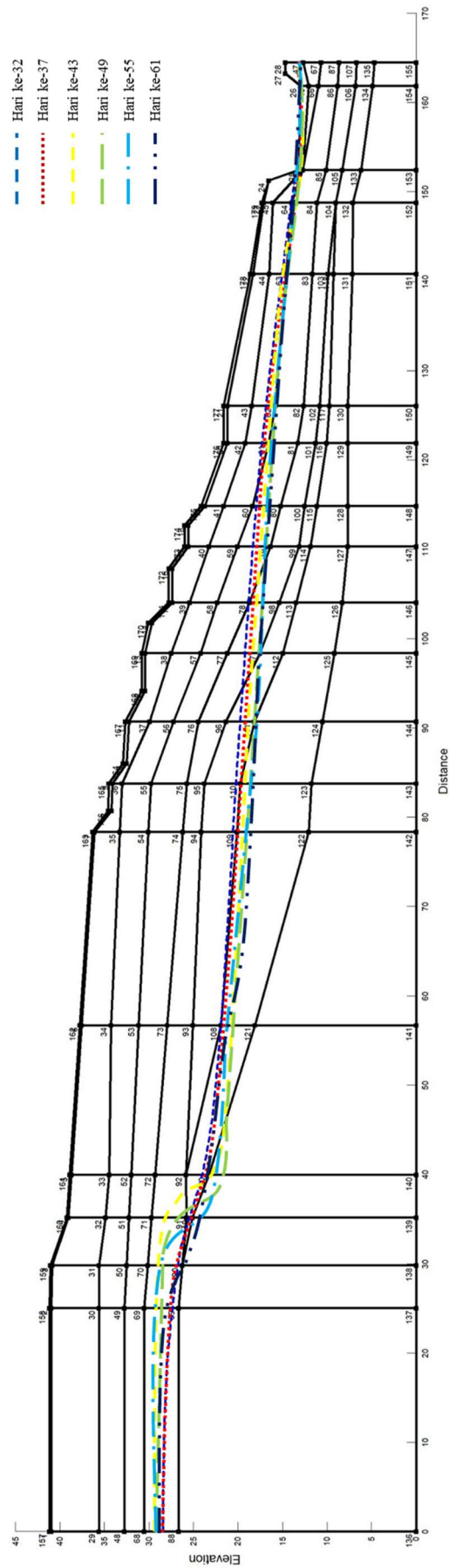
Selain hujan, muka air tanah menjadi salah satu parameter penting terhadap perubahan nilai tekanan air pori. Menurut Schnellmann dkk. (2010) muka air tanah yang dangkal membuat nilai *suction* menjadi kecil dan meningkatkan tekanan air pori (*pore water pressure*). Pada bulan Juli dan Agustus muka air tanah mengalami penurunan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dan 4. 6. Pada 1 Juli muka air tanah berada di kedalaman 8,8 m dan turun menjadi 13,6 m pada 30 Juli. Pada 31 Agustus, muka air turun dari 13,7 m di 1 Agustus menjadi 12,9 m pada 30 Agustus. Penurunan muka air tanah ini menyebabkan penurunan tekanan air pori seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. 1.



Gambar 4. 3 Deformasi pada bulan (a) Juli, (b) Agustus.



Gambar 4. 4 Perubahan muka air tanah selama pemodelan pada bulan Juli 2017.

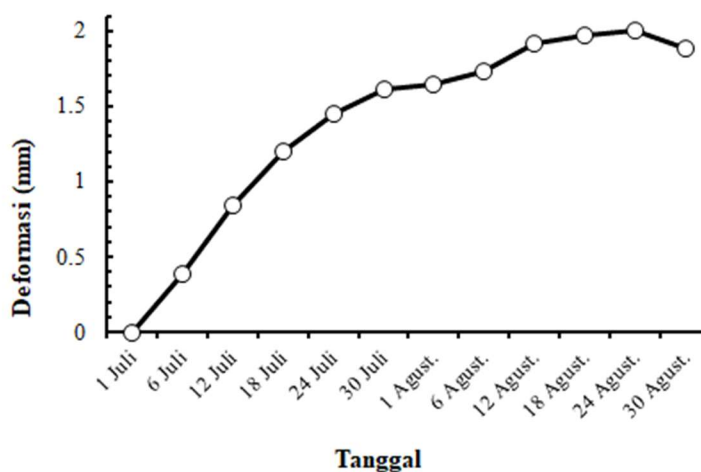


Gambar 4. 5 Perubahan muka air tanah selama pemodelan pada bulan Agustus 2017.

4.3.2. Deformasi Lereng Akibat Hujan

Kecilnya deformasi yang terjadi disebabkan karena terjadinya penurunan muka air tanah akibat tidak adanya air yang terinfiltrasi ke dalam lereng seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. 5 dan 4. 6. Pada 1 Juli muka air berada di kedalaman 8,8 m dan turun menjadi 13,6 m pada 30 Juli. Pada 31 Agustus, muka air turun dari 13,7 m di 1 Agustus menjadi 12,9 m pada 30 Agustus. Perubahan deformasi sangat dipengaruhi oleh kedalaman muka air tanah dan distribusi tekanan air pori (Xue dkk., 2016). Muka air tanah yang turun menyebabkan penurunan nilai tekanan air pori dan meningkatkan nilai *suction* tanah seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. 2.

Nilai tekanan air pori yang besar pada bulan Juli menyebabkan deformasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan bulan Agustus. Tekanan air pori pada bulan Agustus mengalami perubahan yang kecil sehingga deformasi yang terjadi semakin kecil seiring dengan berjalannya waktu. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 4. 6, deformasi yang terjadi pada bulan Agustus lebih kecil jika dibandingkan dengan bulan Juli. Total deformasi yang terjadi pada bulan Agustus sebesar 0,2 mm lebih kecil jika dibandingkan dengan yang terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 1,6 mm.



Gambar 4. 6 Deformasi pada kedalaman 0,5 m.