

EKSPERIMENTAL POLA ALIRAN DAN REMBESAN DIBAWAH PONDASI BENDUNGAN URUGAN TANAH

EXSPERIMENTAL FLOW AND FLOW SEEPANGE UNDER THE DAM FOUNDATION BACKFILL SOIL

Sudirman*¹

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar

Jl.Prof.Abdurahman Basalamah No.101

*E-mail: sudirmansilalahi84@gmail.com

ABSTRACT

To handle problems of seepage under the dam body se soil material used should be able to compound with the construction of dams, especially soils with low porosity and high levels of compaction in anticipating occurrence of seepage under the dam body. The aim of this research were (1) to analyze the influence of soil density on water seepage of earth fill dam (2) to determine the influence of soil density on the flow pattern of depression line on the body of dam. This research employs a fundamental concept of modeling by utilizing scale model. The concept is concerned with problem reconstruction or phenomenon available within the prototype of a smaller scale. The occurring phenomenon is to be modeled so that it resembles the phenomenon in the prototype. The prototype is concerned with the modeling of congested earth fill dam. The results showed analysis of seepage debit on each of the method, namely deuit method at density of 70,07% (0,1264 ml/hour,) density of 78,23% (0,0760 ml/hour) and density 86,94% (0,0282 ml/hour). Schaffernak and van iterson were on density of 86, 94% (0,230 ml/hour). L.Cassagrade method was at density of 70,70% (0,1030 ml/hour) density of 78,23 % (0,604 ml/hour), and density 86,94 % (0,0225 ml/hour) it may be inferred that the higher the density level at the body of dam the smaller the occurrence of seepage. this is because the more condensed the smaller the pore cavities of the soil so that it enables the inhibition of seepage as well as strengthen the shear of the soil.

Key words : Time (t); height of water surface (h); and seepage debit (q)

ABSTRAK

Untuk penanganan permasalahan rembesan di bawah tubuh bendungan harus digunakan material tanah yang senyawa dengan konstruksi bendungan terutama memilih tanah yang tingkat pori-porinya rendah dan punya tingkatan pemadatan tinggi dalam mencegah tidak terjadinya rembesan dibawah tubuh bendungan. Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis pengaruh kepadatan tanah terhadap rembesan air dibendungan urugan tanah (2) untuk mengetahui pengaruh kepadatan tanah terhadap pola aliran garis depresi pada tubuh bendungan. penelitian ini menggunakan konsep dasar permodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada diprototip dalam skala yang lebih kecil sehingga fenomena yang terjadi dimodel akan mirip dengan yang ada diprototip yang dimaksud adalah berupa bendungan urugan tanah yang sudah dipadat penelitian menunjukkan analisa debit rembesan pada masing-masing metode, metode deuit pada kepadatan 70,07% (0,1264 ml/jam), kepadatan 78,23% (0,0760 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0282 ml/jam). metode Schaffernak & van iterson pada kepadatan 70,07% (0,1052 ml/jam), kepadatan 78,23% (0,0617 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0230 ml/jam). dan metode L.Cassagrade pada kepadatan 70,07% (0,1030 ml/jam) kepadatan 78,23% (0,0604 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0225 ml/jam). sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi tingkat kepadatan pada tubuh bendungan, maka semakin kecil rembesan yang terjadi. hal ini disebabkan karena semakin padat timbunan tanah, maka semakin kecil rongga pori dari tanah tersebut sehingga menghambat atau memperlambat jalannya air dari tanah itu sendiri dan juga kuat geser tanah semakin besar.

Kata Kunci : waktu (t) tinggi muka air (h) dan debit rembesan (q)

PENDAHULUAN

Casagrande (1937), maksud dari kondisi aliran masuk adalah bila aliran rembesan berasal dari daerah bahan tanah dengan koefisien permeabilitas sangat besar. rembesan atau permeabilitas dalam konstruksi bangunan air sering terjadi dibendungan, dimana rembesan sebagai sifat bahan yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air atau minyak mengalir lewat rongga. pori-pori tanah saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. sehingga air dapat mengalir dari titik yang mempunyai tinggi energi lebih tinggi ke titik dengan energi yang lebih rendah. untuk tanah permeabilitas dilukiskan sebagai sifat tanah yang menggambarkan bagaimana air mengalir melalui tanah. didalam tanah, sifat aliran mungkin laminar atau turbulen. tahanan terhadap aliran bergantung pada jenis tanah, ukuran butiran, bentuk butiran, rapat massa, serta bentuk geometri rongga pori. temperatur juga sangat mempengaruhi tahanan aliran (kekentalan dan tegangan permukaan), pengamatan secara grafis didasarkan pada sifat khusus dari kurva parabola, kondisi aliran masuk, keluar, dan kondisi transper dari garis rembesan melalui badan bendungan.

Young *et al* (2009), hasil penelitian rembesan pada bendungan dan pondasi merupakan faktor penting dalam stabilitas bendungan sekaligus rembesan merupakan aliran yang secara terus menerus mengalir dari hulu ke hilir. Wesley (1973), *smooth curve* permeabilitas atau daya rembes adalah kemampuan tanah untuk dapat melewati air, air yang dapat melewati dalam tanah hampir selalu bejalan linier yaitu jalan atau garis yang ditempuh air merupakan garis dengan bentuk yang teratur. Howard (1967), meneliti membedakan pola aliran dasar dan pola aliran *modifikasi*. defenisi pola pengaliran yang digunakan Howard adalah sebagai berikut: (a) pola aliran adalah kumpulan dari suatu jaringan pengaliran di suatu daerah yang dipengaruhi atau tidak dipengaruhi oleh curah hujan, alur aliran tetap

mengalir biasanya pola aliran yang demikian tersebut sebagai pola aliran tetap. (b) pola dasar adalah salah satu sifat yang terbaca dan dapat dipisahkan dari pola dasar lainnya. (c) perubahan (*modifikasi*) pola dasar adalah salah satu perbedaan yang dibuat dari pola dasar setempat. Holtz & Gibbs (1962), meneliti konsistensi dari tanah lempung dan tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. indeks plastisitas dan batas cair dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pengembangan. karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks plastisitas, sehingga dapat ditentukan tanah yang mempunyai ikatan kuat antara satu dengan yang lainnya misalnya tanah lempung dan air itu sendiri yang senyawa.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Gowa Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dengan waktu penelitian selama kurang lebih 2 bulan. Konsep dasar permodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di prototip dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi dimodel akan mirip dengan yang ada diprototip. yang dimaksud adalah berupa bendungan urugan tanah padat.

Variabel yang Diteliti

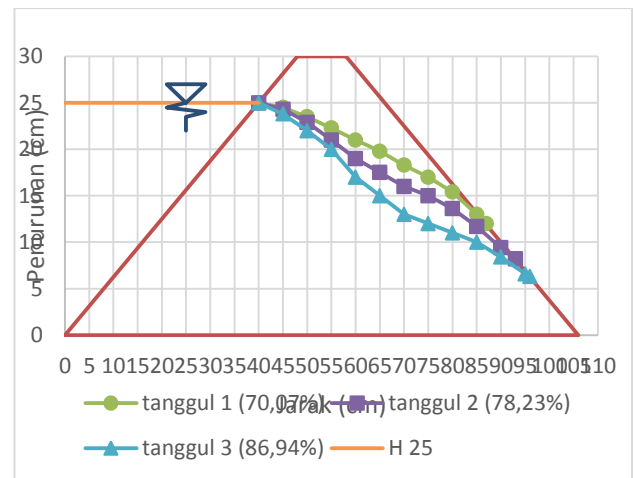
Dari persamaan diatas serta landasan teori, parameter yang cukup berpengaruh terhadap pola aliran dan rembesan air yaitu: berat volume air (γ_w), tinggi energi total (h), tekanan air (p), kecepatan air (v) kecepatan gravitasi (g) tinggi energi elavasi (m) setelah diasumsikan parameter-parameter yang cukup

berpengaruh terhadap pemadatan tanah dan pola aliran, (rembesan) maka kami belum menuliskan secara pasti persamaan diatas dikarenakan beberapa analisa atau pertimbangan adanya koefisien lain yang mungkin sangat berpengaruh dalam pengujian nanti sehingga akselerasi hubungan satu koefisien lain bisa disimpulkan secara sistematis oleh karena itu pengujian di Laboratorium sangat menentukan faktor-faktor yang dominan secara tahapan-tahapan penelitian yang sangat mendekati parameter-parameter diatas sehingga asumsi atau perkiraan akan bisa relevan hasil dilaboratorium dengan asumsi yang digunakan sebelumnya.

Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian ini langkah pertama yang dilakukan adalah studi pendahuluan yang selanjutnya diteruskan dengan kajian pustaka dari berbagai teori dasar, kemudian dilakukan pengambilan data dengan melakukan simulasi penelitian di laboratorium. data yang diperoleh di laboratorium mencakup data data primer yakni data yang diperoleh secara langsung dari simulasi model fisik Laboratorium data sekunder yakni data yang diperoleh dari literature dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di Laboratorium maupun dilakukan ditempat lain yang berkaitan dengan penelitian tentang rembesan dan pola aliran dibawah tubuh bendungan urugan tanah.

Metode Analisis Data



Gambar 1. Data Lapangan masuk ke laboratorium

Data dari lapangan / laboratorium diolah sebagai bahan analisa terhadap hasil studi ini, sesuai dengan tujuan dan sasaran penelitian. data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisa hasil penelitian, antara lain : perhitungan debit rembesan (Q_f) perhitungan waktu rembesan (t) perhitungan tekanan air (p)

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil rata - rata tekanan air pada setiap model

Metode	Ulangan	Zona basah hitung (cm)	qout (ml/jam)
Pengamatan Langsung	70,07 %	22,640	1027
	78,23 %	15,740	602
	86,94 %	11,890	225
Analisis rumus Schaffernak dan Van	70,07 %	12,991	0,1052
	78,23 %	12,991	0,0617

empiris	Iterson	86,94 %	12,991	0,0230
	L. Cassagran de	70,07 %	14,925	0,1030
		78,23 %	14,925	0,0604
		86,94 %	14,925	0,0225

Tabel 2. Kepadatan Kering Maksimum Dengan Variasi Tumbukan

No Sampel	Kepadatan kering (gr/cm ³)		
	5 Tumbukan	10 Tumbukan	15 Tumbukan
1	10,09	11,22	13,02
2	11,24	12,8	13,83
3	12,24	13,45	14,95
4	13,14	14,96	16,17
5	12,66	13,85	15,14
Rata-rata	11,87	13,26	14,62

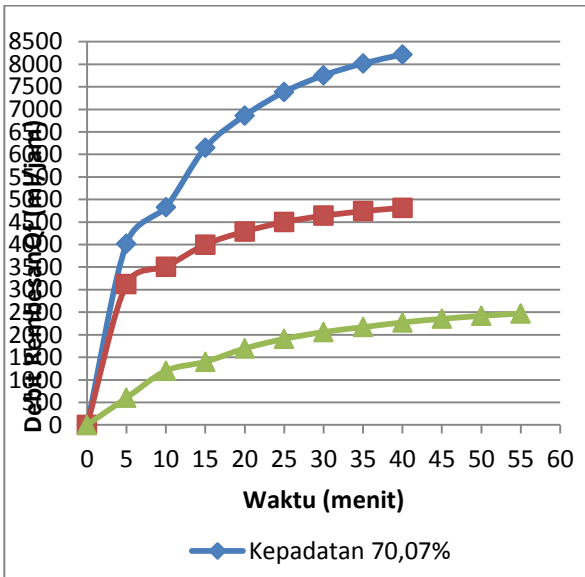
Tabel 3. Presentasase Kepadatan Kering Terhadap Kepadatan Maksimun.

No Sampel	Persentase kepadatan kering terhadap d maks(%)		
	5 Tumbukan	10 Tumbukan	15 Tumbukan
1	69,49%	77,27%	89,67%
2	71,32%	81,22%	87,75%
3	70,55%	77,52%	86,17%
4	69,01%	78,57%	84,93%
5	69,98%	76,56%	86,17%
Rata-rata	70,07%	78,23%	86,94%

Tabel 4. Hasil rata - rata tekanan air pada setiap model bendungan

Waktu tekanan (t)	Tinggi tekanan		
	Tanggul 1 (70,07 %)	Tanggul 2 (78,23 %)	Tanggul 3 (86,94 %)
1	0,243	0,227	0,204
5	0,230	0,211	0,192
10	0,232	0,224	0,206
15	0,229	0,221	0,195
20	0,234	0,227	0,207
25	0,236	0,229	0,222
30	0,234	0,223	0,215
35	0,240	0,228	0,217
40	0,243	0,230	0,222
45	0,244	0,229	0,216
50	0,244	0,238	0,222
55	0,244	0,240	0,227
60	0,244	0,242	0,233
65	0,244	0,242	0,231
70		0,245	0,229
75		0,245	0,235
80		0,245	0,240
85		0,245	0,241
90			0,246
95			0,250
100			0,250
105			0,251
110			0,252

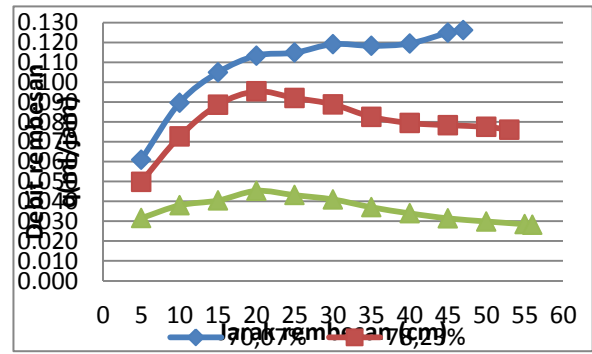
115			0,252
120			0,252
125			0,252



Gambar 2. Hubungan antara debit rembesan dan kepadatan tanah terhadap waktu (t)

Tabel 5. Hubungan Antara Kepadatan Tanah dengan Debit Rembesan q hitung (ml/jam) pada setiap metode

No	Persentase Kepadatan	Debit Rembesan		
		Dupuit (ml/jam)	Schaffernsk dan Van Iterson (ml/jam)	L Cassagrande (ml/jam)
1	70,07 %	0,1264	0,1052	0,1030
2	78,23 %	0,0760	0,0617	0,0604
3	86,94 %	0,0282	0,0230	0,0225



Gambar 3. Perbandingan Antara tinggi Tekanan air (h) dan Waktu (t)

Hasil penelitian pada uji tekanan air dan debit rembesan, air dalam keadaan statis didalam tanah, akan mengakibatkan tekanan hidrostatik yang arahnya keatas (*uplift*) aliran air akan mendesak partikel tanah sebesar tekanan rembesan hidrodinamis yang bekerja menurut arah alirannya, kemudian hasil pengukuran debit rembesan secara langsung pada tubuh model bendungan yaitu kapasitas kehilir melalui tubuh dan pondasi bendungan kapasitas filtrasi suatu bendungan mempunyai batas batas tertentu yang mana apabila kapasitas filtrasi melampaui batas tersebut, maka kehilangan air yang terjadi akan cukup besar. pengukuran debit rembesan secara langsung pada model bendungan dilakukan dengan mengukur besarnya debit (*outlet*) setiap 5 menit sehingga didapatkan debit *outlet* konstan. hasil pengukuran penurunan dan jarak rembesan data kedalaman dan jarak rembesan diambil pengukuran pada tiga model bendungan dengan nilai kepadatan yang berbeda dan tinggi muka air yang sama H 25 metode yang dipake oleh penelitian sebelumnya bisa dibandingkan dengan hasil penelitian kami bahwa hubungan antara debit dengan jarak rembesan dengan menggunakan metode dupuit pada kepadatan 70,07%

(Bendungan 1) debit rembesan yang diperoleh sebesar 0,061 ml/jam pada jarak 5 cm lebih kecil jika dibandingkan pada jarak 47 cm diperoleh rembesan sebesar 0,126 ml/jam. pada kepadatan 78,23% (Bendungan 2) debit rembesan yang diperoleh sebesar 0,050 ml/jam pada jarak 5 cm lebih kecil bila dibandingkan pada jarak 53 cm diperoleh debit rembesan sebesar 0,076 ml/jam begitu pula debit rembesan yang terjadi pada kepadatan 86,94% (Bendungan 3). sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin panjang jarak rembesan maka semakin besar debit rembesan yang diperoleh pada masing-masing model bendungan dan semakin tinggi tekanan semakin besar pengaruh rembesan yang terjadi.

Kemudian hubungan antara kepadatan dengan panjang zona basah yaitu menunjukkan bahwa metode yang mendekati zona basah pada pengukuran langsung dengan hasil perhitungan empiris yaitu terdapat pada metode L. Cassagrande dengan kepadatan 78,23% panjang zona basah yaitu 14,925 cm sedangkan panjang zona basah pengukuran langsung yaitu 15,470 cm pada kepadatan 78,23%. sehingga ketiga metode tersebut dapat dilihat sejauh mana hubungannya hingga dapat dipahami atau dinyatakan semakin besar nilai kepadatan tanah maka nilai tekanan akan semakin menurun. dan semakin tinggi nilai kepadatan suatu tanah maka waktu rembesan semakin lama. untuk kepadatan 70,07% (tanggul 1), pada 5 menit pertama terjadi penurunan tekanan yang cukup tinggi dan diwaktu 10 menit terjadi peningkatan tekanan yang sangat rendah hingga di menit ke 15 kembali terjadi penurunan tekanan yang sangat rendah hingga mencapai menit 20 sampai menit ke 25 kondisi tekanan kembali mengalami kenaikan yang cukup rendah. dan pada menit 30 terjadi penurunan tekanan yang cukup rendah hingga

pada menit ke 35 sampai menit ke 40 kembali terjadi kenaikan tekanan yang cukup rendah dan pada menit ke 45 sampai menit ke 65 peningkatan tekanan mulai menunjukkan tanda-tanda normal atau konstan untuk kepadatan 78,23% (tanggul 2), kondisinya juga tidak jauh beda dengan muka air 25 m, hanya waktu rembesannya tidak membutuhkan waktu lama. terbukti pada menit ke 5 hingga menit 15 terjadi naik turunnya tekanan yang teratur, barulah di menit 20 terjadi peningkatan tekanan yang cukup rendah sampai ke menit 25 dan pada menit ke 30 hingga di menit ke 35 sampai menit ke 40 tekanan kembali mengalami kenaikan yang cukup rendah dan pada menit ke 45 terjadi penurunan tekanan yang sangat rendah, hingga menit ke 50 sampai menit ke 85 tekanan terus mengalami kenaikan yang cukup teratur yang menunjukkan tekanan mulai konstan. untuk kepadatan 86,94% (tanggul 3), waktu yang dibutuhkan untuk merembesnya air lebih rendah, tiap penambahan waktu terhadap nilai tekanan awalnya terjadi fluktuasi atau naik turunnya tekanan dan pada saat waktu mencapai 75 menit tekanan terus meningkat hingga ke menit 125 yang menunjukkan tekanan mulai konstan. itu artinya nilai yang didapat tetap akan sama atau tidak terjadi perubahan nilai dari sebelumnya dari rembesan yang terjadi dalam tubuh bendungan ataupun dibawah tubuh bendungan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan atau menemukan perbandingan gaya atau tekanan rembesan atau tekanan yang sangat mempengaruhi stabilitas tanah. tergantung pada arah alirannya. tekanan hidrodinamis sehingga dapat mempengaruhi berat isi tanah. pengaruh *hidrodinamis* pada berat isi tanah

karena rembesan. rembesan air yang melalui bawah bendungan atau konstruksi bangunan air lainnya, membahayakan stabilitas konstruksi dan mungkin akan terjadi keruntuhan disebabkan oleh piping, tekanan air keatas (*uplift*) langsung. air pada keadaan statis didalam tanah, akan mengakibatkan tekanan hidrostatis yang arahnya keatas (*uplift*). akan tetapi, jika air mengalir lewat lapisan tanah, aliran air akan mendesak partikel tanah sebesar tekanan rembesan *hidrodinamis* yang bekerja menurut arah alirannya. besarnya tekanan rembesan akan merupakan fungsi dari gradient hidrolik. tinggi energi total (*total head*) adalah tinggi energi elevasi atau *elevation head* (z) ditambah tinggi energi tekanan atau *fressure Head* (h) yaitu ketinggian kolom air h atau h_b didalam pipa diukur dalam *millimeter* atau meter diatas titiknya, tekanan hidrostatis bergantung pada kedalaman suatu titik dibawah muka air tanah untuk mengetahui besar tekanan air pori-pori

Teori *Bernaulli* dapat diterapkan menurut *Bernaulli*, tinggi energi total (*total head*) pada suatu titik karena kecepatan rembesan didalam tanah sangat kecil, maka tinggi energi kecepatan dalam suku persamaan *Bernaulli* dapat diabaikan. sehingga persamaan tinggi energi total menjadi persamaan. rembesan pada bendungan dan pondasi merupakan faktor penting dalam stabilitas bendung. rembesan merupakan aliran yang secara terus menerus mengalir dari hulu menuju hilir. aliran air ini merupakan aliran dari air sungai melalui material yang lolos air (*permeable*), baik melalui tubuh bendungan maupun pondasi. untuk itu, pola aliran dan debit rembesan yang keluar melalui tubuh bendungan. untuk analisa rembesan pada bendungan umumnya dimodelkan baik secara fisik maupun secara empiris untuk dalam analisis ini terdapat

beberapa kondisi yang digunakan yaitu tanah dianggap homogen dan isotropis. tanah homogen dan isotropis merupakan tanah yang memiliki nilai koefisien permeabilitas yang sama pada semua arah. selain itu, kondisi aliran yang digunakan dalam permodelan ini yaitu aliran tetap. atau (*steady flow*) terjadi di titik manapun jika kondisi seperti kecepatan, tekanan, dan kedalaman aliran tidak terjadi perubahan terhadap waktu. sehingga rata-rata kecepatan dan tekanan aliran tersebut konstan sehingga mengalami kondisi pergerakan tanah akibat karena tekanan aliran tetap terus menerus mengalir dari hulu ke hilir.

Pemadatan tanah (*earthworks compaction*) ialah dimana sejumlah tanah yang terdiri dari partikel padat (*solid particles*), air dan udara direduksi volumenya dengan menggunakan beban. beban tersebut dapat berupa beban yang bergerak (*rolling*), beban yang dipukulkan (*tamping*) maupun beban yang digetarkan (*vibrating*). kepadatan didapat dengan keluarnya udara dari antara butiran tanah dimana proses ini merupakan kebalikan dari proses konsolidasi yang merupakan keluarnya air dari antara butir-butir tanah. besarnya kepadatan yang diperoleh tergantung dari usaha alat pemadat yang digunakan, jenis material tanah, kadar air (*moisture content*) dan persentase rongga udara (*air voids*) yang ada pada tanah. besarnya kepadatan tersebut diukur dalam berat jenis kering tanah (*dry unit weight of soil*) atau kepadatan kering tanah (*dry density*) ada beberapa faktor yang mempengaruhi Jenis tanah, kadar air, Cara pemadatan, energi pemadatan (frekuensi pemadatan) pemadatan tanah yang baik tidak hanya sekali akan tetapi biasanya 3 kali. pada pemadatan tanah di lapangan spesifikasi adalah 90-95 % dari berat volume maksimum yang telah ditentukan pada uji alat proctor.

alat ini bisa melakukan pemadatan dengan standar Nasional sesuai spesifikasinya.

Untuk mengetahui berat volume di lapangan perlu adanya pengujian, tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. karena adanya air, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat atau padat. untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. kadar air yang ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pemadatan yang sama, maka berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga akan meningkat secara bertahap pula. adanya penambahan kadar air justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah. hal ini disebabkan karena air tersebut kemudian menempati ruang-ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel-partikel padat dari tanah. kadar air dimana berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut kadar air maksimum selain kadar air, faktor-faktor yang mempengaruhi pemadatan adalah jenis tanah dan usaha pemadatan. jenis tanah yang diwakili oleh distribusi ukuran butiran, bentuk butiran tanah, berat spesifik bagian padat tanah. selain itu jumlah serta jenis mineral lempung yang ada pada tanah mempunyai pengaruh besar terhadap harga berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut.

Kurva pemadatan juga akan baru, tetapi harap dicatat bahwa tingkat kepadatan suatu tanah tidak langsung padat. sesuai dengan pola

aliran ketika air mengalir melalui medium seperti akan terjadi kehilangan energi dan terserap oleh tanah dan sangat saling mempengaruhi satu sama lain antara pola aliran dan urugan tanah sampai masuk menembus konstruksi sehingga mengakibatkan kerusakan atau pergeseran tanah yang mengakibatkan sangat fatal dalam perencanaan konstruksi, oleh karena itu perlu memang dilakukan pemadatan tanah untuk menjaga kestabilan bendungan dari rembesan air. dari persamaan diatas serta landasan teori, parameter yang cukup berpengaruh terhadap pola aliran dan rembesan air yaitu: berat volume air (γ_w), tinggi energi total (h), tekanan air (p), kecepatan air (v) kecepatan gravitasi (g) tinggi energi elavasi (m) sehingga hasil pembahasan diatas dapat dimbil suatu pembahasan yang mempunyai nilai tidak telalu jauh dari hasil penelitian sebelumnya dan hasil penelitian kami dengan membandingkan tiga metode, atau dihubungkan hasil peenelitian kami dari metode sebelumnya, bahwa hasil metode deupit pada kepadatan 70,07% (Bendungan 1) debit rembesan sebesar 0,1264 ml/jam lebih besar jika dibandingkan kepadatan 86,94% (bendungan 3) dengan hasil rembesan sebesar 0,0282 ml/jam. pada metode *schaffernak* dan *van iterson* pada kepadatan 70,07% (Bendungan 1) hasil rembesan sebesar 0,1052 ml/jam lebih besar jika dibandingkan kepadatan 86,96% (Bendungan 3) dengan hasil rembesan sebesar 0,0230 ml/jam. dan pada metode L.Cassagrande pada kepadatan 70,07% (Bendungan 1) debit rembesan sebesar 0,1030 ml/jam lebih besar jika dibandingkan dengan kepadatan 86,94% (Bendungan 3) hasil rembesan sebesar 0,0225 ml/jam. dapat diketahui bahwa semakin besar debit rembesan yang terjadi pada setiap model bendungan dengan nilai kepadatan yang berbeda. atau semakin tinggi nilai kepadatan tanah semakin rendah rendah

permeabilitas rembesan yang terjadi pada tubuh bendungan atau dibawah tubuh bendungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil analisa debit rembesan pada masing-masing metode, metode deupit pada kepadatan 70,07% (0,1264 ml/jam), kepadatan 78,23% (0,0760 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0282 ml/jam). metode *Schaffernak* dan *Van iterson* pada kepadatan 70,07% (0,1052 ml/jam), kepadatan 78,23% (0,0617 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0230 ml/jam). dan metode L.Casagrande pada kepadatan 70,07% (0,1030 ml/jam) kepadatan 78,23% (0,0604 ml/jam) dan kepadatan 86,94% (0,0225 ml/jam). sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi tingkat kepadatan tanah dalam tubuh bendungan, maka semakin kecil pori-pori terbuka atau rembesan terjadi sehingga bisa dinyatakan tanah padat. kemudian analisis penelitian ini penulis memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu untuk mendapatkan pencatatan yang lebih akurat dalam eksperimen Laboratorium maka perlu dilengkapi alat pencatat otomatis agar mampu mendapatkan data yang lebih akurat untuk penelitian selanjutnya. penelitian tentang rembesaan dibawah tubuh bendungan urugan tanah ini perlu dikembangkan lagi dengan variasi debit, kepadatan, dan jenis tanah yang mempunyai ikatan kuat terhadap konstruksi kemudian hasil penelitian ini perlu dikaji dan dikembangkan lagi sehingga dapat disesuaikan dengan fenomena yang terjadi dilapangan.

REFERENSI

Bowles J. (1989). Analisis dan Desain Pondasi, Erlangga, Jakarta

- Casagrande.(1937). Metode Menghitung Rembesan Lewat Tubuh Bendungan Pada Pengujian dan didasarkan Model
- Craig R. (1991). Mekanika Tanah.' Terjemahaan Budi Susilo. S. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hardiyatmo & Suhendro. (1999). Perilaku Fondasi Cakar Ayam Pada Model Laboratorium kontribusi untuk Perancangan, Prosiding Seminar Nasional' 99 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Holtz & Gibbs. (1962). Engineering Properties of Expansive Clay Transactions, ASCE
- Howard A.(1967). Drainage Analysis In Geologic Interpretation: A Summation, AAPG Bulletin, Vol. 5 No.11November 1967, p 2246-2259.
- Schaffernak& Iterson. (1916). Metode Bendungan Type Homogen
- Wasley D. (1973) Mekanika Tanah Jakarta Badan Penerbit Pustaka Umum Young
- R. (2009). Monitoring of Dengue viruses in Field Caught Aedes Aegypti and Aedes Albopictus by Type – Specific PCR and Cycle Squencing, American Journal of Topical Medicine and Hygiene 58 (5): 578-586.

