

ANALISIS JUMLAH LINTASAN PEMADATAN TERHADAP TINGKAT KEPADATAN MATERIAL TIMBUNAN ZONA 3 PADA BENDUNGAN JRAGUNG KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH

Muhammad Ali¹, Eko Noerhayati², Anang Bakhtiar³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : ali88neo@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail : anang.bakhtiar@unisma.ac.id

ABSTRACT

The standard soil compaction test is to determine the maximum density of a type of soil by impact, ie to determine the relationship between water content and soil density. In the Jragung Dam construction project, soil compaction is still being carried out manually. It takes a lot of time and cost to determine the optimal trajectory. The number of tracks significantly affects soil density. Therefore, the optimal number of passages with soil density was determined using the multilinear regression analysis method with Minitab Statistical Software. In this research, tests were carried out on Proctor and ASTM C 128-15 according to the ASTM D 698-00a standard for testing water transfer density. Compaction is carried out using a ram roller with a capacity of 12 tons with a variety of passes of 8, 10 and 12 passes, with the requirement to achieve MDD > 85%. Based on multilinear regression analysis with the MDD density requirement > 85%, the results obtained are in the form of the equation $Y = -256,67 + AX3 - 0.1957X4$, and Y represents the percentage of MDD, X3 is the MDD area (gr/cm³), and the value of A = 161,797 – 241,545 (X1 average 1,419 - 2,216 gr/cm³). The prediction equation used in this research can be used to obtain an estimate of the number of passes required to achieve MDD standards when using the same type of soil and roller in a construction.

Keywords: Jragung Dam, Number of Passes, Soil Density, Multilinear Regression

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu bentuk kebutuhan pokok manusia adalah Air. Air memiliki berbagai fungsi dalam kehidupan yang meliputi berbagai hal, misalnya untuk kebutuhan langsung dan tak langsung mulai dari sanitasi, peternakan, bahan baku untuk industri air, pembangkit listrik, dan sebagainya. Selain itu, bagi Indonesia pastinya air memiliki tingkat prioritas yang tinggi mengingat Indonesia yang dikenal sebagai negara agraris (Bakhtiar et al., 2024). Terutama di Kabupaten Semarang, yang memiliki luas wilayah 126.140 hektar dan terdiri dari 14 kecamatan, terdapat hasil pertanian seperti padi, jagung, singkong, kedelai, dan kacang yang

memerlukan sumber irigasi. Salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan air ini adalah dengan membangun infrastruktur air berupa bendungan. Pembangunan bendungan akan menjadi sebuah cara alternatif demi pemenuhan kebutuhan pasokan air yang cukup (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Pelaksanaan pembangunan Bendungan Jragung oleh Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWS) Semarang. Bendungan Jragung ini terletak di Dusun Kedunggatik, Desa Candirejo, Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Wilayah DAS (Daerah Aliran Sungai) Jragung memiliki luas ± 1.180 km².

Salah satu permasalahan SDA (Sumber Daya Alam) yang hingga saat ini masih belum teratasi oleh pemerintah adalah ketersediaan air di musim kemarau. Penebangan hutan secara masif serta air yang digunakan secara tidak terkontrol juga menjadi faktor yang mempengaruhi semakin terbatasnya ketersediaan sumber daya air. Sedangkan di sisi lain, jumlah penduduk cenderung mengalami peningkatan, seiring dengan perkembangan sektor perdagangan, industri, jasa, maupun sektor ekonomi lainnya.

Identifikasi Masalah

Pada proyek pembangunan Bendungan Jragung Semarang Jawa Tengah proses pemadatan tanah masih dilakukan menggunakan cara manual. Melalui cara ini didapatkan permasalahan berupa penggunaan waktu yang jauh lebih banyak dan kurang efisien. Hal ini terjadi karena dengan cara manual tersebut harus melalui tahap yang disebut *trial embankment*. *Trial embankment* berfungsi untuk menentukan jumlah lintasan dan kepadatan yang optimal pada zona random yang dilakukan dengan membuat estimasi berupa persamaan regresi multilinear.

Rumusan Masalah

Mengacu pada identifikasi masalah yang ada, maka di rumuskan sebagai berikut :

1. Berapa jumlah lintasan yang optimal untuk pemadatan tanah dari hasil *trial* (percobaan) di lapangan?
2. Bagaimana persamaan matematik yang dihasilkan dalam menentukan jumlah lintasan untuk kepadatan tanah di lapangan?
3. Bagaimana uji validitas dari persamaan regresi multilinear dengan data pemadatan zona random Pembangunan bendungan lainnya di Indonesia?

Batasan Masalah

1. Studi kasus pada maindam Bendungan Jragung Kabupaten Semarang.
2. Material tanah yang digunakan berasal dari RG5 Lori.
3. Variasi jumlah lintasan pemadatan adalah 8, 10, 12 lintasan.
4. *Vibro Roller Drum* yang digunakan berkapasitas 13 ton.
5. Pengujian pemadatan dilakukan di laboratorium Proyek Pembangunan

Bendungan Jragung Paket II uji modified *proctor* dan di lapangan dengan menggunakan metode *water replacement*.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemerintah telah berkomitmen untuk menyelesaikan pembangunan bendungan sebanyak 61 bendungan di tahun 2014 sampai dengan 2024 dengan bantuan Kementerian PUPR. Sebagai tempat yang berfungsi untuk menampung air memungkinkan bendungan untuk mengalami sebuah rembesan. Sehingga, untuk mengurangi rembesan air yang terjadi tersebut diperlukan upaya pemadatan tanah pada tubuh bendungan. Dalam hal ini perlu dilakukan *trial embankment* pembangunan untuk mendapatkan kualitas bendungan yang sesuai dengan fungsi dan perencanaan sebagai bentuk pengawasan sebelum dilakukannya pemadatan (Kementerian PUPR, 2022).

Ikbal dan Zhafirah (2022) menyatakan derajat kepadatan yang perlu dicapai oleh tanah harus lebih dari 95%, karena apabila kurang maka dalam jangka waktu yang panjang lapisan struktur perkerasan diatas tanah dan timbunan tanah yang ada akan rusak. Hasil percobaan pemadatan di lapangan menghasilkan bahwa persentase kepadatan yang di hasilkan didasarkan pada seberapa besar jumlah lintasan yang dilewati oleh alat pemadat (Lubis et al., 2022).

Dewi (2021) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Jumlah Lintasan Pemadatan terhadap Tingkat Kepadatan Tubuh Bendungan Tugu, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur" menuturkan bahwa timbunan pada zona inti bendungan diharuskan adanya percobaan penimbunan agar diketahui jumlah lintasan yang optimum untuk memperoleh derajat kepadatan yang optimum. Oleh karena itu, dicoba melakukan siklus lintasan pemadatan sebanyak 6, 8, dan 10 lintasan untuk memperoleh jumlah lintasan yang optimum berdasarkan parameter nilai berat isi kering maksimum ($\gamma_{d maks}$), nilai derajat kepadatan (D), dan nilai permeabilitas (K) untuk memperoleh kepadatan yang optimum.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka dapat disampaikan bahwa tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah lintasan untuk memperoleh kepadatan yang optimal terhadap zona random dengan

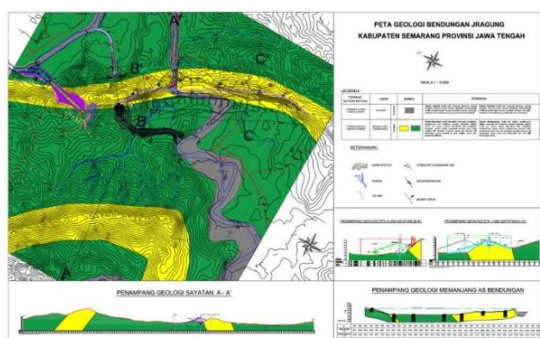
membuat estimasi melalui persamaan regresi. Model matematik lanjutan dikembangkan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepastian persamaan yang mengatur. Melalui permodelan menggunakan *Multiple Linear Regression* (MLR) (Omar et al., 2018).

Tujuan penggunaan persamaan regresi adalah untuk menentukan Kepadatan Kering Maksimum (MDD) melalui serangkaian percobaan dengan berbagai variasi jumlah lintasan. Hasil dari persamaan tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pemadatan aktual di lapangan dan diuji validitasnya menggunakan data pemadatan proyek pembangunan bendungan lain di Indonesia. Upaya ini diharapkan agar bisa meningkatkan efisiensi waktu serta biaya pemadatan di lapangan karena tidak diperlukan untuk melakukan uji coba pemadatan (Sabiya et al., 2023).

METODOLOGI PENELITIAN

Deskripsi Daerah Studi

Pelaksanaan pembangunan Bendungan Jragung oleh Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWS) Semarang. Sungai Jragung merupakan salah satu sumber air permukaan yang berlokasi di antara Kabupaten Semarang dan Kabupaten Demak. Panjang sungai ini mencapai $\pm 21,44$ km dengan kapasitas sungai mencapai 100 m³. Bendungan Jragung ini terletak di Dusun Kedungatik, Desa Candirejo, Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Wilayah DAS (Daerah Aliran Sungai) Jragung memiliki luas ± 1.180 km².



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pembangunan Bendungan Bagong
(Sumber : Dokumen Proyek, 2021)

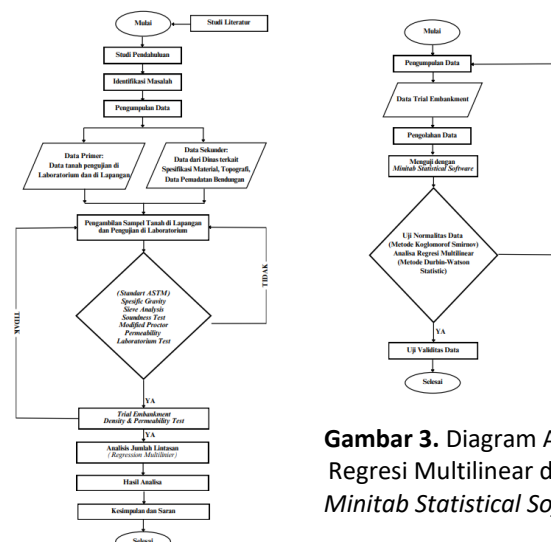
Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan kuantitatif sebagai teknik analisis data dengan metode analisis inferensial. Metode ini dilakukan dengan mengubah angka mentah menggunakan statistik deskriptif dan nilai numerik yang bertujuan membuat prediksi kemungkinan hasil dari data yang didapat dan yang telah dianalisis dan memperoleh hubungan antara beberapa variabel yang memiliki pengaruh terhadap korelasi *pearson*.

Sistematis Tahapan Studi

1. Pengujian di laboratorium digunakan sebagai acuan uji lapangan (*trial embankment*). Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah WKA – BRP KSO. Proyek Pembangunan Bendungan Jragung Paket 2.
2. Pengujian lapangan (*in situ test*) dilaksanakan pada *layer* yang telah dipadatkan. Adapun uji lapangan yang dilakukan adalah dengan uji kepadatan lapangan (*density test*) yang dilakukan dengan metode *water replacement* dan tes permeabilitas lapangan (*insitu permeability test*) dengan metode *falling head test*. Pengujian di lapangan dilakukan dengan alat pemadat *vibro roller drum* karena sesuai dengan jenis tanah yang digunakan untuk zona random yaitu tanah beragam.
3. Hasil akhir Analisa regresi multilinear menggunakan *Minitab Statistical Software*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3. Diagram Analisis Regresi Multilinear dengan *Minitab Statistical Software*

HASIL DAN PEMBAHASAN
Pengujian Laboratorium

Tabel 1 menampilkan hasil pengujian laboratorium untuk Proyek Pembangunan Bendungan Jragung Paket II di Kabupaten Semarang. Kriteria material tanah yang digunakan dalam uji trial embankment zona 3 bendungan bersifat acak. Material tanah ini sesuai dengan spesifikasi teknis proyek dan dapat digunakan dalam pelaksanaan trial embankment.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material di Laboratorium

Table with 5 columns: NO, Item Pengujian, Unit, Hasil, Keterangan. It lists various soil test results including gradation, specific gravity, permeability, and compaction data.

Sumber : (Hasil Analisis, 2024)

Pengujian di lapangan (in situ test)

Hasil pengujian kepadatan di lapangan dengan uji density – water replacement dan permeability – falling head menggunakan alat berat vibro roller drum seberat 13 ton dengan variasi jumlah lintasan yaitu 8, 10, 12 lintasan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

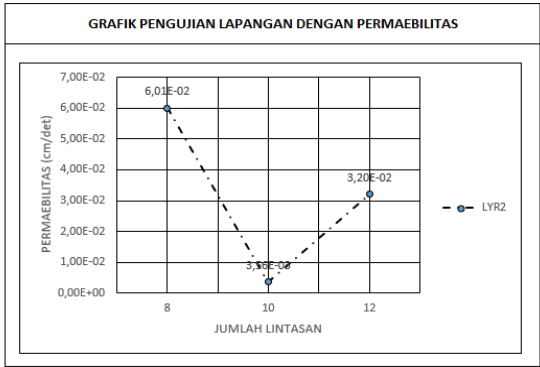
Tabel 2. Hasil Pengujian Pemadatan di lapangan

Table with 5 columns: Deskripsi, 8 Lintasan, 10 Lintasan, 12 Lintasan. It shows compaction data for different numbers of passes, including wet density, dry density, and permeability.

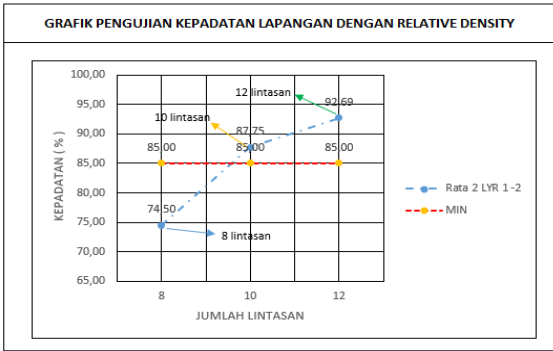
Sumber : (Hasil Analisis, 2024)

Dari hasil pemadatan di lapangan dengan water replacement maka didapatkan pengaruh jumlah lintasan terhadap nilai kepadatan lapangannya (MDD) yang dapat dilihat pada grafiik pengujian kepadatan dengan water replacement. Grafik hubungan jumlah lintasan dengan MDD disajikan dalam Gambar 4 berikut.

Gambar 4 Grafik Hubungan Jumlah Lintasan dengan MDD



(Sumber: Hasil Analisa, 2024)



Gambar 5 Grafik Hubungan Jumlah Lintasan dengan Permeability

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

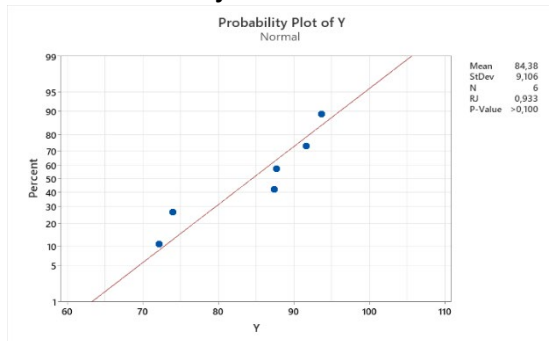
Berdasarkan gambar diatas, pemadatan yang dilakukan dengan alat berat vibro roller drum dengan variasi jumlah lintasan 8, 10, 12 lintasan dapat ditetapkan bahwa jumlah lintasan memiliki pengaruh signifikan terhadap Tingkat kepadatan tanah pada tanah random. Kepadatan tanah akan cenderung meningkat bergantung pada seberapa banyak jumlah lintasan yang diberikan, tetapi terdapat batasan dimana peningkatan pada berapa banyak jumlah lintasan yang mencapai batas atas tertentu justru tidak memberikan peningkatan yang sangat signifikan terhadap tingkat kepadatan tanah. Hal tersebut dikarenakan lalu lintas kendaraan berat yang berulang-ulang mampu menyebabkan kompaksi pada tanah.

Analisis Normalitas Data

Uji normalitas data ialah sebuah kriteria yang harus dipenuhi dalam analisis statistik. Metode Kolmogorov-Smirnov dalam uji normalitas bertujuan untuk mengukur simpangan terbesar (D) antara fungsi distribusi kumulatif dari data observasi (empiris) dan

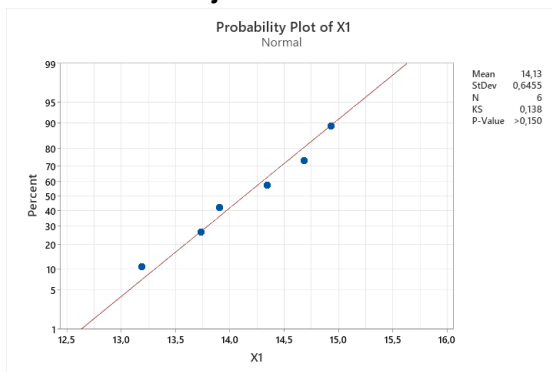
fungsi distribusi kumulatif yang bersifat teoritis. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Gambar 6 Uji Normalitas Variabel Y



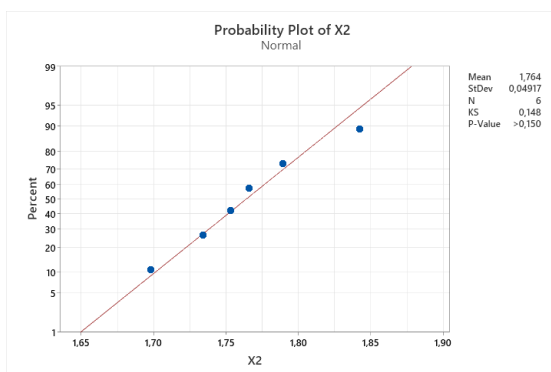
(Sumber: Hasil Analisa,2024)

Gambar 7 Uji Normalitas Variabel X1



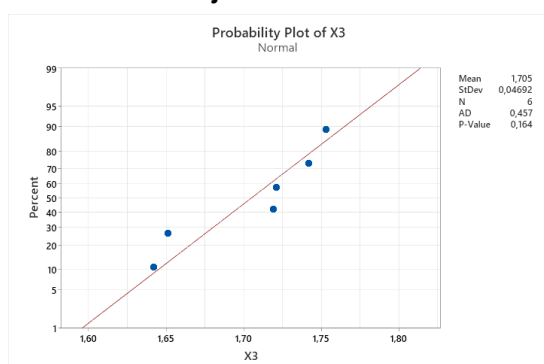
(Sumber: Hasil Analisa,2024)

Gambar 8 Uji Normalitas Variabel X2

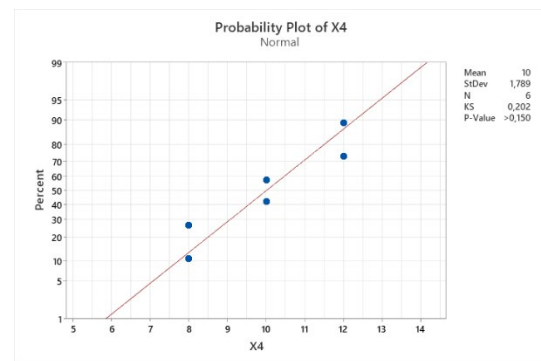


(Sumber: Hasil Analisa,2024)

Gambar 9 Uji Normalitas Variabel X3



(Sumber: Hasil Analisa,2024)



Gambar 10 Uji Normalitas Variabel X4

(Sumber: Hasil Analisa,2024)

Gambar diatas merupakan hasil pengujian normalitas data pada variabel Y, X1, X2, X3, dan X4 menggunakan Minitab Statistical Software. Didapatkan nilai *P-Value* lebih sebesar (>0,150) maka dari itu disimpulkan bahwa data telah berdistribusi secara normal.

Analisis Persamaan Regresi Multilinear

Rumus yang diterapkan untuk menganalisis setiap variabel berdasarkan hasil pemadatan yang dilakukan di laboratorium dan di lapangan adalah:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e$$

Keterangan:

Y : *Maximum Dry Density* (MDD) (%)

α : *Intercept* (konstanta)

β_1 : Koefisien regresi untuk X1

β_2 : Koefisien regresi untuk X2

β_3 : Koefisien regresi untuk X3

β_4 : Koefisien regresi untuk X4

X_1 : *Optimum Moisture Content* (OMC)

X_2 : MDD Laboratorium (gr/cm³)

X_3 : MDD Lapangan (gr/cm³)

X_4 : Jumlah lintasan. *Ground Water Tank*

Pada Tabel 3 berikut ditunjukkan hasil variabel yang digunakan untuk membuat analisis regresi multilinear.

Tabel 3 Tabel Analisa Regresi

Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
73,97	13,90	1,789	1,651	8
72,13	14,68	1,789	1,642	8
87,33	13,19	1,789	1,719	10
87,64	14,93	1,789	1,721	10
91,59	13,73	1,789	1,742	12
93,59	14,34	1,789	1,753	12

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

Diperlukan tahap pencarian korelasi antar variabel sebelum mencari variabel yang digunakan untuk Analisa regresi yang disebut korelasi *pearson*. Tujuannya adalah untuk mengetahui mana yang paling berpengaruh untuk dijadikan persamaan regresi. Ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Korelasi Antar Variabel

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Y	1	-0,303	0,279	1,000	0,797
X ₁	-0,303	1	0,243	-0,302	-0,074
X ₂	0,279	0,243	1	0,277	0,420
X ₃	1,000	-0,302	0,277	1	0,798
X ₄	0,797	-0,074	0,420	0,798	1

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

Berdasarkan hasil korelasi pada Tabel 4 diatas, variabel X₃ (MDD lapangan) dan X₄ (jumlah lintasan) menjadi variabel yang paling berpengaruh dengan nilai korelasi > 0,5, sehingga hubungan antar variabel dengan nilai Y nya berpengaruh sangat kuat. Hasil persamaan regresi dari hasil korelasi pearson ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Tabel Persamaan Regresi Berdasarkan Hasil Korelasi Pearson

Y	X ₃	X ₄	X ₃ Y	X ₄ Y	X ₃ X ₄	X ₃ ²	X ₄ ²
73,97	1,651	8	122,124	591,76	13,208	2,725	64
72,13	1,642	8	118,437	577,04	13,136	2,692	64
87,33	1,719	10	150,120	873,3	17,19	2,955	100
87,64	1,721	10	150,828	876,4	17,21	2,961	100
91,59	1,742	12	159,549	1099,08	20,904	3,034	144
93,59	1,753	12	164,063	1123,08	21,036	3,073	144
TOTAL							
506,25	10,228	60	865,123	5140,66	102,684	17,446	616

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

Berdasarkan hasil korelasi pada Tabel 7 diatas maka varaibel yang paling berpengaruh kemudian dianalisis, yaitu menentukan nilai koefisien regresi pada setiap variabel menggunakan metode *Durbin-Watson Statistic* dengan *Minitab Stitistical Software*. Hal ini ditunjukkan oleh Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Perhitungan Durbin-Watson Statistic dengan Minitab Statistical Software

Term	Coef	SE Coef	
α	-256,67	5,05	β ₀ = -256,67
X ₃	201,22	3,48	β ₃ = 201,22
X ₄	-0,1957	0,0912	β ₄ = -0,1957

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

Maka persamaan regresi yang dihasilkan berdasarkan Metode *Durbin-Watson Statistic* dengan *Minitab Statistical Software* diatas adalah:

$$Y = -256,67 + 201,22X_3 - 0,1957X_4$$

Keterangan:

Y = MDD (%)

α = *Intercept* (konstanta)

β₃ = Koefisien regresi untuk X₃

β₄ = Koefisien regresi untuk X₄

X₃ = MDD lapangan

X₄ = Jumlah lintasan

Uji Validitas Data

Untuk mengetahui kevalidan persamaan regresi, maka harus dicari *range* nilai antar variabel yang diperoleh. Hasil nilai rentang (*range*) antar variabel dari persamaan regresi yang telah diperoleh dapat dicari dengan menggunakan menu analisis *goal seek* yang terdapat pada *microsoft excel*. Rentang nilai variabel X₃ dimulai dengan mengetahui nilai minimumnya dari nilai MDD lapangan. Syarat yang diperlukan oleh nilai persentase MDD (X₃) minimum dalam kepadatan tanah berada pada 85% dan nilai maksimumnya berada pada 100%. Dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Nilai Minimum dan Maksimum Variabel X3 (A)

X3 MIN	X3 MAX	X4	Y MIN (%)	Y MAX (%)	Asal Data
1,707	1,784	8	85,00	100,00	<i>Bendungan Jragung</i>
1,707	1,784	8	85,00	100,00	
1,707	1,784	10	85,00	100,00	
1,707	1,784	10	85,00	100,00	
1,707	1,784	12	85,00	100,00	
1,707	1,784	12	85,00	100,00	

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

Untuk memvalidkan persamaan regresi tersebut, maka dicoba *trial* dan *error* untuk mencari nilai β₁ baru yang disimbolkan dengan A untuk tiap nilai kepadatan tanah yang ada di lapangan dengan data yang diperoleh pada Bendungan Bagong, Bendungan Tugu, Bendungan Jlantah, Bendungan Bagong, dan Bendungan Semantok yang persamaannya menjadi Y = -256,67 + 201,22X₃ – 0,1957X₄. Nilai A dan nilai rentang untuk variabel X₃ disajikan dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Nilai Koefisien Variabel X3 (A) dan Range X3

Y	α	β_3	X3	β_4	X4	A	Y _A	Asal Data
MIN(%)								
85%	-256,67	98,00	1.811	0,1957	6	189,312	85,999	Bendungan Tugu
85%		97,30	1,797		6		82,349	
85%		99,10	1,831		8		88,394	
85%		100,70	1,860		8		93,884	
85%		103,00	1,902		10		101,444	
85%		102,90	1,901		10	199,555	101,255	Bendungan Jantah
85%		87,85	1,652		4		72,203	
85%		88,84	1,679		6		77,200	
85%		90,50	1,720		8		85,568	
85%		92,62	2,017		6	161,979	68,867	Bendungan Bagong
85%		93,02	2,026		6		70,325	
85%		97,29	2,119		8		85,997	
85%		96,94	2,111		8		83,702	
85%		101,90	2,219		10		100,804	
85%		101,71	2,215		10	241,545	100,156	Bendungan Semantok
85%		86,54	1,317		6		60,270	
85%		88,33	1,344		6		66,792	
85%		93,39	1,421		8		85,994	
85%		92,93	1,414		8		84,309	
85%		95,45	1,453		10		93,729	

(Sumber: Hasil Analisa, 2024)

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan temuan-temuan berikut:

1. Jumlah lintasan yang optimum untuk zona 3 pada Proyek Pembangunan Bendungan Jragung Paket 2 Kabupaten Semarang adalah 10 Lintasan dengan alat *vibro roller drum* berkapasitas 13 ton yang sudah memenuhi tingkat kepadatan timbunan > 85% yaitu 87,64%.
2. Dari hasil *trial embankment* untuk mendapatkan kepadatan 85% diperoleh persamaan regresinya adalah $Y = -256,67 + 201,22X_3 - 0,1957X_4$ dengan Y merupakan persentase MDD, X3 merupakan MDD lapangan (gr/cm^3), dan X4 merupakan jumlah lintasan. Nilai A = 189,312 (X3 diantara $1,813 \text{ gr/cm}^3 - 1,894 \text{ gr/cm}^3$); A = 199,555 (X3 diantara $1,716 \text{ gr/cm}^3 - 1,795 \text{ gr/cm}^3$); A = 161,979 (X3 diantara $2,118 \text{ gr/cm}^3 - 2,216 \text{ gr/cm}^3$); A = 241,545 (X3 diantara $1,419 \text{ gr/cm}^3 - 1,484 \text{ gr/cm}^3$).
3. Dari Persamaan regresi yang dihasilkan valid karena mampu mencapai syarat minimum MDD, yaitu > 85% untuk berbagai varian jumlah lintasan yang digunakan dengan syarat X3 berada pada rentang nilai yang sudah ditentukan. Persamaan prediktif yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan untuk memprediksi

berapa kali lintasan alat berat (*vibro roller drum* berkapasitas 13 ton) diperlukan untuk mencapai tingkat kepadatan kering tertentu. Prediksi ini berlaku untuk kondisi konstruksi timbunan zona random acak pada bendungan dengan jenis tanah dan peralatan yang serupa.

Saran

Dari hasil akhir penelitian yang telah dianalisa, terdapat saran yang dapat digunakan untuk penelitian ini:

1. Penggunaan alat pemadat yang lebih berat akan mengurangi jumlah lintasan dan memangkas waktu pelaksanaan dalam menentukan jumlah lintasan yang optimum. Selain itu bisa menambah alat pemadat jika ingin mendapat hasil pemadatan yang lebih cepat.
2. Memasang sensor pada alat pemadat yang digunakan sehingga dapat menentukan jumlah lintasan yang tepat untuk mencapai batas MDD > 85%.
3. Mengembangkan persamaan regresi sangat penting untuk mencapai kontrol kualitas yang efektif dan untuk mengoptimalkan proses pemadatan.
4. Persamaan prediktif yang dipakai di dalam penelitian bisa digunakan untuk memprediksi jumlah lintasan yang diperlukan untuk mencapai kepadatan kering yang diinginkan ketika jenis tanah memiliki klasifikasi material yang sama dan alat berat yang digunakan yaitu *vibro roller drum* yang berkapasitas 13 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhtiar, A., Mishbahuddin, N., & Suprpto, B. (2024). Studi Evaluasi Efisiensi Jaringan Sekunder Pada Daerah Irigasi Menturus Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14.
- Ikbali, F. M., & Zhafirah, A. (2022). Evaluasi Kepadatan Tanah Timbunan dengan Sand Cone Test. 228–233. <https://jurnal.itg.ac.id/>
- Kementerian PUPR. (2022). *Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. <https://sda.pu.go.id/>
- Lubis, A. K., Kumalasari, D., & Nurdin, A. (2022). Pengaruh Variasi Jumlah Lintasan

Pemadatan Terhadap Kepadatan Perkerasan Asphalt Concrete Binder Course. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 85–92. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.100>

Omar, M., Shanableh, A., Arab, M., Hamad, K., & Tahmaz, A. (2018). Advanced Mathematical Models to Predict the Compaction Properties of Coarse-Grained Soils from Various Physical Properties. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36(6), 3467–3483. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0547-2>

Sabiya, H. R., Yuwana, A. S. D., & Adipradana, Y. A. (2023). Analisis Pengaruh Jumlah Lintasan Menggunakan Roller Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Percobaan Zona Kedap Air Bendungan. *Journal Rice*, 42–48.

Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1977). *Bendungan Type Urugan* (Vol. 2).